

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АКУЛОВ ОЛЕКСІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ

УДК: 330.34:330.5

ДИСЕРТАЦІЯ


**ЕКОНОМІКА ІТ-СЕКТОРА В ВІДНОВЛЕННІ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

051 – Економіка

05 – Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 О.О. Акулов

Науковий керівник: Радіонова Ірина Федорівна, д.е.н., професор

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Акулов О.О. Економіка ІТ-сектора в відновленні та стабілізації національної економіки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – Економіка. – Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК», Київ, 2026.

Дисертація присвячена вирішенню наукового завдання, що полягає у формуванні системного підходу до аналізу та оцінювання впливу ІТ-сектору на процеси відновлення та макроекономічної стабілізації національної економіки України. Запропонований підхід ґрунтується на ідентифікації міжгалузевих взаємозв'язків, формалізації мультиплікативних ефектів і каналів впливу, а також на кількісному аналізі нелінійних взаємозв'язків між ІТ-сектором та економічним зростанням. В основу підходу покладено припущення про особливу роль сектору в процесі структурних трансформацій, спричинених цифровізацією економіки, та зростання економічної невизначеності воєнного часу.

Актуальність теми зумовлена необхідністю пошуку внутрішніх джерел стійкого економічного зростання в умовах втрати частини виробничого потенціалу традиційних галузей та потреби структурної перебудови економіки на основі інноваційних і високотехнологічних секторів.

У наукових дослідженнях переважають підходи, орієнтовані на оцінювання внеску цифрової економіки або ІТ-сектора в агреговані результати економічного розвитку. Однак, існує потреба в аналізі впливу ІТ-сектору через механізми його взаємодії з іншими секторами національної економіки та з різними макроекономічними параметрами, які досліджені значно менше. Зокрема, недостатньо формалізованими залишаються міжгалузеві зв'язки, мультиплікативні ефекти та непрямі взаємозалежності між розвитком ІТ-сектора та економічним зростанням. Це актуалізує наукову проблему формування теоретико-аналітичного підходу до оцінювання ролі ІТ-сектора у стабілізації та структурному відновленні національної економіки України.

У роботі узагальнено та розвинено теоретичні підходи до дослідження ролі інноваційних секторів у забезпеченні економічного розвитку, а також доведено, що ІТ-сектор виступає одним із ключових інноваційних сегментів сучасної економіки, здатним формувати технологічні імпульси економічного розвитку та сприяти структурній трансформації національної економіки. Така інтерпретація ґрунтується на еволюції економічної думки щодо ролі інновацій, яка засвідчує поступову зміну уявлень про механізми формування економічного зростання. Теоретичні основи дослідження інновацій як джерела економічного розвитку сформувалися в межах «теорії інвестиційних циклів», «інноваційної теорії економічного розвитку» та «концепції творчого руйнування», неокласичних моделей економічного зростання, секторних підходів до пояснення структурної трансформації економіки та сучасних теорій ендогенного зростання.

Систематизовано наукові підходи до трактування структури цифрової економіки та узагальнено міжнародні й національні підходи до ідентифікації ІТ-сектора в її структурі. На основі аналізу підходів міжнародних організацій та результатів наукових досліджень уточнено межі ІТ-сектора в системі національної економіки та показано співвідношення його меж з межами ІКТ-сектору, з цифровою та креативною економікою. Обґрунтовано підхід до інтерпретації ІТ-сектора як технологічного ядра цифрової економіки, що взаємодіє з «е-поясом» цифрових продуктів кінцевого споживання та «інфраструктурним поясом» управління, забезпечуючи поширення технологічних інновацій та формування мультиплікативних ефектів у національній економіці.

Проаналізовано світовий досвід оцінювання впливу ІТ-сектора на економічний розвиток та систематизовано основні методологічні підходи до визначення його ролі в національних економіках. Встановлено, що традиційні підходи, засновані на оцінюванні частки цифрової економіки або ІТ-сектора у ВВП, не відображають повною мірою економічний ефект цифрових технологій. Аналіз сучасних концепцій, зокрема підходів «незафіксованого ВВП» та «цифрових переливів» (digital spillovers), підтверджує доцільність використання інструментів

мультиплікативного та міжгалузевого аналізу для дослідження поширення технологічних імпульсів від ІТ-сектору на національну економіку.

Уточнено економічний зміст процесів відновлення та стабілізація національної економіки, під кутом зору втрат потенційного випуску та формування макроекономічних дисбалансів. Обґрунтовано взаємозв'язок між категоріями «відновлення» та «стабілізація», де відновлення інтерпретується як компенсація втрат валового внутрішнього продукту, а стабілізація – як досягнення збалансованих макроекономічних пропорцій та зниження рівня дисбалансів до меж, які прийнято вважати нормою. На основі аналізу розвитку ІТ-сектору України встановлено, що, в умовах пандемії COVID-19 та повномасштабної війни, ІТ-сектор виконував стабілізуючу роль у національній економіці, частково компенсуючи спад традиційних галузей та підтримуючи експортний потенціал національної економіки. Це дозволило обґрунтувати, що розвиток ІТ-сектору формує важливі передумови забезпечення економічної безпеки країни завдяки його відносно високій стійкості до економічних шоків та здатності генерувати стабільні валютні надходження навіть в умовах кризових трансформацій. Додатково встановлено, що одним із ключових трендів розвитку ІТ-сектору у 2023–2024 рр. стало активне впровадження рішень на основі штучного інтелекту, які сприяють підвищенню продуктивності, автоматизації бізнес-процесів та трансформації моделей створення доданої вартості.

Оцінено мультиплікативний вплив ІТ-сектору на національну економіку України з використанням інструментарію міжгалузевого аналізу «витрати-випуск» («input-output analysis»). На основі таблиць «витрати-випуск» Державної служби статистики України розраховано мультиплікатори валового випуску та валової доданої вартості ІТ-сектора типів I та II, що дозволило кількісно оцінити його прямі, непрямі та індуковані ефекти у структурі національної економіки. Встановлено, що мультиплікатори типу I характеризуються впродовж тривалого часу відносною стабільністю та свідчать про значний позитивний вплив ІТ-сектора на економічну динаміку. Мультиплікатори типу II є вищими, за кількісними значеннями, та також демонструють стійкий позитивний ефект, відображаючи роль

індукованих ефектів і каналу доходів домогосподарств у поширенні економічного впливу ІТ-сектора. Це підтверджує наявність стійких міжгалузевих зв'язків та значний мультиплікативний потенціал ІТ-сектора в економіці України.

У межах дослідження впливу ІТ-сектору на національну економіку побудовано регресійні моделі зв'язку між проміжним споживанням продукції ІТ-сектора та валовою доданою вартістю інших галузей економіки. Цей зв'язок інтерпретований як мультиплікативний ефект використання ІТ-продукції у національній економіці. Оцінювання здійснено на основі панельної регресії за даними 2015–2023 рр., а також, за даними окремих років, що дало можливість врахувати міжгалузеву та часову динаміку використання ІТ-продукції у проміжному споживанні інших секторів (видів діяльності). Встановлено, що найкращі статистичні характеристики забезпечує логарифмічна специфікація регресійної моделі, коефіцієнти якої інтерпретовано як мультиплікатори впливу ІТ-сектора. За результатами оцінювання, встановлено статистично значущий позитивний зв'язок між використанням ІТ-продукції та формуванням валової доданої вартості в інших галузях економіки. Додатково, відповідно до структури Системи національних рахунків (СНР), уточнено канали поширення цього впливу через компоненти сукупного попиту: кінцеве споживання, валове нагромадження капіталу та чистий експорт. Встановлено диференційований характер впливу ІТ-продукції на компоненти сукупного попиту, що проявляється у більш вираженому інвестиційному каналі поширення економічного ефекту та відносно помірному впливі через споживчий і зовнішньоторговельний канали.

Здійснено порівняльний аналіз мультиплікативного впливу ІТ-сектора в економіках України та Польщі на основі таблиць «витрати-випуск» обох країн. Розрахунок мультиплікаторів валового випуску та валової доданої вартості дозволив оцінити ступінь інтеграції ІТ-сектора у національні економіки двох країн. Встановлено, що за масштабом мультиплікативного ефекту український ІТ-сектор демонструє приблизно такі самі показники, як і польський, що свідчить про співставний рівень його економічного впливу.

На основі аналізу наукових праць, міжнародних рейтингів, інституційних індикаторів та нормативно-правової бази, ідентифіковані економічні та інституційні фактори розвитку ІТ-сектору України та їхню роль у стабілізації національної економіки. Встановлено, що економічні фактори, зокрема високий рівень людського капіталу, експортна орієнтація та інтеграція у глобальні технологічні ринки, формують значний потенціал розвитку ІТ-сектору. Водночас розвиток галузі суттєво обмежується інституційними чинниками, серед яких основними є: нестабільність регуляторного середовища, безпекові ризики та відтік людського капіталу. Важливу роль у підтримці розвитку ІТ-сектору відіграють професійні асоціації та кластерні структури, які сприяють координації та взаємодії бізнесу, освіти та держави, а також формують додаткові інституційні механізми розвитку галузі. У контексті визначених факторів розвитку встановлено, що ІТ-сектор формує передумови підвищення ефективності управління трудовими ресурсами через розвиток цифрових компетентностей працівників, що сприяє зростанню продуктивності праці, адаптивності економіки та поширенню цифрових практик у різних секторах національної економіки. Водночас ефективність його впливу на національну економіку значною мірою залежить від подолання цифрової нерівності, яка обмежує доступ до цифрових технологій і можливості їх використання. Подолання цифрової нерівності передбачає як розвиток цифрових компетентностей населення, так і створення необхідних організаційних та технічних умов для їх практичної реалізації в економічній діяльності.

Розроблено вербальну модель впливу ІТ-сектора на національну економіку, у межах якої виділено три групи факторів економічного зростання: ресурсні, фінансові та монетарні. Показники ІТ-сектора інтегровано до групи ресурсних факторів, що дозволяє відобразити його роль у формуванні ресурсного потенціалу економічного зростання. Пропонована структура моделі стала основою для кількісного моделювання, прогнозування та оцінювання нелінійних взаємозв'язків між зазначеними групами факторів із використанням штучних нейронних мереж.

Побудовано модель оцінювання впливу ІКТ-сектора на економічне зростання України із використанням інструментарію штучних нейронних мереж.

Для побудови моделі сформовано набір із 18 макроекономічних змінних, що репрезентують ресурсні, фінансові та монетарні фактори економічного зростання. За результатами статистичного відбору змінних, для подальшого моделювання відібрано 8 найбільш впливових факторів: частку ІКТ-сектора у валовій доданій вартості з лагом у один рік, валове нагромадження капіталу, доходи бюджету без грантів, чистий експорт, військові витрати, показник широких грошей, резервні активи у співвідношенні до зовнішнього боргу та інфляцію, за дефлятором ВВП. На основі цих змінних реалізовано нейромережеву модель типу багат шарового перцептрона (MLP). Це дозволило ідентифікувати складні нелінійні взаємозв'язки між макроекономічними факторами та економічним зростанням. Результати моделювання засвідчили, що частка ІКТ-сектора у валовій доданій вартості, з лагом у один рік, є одним із ключових факторів моделі. Цей фактор формує значний внесок у структуру прихованого шару нейронної мережі. Це підтверджує важливу роль сектору у формуванні нелінійних взаємозв'язків впливу на економічне зростання України.

Спрогнозовано середньострокову динаміку економічного зростання України на основі побудованої нейромережевої моделі. Прогнозні розрахунки свідчать про поступове відновлення економіки з очікуваними темпами зростання ВВП близько 2,9% у 2026 році та 2,3% у 2027 році. Отримана прогнозна траєкторія відображає складний характер відновлення економіки в умовах структурних трансформацій та дії зовнішніх шоків. Водночас вона засвідчує важливу роль ІКТ-сектора, як одного з факторів формування економічного зростання.

Побудовано нейромережеву модель аналізу динаміки самого ІКТ-сектора економіки України. Для моделювання використано той самий набір із 18 макроекономічних змінних, що репрезентують ресурсні, фінансові та монетарні фактори економічної динаміки. Однак у цій моделі залежною змінною є частка ІКТ-сектора у валовій доданій вартості. За результатами статистичного відбору, для подальшого моделювання відібрано 5 найбільш впливових факторів: рівень охоплення вищою освітою, валове нагромадження капіталу, інфляцію, сальдо поточного рахунку та показник широких грошей. Реалізація моделі у вигляді

багатошарового перцептрона (MLP) засвідчила, що ключовим фактором формування частки ІКТ-сектора у валовій доданій вартості виступає рівень людського капіталу (охоплення вищою освітою), тоді як монетарні та макрофінансові показники є менш впливовими й можуть інтерпретуватись як такі, що формують додаткові умови розвитку ІКТ-сектора.

Спрогнозовано середньострокову динаміку росту ІКТ-сектора України на основі побудованої нейромережевої моделі. Результати прогнозування свідчать про стабілізацію його частки у валовій доданій вартості на рівні близько 4,6% у 2025–2027 рр. Це можна інтерпретувати, як перехід ІКТ-галузі до фази відносної структурної стабілізації в умовах поточних макроекономічних змін.

Ключові слова: ІТ-сектор, ІКТ-сектор, цифрова економіка, інноваційний розвиток, економічне зростання, відновлення економіки, стабілізація економіки, мультиплікативний ефект, модель «витрати-випуск», штучні нейронні мережі, штучний інтелект, економічна безпека, цифрові компетентності, цифрова нерівність, цифрові платформи.

ABSTRACT

Akulov O.O. The Economics of the IT Sector in the Recovery and Stabilization of the National Economy. – Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Economics (specialty 051 – Economics). – «KROK» University, Kyiv, 2026.

The thesis is devoted to solving a scientific problem consisting in the development of a systemic approach to the analysis and assessment of the impact of the IT sector on the processes of recovery and macroeconomic stabilization of Ukraine's national economy. The proposed approach is based on the identification of intersectoral linkages, the formalization of multiplier effects and transmission channels, as well as the quantitative analysis of nonlinear relationships between the IT sector and economic growth. The approach is founded on the assumption of the special role of the sector in the process of structural transformations driven by the digitalization of the economy and the growing economic uncertainty associated with wartime conditions.

The relevance of the study stems from the need to identify internal sources of sustainable economic growth in the context of the loss of part of the productive capacity of traditional industries and the necessity of restructuring the economy toward innovation-driven and high-tech sectors.

In existing studies, approaches predominantly focus on assessing the contribution of the digital economy or the IT sector to aggregate economic performance. However, these studies pay less attention to the mechanisms through which the IT sector interacts with other sectors of the national economy and with key macroeconomic variables. In particular, intersectoral linkages, multiplier effects and indirect interdependencies between IT sector development and economic growth remain insufficiently formalized. This underscores the need for a comprehensive theoretical and analytical framework for assessing the role of the IT sector in the stabilization and structural recovery of Ukraine's national economy.

The thesis develops and extends theoretical approaches to analyzing the role of innovative sectors in economic development. It demonstrates that the IT sector represents a key innovative component of the modern economy, capable of generating technological impulses for economic growth and facilitating structural transformation. This interpretation is grounded in the evolution of economic thought concerning the role of innovation, reflecting a gradual transformation in the understanding of the mechanisms underlying economic growth formation. The theoretical foundations of innovation as a driver of economic development have been established within the frameworks of investment cycle theory, innovation-based theories of economic development, the concept of creative destruction, neoclassical growth models, sectoral approaches to structural transformation and modern endogenous growth theories.

The study systematizes existing approaches to defining the structure of the digital economy and reviews international and national methods for identifying the IT sector within it. Based on these approaches, the boundaries of the IT sector within the national economy are clarified and its relationship with the ICT sector, the broader digital economy and the creative economy is established. The IT sector is conceptualized as the technological core of the digital economy, interacting with the «e-belt» of end-use digital

products and the «infrastructural belt» of management systems, thereby enabling the diffusion of technological innovations and the generation of multiplier effects across the national economy.

The thesis reviews international experience in assessing the economic impact of the IT sector and systematizes the main methodological approaches used in this field. It shows that traditional approaches based on measuring the share of the digital economy or the IT sector in GDP do not fully capture the broader economic effects of digital technologies. Modern concepts, including «unmeasured GDP» and «digital spillovers», support the use of multiplier analysis and input-output models to examine the transmission of technological impulses across the national economy.

The economic content of the processes of «recovery» and «stabilization» of the national economy is further specified from the standpoint of potential output losses and the emergence of macroeconomic imbalances. The interrelationship between the categories of recovery and stabilization is substantiated, whereby recovery is interpreted as the compensation of GDP losses, while stabilization is understood as the achievement of balanced macroeconomic proportions and the reduction of imbalances to levels considered acceptable within the macroeconomic framework. The analysis shows that during the COVID-19 pandemic and the full-scale war, Ukraine's IT sector played a stabilizing role by partially offsetting declines in traditional industries and supporting export capacity. This made it possible to substantiate that the development of the IT sector forms important preconditions for ensuring economic security, due to its relatively high resilience to economic shocks and its ability to generate stable foreign currency revenues even under conditions of crisis transformations. Additionally, it has been established that the active implementation of artificial intelligence-based solutions has become one of the key trends in the contemporary development of the IT sector, contributing to increased productivity, business process automation, and the transformation of value creation models.

The multiplier effects of the IT sector on Ukraine's national economy are assessed using the «input-output analysis» framework. Based on input-output tables compiled by the State Statistics Service of Ukraine, Type I and Type II multipliers of gross output and

gross value added are calculated, enabling a quantitative evaluation of the direct, indirect and induced effects of the IT sector within the structure of the national economy. It is established that Type I multipliers have exhibited relative stability over an extended period and indicate a significant positive impact of the IT sector on economic growth. Type II multipliers are higher in magnitude and demonstrate consistently positive effects, reflecting the role of induced effects and the household income channel in the transmission of the IT sector's economic impact. These findings confirm the presence of stable intersectoral linkages and the substantial multiplier potential of the IT sector in Ukraine's economy.

Within the framework of analyzing the impact of the IT sector on the national economy, regression models are constructed to examine the relationship between the intermediate consumption of IT sector outputs and the gross value added of other sectors. This relationship is interpreted as a manifestation of the multiplier effect associated with the use of IT products within the national economy. The estimation is carried out using panel regression based on data for the period 2015–2023, as well as cross-sectional estimations for selected years. This approach allows for the consideration of both intersectoral and temporal dynamics of IT product utilization in intermediate consumption across sectors. The results indicate that a logarithmic specification of the regression model exhibits the most robust statistical characteristics, with coefficients that can be interpreted as multipliers of the IT sector's impact. The findings confirm the existence of a statistically significant positive relationship between the use of IT products and the formation of gross value added in other sectors of the economy. Furthermore, in line with the structure of the System of National Accounts (SNA), the transmission channels of this impact are analyzed through the components of aggregate demand, namely final consumption, gross capital formation and net exports. The results indicate a differentiated impact of IT products across these components, with a more pronounced investment channel and comparatively moderate effects through consumption and external trade channels.

A comparative analysis of the multiplier effects of the IT sector in Ukraine and Poland is conducted based on input-output tables of both countries. The calculation of

multipliers for gross output and gross value added enables an assessment of the degree of integration of the IT sector into the respective national economies. The findings suggest that the Ukrainian IT sector demonstrates a level of economic impact comparable to that of Poland, indicating a similar degree of integration into the national economy.

Based on the analysis of academic studies, international rankings, institutional indicators and the regulatory framework, the thesis identifies key economic and institutional factors of the development of Ukraine's IT sector and its role in stabilizing the national economy. It is demonstrated that economic factors, particularly a high level of human capital, export orientation and integration into global technological markets, constitute a substantial foundation for the development potential of the IT sector. At the same time, the development of the sector is significantly constrained by institutional factors, including regulatory instability, security risks and the outflow of human capital. Professional associations and cluster structures perform an important function in supporting the development of the IT sector by facilitating coordination and interaction among business, education and the state, as well as by forming additional institutional mechanisms for sectoral development. In the context of the identified development factors, it is established that the IT sector creates preconditions for improving the efficiency of labor resource management through the development of digital competencies, which contributes to higher labor productivity, greater economic adaptability and the diffusion of digital practices across different sectors of the national economy. At the same time, the effectiveness of its impact on the national economy largely depends on overcoming digital inequality, which limits access to digital technologies and the ability to use them. Addressing digital inequality requires both the development of digital competencies among the population and the creation of appropriate organizational and technical conditions for their effective implementation in economic activity.

A conceptual verbal model of the impact of the IT sector on the national economy is developed. Within this model, three groups of economic growth factors are distinguished: resource, financial and monetary factors. Indicators of the IT sector are incorporated into the group of resource factors, thereby enabling a more precise

representation of its role in shaping the resource potential of economic growth. The proposed model structure provides a foundation for subsequent quantitative modeling, forecasting and the evaluation of nonlinear relationships among these groups of factors through the application of artificial neural networks.

A neural network model is developed to assess the impact of the ICT sector on economic growth in Ukraine using artificial neural network techniques. For this purpose, a dataset comprising 18 macroeconomic variables representing resource, financial and monetary factors is constructed. Following statistical selection procedures, eight key variables are retained for modeling: the share of the ICT sector in gross value added (with a one-year lag), gross capital formation, government revenues excluding grants, net exports, military expenditures, broad money, reserve assets relative to external debt and inflation measured by the GDP deflator. Based on these variables, a multilayer perceptron (MLP) model is implemented, enabling the identification of complex nonlinear relationships between macroeconomic factors and economic growth. The results indicate that the lagged share of the ICT sector in gross value added is one of the key determinants of economic growth. This factor makes a significant contribution to the structure of the hidden layer of the neural network, thereby confirming the important role of the sector in shaping nonlinear relationships influencing economic growth in Ukraine.

A medium-term forecast of Ukraine's economic growth is generated based on the constructed neural network model. The forecast results indicate a gradual recovery of economic growth, with projected GDP growth rates of approximately 2,9% in 2026 and 2,3% in 2027. The resulting trajectory reflects the complex nature of economic recovery under conditions of structural transformation and external shocks, while also highlighting the important role of the ICT sector as a key determinant of economic growth.

A neural network model is developed to analyze the development of the ICT sector itself. Using the same set of macroeconomic variables, with the share of the ICT sector in gross value added specified as the dependent variable, the model identifies five key determinants: higher education enrollment, gross capital formation, inflation, the current account balance and broad money. The implementation of the model in the form of a multilayer perceptron demonstrates that human capital constitutes the primary driver of

ICT sector development, while monetary and macro-financial indicators play a secondary role and may be interpreted as shaping additional conditions for its structural evolution.

A medium-term forecast of ICT sector development in Ukraine is produced based on the constructed neural network model. The results indicate the formation of a stabilization trajectory, with the share of the ICT sector in gross value added remaining at approximately 4,6% over the period 2025–2027. This may be interpreted as a transition of the ICT sector toward a phase of relative structural stabilization within the current macroeconomic environment.

Keywords: IT sector, ICT sector, digital economy, innovation-driven development, economic growth, economic recovery, economic stabilization, multiplier effects, input-output model, artificial neural networks, artificial intelligence, economic security, digital competencies, digital inequality, digital platforms.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Радіонова І., Акулов О. Ідентифікація категорії «цифрова економіка» в теоретичній та прикладній економіці. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2023. № 2(70). С. 9-20. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-70-9-20> (0,71 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає у здійсненні аналізу та узагальненні наукових джерел, систематизації теоретичних підходів до визначення категорії «цифрова економіка», формуванні інформаційно-аналітичної бази дослідження, підготовці графічних матеріалів, інтерпретації отриманих результатів та становить 0,35 др.арк.*

2. Акулов О. Теоретичні основи аналізу впливу ІТ-сектору на національну економіку. *Ефективна економіка*. 2024. № 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.9.66> (0,4 др. арк.).

3. Акулов О. ІТ-сектор в Україні та Польщі: порівняльний аналіз із використанням моделі «витрати-випуск». *Ефективна економіка*. 2025. № 6. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.97> (0,69 др. арк.).

4. Радіонова І., Акулов О. Вплив ІТ-сектору на національну економіку: прикладний аспект. *Економіка України*. 2025. № 8(765). С. 26-44. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.08.026> (0,85 др. арк.) *Особистий внесок автора полягає в аналізі та узагальненні наукових джерел, формуванні інформаційно-статистичної бази дослідження, розрахунку мультиплікаторів впливу ІТ-сектору, інтерпретації отриманих результатів та становить 0,42 др. арк.*

5. Акулов О., Радіонова І. Застосування штучних нейронних мереж для аналізу впливу ІКТ-сектору на економічне зростання в Україні. *Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія Економіка*. 2025. № 2. С. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-1> (0,78 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає в аналізі наукових джерел, формуванні інформаційно-статистичної бази дослідження, розробці моделі штучної нейронної мережі, аналізі результатів моделювання та становить 0,39 др. арк.*

- праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Акулов О. Основні тенденції розвитку ІТ-сектору української економіки. *Держава, регіони, підприємництво: інформаційні, суспільно-правові, соціально-економічні аспекти розвитку*: матеріали IV Міжнародної конференції, м. Київ, 6-7 грудня 2022 р. Київ, 2023. URL: <https://conf.krok.edu.ua/SRE/SRE-2022/paper/view/1248> (0,1 др. арк.).

7. Акулов О. Використання штучного інтелекту як вектор розвитку цифрової економіки. *Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання*: матеріали I Міжнародної наукової конференції, м. Дніпро, 06 жовтня 2023 р. 2023. С. 8-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-06.10.2023> (0,14 др. арк.).

8. Акулов О. Економічний зміст мультиплікативного ефекту впливу ІТ-сектору на розвиток української економіки. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід* : матеріали III Міжнародної наукової конференції, м. Вінниця, 24 листопада 2023 р. 2023. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-24.11.2023> (0,14 др. арк.).

9. Акулов О. Ринок праці ІТ-сектору України в умовах воєнного стану та його вплив на національну економіку. *Інновації та науковий потенціал світу*: матеріали V Міжнародної наукової конференції, м. Умань, 25 жовтня 2024 р. 2024. С. 23-26. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-25.10.2024.001> (0,15 др. арк.).

10. Акулов О. Потенціал українського ІТ-сектора як джерела емерджентного зростання національної економіки. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс* : матеріали VI Міжнародної наукової конференції, м. Хмельницький, 1 листопада 2024 р. 2024. С. 15-18. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-01.11.2024.001> (0,17 др. арк.).

11. Акулов О. Соціальна відповідальність бізнесу в ІТ-секторі: ідеї М. Туган-Барановського та виклики цифрової доби. *Наукова спадщина Михайла Туган-Барановського як концептуальне підґрунтя суспільного розвитку* : збірник наукових праць. м. Київ, 2025. URL: <https://drive.google.com/file/d/1Zh2NMCaqqEZsxVthwoUJRJdJMFZ9f2d4/view> (0,2 др. арк.).

- наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

12. Radionova I., Akulov O. Digital economy as a source of emergent growth. *Business model innovation in the digital economy*: monograph. OŮ Scientific Center of Innovative Research. 2023. 208 p. С. 121–139. DOI: <https://doi.org/10.36690/BM-ID-EU-121-139> (0,97 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає в аналізі та узагальненні наукових досліджень у сфері цифрової економіки та емерджентного зростання, формуванні інформаційно-аналітичної бази дослідження, аналізі показників розвитку цифрової економіки та ІКТ-сектору та становить 0,48 др. арк.*

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІТ-СЕКТОРА ЯК СКЛАДНИКА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ	31
1.1. Еволюція теоретичних підходів до дослідженні впливу інновацій та інноваційних секторів на економіку	31
1.2. Межі ІТ-сектору та визначеність поняття «ІТ-сектор» національної економіки	48
1.3. Світовий досвід оцінки впливу ІТ-сектору на економічну кон'юнктуру	65
Висновки до розділу 1	80
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІТ-СЕКТОРУ УКРАЇНСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ	84
2.1. Структура, визначальні тренди в розвитку українського ІТ-сектору та перспективи відновлення й стабілізації економіки України	84
2.2. Оцінювання ролі ІТ-сектору в стабілізації української економіки з використанням «аналізу витрати-випуск» («input-output analysis»)	107
2.3. Взаємозв'язки економічних та інституційних факторів розвитку українського ІТ-сектору та його вплив на стабілізацію національної економіки	130
Висновки до розділу 2	148
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ІТ-СЕКТОРУ ТА ЙОГО ВПЛИВУ НА СТАБІЛІЗАЦІЮ ТА ВІДНОВЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ	152
3.1. Вербальна модель якісного впливу ІТ-сектору на національну економіку: канали та особливості проходження імпульсів	152
3.2. Нейромережевий аналіз впливу ІТ-сектору на стабільність національної економіки через вплив на економічне зростання	162
3.3. Модель нейронної мережі в поясненні динаміки ІТ-сектору та прогнозуванні його змін	183

	18
Висновки до розділу 3	191
ВИСНОВКИ	194
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	198
ДОДАТКИ	220

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

APEC – Asia-Pacific Economic Cooperation (Азійсько-Тихоокеанське економічне співробітництво);

BCP – Business Continuity Planning (планування безперервності бізнес-операцій);

BEA – Bureau of Economic Analysis (Бюро економічного аналізу США);

Big Data – Великі дані;

CAICT – China Academy of Information and Communications Technology (Китайська академія інформаційних і комунікаційних технологій);

COVID-19 – Coronavirus Disease 2019 (Коронавірусна хвороба 2019);

DESI – Digital Economy and Society Index (Індекс цифрової економіки та суспільства);

DORA – Digital Operational Resilience Act (Акт про цифрову операційну стійкість);

Eurostat – Statistical Office of the European Union (Статистична служба Європейського Союзу);

FSI – Fragile States Index (Індекс крихкості держав);

GCI – Global Competitiveness Index (Індекс глобальної конкурентоспроможності);

GII – Global Innovation Index (Глобальний індекс інновацій);

ILO – International Labour Organization (Міжнародна організація праці);

JRC – Joint Research Centre of the European Commission (Об'єднаний дослідницький центр Європейської комісії);

NRI – Network Readiness Index (Індекс мережевої готовності);

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development (Організація економічного співробітництва та розвитку);

QUEST – Quality of Economic Structural Transformation (модель якісної структурної трансформації економіки);

R&D – Research and Development (Дослідження і розробка);

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development (Конференція ООН з торгівлі та розвитку);

UNDESA – United Nations Department of Economic and Social Affairs (Департамент ООН з економічних і соціальних питань);

WDI – World Development Indicators (Світові індикатори розвитку);

WIPO – World Intellectual Property Organization (Всесвітня організація інтелектуальної власності);

WTO – World Trade Organization (Світова організація торгівлі);

ШІ – штучний інтелект;

ШНМ – штучна нейронна мережа.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах воєнних викликів, глибоких структурних дисбалансів та необхідності стабілізації й відновлення національної економіки України особливого значення набуває пошук внутрішніх джерел стійкого економічного зростання. Втрата частини виробничого потенціалу традиційних галузей актуалізує структурну перебудову економіки на основі інноваційних та високотехнологічних секторів.

Еволюція економічної думки щодо ролі інновацій у забезпеченні розвитку засвідчує поступову зміну уявлень про їхню природу та функції. Теоретичне підґрунтя дослідження інновацій як джерела економічного зростання сформувалося в межах кількох взаємопов'язаних наукових напрямів: інвестиційно-циклічного підходу (М. Туган-Барановський), інноваційної теорії економічного розвитку та концепції творчого руйнування (Й. Шумпетер / Joseph A. Schumpeter), неокласичних моделей економічного зростання (Ч. Кобб / Charles W. Cobb, П. Дуглас / Paul H. Douglas, Р. Солоу / Robert M. Solow, Т. Свон / Trevor W. Swan), секторних підходів структурної трансформації (А. Фішер / Allan G. B. Fisher, К. Кларк / Colin G. Clark, Ж. Фурастьє / Jean Fourastié), а також сучасних теорій ендогенного зростання та інноваційної конкуренції (П. Ромер / Paul M. Romer, Ф. Агійон / Philippe Aghion, П. Говітт / Peter W. Howitt, Дж. Мокір / Joel Mokyr).

У межах сучасної цифрової трансформації зростає значення ІТ-сектора як джерела технологічних рішень і цифрових продуктів для інших галузей економіки. Фундаментальні теоретичні підходи до осмислення цифрової економіки та її структурної ідентифікації представлені у працях зарубіжних учених: Я. Унольд (Jacek Unold), П. Саффо (Paul Saffo), Р. Бухт (Rumana Bukht), Р. Хікс (Richard Heeks), С. М. Мутула (Stephen M. Mutula).

Суттєвий теоретико-методологічний внесок у розвиток досліджень цифрової трансформації та економічної ролі ІТ-сектора здійснили українські вчені: І. Радіонова, О. Ватаманюк, І. Троц, В. Ляшенко, О. Вишневський, О. Пустовойт, О. Пищуліна, І. Мігус, О. Кириченко, О. Ананьєва, О. Шпанель-Юхта, Н. Касьянова, Т. Олешко, О. Пилипенко, С. Смерічевський. У їхніх працях цифровізація

розглядається як системний чинник структурних змін, підвищення продуктивності та трансформації ринку праці.

Попри ґрунтовні теоретичні та прикладні дослідження, низка аспектів економічної ролі ІТ-сектора залишається недостатньо опрацьованою. По-перше, відсутній узгоджений методологічний підхід до визначення його меж, що зумовлює розбіжності у статистичній ідентифікації (OECD, BEA, CAICT, Eurostat). По-друге, переважна більшість робіт зосереджується на оцінюванні прямого внеску цифрової економіки або ІТ-сектора в агреговані макроекономічні показники, тоді як міжгалузеві зв'язки, мультиплікативні ефекти та нелінійні механізми впливу на макроекономічні процеси залишаються недостатньо формалізованими. По-третє, в умовах воєнних і післявоєнних трансформацій України відсутній цілісний аналітичний підхід до оцінювання ролі ІТ-сектора у стабілізації та структурному відновленні національної економіки.

З огляду на це особливої актуальності набуває розроблення аналітичного підходу, що поєднує теорію ендогенного зростання, міжгалузевий аналіз та інструменти моделювання нелінійних залежностей для оцінки ролі ІТ-сектора у стабілізації та відновленні національної економіки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідних робіт кафедри економіки та фінансів ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», і є складовою частиною науково-дослідних робіт кафедри в межах тем: «Національна економіка та економіки галузевих ринків в умовах інституційної невизначеності» (номер державної реєстрації 0120U100086) та «Напрями трансформації національної фінансової системи в економічному циклі» (номер державної реєстрації 0123U102899).

У межах цих тем автором здійснено теоретичне обґрунтування меж ІТ-сектору та його ідентифікацію як «технологічного ядра» цифрової економіки, проведено аналіз факторів адаптивності та стресостійкості галузі в умовах воєнного стану, а також реалізовано мультиплікативне оцінювання та

нейромережевий аналіз впливу ІТ-сектору на забезпечення макроекономічної стабільності та відновлення України.

Мета і завдання дослідження. *Мета дисертаційного дослідження* полягає у реалізації системного підходу до якісного та кількісного оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку в процесі її відновлення та макроекономічної стабілізації.

Для досягнення цієї загальної мети в дисертації вирішуються такі основні завдання:

- узагальнити основні підходи теорії інновацій та інноваційних секторів, які формують теоретичне підґрунтя пояснення впливу ІТ-сектору на національну економіку;

- окреслити межі ІТ-сектору в структурі секторів та видів діяльності національної економіки для уточнення змісту поняття «ІТ-сектор»;

- узагальнити світовий досвід оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку для його (досвіду) релевантного застосування в аналізі українського ІТ-сектору;

- визначити особливості структури та динаміки українського ІТ-сектору та з'ясувати основні тенденції його змін у ХХІ ст., з огляду на завдання відновлення та стабілізації української економіки;

- кількісно оцінити вплив ІТ-сектору на національну економіку з використанням інструментарію аналізу «витрати-випуск» та методики розрахунку трьох видів мультиплікаторів впливу ІТ-сектору на ключові макроекономічні показники;

- окреслити основні економічні та інституційні фактори впливу ІТ-сектору української економіки для ідентифікації ключових проблем, пов'язаних з потенціалом ІТ-сектору в забезпеченні відновлення та стабілізації національної економіки;

- ідентифікувати систему макроекономічних показників, у взаємодії з якими здійснюється вплив ІТ-сектору на національну економіку;

- здійснити нейромережевий аналіз впливу ІТ-сектору на економічне зростання української економіки, визначивши «вузол» взаємодії показника доданої вартості ІТ-сектору з іншими впливовими щодо темпів економічного зростання факторами;

- використати результати нейромережевого моделювання впливу ІТ-сектору на економічне зростання для побудови прогнозової моделі, яка може використовуватися при прийнятті управлінських рішень в процесі відновлення та стабілізації української економіки.

Об'єктом дослідження є ІТ-сектор як структурний елемент національної економіки України.

Предметом дослідження є канали, механізми та економічні ефекти впливу ІТ-сектора на основні параметри відновлення та стабілізації національної економіки, відповідно, – оцінювання та моделювання цього впливу.

Методи дослідження. Методологічну основу дисертаційного дослідження становить поєднання загальнонаукових, спеціальних економічних та сучасних кількісних методів аналізу, що дозволяє комплексно дослідити роль ІТ-сектору в національній економіці України, виявити механізми його впливу на економічне зростання та оцінити нелінійні ефекти в умовах багаторівневих кризових шоків.

Для теоретичного узагальнення та формування концептуальних засад дослідження використано методи наукової абстракції, індукції та дедукції, аналізу й синтезу, що дозволило систематизувати підходи до пояснення економічного зростання, інноваційного розвитку та цифрової економіки, а також визначити місце ІТ-сектору в структурі національної економіки як драйвера інновацій та інвестицій.

У процесі ідентифікації ІТ- та ІКТ-сектору застосовано інституційно-структурний підхід і метод класифікаційного аналізу, заснований на міжнародних стандартах NACE Rev.2 та національному класифікаторі КВЕД-2010. Це дозволило забезпечити порівнянність статистичних даних, узгодити різні методологічні підходи (Eurostat, World Bank, національна статистика) та сформувати єдину аналітичну базу дослідження.

Для аналізу структури, динаміки та трансформаційних трендів розвитку ІТ-сектору України використано методи економіко-статистичного аналізу, зокрема аналіз часових рядів, порівняльний та структурний аналіз, а також методи графічної інтерпретації даних. Це дало змогу виділити ключові етапи розвитку галузі, оцінити її роль у періоди пандемії COVID-19 та повномасштабної війни, а також виявити зміну фаз економічного циклу.

Для оцінювання міжгалузевих та мультиплікативних ефектів ІТ-сектору застосовано метод міжгалузевого аналізу на основі таблиць «витрати-випуск» («input-output analysis»). У межах цього підходу розраховано прямі, непрямі та індуковані мультиплікативні ефекти (мультиплікатори типів I та II), що дозволило кількісно оцінити стабілізаційний потенціал ІТ-сектору та його вплив на суміжні галузі економіки.

Для аналізу економічних та інституційних факторів розвитку ІТ-сектору використано причинно-наслідковий аналіз, методи порівняльної інституційної оцінки та елементи політико-економічного підходу. Це дало змогу виявити роль експортної моделі розвитку, специфіки ринку праці, податкових та регуляторних режимів, а також діяльності галузевих кластерів у формуванні мультиплікативних ефектів.

Ключовим елементом дослідження є моделювання нелінійного впливу ІТ-сектору на економічне зростання України, для чого застосовано методи імітаційного моделювання та штучних нейронних мереж. Побудована модель дозволяє врахувати складні, асиметричні та нелінійні взаємозв'язки між ІТ-сектором і макроекономічними показниками, що не можуть бути адекватно описані класичними лінійними регресійними методами.

Для оцінювання прогностичних можливостей моделей використано методи машинного навчання, зокрема багатошарові перцептрони та альтернативні алгоритми регресійного прогнозування, а також процедури крос-валідації для часових рядів. Якість моделей оцінювалася на основі стандартних статистичних метрик точності прогнозу, що забезпечує надійність отриманих результатів.

Інформаційною базою дослідження слугували офіційні статистичні дані Державної служби статистики України, Світового банку (World Development Indicators), Eurostat, а також аналітичні матеріали галузевих асоціацій та міжнародних організацій. Обробка та аналіз даних здійснювалися з використанням сучасних програмних засобів статистичного аналізу та машинного навчання.

Застосування зазначеного комплексу методів дозволило забезпечити методологічну цілісність дослідження, обґрунтованість отриманих висновків та їх відповідність сучасним вимогам економічної науки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні актуального наукового завдання аналізу впливу ІТ-сектору на національну економіку в процесі її відновлення та стабілізації в умовах економічної невизначеності, нестабільності та швидких технологічних змін. Основні результати, що характеризують наукову новизну роботи та особистий внесок автора в дослідження наукової проблеми, є такими:

вперше:

- обґрунтований та реалізований комплексний підхід до оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку в стані відновлення та стабілізації, що передбачає використання таких елементів: 1) аналізу прямого впливу ІТ-сектору через оцінювання динаміки його часток в ключових макроекономічних показниках – валовій доданій вартості, експорті, зайнятості населення тощо; 2) аналізу непрямого та індукованого впливу ІТ-сектору на економіку через оцінювання мультиплікативного ефекту при розрахунку трьох типів мультиплікаторів; 3) моделі штучної нейронної мережі, яка дає можливість врахувати нелінійні зв'язки та вузли взаємодії ІТ-сектору з іншими ресурсними, фінансовими та монетарними факторами, які впливають на результати української економіки, 4) прогнозування економічного зростання на основі моделі нейронної мережі, з ІТ-сектором у якості ключового фактору в поєднанні з іншими впливовими факторами, а також прогнозування динаміки самого ІТ-сектору, з використанням моделі нейронної мережі;

удосконалено:

- теоретичний підхід до ідентифікації ІТ-сектора в структурі національної економіки та цифрової економіки, який реалізується при його (сектору) інтерпретації як «технологічного ядра», що перебуває в безпосередньому оточенні двох «поясів» – «е-поясу кінцевих продуктів» та «е-поясу управління ІТ-сектором», а також підхід до визначення меж ІТ-сектору з урахуванням особливих його ознак в системі оцінювання: «ресурси – продукти – доходи – витрати», що дозволило виокремити ІТ-сектор в системі видів діяльності, пояснити його зв'язки з іншими елементами цифрової економіки та іншими елементами національної економіки;

- систему оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку з використанням сукупності мультиплікаторів, які віддзеркалюють різні аспекти такого впливу, а саме: 1) вплив на такі макроекономічні показники, як валовий випуск, валова додана вартість, споживання, інвестиції, чистий експорт, 2) вплив різних параметрів ІТ-сектору на національну економіку – валової доданої вартості, створеної в ІТ-секторі, продукції ІТ-сектору, яка стає проміжним споживанням в інших секторах, 3) вплив безпосередній, опосередкований та індукований системою макроекономічних залежностей ІТ-сектору з іншими секторами (видами діяльності) в національній економіці;

- систему прогнозування наслідків впливу ІТ-сектору на національну економіку на основі моделі штучної нейронної мережі, яка спирається на економетрично доведений факт впливу на економічне зростання конкретних змінних - частки ІТ-сектору у валовій доданій вартості, чистого експорту, валових інвестицій, надходжень до державного бюджету, військових витрат, темпів інфляції, широких грошей та резервних активів НБУ, а також факт нелінійної взаємодії та формування «нейронних вузлів» згаданих змінних;

- алгоритми інституційного аналізу впливу інституційного середовища на розвиток ІТ-сектору шляхом ідентифікації трьох каналів такого впливу, а саме через: 1) правову базу, яка унормовує функціонування ІТ-сектору, 2) загальну стійкість держави, оцінену за інтегральним індексом нестабільності держави (Fragile States Index (FSI)) для України, 3) діяльність професійних спільнот, зокрема, асоціації українських виробників ІТ-продукції, («IT Ukraine Association»).

Така сегментація інституційного середовища дала можливість диференціювати оцінку впливу різних сегментів на розвиток ІТ-сектору, виокремивши стимулюючий та струмуючий вплив;

набули подальшого розвитку:

- обґрунтування теоретичних основ дослідження впливу ІТ-сектору на національну економіку, сформованих економічною науці на засадах декількох теорій, а саме: теорії «інвестиційних циклів», теорії «інноваційного розвитку та «творчого руйнування», «секторної теорії функціонування економіки», «нео-шумпетеріанського» аналізу сучасного економічного розвитку та його інституційного аналізу. Доведено, що згадані теорії формують методологічну основу дослідження ІТ-сектору остільки, оскільки цей сектор є найбільш інноваційною частиною сучасних економік, продукує в них якісні зміни та здійснює «творче руйнування» усталених структур та механізмів;

- уявлення про основні світові тренди розвитку ІТ-сектору при їх верифікації щодо українського ІТ-сектора та визнано актуальними такі тренди: перевищення фактичним продуктом ІТ-сектору продукту, який має ринкове визнання (оцінювання) та, відповідно, існування, так званого «незафіксованого ВВП», 2) забезпечення ІТ-сектором емерджентного зростання економік країн, які не є лідерами в створенні цифрових технологій, 3) розподіл впливів ІТ-сектору на прямі та опосередковані й формування особливої пропорції їх (впливів) розподілу для різних країн, 4) виконання ІТ-сектором ролі «адаптивного буфера» економіки, що виявляється в його більшій, ніж у інших секторах, стійкості до кризових спадів та шоків впливів;

- інструментарій компаративного макроекономічного аналізу в частині дослідження впливу ІТ-сектору, на прикладі двох країн – України та Польщі, на національну економіку, з урахуванням прямого та опосередкованого й індукованого впливу, що здійснено при порівнянні мультиплікативних ефектів й дало можливість обґрунтувати існування близького, за кількісними значеннями, впливу ІТ-сектору в двох економіках, попри різний рівень їх загального економічного розвитку.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у вдосконаленні теоретичного інструментарію аналізу впливу ІТ-сектору на національну економіку в стані відновлення та стабілізації, а також у розробці прикладного інструментарію оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку. Результати дослідження можуть використовуватись органами державної влади, галузевими асоціаціями та бізнес-спільнотами при обґрунтуванні стратегій цифрової трансформації та програм повоєнного відновлення України.

Результати дослідження впроваджено у практичну діяльність «Асоціації фахівців з нерухомості (ріелторів) України» (АФНУ) при підготовці аналітичних матеріалів та реалізації програм підвищення кваліфікації фахівців ринку нерухомості. Зокрема, використано алгоритми кількісного оцінювання впливу споживання ІТ-продуктів на формування доданої вартості у сфері нерухомості та розраховані мультиплікатори впливу ІТ-сектору на суміжні галузі. Це дозволило сформулювати підґрунтя для впровадження пріоритетних напрямів цифровізації процесів управління нерухомістю, зокрема CRM-систем та інструментів аналізу великих баз даних (довідка №05-12/25 від 05.12.2025 р.).

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес КНЕУ імені Вадима Гетьмана при викладанні таких дисциплін, як «Прикладний макроаналіз» та «Економічне оцінювання» в частині розробленої автором методики визначення різних видів мультиплікативних ефектів, створюваних інноваційними секторами національної економіки (довідка від 15.12.2025 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі основні положення, висновки та рекомендації, викладені в дисертації, є результатом самостійної роботи автора. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у роботі використані лише ті положення, які отримано особисто автором. Внесок автора в працях, що написані в співавторстві, схарактеризований у переліку публікацій.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення, результати та висновки дослідження оприлюднено та схвалено на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема: IV Міжнародній науково-практичній конференції «Держава, регіони, підприємство:

інформаційні, суспільно-правові, соціально-економічні аспекти розвитку» (м. Київ, 2022 р.), I Міжнародній науковій конференції «Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання» (м. Дніпро, 2023 р.), III Міжнародній науковій конференції «Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід» (м. Вінниця, 2023 р.), V Міжнародній науковій конференції «Інновації та науковий потенціал світу» (м. Умань, 2024 р.), VI Міжнародній науковій конференції «Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс» (м. Хмельницький, 2024 р.) та Міжнародній науково-практичній конференції «Наукова спадщина Михайла Туган-Барановського як концептуальне підґрунтя суспільного розвитку» (м. Київ, 2025 р.).

Публікації. Основні наукові результати дисертації опубліковано у 12 наукових працях, зокрема: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 розділ у колективній монографії закордонного видання та 6 публікацій у матеріалах і тезах доповідей наукових конференцій. Загальний обсяг публікацій становить 5,28 др. арк., з яких особисто здобувачеві належать 3,62 др. арк.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 244 сторінки, з яких основний зміст викладено на 177 сторінках друкованого тексту. Робота містить 17 таблиць та 25 рисунків. Список використаних джерел із 182 найменувань та 6 додатків розміщено на 47 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІТ-СЕКТОРА ЯК СКЛАДНИКА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1. Еволюція теоретичних підходів до дослідженні впливу інновацій та інноваційних секторів на економіку

Аналіз еволюції теоретичних підходів в дослідженні впливу інновацій та інноваційних секторів на економіку в цій роботі ґрунтується на таких базових припущеннях:

- ІТ-сектор є найбільш інноваційно насиченою складовою сучасної економіки, що зумовлює доцільність використання положень теорії інновацій для пояснення механізмів його впливу на економіку;

- стимулюючий вплив ІТ-сектора на економіку реалізується через механізми ендогенного економічного зростання за умови його органічної інтеграції у структуру національної економіки. За таких умов інновації та технологічні рішення, які створюються в ІТ-секторі, стають внутрішнім джерелом підвищення продуктивності та довгострокового розвитку. Тому важливою теоретичною основою аналізу ролі цього сектору має бути застосування теорії ендогенного зростання та «секторного підходу» для аналізу ролі ІТ-сектора в національній економіці.

У межах цього параграфу еволюція теоретичних підходів до аналізу впливу інновацій та інноваційних секторів на економіку розглядається як послідовна зміна наукових уявлень про джерела та механізми економічного розвитку. У цьому контексті особливе значення мають праці видатних представників економічної науки ХІХ–ХХ століть, в яких було сформовано концептуальні засади аналізу інновацій, технологічних змін та їхнього впливу на структуру й розвиток економіки. Початкові концепції були спрямовані на пояснення циклічної природи розвитку економіки та ролі інвестицій у технологічне оновлення. Особливе

значення мають праці видатного українського економіста М.І. Туган-Барановського, в яких періоди економічного зростання пов'язуються з хвилями оновлення основного капіталу та структурними зрушеннями в економіці [1].

Подальший розвиток теорії пов'язаний із переходом від аналізу інвестиційних циклів до усвідомлення інновацій як внутрішнього рушія економічних змін. Цей підхід був концептуально оформлений у працях Й. Шумпетера, який розглядав інновації як «нові комбінації», здатні змінювати структуру економіки та запускати процеси творчого руйнування [2-4].

Наступний етап еволюції характеризується зростанням ролі формалізованих моделей, що дозволяють кількісно описувати взаємозв'язок між факторами виробництва та обсягом випуску. Виробнича функція Кобба-Дугласа стала одним із перших інструментів такого аналізу, заклавши основу для подальших досліджень економічного зростання [5].

Паралельно з розвитком формалізованих моделей зростання формувалися «секторні підходи» до аналізу структурних змін в економіці, зокрема модель Фішера-Кларка [6-8]. У межах цієї моделі економічна діяльність поділяється на первинний, вторинний та третинний сектори, а ключовою ідеєю є довгострокове зміщення економічної активності від виробництва матеріальних благ до сфери послуг. Важливим для даного дослідження є те, що третинний сектор у логіці моделі Фішера-Кларка охоплює види діяльності, пов'язані з управлінням, обробкою інформації та наданням інформаційно та інтелектуально орієнтованих послуг, що створює теоретичні передумови для подальшого аналізу інноваційних та інформаційно-технологічних секторів у структурі національної економіки.

Важливе місце у розвитку теорії економічного зростання посідає модель Р. Солоу, в якій технологічний прогрес визначається як головне джерело довгострокового розвитку економіки, проте трактується як зовнішній щодо економічної системи фактор [9; 10].

Обмеженість такого підходу зумовила подальший розвиток теорії, спрямований на пояснення внутрішніх механізмів формування технологічних змін. Цей теоретичний прорив був здійснений у межах теорії ендогенного зростання,

представленої працями П. Ромера, де знання та інновації набули статусу самостійних факторів виробництва [11; 12].

Визнання центральної ролі інновацій у забезпеченні довгострокового економічного розвитку було закріплено присудженням Нобелівської премії з економіки у 2025 році, яку було розподілено між Дж. Мокіром та Ф. Агійоном і П. Говіттом. Якщо у працях Агійона та Говітта інноваційне зростання формалізується через механізм творчого руйнування та конкуренції між технологіями [13-15], то підхід Джоела Мокіра зосереджується на історико-інституційних передумовах сталого технологічного прогресу, зокрема на ролі нагромадження, поширення та наукового пояснення знань [16].

У сукупності ці підходи формують цілісне уявлення про інновації як ключовий чинник довгострокового розвитку економіки. Розглянуті теоретичні підходи створюють методологічне підґрунтя для подальшого аналізу ролі інноваційних секторів, зокрема ІТ-сектора, у формуванні сучасних траєкторій економічного розвитку.

Одним із перших фундаментальних теоретичних підходів, які дозволяють зрозуміти природу сучасної цифрової економіки, є інвестиційно-циклічна концепція М. І. Туган-Барановського. У праці М. І. Туган-Барановського «Промислові кризи в сучасній Англії, їх причини і вплив на народне життя» [1] автор доводить, що економічні піднесення і спади зумовлені періодичним оновленням основного капіталу. Цикл починається з інвестиційного стрибка в ті галузі, де з'являються нові технологічні рішення, здатні сформувати попит на капітальні товари. Ключові ідеї, важливі для нашого дослідження:

1. Рушій економічного піднесення – інвестиції у новий технологічний уклад.
2. Хвиля інвестицій створює підвищений попит на продукцію інноваційних галузей.
3. Технологічні зміни мають структурний характер, перерозподіляючи ресурси між секторами.
4. Цикл є наслідком технологічного оновлення, а не випадкових ринкових флуктуацій.

У своєму аналізі Туган-Барановський підкреслював, що матеріальною основою циклу є створення нового основного капіталу, тобто фактично – впровадження інновацій. Він демонстрував це на прикладі хвиль інвестицій у парові машини, залізо та залізничний транспорт у XVIII–XIX ст. Логіка Туган-Барановського є напрочуд актуальною для цифрової доби, оскільки:

- сучасні хвилі оновлення капіталу відбуваються не у важкій промисловості, а у сфері ІТ та цифрових технологій;

- саме ІТ-сектор створює ті «капітальні товари цифрової епохи»: хмарні інфраструктури, обчислювальні потужності, програмні платформи, штучний інтелект, які інші сектори змушені масово впроваджувати;

- цифрові інвестиційні цикли: період «бульбашки доткомів» (Dot-com bubble) [17], настання ери пост-ПК (Post-PC era) [18] та сучасна революція штучного інтелекту (AI revolution) [19] – формують нові хвилі економічного піднесення так само, як колись залізниці чи електрифікація;

- отже, ІТ-сектор відіграє роль сучасного носія технологічних циклів, що визначають структурну динаміку економіки.

Таким чином, у цифрову епоху інвестиційний імпульс, описаний Туган-Барановським, генерується цифровими технологіями та ІТ-інфраструктурою, які стають новою формою основного капіталу. Саме це робить його концепцію фундаментом для формування категоріальної матриці сучасного ІТ-сектора як «технологічного ядра» цифрової економіки.

Подальший розвиток теорій економічного зростання був здійснений Йозефом Шумпетером, який запропонував цілісне бачення природи економічних коливань і механізмів довгострокового розвитку. Якщо М.І. Туган-Барановський зосереджувався на циклічності, пов'язаній з оновленням капіталу, то Шумпетер переніс акцент із зовнішніх факторів на внутрішні сили економічного прогресу – інновації. У своїй праці «Теорія економічного розвитку: Дослідження прибутків, капіталу, кредиту, відсотка та економічного циклу» [2] автор показав, що економічний розвиток є наслідком появи нових комбінацій у виробництві: нових продуктів, технологій, методів організації, ринків і типів ресурсного використання.

Лише пізніше, у роботі «Бізнес-цикли: теоретичний, історичний та статистичний аналіз капіталістичного процесу» [3], ці «нові комбінації» він вперше визначив терміном «інновації», надавши йому сучасного змісту. Для розуміння ролі сучасного ІТ-сектора, достатньо зупинитися на кількох ключових положеннях теорії Шумпетера. Саме вони пояснюють, чому технологічні зміни здатні запускати економічний розвиток і формувати нові галузі.

За Шумпетером, виробляти – означає не просто повторювати, а створювати нові поєднання ресурсів, які змінюють саму логіку функціонування економіки. Розвиток, на його думку, має стрибкоподібний характер: інновації руйнують попередні технологічні уклади, запускаючи хвилю зростання. На цьому ґрунтується його відома концепція «творчого руйнування», що пояснює механізм переходу економіки до нової рівноваги. Для нашого дослідження ця логіка є ключовою: продукти ІТ-сектора належать саме до тих інновацій, які формують нову додану вартість, а не оптимізують існуючу.

Шумпетер одним із перших сформував модель, у якій економічні цикли різної тривалості пов'язуються з різними типами інновацій. Він виділяв:

- довгі хвилі технологічної реконструкції економіки;
- середні інвестиційні хвилі оновлення капіталу;
- короткі ділові коливання, пов'язані зі змінами попиту.

Логіка появи технологічних хвиль: впровадження нових технологій породжує структурні зміни, а відтак і нові фази економічного циклу. Це дає нам підстави інтерпретувати сучасні «технологічні хвилі», як відповідні цикли за Шумпетером у цифрову епоху.

Одним із центральних теоретичних внесків Шумпетера є образ підприємця-інноватора – того, хто не адаптується до існуючих умов, а створює нову реальність, запускаючи хвилю економічного зростання. У сучасних умовах функції підприємця виконують:

- технологічні стартапи;
- компанії-розробники ПЗ;
- R&D-центри;

- цифрові платформи;
- інноваційні екосистеми.

ІТ-сектор став інституційним середовищем, у якому інноваційна поведінка не є винятком – вона стала організаційною нормою.

У своїй пізнішій праці «Капіталізм, соціалізм і демократія» [4] Шумпетер висловив песимізм щодо майбутнього підприємництва. Він вважав, що зі зростанням масштабів економіки інноваційний імпульс втрачається: динамічних підприємців замінюють великі корпоративні структури, бюрократичні процедури, акціонерні моделі управління, в яких мотивація до технологічних проривів знижується.

Цей прогноз є надзвичайно актуальним у нашому контексті: цифрова економіка демонструє зворотну тенденцію. Саме ІТ-сектор, попри масштабування, зберігає здатність до інновацій – завдяки конкуренції алгоритмів, швидкості технологічних змін та високій частці людського капіталу. Реальність цифрової епохи частково спростовує песимізм Шумпетера, але підтверджує його ключову тезу: економічний розвиток залишається інноваційно керованим процесом.

Важливо зазначити, що сучасні послідовники Шумпетера, Ф. Агійон та П. Говітт, формалізували ці процеси, довівши, що постійна конкуренція між інноваторами (так звана «гонка інновацій») у галузях з низькими бар'єрами входу (як ІТ) забезпечує сталість креативного руйнування, тим самим частково спростовуючи песимістичний прогноз щодо втрати інноваційного імпульсу великими корпораціями. Детальний аналіз цього підходу буде викладено далі в параграфі.

Паралельно з розвитком інноваційних концепцій в економічній науці формувалися підходи, спрямовані на кількісне описання процесів зростання. Одним із перших і найбільш поширених інструментів такого аналізу стала виробнича функція Кобба-Дугласа, запропонована в роботах Ч. Кобба та П. Дугласа у 1920-х роках [5]. Ця функція дозволила формалізувати взаємозв'язок між факторами виробництва та обсягом випуску і заклала основу для подальших моделей економічного зростання.

У класичному вигляді функція Кобба-Дугласа описує залежність сукупного випуску від основних факторів виробництва і подається за формулою(1.1):

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta}, \quad (1.1)$$

де Y – сукупний випуск,

A – параметр сукупної факторної продуктивності, що відображає загальний технологічний рівень,

K – капітал,

L – праця,

α, β – еластичності виробництва за капіталом, працею і технологіями.

Економічний зміст коефіцієнтів α і β полягає у відображенні відносного внеску капіталу та праці у формування сукупного випуску. За припущень досконалої конкуренції та максимізації прибутку фірмами ці параметри можуть інтерпретуватися як частки доходу, що припадають відповідно на капітал і працю, оскільки кожен фактор оплачується відповідно до своєї граничної продуктивності. Важливою аналітичною властивістю виробничої функції Кобба–Дугласа є можливість дослідження віддачі від масштабу, тобто реакції обсягу випуску на одночасну зміну всіх факторів виробництва. Якщо сума показників ступеня дорівнює одиниці ($\alpha + \beta = 1$), економіка характеризується сталою віддачею від масштабу, за якої пропорційне збільшення капіталу та праці призводить до пропорційного зростання випуску. У разі, коли $\alpha + \beta > 1$, має місце зростаюча віддача від масштабу, а за умови $\alpha + \beta < 1$ – спадна віддача від масштабу.

Найбільш інформативним, з погляду аналізу економічного розвитку, є розрахунок сукупної продуктивності, позначеної параметром A , оскільки він акумулює вплив технологічного прогресу, організаційних змін та інституційних чинників, що не пояснюються безпосередньо динамікою капіталу і праці.

У динамічних моделях економічного зростання виробнича функція Кобба-Дугласа використовується також для аналізу стаціонарного (рівноважного) стану, який характеризує довгострокову траєкторію розвитку економіки за сталих структурних параметрів. У такому стані основні макроекономічні показники – зокрема випуск і капітал у розрахунку на одного працівника – зростають

стабільними темпами або залишаються незмінними. Водночас, попри аналітичну зручність і широку застосовність, виробнича функція Кобба-Дугласа має обмежені пояснювальні можливості щодо інноваційних процесів. Вона дозволяє кількісно зафіксувати вплив факторів виробництва та технологічного рівня на випуск, однак не розкриває внутрішніх механізмів виникнення технологічних змін і не пояснює структурні зрушення між секторами економіки. Саме ці обмеження зумовили розвиток теоретичних підходів, спрямованих на аналіз структурної трансформації економіки та ролі окремих секторів у довгостроковому економічному зростанні.

Одним із напрямів подолання зазначених обмежень стали секторні підходи до аналізу економічного розвитку, зосереджені не лише на кількісних параметрах зростання, а й на зміні структури економіки в довгостроковій перспективі. У межах цих підходів особливе місце посідає трисекторна модель Фішера-Кларка, яка пояснює економічний розвиток як процес послідовної трансформації структури виробництва та зайнятості. Ця економічна модель була розроблена А. Фішером, К. Кларком та Ж. Фурастьє [6-8].

Модель Фішера-Кларка ґрунтується на поділі національної економіки на три базові сектори: первинний (видобуток сировини та сільське господарство), вторинний (переробна промисловість) та третинний (сфера послуг). Її центральна ідея полягає в тому, що економічний розвиток супроводжується не лише зростанням обсягів виробництва, а й систематичною зміною структури економіки, що проявляється у перерозподілі ресурсів і зайнятості між секторами.

Ключове припущення моделі полягає в тому, що в процесі економічного розвитку відбувається послідовне зменшення частки первинного сектору, зростання ролі вторинного сектору на етапі індустріалізації та подальше домінування третинного сектору на стадії зрілої економіки. Ця динаміка зумовлена зростанням продуктивності праці в матеріальному виробництві, змінами структури попиту та ускладненням економічних і соціальних процесів.

На відміну від виробничої функції Кобба-Дугласа, яка дозволяє оцінити агрегований вплив факторів виробництва на випуск, модель Фішера-Кларка зосереджується на якісних структурних зрушеннях в економіці. Вона пояснює,

чому з розвитком економіки зростає попит на нематеріальні, координаційні та управлінські види діяльності, а також на послуги, пов'язані з обробкою інформації та знань.

Важливим для подальшого аналізу є те, що в межах третинного сектору, згідно з логікою Фішера-Кларка, концентруються інформаційно-інтенсивні види діяльності, які не створюють матеріальних благ, але забезпечують функціонування й розвиток інших секторів економіки. Саме це дозволяє розглядати трисекторну модель як теоретичну передумову для подальшого виділення інноваційних і технологічних секторів, зокрема ІТ-сектора, у структурі національної економіки.

Таким чином, модель Фішера-Кларка створює структурну рамку аналізу економічного розвитку, яка доповнює кількісні моделі зростання та дозволяє перейти від аналізу факторів виробництва до дослідження трансформації економічної структури в довгостроковій перспективі.

Подальший розвиток кількісних моделей економічного зростання пов'язаний із формуванням неокласичного підходу, ключовим представником якого є модель економічного зростання Солоу-Свона [9; 10]. У цій моделі економічний розвиток пояснюється через нагромадження капіталу, зростання зайнятості та технологічний прогрес, який визначає динаміку продуктивності в довгостроковій перспективі. У базовому вигляді модель Солоу-Свона формалізується за допомогою агрегованої виробничої функції типу Кобба-Дугласа і представлена формулою (1.2):

$$Y(t) = K(t)^{\alpha} [A(t)L(t)]^{1-\alpha}, \quad (1.2)$$

де $Y(t)$ – обсяг випуску,

$K(t)$ – запас фізичного капіталу,

$L(t)$ – зайнятість,

$A(t)$ – рівень технологій,

α – еластичність випуску за капіталом.

Ключовою особливістю цієї моделі є припущення про екзогенний характер технологічного прогресу. Рівень технологій $A(t)$ зростає з постійною заданою швидкістю і не пояснюється економічною поведінкою агентів усередині моделі. За таких умов у довгостроковому періоді економіка прямує до стаціонарного стану, в

якому темп зростання випуску на одного працівника визначається виключно темпом технологічного прогресу.

Аналітична цінність моделі Солоу-Свона полягає в тому, що вона дозволяє:

- відокремити внесок нагромадження капіталу від внеску технологій у зростання;
- пояснити існування умовної конвергенції між економіками;
- кількісно інтерпретувати технологічний прогрес як основне джерело довгострокового підвищення продуктивності.

Водночас саме припущення про екзогенність технологічного прогресу становить ключове обмеження цієї моделі. Модель Солоу-Свона не відповідає на питання, як і чому виникають інновації, які інституційні та секторні умови стимулюють технологічні зміни та яким чином інноваційна діяльність інтегрується в структуру економіки. Внаслідок цього її застосування є обмеженим для аналізу інноваційних і наукоємних галузей, зокрема ІТ-сектора, де технологічний розвиток є результатом цілеспрямованих інвестицій у знання, R&D та людський капітал. Це сприяло формуванню моделей, що зосереджуються на внутрішніх механізмах технологічних змін та ролі окремих секторів у забезпеченні довгострокового зростання, зокрема теорії ендогенного зростання П. Ромера [11; 12].

У класичній версії моделі Ромера економіка поділяється на три взаємопов'язані сектори:

- Сектор наукових досліджень і розробок (R&D): створення нових знань і технологій;
- Сектор виробництва проміжних технологічних продуктів: перетворення знань на комерційно доступні продукти;
- Сектор кінцевого споживання: використовує нові технології для створення товарів і послуг для кінцевих споживачів.

Такий структурний поділ дозволяє простежити повний цикл інновацій – від створення нових знань до їх використання у виробництві.

Важливою особливістю секторної моделі П. Ромера є те, що для кожного з виокремлених секторів задається окрема виробнича функція, яка відображає

зв'язок між специфічним продуктом відповідного сектору та набором ресурсів, що використовуються у процесі його створення. Така формалізація дозволяє простежити механізм трансформації знань у технології та, зрештою, у кінцевий економічний продукт. Йдеться про функції, подані, як рівняння (1.3), (1.4), (1.5).

Для сектору R&D:

$$\hat{A}(t) = \delta H_A(t) A(t), \quad (1.3)$$

де $\hat{A}(t)$ – приріст знань, створюваних в секторі наукових досліджень,

δ – параметр середньої продуктивності праці науковця,

$H_A(t)$ – людський капітал в секторі досліджень,

$A(t)$ – попередньо нагромаджений запас знань.

Це рівняння відображає ключову властивість моделі Ромера: накопичені знання підвищують продуктивність створення нових знань, що забезпечує кумулятивний характер інноваційного розвитку.

Для сектору «технологічних продуктів»:

$$K = \eta \sum_{i=1}^A x_i, \quad (1.4)$$

де K – капітал на основі нових технологій, що спираються на нові знання $\hat{A}(t)$, створені в секторі R&D,

η – частка витрат нового технологічного обладнання на створення одиниці капіталу,

$\sum_{i=1}^A x_i$ – сукупний обсяг нових технологій.

Нові знання використовуються для створення різноманітних технологічних продуктів або виробничих компонентів, сукупність яких формує технологічний капітал економіки. Кількість доступних технологій зростає разом із запасом знань A , що створює ефект розширення технологічного простору виробництва.

Для сектору виробництва товарів кінцевого споживання:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^A x_i^{1-\alpha-\beta}, \quad (1.5)$$

де Y – кінцевий продукт,

H_Y^α – людський капітал в секторі товарів кінцевого споживання,

L^β – трудові ресурси,

$\sum_{i=1}^A x_i^{1-\alpha-\beta}$ – технологічне обладнання, що використовується в секторі,

α, β – відповідно, еластичність змін кінцевого продукту, за змінами людського капіталу та за змінами трудових ресурсів (праці).

Кінцевий випуск формується з використанням праці, людського капіталу та набору технологічних продуктів. Ця функція також відображає ключову ідею Ромера: розширення набору доступних технологій безпосередньо підвищує продуктивність економіки, навіть за незмінних традиційних факторів виробництва.

Перевагою моделі П. Ромера є те, що вона вперше дозволила інтегрувати інноваційну діяльність безпосередньо в механізм економічного зростання, пояснивши його як результат цілеспрямованих інвестицій у знання та людський капітал. На відміну від попередніх моделей, у цій теорії інновації не є випадковими чи зовнішніми шоками, а формуються в межах економічної системи, що робить зростання стійким і кумулятивним.

Водночас модель П. Ромера має низку обмежень. Вона абстрагується від інституційних умов, конкуренції між фірмами та процесів заміщення старих технологій новими. Крім того, модель не враховує можливі бар'єри дифузії інновацій між секторами економіки та країнами. Зазначені аспекти зумовили подальший розвиток теорій ендogenous зростання, спрямованих на аналіз інноваційної конкуренції та механізмів творчого руйнування. Таким чином, теорія ендogenous зростання П. Ромера стала ключовим етапом переходу від моделей, що фіксують технологічний прогрес як зовнішній фактор, до підходів, у яких інновації розглядаються як результат внутрішніх економічних процесів. Саме ця логіка була надалі розвинена в «нео-шумпетеріанських» моделях, що зосереджуються на конкуренції між інноваторами та механізмах творчого руйнування.

Саме роботи Філіпа Агійона та Пітера Говітта стали логічним продовженням і математичним формалізмом ідеї «творчого руйнування» Й. Шумпетера [13-15]. Вони є засновниками «нео-шумпетеріанської» теорії ендogenous зростання, яка

доводить, що економічний розвиток – це не просто випадкова подія, а стійкий і безперервний інноваційний процес.

На відміну від класичного погляду, їхня модель зростання через творче руйнування (Quality Ladders Model) формалізує конкуренцію як «гонку інновацій» (neck-and-neck competition). Фірми свідомо інвестують у R&D, щоб створити нову, якіснішу технологію та здобути тимчасову монополію. Успіх цієї інновації руйнує позиції попереднього лідера, але водночас створює новий стимул для наступної хвилі R&D. Саме цей динамічний механізм постійної конкуренції та заміщення старих технологій новими є гарантом довгострокового економічного зростання.

$$E\left(\frac{\ln y_{\tau+1}}{\ln y_{\tau}}\right) = \lambda \hat{n} \ln \gamma, \quad (1.6)$$

де $E\left(\frac{\ln y_{\tau+1}}{\ln y_{\tau}}\right)$ – очікуваний (середній) темп зростання випуску економіки (y),

\hat{n} – рівноважний рівень зайнятості в R&D-секторі,

λ – продуктивність праці в R&D-секторі,

$\ln \gamma$ – розмір стрибка якості інновації.

Модель Агійона-Говітта (представлена формулою (1.6)), незважаючи на стохастичний характер інновацій, передбачає існування стаціонарного стану (steady-state), де очікуваний темп економічного зростання є стійким. Ключове значення формули (1.6) полягає в тому, що вона доводить ендогенну природу цього зростання. Таким чином, модель перетворює економічне зростання на стратегічний і керований процес, підтверджуючи, що досягнення високих і стабільних темпів розвитку залежить від свідомих рішень щодо інвестицій та якості інституцій.

Теоретична конструкція моделі Агійона–Говітта робить ІТ-сектор найбільш наближеним емпіричним прикладом галузі, у якій механізм ендогенного зростання та «творчого руйнування» реалізується у своїй найбільш чистій формі. По-перше, в умовах цифрової економіки технологічні компанії змагаються не за обсяги виробництва чи доступ до ресурсів, а за прискорення R&D-цикла:

- реліз швидшого алгоритму,
- створення кращої хмарної інфраструктури,
- випуск нової версії продукту,

- розробка більш ефективної моделі ШІ.

По-друге, ІТ-індустрія демонструє постійний процес творчого руйнування. Те, що Агійон і Говітт формалізували теоретично, в ІТ є повсякденною реальністю:

- смартфони знищили ринок кнопкових телефонів;
- хмарні платформи витіснили локальні сервери;
- стримінг зруйнував DVD-індустрію;
- чат-боти та LLM-моделі замінюють частину консалтингу та підтримки.

По-третє, ІТ-технології створюють найбільший «стрибок якості». Чим більший ефект від інновації, тим вищий темп зростання. Жодна інша галузь не генерує настільки великі стрибки якості, як ІТ:

- GPT-моделі за рік підвищують якість ШІ на порядки;
- перехід на хмарні технології множить продуктивність інших секторів;
- автоматизація знижує транзакційні витрати у десятки разів.

Таким чином, ІТ-сектор є не лише окремою галуззю, а може бути структурним механізмом ендегенного економічного зростання.

Хоча «нео-шумпетеріанська» модель Агійона-Говітта дає сучасне пояснення інноваційної конкуренції та ендегенного технологічного розвитку, вона не охоплює повного спектра методологічних інструментів, необхідних для комплексного аналізу впливу ІТ-сектора на національну економіку. Для цього потрібні також ті підходи, які дозволяють кількісно оцінити технологічний прогрес, виміряти внесок знань у зростання та побачити міжгалузеве поширення інновацій.

Важливим доповненням до формалізованих моделей ендегенного зростання є історико-інституційний підхід, представлений у працях Дж. Мокіра, який разом із Ф. Агійоном та П. Говіттом був удостоєний Нобелівської премії з економіки у 2025 році за пояснення механізмів інноваційно зумовленого економічного зростання. На відміну від суто математичних моделей, підхід Дж. Мокіра зосереджується на довгострокових передумовах сталого технологічного прогресу, зокрема на ролі наукового знання, інституційного середовища та відкритості суспільства до нових ідей [16].

Дж. Мокір показує, що інноваційний розвиток можливий лише за умови поєднання практичних технологічних рішень із накопиченням і поширенням теоретичного знання, яке пояснює причини ефективності нових технологій. Саме наявність такої бази знань забезпечує безперервність інноваційного процесу та запобігає поверненню економіки до стану стагнації. У цьому сенсі підхід Дж. Мокіра доповнює «нео-шумпетеріанські» моделі, пояснюючи не лише механізм творчого руйнування, а й глибинні умови його стійкого функціонування в довгостроковій перспективі.

Слід зазначити, що моделі економічного зростання з ендегенним технологічним прогресом, попри їх значний теоретичний внесок, також мають низку суттєвих обмежень. Зокрема, Р. Солоу звертав увагу на те, що в таких моделях використовується значна кількість спеціальних припущень щодо характеру технологічного прогресу, природи науково-дослідної діяльності, формування та використання людського капіталу, а також структури ринків.

Зазначені припущення здебільшого мають аналітичний характер і застосовуються з метою спрощення опису складних економічних процесів, однак потребують емпіричного підтвердження. Зокрема, не завжди знаходить підтвердження в емпіричних дослідженнях припущення про наявність стійкого ефекту масштабу від збільшення ресурсів, залучених до сфери наукових досліджень і розробок.

Водночас саме наявність таких невідповідностей і методологічних обмежень стала потужним стимулом для подальшого розвитку теорій економічного зростання, спрямованих на поєднання формалізованого аналізу інновацій із емпіричними дослідженнями структурних змін та міжсекторної взаємодії в економіці.

Узагальнення еволюції теоретичних підходів до аналізу інновацій та інноваційних секторів, подане в таблиці 1.1, демонструє перехід від описових і циклічних концепцій до формалізованих моделей ендегенного економічного зростання, у межах яких інновації розглядаються як ключовий структурний чинник

довгострокового розвитку економіки, що створює теоретичну основу для подальшого аналізу ІТ-сектора як складника національної економіки.

Таблиця 1.1

Еволюція теоретичних підходів до аналізу впливу інновацій та інноваційних секторів на економічний розвиток

<i>Автор / теоретичний підхід</i>	<i>Ключові положення</i>	<i>Формалізація змісту ідеї</i>
М.І. Туган-Барановський (інвестиційно-циклічний підхід)	<ul style="list-style-type: none"> - Економічний розвиток має циклічний характер і зумовлюється хвилями оновлення основного капіталу. - Інвестиції у нові технології формують імпульс економічного піднесення. - Технологічні зміни мають структурний характер і спричиняють перерозподіл ресурсів між секторами економіки. 	Формалізована математична модель відсутня; теоретико-аналітична та історико-економічна концепція
Й. Шумпетер (інноваційна теорія економічного розвитку)	<ul style="list-style-type: none"> - Інновації («нові комбінації») є внутрішнім рушієм економічного розвитку. - Економічне зростання має стрибкоподібний характер і супроводжується процесом «творчого руйнування». - Інновації формують структурні економічні цикли різної тривалості. 	Строга математична формалізація відсутня; аналітично-теоретичний підхід
Ч. Кобб – П. Дуглас (виробнича функція)	<ul style="list-style-type: none"> - Сукупний випуск залежить від поєднання капіталу, праці та рівня технологій. - Технологічний рівень (А) акумулює вплив інновацій, організаційних та інституційних змін. - Інновації впливають на економіку опосередковано – через зростання сукупної факторної продуктивності. 	Формалізована агрегована виробнича функція; рівняння (1.1)
А. Фішер - К. Кларк (трисекторна модель)	<ul style="list-style-type: none"> - Економічний розвиток супроводжується структурною трансформацією економіки. - Відбувається зміщення економічної активності від первинного та вторинного секторів до третинного. - Третинний сектор охоплює інформаційно-інтенсивні та управлінські види діяльності, що створює передумови для формування інноваційних і технологічних секторів. 	Секторна модель структурного аналізу; формалізовані міжсекторні співвідношення

Продовження таблиці 1.1

<i>Автор / теоретичний підхід</i>	<i>Ключові положення</i>	<i>Формалізація змісту ідей</i>
Р. Солоу - Т. Свон (неокласична модель економічного зростання)	<ul style="list-style-type: none"> - Довгострокове економічне зростання визначається технологічним прогресом. - Інновації трактуються як екзогенний фактор, що не пояснюється внутрішніми механізмами економіки. - Модель пояснює конвергенцію та стаціонарний стан економіки. 	Формалізована неокласична модель зростання; рівняння (1.2)
П. Ромер (теорія ендогенного зростання)	<ul style="list-style-type: none"> - Технічний прогрес та інновації є результатом цілеспрямованих економічних рішень. - Знання та людський капітал виступають самостійними факторами виробництва. - Інноваційна діяльність забезпечує кумулятивний характер економічного зростання. 	Формалізована секторна модель ендогенного зростання; рівняння (1.3)-(1.5)
Ф. Агійон - П. Говітт («нео- шумпетеріанський» підхід)	<ul style="list-style-type: none"> - Економічне зростання реалізується через механізм «творчого руйнування». - Інновації виникають у процесі конкуренції між фірмами («гонка інновацій»). - Технічний прогрес має ендогенний характер і залежить від інвестицій у R&D. 	Стохастична формалізована модель інноваційного зростання; рівняння (1.6)
Дж. Мокір (історико- інституційний підхід)	<ul style="list-style-type: none"> - Технологічний прогрес залежить від накопичення, поширення та пояснення наукових знань. - Інновації можливі лише за наявності відповідного інституційного середовища. - Знання виступають фундаментальною умовою довгострокового економічного розвитку. 	Математична формалізація відсутня; історико-інституційний та еволюційний підхід

Джерело: складено автором на основі [1-16].

Загальна теоретична логіка розвитку інноваційних секторів, розглянута вище, демонструє, що технологічні галузі визначають сучасні структурні зміни та формують довгострокові траєкторії економічного зростання. Проте для застосування цих теоретичних підходів до аналізу сучасної цифрової економіки та, зокрема, ІТ-сектора, необхідно чітко окреслити, що саме розуміється під цими категоріями у науковому та статистичному дискурсах. У науковому обігу досі не існує єдиного чіткого визначення ІТ-сектора, що ускладнює проведення

досліджень, порівняння результатів між країнами та формування ефективної державної політики. Різні дослідники та міжнародні організації трактують це поняття по-різному, часто ототожнюючи його з ІКТ-сектором, цифровою економікою чи суміжними концепціями. Саме тому наступним кроком є уточнення змісту базових категорій цифрової економіки та визначення місця ІТ-сектора в її структурі.

1.2. Межі ІТ-сектору та визначеність поняття «ІТ-сектор» національної економіки

Перш ніж перейти до безпосереднього аналізу визначення ІТ-сектора, доцільно зосередитися на понятті цифрової економіки та її економічному змісті. Це зумовлено тим, що ІТ-сектор є складовою ширшої системи цифрової економіки, яка охоплює не лише окремі технологічні рішення, а й глибокі трансформації виробничих, управлінських та інституційних процесів. Розуміння підходів до трактування цифрової економіки створює необхідне підґрунтя для подальшого уточнення ролі ІТ-сектора як її технологічного ядра та дозволяє коректно окреслити його місце у структурі національної економіки.

Розглядаючи наукові дослідження, присвячені проблематиці цифрової економіки та її визначенню, доцільно виокремити дві основні групи публікацій:

- ті, в яких акцентується увага на ознаках та зовнішніх проявах «цифрової економіки»;
- ті, в яких в центрі уваги перебуває власне структура «цифрової економіки».

До першої групи належать, передусім, роботи 2000-х рр., в яких аналізувалися найбільш очевидні переваги та можливості, пов'язані з цифровою економікою. Таким, до прикладу, є дослідження Я. Унольд (Jasek Unold) [20]. До цієї ж групи належать і роботи, в яких висвітлюється, так зване «цифрове зростання» («Digital Growth»). Останнє, як зафіксовано, зокрема, в матеріалах

Міжнародної торгової палати (International Chamber of Commerce), втілюється в економічному зростанні, інноваційному розвитку та підвищенні добробуту [21].

Основні прояви цифрової економіки беруться до уваги у фундаментальному щорічному Звіті про цифрову економіку (Digital Economy Report) від UNCTAD [22]. Сферами, через які цифрова економіка здійснює вплив на суспільство, автори Звіту називають: мобільний інтернет, соціальні медіа, електронну комерцію, Інтернет-захист, «хмарні технології», цифрові компетентності населення та зайнятість фахівців у сфері ІКТ.

Дослідники цифрової економіки аналізують не лише її позитивні наслідки, а й гальмівні впливи та обмеження. Зокрема, про загрози маніпулювання інформацією та нав'язування негативних ідей, формування згубних схильностей, втрати конфіденційності, обмеження громадянських свобод, тощо йдеться в роботах відомого дослідника процесів цифровізації, філософа та футуролога П. Саффо [23]. Все частіше предметом досліджень стає такий наслідок цифровізації за авторитарних форм правління, як «держава тотального стеження» [24].

До другої групи публікацій належать ті, в яких цифрова економіка розглядається під кутом зору її структури – складників (елементів) та взаємозв'язків між ними. Підходи до структурування цифрової економіки помітно відмінні. До прикладу, в роботі Р. Бухт та Р. Хікс [25] виокремлено чотири складники, а саме: 1) цифровий сектор (обладнання для ІТ/ІКТ, телекомунікації, програмне забезпечення та консультування); 2) цифрові сервіси, 3) «економіка платформ» та 4) «економіка віддаленого працевлаштування». Показово те, що е-бізнес, е-комерція, «точне (передбачуване) сільське господарство» та, так звана «алгоритмізована економіка» подаються як елементи за межами власне цифрової економіки. Припускається, що ці елементи формують інше явище, яке є похідним від «цифрової економіки», а саме: «цифровізовану економіку».

Робота С.М. Мутула [26] є прикладом широкого тлумачення змісту цифрової економіки. Автор виокремлює дванадцять елементів «цифрової економіки», а саме: урядування (державне управління – Government), політику та регулювання, Інтернет, Всесвітню мережу (WWW) та інфраструктуру постачання електроенергії,

телекомунікаційну промисловість, цифрові послуги, електронний бізнес та електронну комерцію, системи управління інформацією та знаннями, забезпечення права інтелектуальної власності, людський капітал та створення знань, дослідження та розробки, новітні технології.

Підхід міжнародної організації OECD до ключових індикаторів сектору інформаційно-комунікаційних технологій [27; 28], може розглядатись як особлива візія структури, так званого «технологічного ядра» цифрової економіки. За методикою OECD, виокремлюються три складники ІКТ-сектору, а саме: 1) телекомунікації та мобільний зв'язок, 2) широкосмуговий доступ та підключення, 3) власне інформаційно-комунікаційні технології. Важливим для нашого дослідження є те, що значна частина ключових індикаторів ІКТ-сектору, використовуваних OECD, є економічними індикаторами. Це – зміни доходів та інвестицій сектору, зайнятість в секторі, співвідношення динаміки заробітних плат та продуктивності праці, частка продукції ІКТ-сектору в сукупному експорті країни тощо. Використання економічних індикаторів в оцінюванні ІКТ-сектору є фактичним визнанням того, що він (сектор) є явищем економічним.

Українські наукові дослідження цифрової економіки характеризуються прагненням до конкретизації її технологічної та структурної основи з урахуванням національних умов розвитку. Особливий підхід до структурування цифрової економіки реалізовано в підручнику «Цифрова економіка» колективу українських авторів [29]. Цифрова економіка в цій роботі визначена як діяльність зі створення, поширення та використання цифрових технологій. В складі цифрових технологій виокремлюється дев'ять елементів, а саме: великі дані (Big Data), штучний інтелект (нейротехнології), блокчейн (технології розподіленого реєстру), квантові технології, нові виробничі технології (адитивні тощо), промисловий інтернет (технології мереж пристроїв з датчиками), робототехніка, технології бездротового зв'язку, технології віртуальної та доповненої реальності. Очевидно, що цей підхід вирізняється поглибленою деталізацією власне технологічної основи цифрової економіки.

У працях В. Ляшенка та О. Вишневського цифрова економіка розглядається крізь призму цифрової модернізації економіки України [30]. Автори трактують цифровізацію як процес трансформації виробничих, управлінських та інституційних відносин, що створює можливості для економічного розвитку. У цьому підході цифрова економіка не виділяється як окремий сектор, а постає як нова якість економічної системи, що формується під впливом цифрових технологій. Таким чином, акцент робиться на системних змінах, а не на деталізації структури цифрової економіки.

О. Ватаманюк у своєму дослідженні зосереджується на аналізі інформаційної та цифрової економіки як етапу еволюції економічних систем [31]. Автор розглядає цифровізацію як чинник зниження трансакційних витрат, прискорення обігу інформації та зміни поведінки економічних агентів. О. Ватаманюк акцентує увагу на інформаційній природі цифрової економіки, підкреслюючи, що ключовим ресурсом стає не лише капітал чи праця, а інформація та знання. При цьому цифрова економіка трактується як ширше явище, ніж ІТ-сектор, без чіткого галузевого розмежування.

Спроби кількісного вимірювання цифрової економіки України здійснено в роботі О. Пустовойта [32]. Автор пропонує базове визначення цифрової економіки як сукупності видів економічної діяльності, пов'язаних із виробництвом, обробкою та використанням цифрових даних і технологій. Особливу увагу приділено проблемі статистичної ідентифікації цифрової економіки та обмеженості офіційних даних. О. Пустовойт аналізує існуючі методики оцінювання цифрового сектору та наголошує, що відсутність чітких меж між цифровою та традиційною економікою ускладнює вимірювання її масштабів і динаміки.

Важливий внесок у дослідження технологічного інструментарію цифрової економіки належить І. Мігус [33; 34]. У працях проаналізовано еволюцію та практичне використання блокчейн-технологій не лише як елемента цифрової інфраструктури, а як фундаментального механізму зміцнення економічної безпеки. Зокрема, обґрунтовується, що децентралізовані технології дозволяють ефективно протидіяти фрод-ризикам (шахрайству) та забезпечувати прозорість операцій у

банківському та корпоративному секторах, що є критично важливим для довіри в цифровій екосистемі.

Окремим напрямом досліджень, що безпосередньо стосується функціонування ІТ-сектору, є роботи О. Кириченко. У дослідженнях акцентовано увагу на управлінських аспектах інвестиційно-інноваційного забезпечення підприємств, що працюють у сферах інформаційних технологій та інновацій [35]. Цифрові технології та інформаційно-аналітичне забезпечення розглядаються як база для формування систем економічної безпеки підприємств та банківських установ [36]. Такий підхід дозволяє ідентифікувати ІТ-сектор як динамічне середовище, де технологічний розвиток нерозривно пов'язаний з адаптивними стратегіями управління та захистом інформаційних активів.

Соціальні аспекти цифрової економіки та її ризики досліджуються в роботах О. Пищуліної [37]. Автор розглядає цифрову економіку як фактор змін на ринку праці, у соціальній структурі та системі зайнятості. У фокусі уваги перебувають такі поняття, як цифрові нерівності, трансформація трудових відносин і вплив цифровізації на соціальний розвиток. У цьому підході цифрова економіка розглядається не як окремий сектор, а як процес, що проникає в усі сфери економічної та соціальної діяльності.

Окремий напрям досліджень пов'язаний з аналізом нових форм економічної діяльності в цифровому середовищі. У роботі І. Радіонової та І. Троцької цифрова економіка розглядається через призму «creator economy» [38]. Автори трактують «creator economy» як форму економічної активності, засновану на створенні та монетизації цифрового контенту за допомогою платформних сервісів. «Creator economy» у цьому контексті розглядається як складова цифрової економіки, що поєднує елементи ІТ-сервісів, платформної економіки та нових форматів зайнятості. Такий підхід дозволяє деталізувати внутрішню структуру цифрової економіки та показати появу нових видів цифрових послуг.

Дослідження наслідків розбудови цифрової інфраструктури для регіонального розвитку та соціальної стабільності представлено у роботах О. Шпанеля-Юхти [39; 40]. У працях проаналізовано взаємозв'язок між доступом до

мережі Інтернет, мобільним зв'язком та рівнем наявного доходу домогосподарств, а також обґрунтовано вплив цифрової нерівності на нерівномірність доходів у регіонах України. Крім того, у спільній праці П. Керімова та О. Шпанеля-Юхти [41] приділено увагу новітнім формам цифрової активності, зокрема P2P-економіці як драйверу зростання. У контексті регулювання та розвитку такої діяльності наголошується на необхідності балансування між інноваційним розвитком та інституційним контролем, що дозволяє розглядати ІТ-сектор як ключовий чинник подолання соціально-економічних диспропорцій у національній економіці.

Специфіка аналізу економіки підприємств ІТ-сектору досліджується у роботі О. Ананьєвої [42]. У дослідженні акцентовано увагу на особливостях аналітичного інструментарію, що застосовується до суб'єктів ІТ-бізнесу, враховуючи високу частку інтелектуального капіталу та нематеріальних активів. Такий підхід дозволяє уточнити методичні засади оцінювання діяльності підприємств сектору та коректно окреслити його межі у структурі національної економіки.

Питання стратегічної трансформації та адаптації суб'єктів ІТ-бізнесу до глобальних технологічних трендів детально досліджені у працях О. Пилипенко та Я. Процько [43; 44]. Автори розглядають економічний розвиток ІТ-компаній через призму концепцій Індустрії 4.0 та теорії динамічних можливостей, ідентифікуючи ключові інноваційні драйвери (зокрема AI/ML та Defence Tech), що визначають їхню міжнародну конкурентоспроможність. У цих дослідженнях особливу увагу приділено обґрунтуванню доцільності переходу від традиційної аутсорсингової моделі до високомаржинальної продуктової. На основі аналізу показників рентабельності авторами доведено стратегічну перевагу продуктової моделі та її вищий потенціал у контексті інвестиційної привабливості.

Узагальнюючи, можна зазначити, що українські наукові дослідження цифрової економіки охоплюють широкий спектр підходів – від технологічного та інституційного до соціального і вимірювального. Водночас у цих роботах відсутнє єдине узгоджене трактування цифрової економіки та чітке розмежування її складників. Це зумовлює необхідність подальшої систематизації понять і переходу

до аналізу окремих секторів цифрової економіки, зокрема ІТ-сектора, як її технологічного ядра.

Після детального аналізу різних підходів до визначення цифрової економіки та огляду існуючих наукових джерел, стає зрозумілим, що ІТ-сектор є її центральним елементом і рушійною силою цифрових трансформацій. Оскільки цифрова економіка охоплює широку низку технологій, процесів та економічних взаємозв'язків, важливо чітко окреслити роль і функції ІТ-сектора в цій системі. Саме тому наступним кроком буде розгляд визначення ІТ-сектора за міжнародними організаціями, що дозволить зрозуміти, як його структура та межі впливають на розвиток цифрової економіки загалом:

Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD). У своїх звітах OECD часто ототожнює ІТ-сектор з ІКТ-сектором, який включає не тільки інформаційні технології (програмне забезпечення, бази даних та інформаційні системи), але й комунікаційні технології (телекомунікації, мережі та інфраструктуру). ІКТ-сектор у розумінні OECD включає виробництво апаратного забезпечення, телекомунікаційні послуги, обробку даних та інформаційні послуги, а також створення програмного забезпечення. ІТ-сектор у цьому контексті часто розглядається як підсектор, який займається інформаційними технологіями у вузькому сенсі (розробка софту, кібербезпека, управління даними).

Бюро економічного аналізу США (BEA). BEA, орган Міністерства торгівлі США, розглядає ІТ-сектор як частину цифрової економіки, що включає три основні компоненти: цифрову інфраструктуру (сервери, мережі, програмне забезпечення), цифрові посередники (онлайн-платформи, такі як Amazon або Google) та цифрові послуги. BEA підкреслює, що ІТ-сектор забезпечує не тільки розробку програмного забезпечення, але й створює технічну базу для цифрової трансформації в інших секторах економіки, таких як електронна комерція, фінансові технології та обробка даних. Це визначення включає як виробничі компоненти, так і послуги, що надаються через цифрову інфраструктуру [45].

Китайська академія інформаційних та комунікаційних технологій (CAICT). У Китаї CAICT розглядає ІТ-сектор як одну з основних складових цифрової

економіки, яка включає інфраструктуру для Big Data, штучний інтелект, хмарні обчислення та мобільні мережі. САІСТ підкреслює, що ІТ-сектор є центральною частиною цифрової інфраструктури, яка підтримує розвиток інновацій у промисловості та послугах. Китайські підходи до ІТ-сектору також враховують його важливість для державних проєктів, таких як впровадження національних мереж 5G та інтернету речей (IoT) [46].

Статистична служба Європейського Союзу (Eurostat). Eurostat також розглядає ІТ-сектор у тісному зв'язку з ІКТ-сектором, але додає особливу увагу до статистики зайнятості та внеску цього сектора до ВВП. Згідно з даними Eurostat, ІТ-сектор включає діяльність з розробки програмного забезпечення, хмарних сервісів, інформаційної безпеки та управління даними. Однак у багатьох країнах ЄС ІТ-сектор розглядається як частина більш широкої цифрової економіки, що охоплює електронну комерцію, онлайн-послуги та інші сфери, які базуються на використанні інформаційних технологій [47].

Таблиця 1.2 надає узагальнений огляд основних підходів до визначення ІТ-сектору за даними OECD, BEA, САІСТ та Eurostat, акцентуючи увагу на ключових складниках кожного підходу та основних розбіжностях між ними. Вона допомагає візуально побачити, як кожна організація трактує роль ІТ-сектора в економіці, виділяючи такі аспекти, як програмне забезпечення, цифрова інфраструктура, інноваційні технології та вплив на зайнятість і ВВП.

Таблиця 1.2 служить інструментом для швидкого порівняння основних елементів, не дублюючи детальний опис кожної організації, представлений раніше. Розглянуті визначення ІТ-сектору свідчать про відсутність єдиного міжнародного підходу до його визначення та встановлення меж. Це ускладнює чітке розмежування ІТ-сектору з іншими близькими економічними категоріями. Водночас більшість підходів дозволяє виокремити спільне ядро ІТ-сектору, до якого належать розробка програмного забезпечення, обробка даних, управління цифровими системами та створення інформаційних сервісів.

**Порівняльний аналіз визначень та підходів до ІТ-сектора за даними OECD,
BEA, CAICT та Eurostat**

<i>Організація</i>	<i>Визначення ІТ-сектора</i>	<i>Ключові складники</i>	<i>Основні акценти</i>
OECD	Ототожнюється з ІКТ-сектором, включає розробку програмного забезпечення, телекомунікації, обробку даних та інформаційні послуги.	Програмне забезпечення, телекомунікації, обробка даних, інформаційні послуги.	Ширший акцент на ІКТ (включає телекомунікації та інфраструктуру).
BEA (Бюро економічного аналізу США)	Частина цифрової економіки, включає цифрову інфраструктуру, цифрові посередники та цифрові послуги.	Цифрова інфраструктура (сервери, мережі, програмне забезпечення), цифрові посередники (онлайн-платформи), цифрові послуги.	Фокус на цифрових посередниках (онлайн-платформи) та цифровій економіці в цілому.
CAICT (Китайська академія інформаційних та комунікаційних технологій)	Один з основних компонентів цифрової економіки, охоплює інфраструктуру для Big Data, AI, хмарних обчислень та мобільних мереж.	Big Data, штучний інтелект (AI), хмарні обчислення, мобільні мережі 5G.	Акцент на інноваційних технологіях та інфраструктурі для промисловості.
Eurostat	Тісно пов'язаний з ІКТ-сектором, включає розробку ПЗ, хмарні сервіси, інформаційну безпеку та управління даними.	Програмне забезпечення, хмарні сервіси, інформаційна безпека, управління даними.	Фокус на статистиці зайнятості та внеску до ВВП ІТ-сектора.

Джерело: складено автором на основі [27; 45-47].

На основі зазначених вище визначень ІТ-сектору та інших пов'язаних термінів можна зробити порівняльний аналіз між ІТ-сектором, ІКТ-сектором, цифровою економікою та креативною економікою.

У Таблиці 1.3 представлено порівняння цих понять за трьома ключовими параметрами: основні аспекти, перетини з ІТ-сектором та відмінності. Це

порівняння дозволяє побачити, де ІТ-сектор перетинається з іншими поняттями, а також у чому вони відрізняються, що сприяє кращому розумінню меж ІТ-сектору в економічному контексті.

Таблиця 1.3

Порівняння ІТ-сектора з іншими близькими економічними поняттями

Поняття	Основні аспекти	Перетини з ІТ-сектором	Відмінності від ІТ-сектора
ІКТ-сектор	Охоплює як інформаційні, так і комунікаційні технології (телекомунікації, апаратні рішення, інтернет-інфраструктура).	ІТ-сектор є складовою частиною ІКТ-сектору, зосереджений на розробці програмного забезпечення, інформаційних систем і кібербезпеки.	ІКТ-сектор включає більше апаратних і комунікаційних технологій, тоді як ІТ-сектор більше зосереджений на інформаційних технологіях та програмному забезпеченні.
Цифрова економіка	Ширший термін, який охоплює всі види економічної діяльності, що базуються на цифрових технологіях (електронна комерція, цифрові платформи, онлайн-послуги).	ІТ-сектор забезпечує технологічну інфраструктуру для функціонування цифрової економіки, включаючи програмне забезпечення, хмарні сервіси та обробку даних.	Цифрова економіка є ширшим поняттям, яке охоплює більшість цифрових технологій, тоді як ІТ-сектор є його підсистемою, яка забезпечує інфраструктуру.
Креативна економіка	Економіка, заснована на творчих галузях, що використовують цифрові технології для створення та розповсюдження контенту (медіа, дизайн, музика, відео).	ІТ-сектор надає цифрові платформи та інфраструктуру для креативних індустрій, дозволяючи монетизацію контенту через онлайн-платформи та сервіси.	Креативна економіка більше зосереджена на створенні контенту, тоді як ІТ-сектор підтримує ці процеси через технологічні рішення.

Джерело: складено автором.

Для чіткого розуміння і оцінки впливу ІТ-сектора на національну економіку, необхідно ідентифікувати його ключові складові: виробничі ресурси, продукти, доходи та витрати. Це дозволить не лише визначити межі ІТ-сектора, але й побачити його взаємозв'язки з іншими галузями, а також оцінити його внесок до

загальної економічної системи. Виробничі ресурси ІТ-сектору включають технологічну базу та людські ресурси, які є основою для створення цифрових продуктів та послуг.

До ключових ресурсів можна віднести:

1. Інфраструктура: Сервери, дата-центри, мережеві ресурси, хмарні обчислення.

2. Програмне забезпечення: Операційні системи, платформи для розробки, системи управління базами даних.

3. Людський капітал: Висококваліфіковані спеціалісти – програмісти, розробники, інженери з кібербезпеки, аналітики великих даних.

4. Фінансові ресурси: Інвестиції в розвиток інфраструктури та технологій, венчурний капітал для стартапів.

Ці ресурси є основою для виробництва та підтримки всіх цифрових продуктів та послуг, які генерує ІТ-сектор.

Продукти ІТ-сектора можуть бути поділені на кілька основних категорій:

1. Програмне забезпечення: Системне, прикладне, мобільні додатки, ігри, програми для кібербезпеки.

2. Цифрові послуги: Хмарні сервіси, аналітика даних, послуги кібербезпеки, розробка веб-платформ.

3. Апаратні рішення: Сервери, комп'ютери, мережеві пристрої.

4. Інформаційні послуги: Управління базами даних, обробка великих даних, цифрові платформи для різних секторів економіки.

Продукти ІТ-сектору є ключовими елементами цифрової економіки та постачають технологічну інфраструктуру для інших секторів, таких як телекомунікації, фінанси, медіа, освіта.

Доходи ІТ-сектора формуються з кількох джерел, і їх можна оцінити на основі чинної статистики:

1. Прямі доходи від продажу програмного забезпечення, цифрових послуг, апаратних рішень всередині країни.

2. Доходи від експорту ІТ-послуг, таких як розробка програмного забезпечення, консалтинг, підтримка інфраструктури.

3. Доходи від ліцензування програмного забезпечення та технологій.

За даними OECD та Eurostat, доходи ІТ-сектору можуть бути оцінені через його частку у ВВП, обсяги експорту цифрових послуг, а також за показниками прибутковості ІТ-компаній. Ці дані можна побачити у звітах національних статистичних агентств та міжнародних організацій.

Витрати ІТ-сектору поділяються на кілька категорій:

1. Інфраструктурні витрати: Витрати на підтримку та розвиток серверної та мережевої інфраструктури.

2. Заробітна плата: Високі витрати на заробітну плату для висококваліфікованих працівників.

3. R&D: Інвестиції в інновації, розробку нових продуктів та послуг.

4. Операційні витрати: Витрати на підтримку бізнесу, юридичні та маркетингові послуги, кібербезпека.

Ці витрати можна побачити в статистичних звітах щодо витрат ІТ-компаній, зокрема через показники операційних витрат та витрат на дослідження і розробки, які часто фіксуються у звітах міжнародних організацій, таких як ВЕА та OECD.

Однак, сам по собі опис виробничих ресурсів, продуктів, доходів і витрат ІТ-сектора ще не забезпечує його однозначної економічної ідентифікації як самостійного сегмента національної економіки. Подібні характеристики притаманні також іншим галузям, що активно використовують цифрові технології у своїй діяльності, але не спеціалізуються на їх створенні. Це означає, що структурно-фінансові та продуктові параметри є необхідною, проте недостатньою умовою для чіткого окреслення меж ІТ-сектора.

Разом із тим, наведене розуміння ролі ІТ-сектора як технологічного ядра цифрової економіки саме по собі не розв'язує проблему його чіткої економічної ідентифікації. Поширення цифрових технологій у всіх сферах господарської діяльності призводить до розмивання меж між ІТ-сектором та іншими секторами економіки, які активно використовують інформаційні технології, але не

спеціалізуються на їх створенні. У результаті виникає методологічна проблема: за відсутності чітких критеріїв складно відокремити власне ІТ-сектор від галузей, що зазнали цифрової трансформації, таких як фінанси, торгівля, промисловість або державне управління.

Саме тому в межах даного дослідження принципового значення набуває питання визначення меж ІТ-сектора як самостійного економічного сегмента. Йдеться не лише про галузеву класифікацію видів діяльності, а про економічний підхід, у межах якого сектор ідентифікується через специфічний продукт, особливі виробничі ресурси та функціональну роль у відтворювальному процесі. Такий підхід дозволяє перейти від описового трактування ІТ-сектора як «сукупності технологій» до його аналізу як структурного елемента національної економіки.

Важливим у цьому контексті є розмежування між ІТ-сектором та ширшим ІКТ-сектором. Якщо ІКТ-сектор охоплює як створення інформаційних технологій, так і забезпечення інфраструктури передавання даних і зв'язку, то ІТ-сектор концентрується передусім на розробці цифрових продуктів і рішень, що мають універсальний характер застосування та формують технологічну основу для функціонування інших секторів економіки. Саме ця особливість зумовлює необхідність розгляду ІТ-сектора не лише як частини ІКТ, а як окремого економічного ядра цифрової економіки.

Узагальнення еволюції теоретичних підходів до аналізу інновацій та інноваційних секторів дозволяє зробити принциповий висновок: у сучасній економіці інновації не є зовнішнім фактором розвитку, а формуються в межах окремих секторів, що спеціалізуються на створенні знань і технологій. Відповідно, для ідентифікації ролі ІТ-сектора як структурного елемента національної економіки необхідно звернутися до моделей, у яких інноваційна діяльність інтегрована безпосередньо в механізм економічного зростання. У цьому контексті особливе значення має секторна модель ендогенного зростання П. Ромера, яка дозволяє аналітично виділити сектор створення знань і простежити його взаємодію з іншими секторами економіки.

Цінність підходу, реалізованого в «секторній моделі економіки» П. Ромера, для дослідження проблематики ІТ-сектора в рамках цієї роботи полягає у таких ключових аспектах:

- *Межі ІТ-сектора* визначаються специфічним продуктом, який він створює (програмне забезпечення, цифрові платформи, хмарні сервіси), та особливими виробничими ресурсами, які використовуються для цього (людський капітал, інфраструктура, технології). Це дозволяє чітко виділити ІТ-сектор серед інших галузей економіки.

- *Взаємозв'язки між секторами економіки* полягають у тому, що продукти ІТ-сектора (цифрові технології та сервіси) стають ключовими ресурсами для інших секторів, таких як фінанси, охорона здоров'я, виробництво та освіта. Це забезпечує інтеграцію та стимулює розвиток інших галузей через цифровізацію та автоматизацію.

- *Технологічний прогрес як рушій економічного зростання*: ІТ-сектор, як частина сектору створення нових знань, є ключовим драйвером для впровадження інновацій та підвищення ефективності в інших галузях економіки. Саме ІТ-технології забезпечують передумови для мультиплікативного впливу на виробництво кінцевої продукції через автоматизацію процесів та оптимізацію ресурсів.

Спираючись на ці ідеї, закладені в «секторній моделі» П. Ромера, та адаптуючи їх для аналізу ІТ-сектора в контексті цифрової економіки, можна сформулювати такі припущення:

- ІТ-сектор не можна обмежувати лише «технологічним ядром». Продукти ІТ-сектора стають визначальними ресурсами для інших секторів, таких як електронна торгівля, електронне урядування, електронне навчання та медіа.

- Розмежування цифрової та традиційної економіки може базуватися на кількісних параметрах виробничих функцій, описаних у рівняннях (1.3 – 1.5). в моделі П. Ромера. Зокрема, параметри η , α та β визначають рівень мультиплікативного впливу ІТ-технологій на інші сектори економіки: η відображає ефективність трансформації цифрових інновацій у технологічний капітал інших

галузей; α та β дозволяють оцінити внесок інтелектуальної складової (людського капіталу) та трудових ресурсів у створення кінцевої вартості цифрового продукту. Ці коефіцієнти є індикаторами того, наскільки впровадження ІТ-рішень збільшує загальну продуктивність і стимулює економічне зростання за межами власне ІТ-сектора.

Таким чином, ІТ-сектор виступає як основний каталізатор економічного зростання у цифровій економіці, забезпечуючи трансформацію традиційних бізнес-моделей та створення нових ринків і можливостей через технологічні інновації.

Однією з ключових характеристик цифрової економіки є здатність ІТ-сектора створювати імпульси, які трансформують усі інші галузі національної економіки та суспільства загалом. Важливим елементом цього процесу є механізм передачі цих імпульсів від технологічного ядра до інших секторів, що забезпечується завдяки ефективній інфраструктурі публічного управління. Саме ІТ-сектор виступає рушійною силою цього процесу, генеруючи інноваційні технології, які проникають у всі сфери економічної діяльності, створюючи мультиплікативний ефект. Підхід до структурного аналізу ІТ-сектора можна розглядати через призму технологічного ядра та адаптаційного поясу, що відповідає сучасним потребам цифрової економіки [48]. У цій моделі технологічне ядро включає розробку та впровадження ІТ-продуктів, таких як програмне забезпечення, мобільні додатки, хмарні сервіси та платформи, що забезпечують продуктивність у різних галузях.

Успішна інтеграція ІТ-сектора в економіку значною мірою залежить від стимулюючих заходів держави. Інфраструктура публічного управління виступає як один із ключових факторів, що сприяє ефективній передачі технологічних імпульсів до інших секторів економіки. Практика розвинених країн демонструє, що держава може забезпечити сприятливе середовище для розвитку ІТ-сектора шляхом:

- фінансування інфраструктури ІКТ, включаючи створення широкосмугового доступу та комунікацій;
- податкових та кредитних стимулів для інвестицій у цифрову сферу;
- стимулюючої митної політики щодо імпорту ІКТ-обладнання;

- захисту прав споживачів у сфері е-комерції, е-медіа та е-бізнесу;
- управління ризиками інформаційної безпеки, що є критично важливим для цифрових платформ та онлайн-транзакцій.

На рис. 1.1. ІТ-сектор виступає «технологічним ядром», яке генерує інновації та імпульси для розвитку інших секторів економіки. Продукти та сервіси ІТ-сектора використовуються для оптимізації процесів у різних галузях, що формує «е-пояс продуктів кінцевого споживання». Державна підтримка та регулювання, представлені як «пояс інфраструктури управління», створюють сприятливі умови для функціонування ІТ-сектора, забезпечуючи його інтеграцію в економіку та стимулюючи подальший розвиток цифрових технологій.

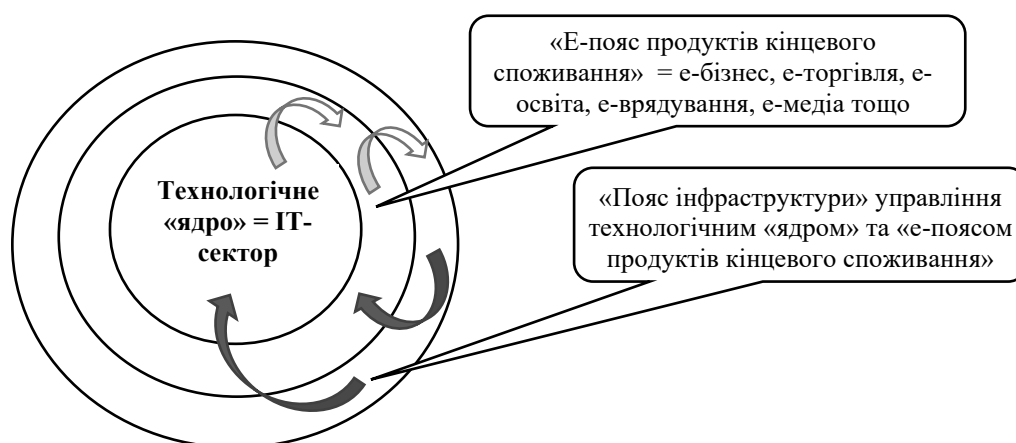


Рис.1.1. Елементи «цифрової економіки»

Джерело: створено автором.

«Технологічне ядро» (ІТ-сектор) генерує інноваційні продукти, які слугують ресурсами для інших секторів економіки та частково як кінцеві продукти для споживачів. Однак вплив ІТ-сектора не обмежується лише розробкою технологічних рішень; він також стимулює створення нових бізнес-моделей та підвищує ефективність традиційних галузей.

«Пояс продуктів кінцевого споживання» включає цифрові сервіси, що базуються на ІТ-інфраструктурі: е-комерція, онлайн-освіта, електронне врядування, цифрові медіа тощо. Цей пояс адаптується до нових технологій, використовуючи продукти ІТ-сектора як ресурс для створення додаткової вартості.

Межі цього поясу визначаються сукупною вартістю кінцевих цифрових продуктів, таких як програмне забезпечення, мобільні додатки та інші сервіси.

«Інфраструктурний пояс управління» забезпечує підтримку функціонування як технологічного ядра, так і поясу продуктів кінцевого споживання. Це включає державне регулювання, фінансові стимули, податкові пільги, а також розвиток ІКТ-інфраструктури, що дозволяє інтегрувати цифрові рішення в економіку.

Взаємозв'язки між секторами (ілюстровані на рис. 1.1 стрілочками) віддзеркалюють моменти економічного кругообігу – взаємопов'язаного руху ресурсів та продуктів, що відбувається між секторами. Якщо наше припущення про ідентифікацію елементів цифрової економіки на засадах розмежування «ядра» та «поясів» має достатні підстави, то, з використанням ідеї виробничих функцій, ці межі можуть подаватись у вигляді саме виробничих функцій. Найбільш загальний вид цих функцій поданий рівняннями (1.7), (1.8), (1.9).

Виробнича функція «технологічного ядра» у вигляді продуктів проміжного споживання (ресурсів для інших секторів) та, частково, кінцевих продуктів:

$$Y_{ICT} = F(H_{ICT}, K_{ICT}, S_{ICT}); \quad (1.7)$$

Виробнича функція «е-поясу продуктів кінцевого споживання»:

$$Y_{EP} = F(Y_{ICT}, H_{EP}, K_{EP}, S_{EP}); \quad (1.8)$$

Виробнича функція «поясу управління», що створює публічні сервіси для функціонування «технологічного ядра» та «е-поясу продуктів кінцевого споживання»:

$$S_{ICT} = F(H_S, K_S, Y_{ICT}, Y_{EP}), \quad (1.9)$$

де Y_{ICT} , Y_{EP} , S_{ICT} – продукти трьох секторів, відповідно, технологічного ядра – власне, ІТ-сектору, е-поясу продуктів кінцевого споживання, поясу інфраструктури управління цифровою економікою;

H_{ICT} , H_{EP} , H_S – людський капітал трьох секторів;

K_{ICT} , K_{EP} , K_S – фізичний капітал трьох секторів.

З огляду на запропонований підхід, ІТ-сектор слід розглядати як «технологічне ядро» цифрової економіки, що є основним джерелом інновацій та технологічних рішень для всіх інших галузей, інтегрованих у цифрову екосистему.

У цій моделі «ядро» ІТ-сектора взаємодіє з двома ключовими компонентами: «е-поясом продуктів кінцевого споживання» та «поясом інфраструктури управління», забезпечуючи ефективний потік ресурсів, продуктів і послуг.

Межі цифрової економіки визначаються виробничими ресурсами ІТ-сектора, його технологічними можливостями та кінцевими продуктами, які генеруються у кожному з цих суб-секторів. Незважаючи на певні виклики у чіткому визначенні меж цифрової економіки, дослідження її структури та впливу можливе на основі наявних статистичних даних. Ця інформація є важливим підґрунтям для оцінки масштабів і ролі «технологічного ядра» у формуванні мультиплікативних ефектів, які впливають на розвиток інших галузей через впровадження інноваційних технологій та цифрових рішень.

1.3. Світовий досвід оцінки впливу ІТ-сектору на економічну кон'юнктуру

Дослідження світового досвіду ідентифікації та оцінки ІТ-сектору демонструє наявність суттєвих розбіжностей у методологічних підходах провідних аналітичних інституцій, що безпосередньо впливає на результати кон'юнктурного аналізу. В основі цих розбіжностей лежить складність розмежування «технологічного ядра» та суміжних сфер цифрової активності, що формують «е-пояси» національних економік.

На сучасному етапі світова економічна наука стикається з феноменом, який Ч. Ватанабе (Chihiro Watanabe) та ін. визначають як «незафіксований ВВП» (uncaptured GDP) [49]. Сутність цього явища полягає в тому, що значна частина цінності, яку генерує ІТ-сектор (зокрема через безкоштовні цифрові сервіси, відкрите програмне забезпечення та хмарні платформи), не знаходить прямого грошового відображення в системі національних рахунків. Це зумовлено специфікою цифрових благ, граничні витрати на виробництво та поширення яких прямують до нуля. Таким чином, виникає методологічна пастка: реальна роль ІТ-

сектору у формуванні економічної кон'юнктури є значно вищою за його номінальну частку у ВВП, що потребує впровадження нових інструментів оцінки, зокрема мультиплікативного аналізу.

Усвідомлюючи ці методологічні обмеження, не можна, однак, відмовлятися від дослідження цифрової економіки з використанням усієї наявної статистичної інформації. Важливе підґрунтя для узагальнень щодо масштабу впливів ІТ-сектору на всю економіку дають дані про частку цифрової економіки та ІКТ-сектору у ВВП різних країн. На рис. 1.2. подана інформація про частку цифрової економіки у ВВП двох «полюсів» сучасного «біполярного світу» – США та Китаю.

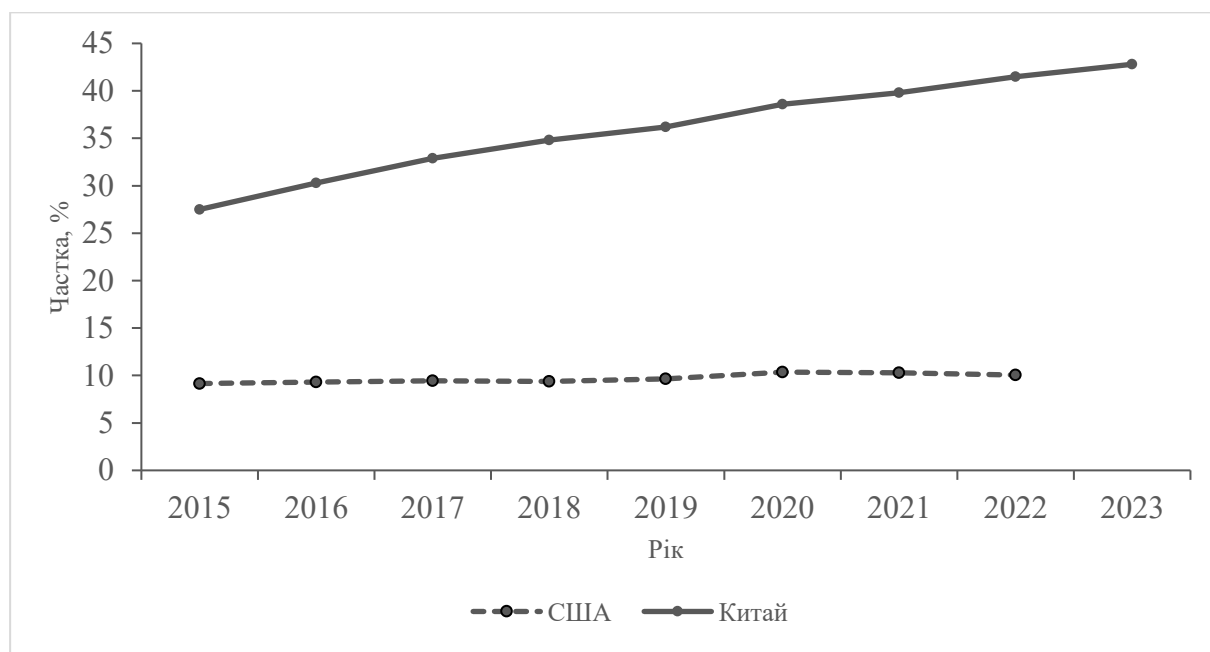


Рис. 1.2. Частка цифрової економіки в ВВП США та Китаю (%)

Джерело: побудовано автором на основі [50-53].

Інформація, презентована на рис. 1.2, є контрверсійною: дані свідчать про те, що частка цифрової економіки в структурі ВВП лідера творення цифрових технологій – США майже в чотири рази менша, ніж відповідна частка в структурі ВВП Китаю. Пояснення цього «розриву» слід шукати у визначеності поняття «цифрова економіка» провідними аналітичними інституціями – Бюро економічного аналізу США (BEA) та Китайською академією інформаційних та комунікаційних технологій (CAICT) (табл. 1.4).

Підходи до тлумачення меж цифрової економіки в США та Китаї

Складники цифрової економіки США в тлумаченні БЕА:	Складники цифрової економіки Китаю в тлумаченні САІСТ:
<ul style="list-style-type: none"> - інфраструктура комп'ютерних мереж і цифрової економіки (ІКТ), - е-комерція, або віддалений продаж товарів і послуг через комп'ютерні мережі, - платні цифрові послуги, пов'язані з комп'ютерами та зв'язком, - послуги федеральних (державних) установ, що безпосередньо пов'язані з підтримкою цифрової економіки. 	<ul style="list-style-type: none"> - сектор «цифрової індустріалізації» (Digital industrialization), що охоплює: електронну інформаційну індустрію, базові телекомунікації, інтернет-індустрію, програмне забезпечення; - сектор «індустріальної цифровізації» (Industrial digitalization), що формується виробництвами, у яких відбувається зростання ефективності за рахунок використання цифрових технологій та цифрових продуктів

Джерело: складено автором на основі [45; 46; 55].

Зокрема, поняття сектору «індустріальної цифровізації», який виокремлюється китайськими аналітиками, створює можливості для суттєвого розширення меж цифрової економіки, включаючи ефекти зростання ефективності в традиційних галузях. Це підтверджує тезу про те, що цифрові технології виступають «технологічним ядром», імпульси якого поширюються на суміжні «е-пояси».

Факт, відносно вищої частки цифрової економіки в структурі ВВП країн з нижчим рівнем економічного розвитку, акцентований в різних дослідженнях, зокрема, в роботі Дж. Маника (James Manyika) та ін. [54]. Статистичні дані, наведені в цій роботі, свідчать про таке: частка цифрової економіки у ВВП Сенегалу (3,3%) була у 2012 р. вищою, ніж в Німеччині (3,2%) та Франції (3,1%), а частка Кенії (2,9%) вищою, ніж в Канаді (2,7%) чи в Італії (1,7%).

Явище особливих умов успішного використання нових технологій, які створювалися в інших більш розвинених країнах, спостерігалось в економічній історії світу неодноразово. Отже, зростання за рахунок цифровізації без відповідного власного технологічного ядра цифровізації не є виключенням. Таке зростання має ознаки екзогенного. Відтак, і раніше, і в сучасному світі

спостерігається явище, так званого емерджентного зростання [56-58]. Відповідно, може реалізовуватися, так званий ефект емерджентності, пов'язаний з успішним застосуванням ІКТ-технологій.

Важливу теоретичну та прикладну проблему становить те, який продукт цифрової економіки береться до уваги при визначенні частки у ВВП. Йдеться про необхідність розмежування валового та чистого (кінцевого) продукту цифрової економіки. Адже, при оцінці частки *валового* продукту цифрової економіки до ВВП матимемо кращі показники, ніж при оцінці частки *чистого* (кінцевого) продукту. За нашою гіпотезою про «технологічне ядро» цифрової економіки та «е-поясу продуктів кінцевого споживання», в межах ядра створюються продукти проміжного споживання, що стають ресурсами для «е-поясу». Одночасно, «технологічне ядро» продукує і власні кінцеві продукти. Такими, до прикладу, можуть вважатись ті продукти, які, за Звітом про цифрову економіку (Digital Economy Report) від UNCTAD [22], віддзеркалюють вплив нових технологій на суспільство. Серед них: мобільний інтернет, е-засоби масової інформації, е-комерція, інтернет-захист, а також е-сервіси держави для громадян тощо.

Отже, існують, принаймні, три обставини, якими можуть пояснюватись високі частки цифрової економіки у ВВП країн з нижчим рівнем соціально-економічного та технологічного розвитку. По-перше, це «розширення меж» цифрової економіки через особливості тлумачення її змісту та структури. По-друге, це, використання в оцінюванні цифрової економіки різних її продуктів – валового, що охоплює і продукцію проміжного споживання, яка стає ресурсом для інших секторів, та чистого, що охоплює лише продукти кінцевого споживання. По-третє, це, так званий ефект емерджентності, дія якого пов'язана з успішним екзогенним пристосуванням економік окремих країнах до нового технологічного ядра, створюваного за межами конкретної країни.

Для аналізу цифрової економіки країн ЄС можемо скористатися статистичною інформацією про частку ІКТ-сектору. Адже доступна інформація про частку всієї цифрової економіки для країн ЄС та інформація про зміни цієї частки, що подається лише у вигляді графіків [59], на жаль, позбавляє можливості

оперування точними цифрами. Цифрові дані від Євростату про частку ІКТ-сектору до ВВП в країнах ЄС візуалізовані автором у вигляді рис.1.3.

Дані, представлені на рис. 1.3, показують зростання частки ІКТ-сектору у ВДВ країн ЄС у 2017–2021 рр., із піковими значеннями у 2020–2021 рр. Для ЄС у цілому показник досяг 5,46 %. При цьому у 2022–2023 рр. у низці країн (зокрема Німеччині, Бельгії, Фінляндії, Швеції) та на рівні ЄС спостерігається незначне зниження частки ІКТ-сектору. Це може бути пов'язано із нормалізацією економічної активності після пандемії, відновленням ролі традиційних галузей, а також загальним сповільненням економічної динаміки в умовах енергетичної та геополітичної нестабільності.

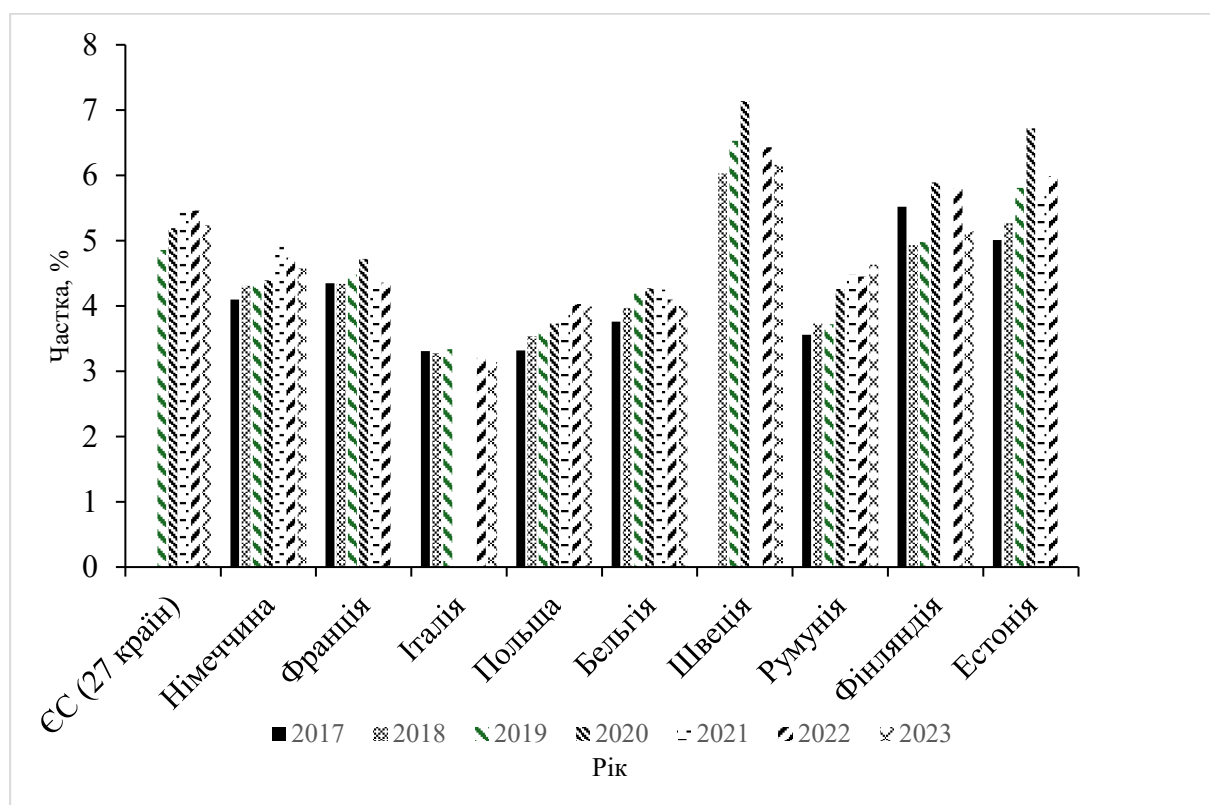


Рис. 1.3. Частка ІКТ-сектору в ВДВ країн ЄС за 2017–2023 рр. (%)

Джерело: побудовано автором на основі [60].

Разом з тим, країни демонструють різні моделі розвитку ІКТ-сектору. Швеція, Фінляндія та Естонія утримують лідерські позиції, що пов'язано з довгостроковими інвестиціями у людський капітал, розвитком інноваційних

екосистем та цифрового врядування. Польща та Румунія характеризуються моделлю наздоганяючої цифровізації, де зростання ІКТ-сектору обумовлене розвитком сервісних ІТ-послуг і включенням у глобальні ланцюги створення вартості. Бельгія займає проміжну позицію із відносно стабільною часткою ІКТ у ВДВ без різких структурних змін. Натомість Італія зберігає нижчу частку ІКТ-сектору, що пов'язано з домінуванням традиційних галузей та повільнішою структурною модернізацією економіки.

Глибший аналіз світової практики підтверджує, що вплив ІТ-сектору на економічний розвиток не є лінійним процесом і суттєво варіюється в залежності від інституційної готовності національних економік. Дослідження Ф. Крус-Хесуса (Frederico Cruz-Jesus) та ін. [61] дозволяє ідентифікувати специфічні патерни, що пов'язують рівень цифрового та економічного розвитку. Автори доводять, що для багатьох країн, які не мають власного потужного «технологічного ядра», цифровізація стає інструментом подолання технологічного відставання через механізм адаптації готових рішень.

Ця концепція безпосередньо корелює з висновками звіту АРЕС [62], де наголошується, що структурні реформи в цифровій сфері є передумовою трансформації зовнішніх технологічних імпульсів у внутрішні чинники зростання. Для країн, що демонструють «ефект емерджентності» (зокрема Кенія, Сенегал, а також Україна), ключовим стає не лише обсяг ІТ-експорту, а здатність внутрішнього ринку абсорбувати ці технології. У цьому контексті обґрунтований нами «пояс інфраструктури управління» відіграє роль стратегічного фільтра, який або прискорює, або гальмує дифузії інновацій від «технологічного ядра» до традиційних секторів економіки.

Ефективність такої дифузії визначає, чи стане цифровізація драйвером реального сектору, чи залишиться ізольованим «експортним анклавом». Світовий досвід (зокрема досвід країн АРЕС) свідчить, що кон'юнктурний успіх визначається не кількістю інсталюваного обладнання, а глибиною його інтеграції у виробничі ланцюги – те, що було ідентифіковано як «е-пояс».

Важливим теоретичним аспектом, що впливає зі світових патернів, є «парадокс нагромадження цифрового капіталу». Згідно з працею Ч. Ватанабе [49], у розвинених країнах зростання ІТ-сектору часто супроводжується зниженням темпів зростання номінального ВВП через дефляційний вплив технологій та поширення безкоштовних цифрових послуг. Водночас у країнах з емерджентним типом зростання спостерігається зворотний ефект: цифровізація через механізм мультиплікатора підштовхує макроекономічні показники вгору за рахунок виведення трансакцій з тіньового сектору та підвищення загальної прозорості ринків.

Отже, світові патерни цифрового розвитку підтверджують теоретичну модель: вплив ІТ-сектору на економічну кон'юнктуру є багатофакторним процесом, що реалізується через:

- Прямий внесок технологічного ядра (динаміка випуску ІКТ-послуг).
- Непрямий внесок через зростання ефективності в адаптаційних поясах («індустріальна цифровізація»).
- Емерджентний ефект, що виникає завдяки якості інституційного фільтра (поясу управління), який забезпечує абсорбцію технологій.

Окремо розглянемо методологію, засновану на вимірюванні «цифрових переливів» (digital spillovers). Цей підхід представлений у глобальних дослідженнях Huawei та Oxford Economics [63] і пропонує розглядати ІТ-сектор не просто як окрему галузь, а як джерело імпульсів, що змінюють ефективність усієї економіки.

Методологічна сутність концепції *digital spillover* полягає в тому, що цифровізація створює ефекти, які виходять за межі прямого продажу програм чи обладнання. З погляду оцінки кон'юнктури, цей підхід дозволяє виділити три канали, через які вплив ІТ-сектору передається іншим галузям:

1. Внутрішні переливи (Internal Spillovers) – це зростання ефективності всередині окремих компаній. Коли підприємство впроваджує цифрові рішення, воно оптимізує свої витрати, що створює позитивні зміни в «е-поясах» економіки.

2. Ланцюгові переливи (Supply Chain Spillovers) – це передача технологічного імпульсу через цифровізацію взаємодії з постачальниками. Використання спільних цифрових платформ підвищує стійкість усього виробничого ланцюга.

3. Горизонтальні переливи (Horizontal Spillovers) – це поширення знань та технологій між різними галузями. Це призводить до підвищення загальної продуктивності навіть у тих сферах, які безпосередньо не купують ІТ-послуги.

Світовий досвід застосування цієї методології свідчить про наявність значного розриву між прямим внеском ІТ-сектору та сукупним ефектом переливів. Дослідники Oxford Economics доводять, що за останні десятиліття кожен долар, інвестований у цифрові технології, сприяв генеруванню суттєво вищого обсягу ВВП порівняно з традиційними активами. Зокрема, їхні розрахунки вказують на те, що цифровий мультиплікатор у середньому у 2,5 рази перевищує мультиплікатор інвестицій у нецифрові основні засоби.

Особливого значення набуває виявлений у межах цього підходу принцип «прискореної віддачі». Він вказує на те, що потужність цифрового впливу залежить від того, наскільки якісним є інституційне середовище (наш «пояс управління»). Для країн, що демонструють «ефект емерджентності», це означає: якщо в країні немає умов для поглинання технологій, потенціал ІТ-сектору використовуватиметься лише частково, не створюючи максимального мультиплікативного ефекту.

Таким чином, концепція *digital spillover* слугує важливим теоретичним містком між проблемою «незафіксованого ВВП» та необхідністю використання мультиплікативного аналізу. Якщо офіційна статистика не бачить частини цінності цифрових продуктів, то підхід, заснований на переливах, дозволяє оцінити цей вплив через відгук суміжних галузей, що формують сукупний економічний ефект цифровізації.

Світовий досвід оцінки впливу ІТ-сектору на економіку не обмежується лише макроекономічними показниками ВВП. Для глибшого розуміння якісних змін у кон'юктурі міжнародні інституції використовують систему композитних індексів,

які дозволяють оцінити готовність національних економік до цифрової трансформації. У контексті нашого дослідження ці індекси виступають інструментами вимірювання ефективності «поясу управління» та «технологічного ядра».

Одним із найбільш релевантних інструментів у межах Європейського Союзу є Індекс цифрової економіки та суспільства (Digital Economy and Society Index, DESI) [64]. Методологія DESI базується на чотирьох ключових напрямках: людський капітал, підключення (інфраструктура), інтеграція цифрових технологій бізнесом та цифрові державні послуги. Для аналізу економічної кон'юнктури особливе значення має суб-індекс «інтеграції технологій», оскільки він безпосередньо відображає здатність «е-поясу» абсорбувати інновації від «технологічного ядра». Світова практика використання DESI свідчить, що країни з вищим рівнем інтеграції цифрових рішень у малого та середньому бізнесі демонструють вищу стійкість до циклічних коливань.

Іншим глобальним інструментом оцінки є Індекс мережевої готовності (Network Readiness Index, NRI) [65]. Теоретична база NRI зосереджена на здатності економіки використовувати можливості ІКТ для підвищення конкурентоспроможності та добробуту. Цей індекс дозволяє ідентифікувати так звані «цифрові бар'єри» у поясі управління. Аналіз динаміки NRI в різних країнах світу підтверджує тезу про те, що наявність лише технологічного ресурсу (ядра) є недостатньою для покращення кон'юнктури; критично важливою є наявність відповідного регуляторного середовища та навичок населення.

Важливе місце у світовому досвіді посідає також Глобальний індекс підключення (Global Connectivity Index, GCI) [66]. Його методологія фокусується на зв'язку між інвестиціями в ІКТ-інфраструктуру (S-ядро) та макроекономічними показниками. Дослідження в межах GCI виявили існування «точки перегину»: країни, які досягають певного рівня розвитку цифрової інфраструктури, починають отримувати значно вищу віддачу від кожного наступного долара інвестицій. Це емпірично підтверджує раніше згаданий принцип «прискореної віддачі» та мультиплікативну природу цифрових впливів.

Важливим вектором розвитку світової економічної думки у 2024–2025 рр. стало обґрунтування концепції «цифрової стійкості» (digital resilience) [67; 68]. Згідно з сучасними звітами МВФ та ОЕСР, цифрова трансформація змінила саму природу кон'юнктурних циклів, зробивши національні економіки менш вразливими до фізичних розривів у ланцюгах постачання та соціальних обмежень.

Теоретично цифрова стійкість базується на здатності ІТ-сектору виконувати функцію «адаптивного буфера». Це виявляється через три основні механізми:

1. Заміщення фізичних активів цифровими: можливість швидкого переходу на віддалені формати роботи та електронну торгівлю мінімізує падіння сукупного попиту під час шоків.

2. Інформаційна прозорість: швидкий обмін даними дозволяє бізнесу миттєво реагувати на зміну економічних умов, уникаючи криз перевиробництва або дефіциту.

3. Контрциклічна динаміка інновацій: досвід 2020–2024 рр. свідчить, що під час рецесій у традиційних секторах інвестиції в «технологічне ядро» часто зростають, оскільки бізнес шукає шляхи оптимізації витрат через цифровізацію.

З погляду нашої моделі, цифрова стійкість є результатом синергії між потужним «технологічним ядром» та високою абсорбційною спроможністю «е-поясів». Проте світовий досвід (зокрема аналіз за індексом NRI) підкреслює, що стійкість не виникає автоматично – вона потребує ефективного «поясу управління», який забезпечує кібербезпеку та цифрову грамотність населення.

Таким чином, цифрова стійкість є якісною характеристикою сучасної економічної системи. Вона пояснює, чому мультиплікативний ефект від ІТ-сектору має не лише кількісний вимір (зростання ВВП), а й якісний – стабілізацію економічної системи в умовах невизначеності.

Узагальнення світових підходів до оцінювання впливу ІТ-сектора на економіку представлено в таблиці 1.5. Аналіз світового досвіду та сучасних концепцій, таких як «незафіксований ВВП» та «цифрові переливи», переконує в тому, що прямі методи оцінки частки ІТ-сектору у ВВП не дають повної картини його впливу на економічний розвиток.

**Методологічні підходи до оцінювання впливу ІТ-сектора на економіку у
світовій практиці**

<i>Підхід / індекс</i>	<i>Об'єкт вимірювання</i>	<i>Тип економічного ефекту</i>	<i>Рівень економічного аналізу</i>	<i>Обмеження</i>
Парадокс цифрового капіталу (Ватанабе)	Динаміка ВВП за умов цифровізації	Прихований (дефляційний) ефект	Загально економічний рівень (ВВП країни)	Частина цифрової цінності не відображається у статистиці
Digital Spillovers («цифрові переливи»)	Передача ефектів ІТ іншим галузям	Непрямий та міжгалузевий вплив	Рівень підприємств і галузей	Складність кількісного вимірювання
DESI (Індекс цифрової економіки та суспільства)	Рівень інтеграції цифрових технологій	Інституційний та адаптаційний ефект	Національна економіка (інституційне середовище)	Не вимірює безпосередній економічний результат
NRI (Індекс мережевої готовності)	Мережева спроможність	Потенціал цифрового розвитку	Національна економіка	Оцінює умови, а не фактичний вплив
GCI (Глобальний індекс підключення)	Рівень розвитку цифрової інфраструктура та інвестицій	Інвестиційний мультиплікативний ефект	Національна економіка (макропоказники)	Обмежене врахування інституційних факторів
Digital resilience («цифрова стійкість»)	Стійкість економіки до шоків	Стабілізаційний ефект	Економічна система в цілому	Переважно якісна оцінка

Джерело: складено автором на основі [49; 63-67].

Для того, щоб глибше зрозуміти механізми цього впливу, необхідно звернутися до економічних моделей, які дозволяють дослідити як прямі, так і опосередковані ефекти, що виникають через взаємодію між секторами економіки.

Для обґрунтування інструментарію дослідження та пояснення природи «цифрового імпульсу», що йде від технологічного ядра до е-поєсів, доцільно спиратися на дві фундаментальні теоретичні основи:

1. Кейнсіанська теорія витрат-випуску.
2. Модель міжгалузевих зв'язків Леонтьєва.

Згідно з Кейнсіанською теорією [69], маємо такі припущення:

1. Економічна активність залежить від сукупних витрат (попиту), які включають споживання, інвестиції, державні витрати та чистий експорт. Економіка в короткостроковому періоді може не досягти повної зайнятості через недостатність попиту.

2. Ринок не є повністю саморегульованим: ціни та заробітна плата є жорсткими в короткостроковому періоді, що призводить до виникнення циклічних коливань.

3. Держава може впливати на економіку через фінансову політику, зокрема збільшення державних витрат або зниження податків для стимулювання попиту.

Провідний макроекономіст XX ст. Дж. М. Кейнс (John Maynard Keynes) стверджував, що в умовах недостатнього попиту держава повинна втручатися через збільшення автономних витрат (наприклад, державних закупівель), що призведе до збільшення випуску та доходів. Це відбувається через ефект мультиплікатора, коли кожен приріст автономних витрат спричиняє ланцюгову реакцію в індукційованих витратах (споживанні), що, своєю чергою, збільшує загальний випуск в економіці.

Розглянемо ІТ-сектор через призму кейнсіанського підходу, застосовуючи наступні припущення:

1. ІТ-сектор є частиною національної економіки, що активно формує сукупний попит через споживання, інвестиції, а також експорт послуг (зокрема, програмного забезпечення та консалтингових послуг).

2. ІТ-сектор є високо капіталомістким і трудомістким, що створює додатковий попит на кваліфіковану робочу силу та інвестиції в інфраструктуру.

3. Хоча цей сектор має високу динаміку зростання, він також залежить від загальної макроекономічної стабільності та попиту на технологічні рішення з боку інших секторів економіки.

4. Урядова підтримка, наприклад через стимулювання інновацій або податкові пільги, може збільшити автономні витрати в ІТ-секторі.

Вплив ІТ-сектора на економіку можна оцінювати через механізм мультиплікатора. Якщо держава інвестує в розвиток інфраструктури ІТ-сектора або запроваджує податкові стимули для ІТ-компаній, це призведе до збільшення автономних витрат у секторі. Як результат, ІТ-компанії зможуть розширити свої операції, залучати більше працівників, збільшувати експорт та доходи, що створить додатковий сукупний попит. Подальше зростання доходів працівників ІТ, що мають високі зарплати, стимулюватиме їх споживання, тим самим збільшуючи індуковані витрати в економіці.

Існує прямий ефект впливу: зростання витрат на ІТ-сектор стимулює створення доданої вартості у самому секторі. ІТ-компанії збільшують випуск програмного забезпечення, цифрових продуктів, послуг у сфері кібербезпеки тощо.

Одночасно, існує непрямий ефект впливу: сектор ІТ має великий мультиплікаційний ефект на інші галузі економіки через те, що ці технології застосовуються в інших секторах для оптимізації виробництва, зниження витрат і збільшення продуктивності. Наприклад, впровадження ІТ-рішень у виробничих процесах дозволяє зменшити витрати та збільшити ефективність інших галузей.

Додатково існує індукований ефект: зростання зайнятості в ІТ-секторі та підвищення доходів його працівників призводить до зростання споживчого попиту, що стимулює випуск продукції в секторах, орієнтованих на кінцеве споживання (торгівля, послуги тощо).

Мультиплікатор витрат у контексті ІТ-сектора може бути розрахований так само, як і для будь-якого іншого сектора. Збільшення інвестицій або державних витрат на ІТ-інфраструктуру призводить до зростання сукупного випуску в економіці через мультиплікативний ефект. Наприклад, якщо держава інвестує в освітні програми для підготовки спеціалістів з ІТ або в інноваційні центри, це створює ланцюгову реакцію:

$$me_{IT} = \frac{\Delta Y_{IT}}{\Delta AD_{IT}} \quad (1.10)$$

де me_{IT} – мультиплікатор витрат ІТ-сектора, ΔY_{IT} – приріст випуску (доходів) в ІТ-секторі; ΔAD_{IT} – приріст автономних витрат, спрямованих на розвиток ІТ-сектора.

Враховуючи високі темпи зростання ІТ-сектора та його вплив на інші галузі економіки, застосування кейнсіанського підходу для стимулювання ІТ є необхідним. Інвестиції в ІТ та технологічну інфраструктуру сприятимуть загальному зростанню економіки через мультиплікативний ефект.

Модель Леонтьєва, або модель «витрати-випуск», є ще одним важливим інструментом для аналізу взаємозв'язків між галузями економіки. Вона дозволяє оцінити, як зміни у виробництві однієї галузі впливають на інші сектори економіки [70]. У контексті ІТ-сектору, ця модель є особливо корисною для розуміння того, як розвиток технологій може вплинути на різні галузі, стимулюючи економічне зростання. Модель Леонтьєва пов'язана з кейнсіанською моделлю через аналіз витрат і випуску. Якщо кейнсіанська модель фокусується на загальному попиті і його впливі на випуск, то модель Леонтьєва детально вивчає взаємозв'язки між різними галузями економіки. Леонтьєв підкреслює, що попит однієї галузі на продукцію іншої є основою виробничих взаємозалежностей. Обидві моделі визнають важливість мультиплікаційного ефекту, але модель Леонтьєва акцентує на структурі міжгалузових зв'язків. Далі будуть викладені основні припущення в контексті ІТ-сектору.

Прямі та непрямі зв'язки між галузями: ІТ-сектор постачає товари і послуги іншим галузям, які, в свою чергу, використовують ці ресурси для виробництва власної продукції. Цей взаємозв'язок можна виміряти за допомогою таблиць «витрати-випуск».

Фіксовані коефіцієнти витрат: для виробництва одного одиниці продукції кожна галузь повинна використовувати певну кількість продукції з інших галузей. Витрати залишаються фіксованими, тобто співвідношення між галузями не змінюється в короткостроковому періоді.

Збалансованість випуску і попиту: усі виробничі процеси пов'язані: випуск однієї галузі відповідає попиту на її продукцію з боку інших секторів економіки.

Це означає, що зміни в одному секторі (наприклад, ІТ) впливають на випуск в інших.

Модель Леонтьєва відображає взаємозалежність різних секторів економіки через таблиці «витрати-випуск», які показують, скільки продукції одного сектора використовують інші сектори для власного виробництва. Це дозволяє визначити, як зростання ІТ-сектору вплине на економіку загалом [71].

Прямі ефекти: розвиток ІТ-сектору, зокрема впровадження цифрових технологій, впливає на інші галузі економіки шляхом постачання технологічних рішень. Наприклад, ІТ-рішення для автоматизації в логістиці або фінансових послуг знижують витрати та підвищують продуктивність у цих галузях.

Непрямі ефекти: ІТ-компанії закуповують товари та послуги з інших галузей (наприклад, електроніка для комп'ютерів, послуги зв'язку тощо), стимулюючи виробництво в цих галузях. Таким чином, зростання ІТ-сектору створює новий попит на продукти інших галузей.

Індуковані ефекти: Підвищення доходів працівників ІТ-сектору збільшує їх споживчі витрати, що призводить до зростання попиту на товари та послуги інших галузей (наприклад, роздрібна торгівля, нерухомість, розваги).

Модель Леонтьєва для аналізу ІТ-сектору дозволяє побачити, як цей сектор генерує мультиплікаційний ефект через міжгалузеві взаємозв'язки [72]. Наприклад, розвиток ІТ може спричинити зростання у таких секторах, як:

1. Виробництво комп'ютерів та електроніки: Зростаючий попит на ІТ-рішення стимулює попит на апаратне забезпечення.
2. Освіта та професійні послуги: З розвитком ІТ-сектора збільшується попит на висококваліфіковану робочу силу, що стимулює освітні послуги.
3. Телекомунікації та зв'язок: Розширення цифрової економіки збільшує потребу в надійних та швидких засобах зв'язку.

Основне рівняння моделі Леонтьєва описується як:

$$X = AX + C, \quad (1.11)$$

де X – вектор загального випуску (кожна складова вектора відповідає обсягу продукції певної галузі, наприклад: $X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix}$;

A – матриця прямих витрат (коефіцієнти, що показують, скільки одиниць продукції одного сектора потрібно для виробництва одиниці продукції іншого сектора), наприклад: $A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$;

C – вектор кінцевого попиту (попит споживачів, держави та експорту на продукцію галузей), наприклад: $C = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_n \end{pmatrix}$.

Розв’язання цього рівняння дозволяє визначити загальний випуск X через мультиплікативний ефект:

$$X = (1 - A)^{-1}C \quad (1.12)$$

Ця матриця (формула (1.12)) називається мультиплікатором Леонтьєва. Вона показує, як зміна кінцевого попиту C впливатиме на загальний випуск X через прямі, непрямі та індуковані ефекти. Це дозволяє кількісно оцінити вплив розвитку ІТ-сектора на економіку.

Отже, міжгалузева модель дозволяє формалізувати передачу «цифрового імпульсу» від ІТ-сектора до інших галузей через систему прямих, непрямих та індукованих ефектів. Вона створює аналітичну основу для кількісного оцінювання структурного впливу ІТ-сектора на національну економіку. Практичне застосування цієї моделі до умов економіки України та розрахунок відповідних мультиплікаторів буде здійснено в наступному розділі дослідження.

Висновки до розділу 1

Еволюція теорії, яка пояснює ІТ-сектор, як економічний феномен, охоплює такі основні етапи: формування «інвестиційно-циклового» підходу М.І. Туган-Барановського на межі XIX та XX ст., створення інноваційної теорії та теорії «творчого руйнування» Й. Шумпетера на початку XX ст., застосування секторного

підходу до пояснення механізмів функціонування економіки, включно з моделлю А. Фішера-К. Кларка та моделлю П.Ромера в середині XX ст., реалізація «нео-шумпетеріанського аналізу» Ф. Агійона та П. Говіта, інституційного аналізу Дж. Мокіра на початку XXI ст. Згадані теоретичні підходи формують методологічне підґрунтя для якісного (теоретичного) та кількісного (економетричного) оцінювання впливу ІТ-сектору на національну економіку. Йдеться про ІТ-сектор саме як сектор інноваційний, а тому визначальний для прискорення загальної економічної динаміки, як сектор, що продукує в економіці якісні зміни, можливість реалізації яких посилюється при створенні сприятливого інституційного середовища.

Ідентифікація ІТ-сектору, як складника й рушія національної економіки, має спиратись на визначення таких базових моментів його функціонування: 1) всього спектру зв'язків з близькими за змістом поняттями (явищами), а саме: цифровою економікою, ІКТ-сектором, креативною економікою (креативними індустріями), 2) його особливих (відмінних від інших секторів) характеристик, за ознаками використовуваних виробничих ресурсів, створюваних продуктів, отримуваних доходів та здійснюваних витрат, 3) особливої й не властивої іншим секторам функціональної ролі, виконуваної цим сектором в сучасних економіках.

За зв'язками з близькими поняттями (явищами), ІТ-сектор має ідентифікуватись у такий спосіб: а) він є частиною ширшого поняття – «цифрова економіка», яка, крім ІТ-сектору, охоплює всі види діяльності, які використовують цифрові технології, а саме: електронну комерцію, цифрові платформи, онлайн-послуги тощо; б) він є частиною ІКТ-сектору, як такий, що сфокусований на створенні інформаційних технологій та програмного забезпечення, але не на комунікаційних технологіях, які є елементом ІКТ-сектору, в) він безпосередньо формує технологічну основу креативного сектору, який охоплює діяльність з продукування та поширення нових ідей, смислів, смаків, уподобань тощо через текстовий та відео-контент, дизайн, музику, візуальне мистецтво тощо, використовуючи цифрові платформи та цифрові сервіси, які, крім іншого, дозволяють монетизувати результати діяльності креативного сектору.

За критерієм основних характеристик будь-якого економічного процесу, тобто, за ресурсами, продуктами, доходами, витратами, ІТ-сектор має такі особливості, що відрізняють його від інших секторів. Особливими *виробничими ресурсами* ІТ-сектору стають: інфраструктура серверів, дата-центри, власне інтернет-мережі, програмне забезпечення операційних систем, платформи баз даних, персонал надвисокої кваліфікації з перманентним навчанням, інженерія кібербезпеки. Особливими *продуктами*, створюваними в ІТ-секторі, є: програми, мобільні додатки, хмарні сервіси, мережеві пристрої, системи управління базами даних. Особливими *доходами*, сформованими в ІТ-секторі, стають: надходження від реалізації програмного забезпечення, апаратних рішень, консалтингу та підтримання мережевої інфраструктури. Особливими *витратами* сектору є: витрати на підтримку та відновлення серверної та мережевої інфраструктури, на посилену кібербезпеку, на оплату праці фахівців, яка в рази перевищує середні показники по економіці тощо.

За особливою функціональною роллю в національній економіці, ІТ-сектор є «технологічним ядром» будь-якої сучасної економіки, продукти діяльності якого стають визначальними для розвитку всіх інших секторів, перетворюючись у елемент їх виробничих ресурсів та соціальної інфраструктури, а в якості найближчого оточення цього «технологічного ядра» функціонують два «пояси»: «е-пояс продуктів споживання» та «е-пояс управління ІТ-сектором та е-поясом продуктів споживання»

На основі узагальнення особливостей розвитку ІТ-сектору в різних країнах світу та аналізу досліджень, присвячених ІТ-сектору, ідентифіковані основні світові тренди, розвитку ІТ-сектору. Це, по-перше, перевищення фактичним продуктом ІТ-сектору, того його продукту, який має ринкове визнання (оцінювання). Йдеться про факт існування, так званого «незафіксованого ВВП», створеного в ІТ-секторі. По-друге, це забезпечення емерджентного зростання економік країн, які не є лідерами в створенні цифрових технологій, але використовують їх більш успішно, ніж інші країни, забезпечуючи прискорене економічне зростання впродовж тривалих періодів. По-третє, це розподіл впливів

ІТ-сектору на прямі та опосередковані й формування особливої пропорції розподілу цих впливів для різних країн. При цьому, сила прямого каналу впливу може оцінюватися через частку ІТ-сектору у валовій доданій вартості. Натомість, сила непрямого каналу впливу виявляється в зростанні продуктів тих сфер та видів діяльності, які використовують результати ІТ-сектору в якості виробничих ресурсів. Йдеться про традиційних галузях матеріального виробництва та послуг, про освіту, науку, медицину, державне управління тощо. По-четверте, виконання ІТ-сектором ролі «адаптивного буфера» економіки, що виявляється у його більшій, ніж у інших секторах, стійкості до кризових спадів та шоків впливів.

У процесі написання першого розділу було використано джерела [1-72].

Основні положення розділу, результати дослідження і висновки опубліковано у наукових працях автора [48; 57; 58; 70].

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ІТ-СЕКТОРУ УКРАЇНСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ

2.1. Структура, визначальні тренди в розвитку українського ІТ-сектору та перспективи відновлення й стабілізації економіки України

Аналіз ІТ-сектору української економіки в цьому розділі здійснюється в контексті процесів відновлення та стабілізації. Цей контекст передбачає фокусування уваги на певних особливостях функціонування національної економіки, яка втратила суттєву частину потенційного випуску (ВВП), потребує тривалого відновлення та є суттєво розбалансованою, а, отже, – нестабільною. Для того, щоб окреслити цей фокус уваги, необхідно розкрити зміст понять «відновлення» та «стабільність», а також зв'язок, що існує між ними.

Поняття (явище) «відновлення» має загальний економічний зміст, пов'язаний з досягненням таких макроекономічних показників, які передували спадам економіки. Для української економіки в 2010-х–2020-х роках відновлення пов'язане, передусім, з компенсацією тих втрат загального випуску (ВВП), яких українська економіка зазнала внаслідок економічних спадів, спричинених вторгненням РФ на суверенну українську територію у 2015 р., пандемією COVID-19, повномасштабним вторгненням у 2022 р.

Вживання терміну «відновлення» щодо української економіки 2010-х–2020-х рр. означає визнання необхідності повернення, до, так званого «докризисового рівня». Йдеться про рівень загального випуску (ВВП) до подій 2015 р. Оцінити масштаб необхідного відновлення можна, наприклад, спираючись на дані про темпи економічного зростання (спаду) української економіки у період 2015–2025 рр. Інформація про зростання та спади реального ВВП в українській економіці презентована на рис 2.1.

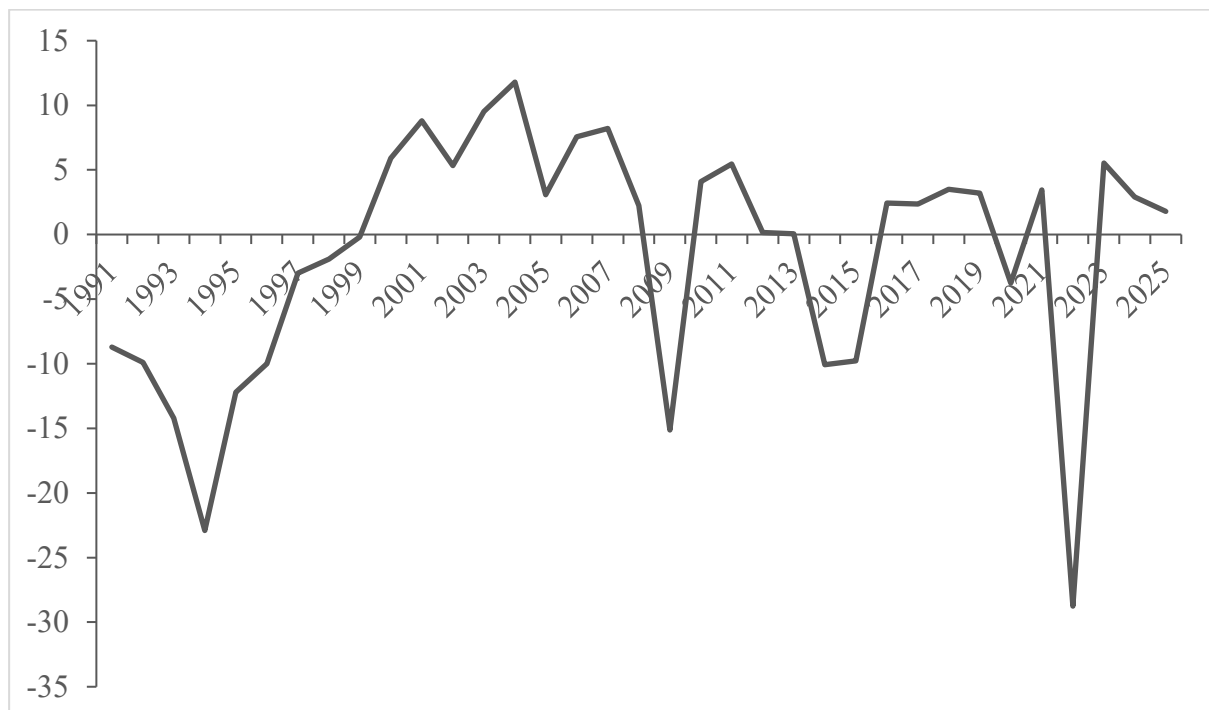


Рис. 2.1. Річна відсоткова зміна реального ВВП України 1991–2025 рр.

Джерело: побудовано автором на основі [73-75].

Спираючись на дані рис. 2.1., можна зробити висновок про те, що масштаб необхідного відновлення – компенсації втрат української економіки у 2015 – 2025 роках - оцінюється, приблизно, у 49%. Натомість, фактична компенсація цих втрат, за рахунок позитивних приростів ВВП у цей період становить, приблизно, 18%.

Національна економіка, втрати ВВП якої не компенсуються зростанням реального ВВП, апріорі, втрачає макроекономічну стабільність. Є підстави вважати, що між відновленням та економічною стабільністю існує такий зв'язок: в економіці з повільним відновленням формуються передумови нестабільності. Натомість, при швидшому відновленні економіки формуються необхідні умови для стабілізації.

Поняття «стабільність» в економічній науці наповнювалося різним змістом. Стислий огляд трьох, на думку автора, ключових теоретичних підходів до пояснення змісту поняття «стабільність» дає підстави для таких узагальнень.

По-перше, поняття «стабільність» в макроекономічній науці асоціюють з поняттям «загальна рівновага». Теорія «загальної рівноваги», як відомо, є такою

теоретичною конструкцією, яка пояснює функціонування економіки, в якості певної цілісності, з огляду на те, що в ній мають формуватися певні пропорції (співвідношення параметрів), які цю цілісність забезпечують.

Ідея асоціювання стабільності з загальною рівновагою впливає, зокрема, з контексту головної роботи Дж. М. Кейнса. В його основній роботі «Загальна теорія зайнятості, процента та грошей» рівновага трактується як стан економіки при повній зайнятості ресурсів та при досягненні потенційного випуску (ВВП) [76].

Опосередковано, стабільність як загальну рівновагу трактують й ті дослідники, які асоціюють стабільність з надмірною мінливістю макроекономічних параметрів, відповідно, – з їх суттєвими коливаннями та відхиленнями від певних рівноважних значень. Стан надмірної мінливості та надмірних відхилень передбачає, що існує уявлення про природні (нормальні) стани. Зокрема, стабільність та непрогнозована мінливість параметрів економіки, як явища, які пов'язані між собою, пояснюються в роботі відомих економістів Т. Аткінсон (Tyler Atkinson), М. Плант (Michael Plante), А. В. Ріхтер (Alexander W. Richter), Н. А. Трокмортон (Nathaniel A. Throckmorton) [77].

Ідея порушення стабільності внаслідок надмірних коливань економічної активності, які відображаються в мінливості показників зайнятості, інфляції, боргу та курсу валюти, презентована в роботі посадовців Міжнародної організації праці (ILO) та інших міжнародних організацій [78].

По-друге, поняття «стабільність» пов'язується з поняттям (явищем) «дисбаланси». Дисбаланси пояснюються як такі макроекономічні пропорції (співвідношення змінних), які створюють загрози для цілісності й стабільності національної економіки. «Загрозливість» пропорцій може оцінюватись емпіричним шляхом, спираючись на типовий досвід країн, які перебували в кризових станах. Отже, макроекономічна стабільність при другому підході трактується як відсутність загрозливих дисбалансів. Зокрема, проблеми дисбалансів, які породжені внутрішніми проблемами економіки та зовнішніми впливами, розглядається в роботі П. Де Грауве (Paul De Grauwe) [79].

Природним є те, що усвідомлення «загрозливості» макроекономічних дисбалансів виводить на проблему безпеки національної економіки та стимулює дослідження в царині оцінювання рівня цієї безпеки.

По-третє, існує пояснення стабільності, як прояву «невразливості» до зовнішніх шоків. Ця ідея, зокрема, акцентувалась в документах Світового Економічного Форуму [80].

Ідея «невразливості» щодо шоків не є нині достатньо актуальною. Це пояснюється тим, що залежності між змінними стають все більш глобальними, багатофакторними та багатоканальними. Маємо на увазі те, що економіки країн залежать не лише одна від одної та від світової економічної кон'юнктури, а й від змін в зовнішній та внутрішній політиці окремих «лідерів світу» та «центрів впливу», від техногенних та інших глобальних катастроф, від впливів, пов'язаних з використанням ІІІ тощо. Крім того, кількісне оцінювання «невразливості» до зовнішніх шоків мало би бути достатньо складним і невизначеним. Тому підхід до пояснення поняття «стабільність» на основі «невразливості» є менш практично реалізованим в процесі аналізу та оцінюванні, ніж два згадані раніше інші підходи.

Прикладні аспекти явища «стабільність» наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст., пов'язані з ідентифікацією, оцінюванням та регулюванням макроекономічних дисбалансів. Історія такої ідентифікації, оцінювання та регулювання охоплює декілька етапів, кожен з яких ознаменувався прийняттям та застосуванням певних нормативних документів. Найбільші надбання в цій царині має ЄС.

До базових документів, в яких ідентифіковані та кількісно визначені макроекономічні (макрофінансові) дисбаланси належать:

- «Маастрихські критерії», презентовані в *«Маастрихтському договорі»* («Maastricht Treaty») країн ЄС, дія якого розпочалась у 1993 р. [81];

- *«Пакт стабільності та зростання»* («Stability and Growth Pact» (1997 р., доповнений у 2011 р.) [82];

- *«Процедура макроекономічного дисбалансу»* («Macroeconomic Imbalance Procedure» (діє зараз) [83].

Конкретні показники для оцінювання дисбалансів, за документами ЄС, презентовані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Система індикаторів моніторингу макроекономічних дисбалансів у країнах ЄС

Нормативні документи	Перелік показників для оцінювання дисбалансів та особливості їх конструювання
«Маастрихтські критерії» (1993 р.)	<ul style="list-style-type: none"> - дефіцит бюджету: порогове значення не більше, ніж 3% ВВП; - сукупний державний борг: порогове значення не більше, ніж 60% ВВП; - темп інфляції: порогове значення не більше, ніж 1,5% середнього показника трьох держав-членів ЄС з найнижчою інфляцією; - середня довгострокова номінальна ставка: порогове значення не більше, ніж 2% середнього показника трьох країн з найменшими ставками; - коливання курсу валюти: коридор змін від -15% до +15%. за паритетом щодо Євро.
«Процедура макро-економічного дисбалансу» (діє тепер)	<p>Зовнішні дисбаланси:</p> <ul style="list-style-type: none"> - баланс поточного рахунку у % ВВП (середнє значення, за 3 роки): коридор коливань від -4% до +6% ВВП; - чиста міжнародна інвестиційна позиція у % до ВВП: порогове значення, як -35% ВВП; - реальний ефективний валютний курс (REER): відхилення від тренду, в межах коридору від -5% до +5% для країн Єврозони, від -11% до +11% для інших країн ЄС; - зміна частки експорту, за 5 років: порогове значення - 6%; - витрати на одиницю праці (ULC) за 3 роки: порогове значення +9% для країн Єврозони та +12% для інших країн ЄС <p>Внутрішні дисбаланси:</p> <ul style="list-style-type: none"> - річний приріст цін на житло: порогове значення +6%; - борг приватного сектору у % до ВВП: порогове значення 133%; - приватний кредит у % до ВВП: порогове значення у 14% ВВП; - державний борг у % до ВВП: порогове значення у 60%; - пасиви фінансових корпорацій у % до ВВП: порогове значення 16,5%; - рівень безробіття, середнє значення за 3 роки: порогове значення у 10%; <p>Деякі приклади з 23-х, так званих «додаткових показників», які не мають конкретних кількісних значень, але є об'єктом моніторингу з боку ЄС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рівень інвестицій у % до ВВП; - рівень заощаджень домогосподарств у % до ВВП - демографічні зміни структури населення та зміни рівня зайнятості населення; - банківська стійкість, за NPL, ROE та за капіталізацією; - нерівність розподілу доходів, за коефіцієнтом Джинні.

Джерело: складено автором на основі [81; 83].

Дані, презентовані у таблиці 2.1, свідчать про два важливі аспекти, які стосуються змісту макроекономічної стабілізації, а саме:

- показники, з використанням яких оцінюється рівень дисбалансів, змінюються з часом у відповідності з новими викликами щодо стабільності економік країн ЄС;

- існують два основні способи оцінювання рівня дисбалансів: 1) у вигляді порогових (критичних) значень перевищення яких ідентифікується як загроза стабільності, 2) у вигляді «коридору», утворюваного граничними нижніми та граничними вищими значеннями, зміни в межах якого не інтерпретується як загроза стабільності, а зміни за межами «коридору», натомість, трактується як загроза стабільності.

У практиці публічного управління українською економікою використовуються національні методики оцінювання дисбалансів та, відповідно, стабільності й загроз. Це методики, унормовані, такими документами:

- Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України (2013 р.) [84];

- «Стратегії економічної безпеки України на період до 2025 року» [85].

Оцінювання економічної стабільності як загальної економічної безпеки у двох згаданих документах ґрунтується на сукупності показників, а саме:

- за Методичними рекомендаціями 2013 р., їх було 126 й вони об'єднувались у 9 груп (виробничої, зовнішньоекономічної, демографічної, енергетичної, інвестиційно-інноваційної, макроекономічної, продовольчої, соціальної, фінансової безпеки);

- за Стратегією економічної безпеки 2021 р., кількість показників зменшилась до 35-х й вони об'єднані у 6 груп (виробничої, зовнішньоекономічної, інвестиційно-інноваційної, макроекономічної, фінансової безпеки).

Щодо всіх показників, використаних в Методичних рекомендаціях та в Стратегії економічної безпеки, застосовано прийом визначення критичних (порогових) значень, невідповідність яким трактується як економічна небезпека.

Особливість оцінювання економічної стабільності (безпеки), за згаданими нормативними документами, полягає в тому, що це оцінювання є інтегральним – з використанням інтегральних індексів:

$$I = \sum_{i=1}^m k_i n_i, \quad (2.1)$$

де I – інтегральний індекс безпеки певної сфери,

n_i – нормовані значення показників, з використанням яких оцінюється певна сфера економіки,

k_i – вагові коефіцієнти показників, з використанням яких відбувається оцінювання певної сфери.

За результатами аналізу понять «відновлення» та «стабілізація» можна зробити такі узагальнення.

По-перше, «відновлення» та «стабілізація» є пов'язаними категоріями (явищами), які мають свій особливий зміст. В макроекономічному сенсі, «відновлення» може інтерпретуватись як повернення до показників загального випуску (ВВП), що передували економічним спадам. Відтак, процес відновлення постає, як компенсація втрат, яких економіка зазнала внаслідок економічних спадів.

«Стабілізація» економіки пов'язана з забезпеченням тих пропорцій (співвідношень) макроекономічних параметрів (змінних), які гарантують її цілісність. Відповідно, йдеться про уникнення загроз втрати такої цілісності та загроз дефрагментації економіки.

По-друге, «відновлення» та стабілізація мають різні способи оцінювання. Потреба «відновлення» визначається масштабами втрат випуску (ВВП), або сумою від'ємних приростів реального ВВП в період спадів економіки. А потенціал «відновлення» може оцінюватись або середніми позитивними приростами реального ВВП за певний період, або сумою позитивних приростів ВВП в період економічного пожвавлення.

Натомість, рівень «стабільності» оцінюється показниками дисбалансів економіки в її різних сферах. Власне дисбаланси визначаються, за пороговими

значеннями або за значеннями «коридорів» допустимої мінливості певних показників.

По-третє, дисбаланси, які характеризують рівень стабільності, в той же час, віддзеркалюють і рівень економічної безпеки національної економіки. Вихід показників за межі порогових значень або за межі «коридорів» допустимої мінливості, означає збільшення загроз для національної економіки.

Розвиваючи теоретичні положення щодо сутності цифрової економіки, викладені у першому розділі, у даному підрозділі здійснюється перехід до прагматичної ідентифікації ІТ-сектору як специфічного чинника забезпечення макроекономічної стабільності. Враховуючи раніше окреслену роль дисбалансів, оцінка реального внеску галузі у відновлення економіки вимагає чіткої верифікації її меж у межах національної класифікації видів економічної діяльності (КВЕД).

Варто зауважити, що у межах даного дослідження терміни «ІТ-сектор», «ІКТ-сектор» та «ІТ-сервіси» («ІТ-індустрія») розглядаються як взаємопов'язані, але ієрархічно відмінні категорії. Необхідність використання різних дефініцій зумовлена специфікою доступної інформаційної бази. Попри термінологічні відмінності, сутнісне ядро об'єкта дослідження залишається незмінним – це діяльність, пов'язана зі створенням, обробкою та передачею цифрових даних. Використання різних рівнів агрегації дозволяє забезпечити «наскрізний» аналіз: від глобальних трендів цифрових видатків до конкретних стратегій адаптації українських компаній.

Для забезпечення методологічної цілісності дослідження ідентифікація зазначених категорій здійснюється на основі загальноєвропейського стандарту NACE Rev. 2 [86]. В Україні використовується Національний класифікатор ДК 009:2010 «Класифікація видів економічної діяльності» (КВЕД-2010) [87], який відповідає NACE Rev.2, як за структурою, так і за змістом категорій [88]. Це дозволяє нам використовувати дзеркальну статистику при аналізі зовнішньоекономічної діяльності.

Опис ключових секцій, розділів та груп КВЕД-2010, які формують екосистему термінології, пов'язану з ІТ-сектором, за різними методологіями,

наведено у додатку В. Така деталізація необхідна для подальшого узгодження теоретичних визначень із реальною інформаційною базою дослідження.

Для забезпечення об'єктивності аналізу розвитку ІТ-сектору необхідно насамперед верифікувати його межі відповідно до міжнародних стандартів. У даному дослідженні було розглянуто ключові методологічні підходи до визначення складу ІКТ-сектору, що використовуються провідними глобальними інституціями.

Систематизація зазначених підходів у порівнянні з національною практикою обліку та з авторською позицією представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Методологічні підходи до ідентифікації та обліку термінології ІТ-сектору

<i>Термін</i>	<i>Методологія</i>	<i>Охоплення (коди КВЕД-2010)</i>	<i>Зміст та значення у дослідженні</i>
ІКТ-сектор («Інформація та телекомунікації»)	Національне законодавство (Держстат)	Секція J	Офіційний макроекономічний індикатор. Використовується для аналізу найдовших часових рядів в Україні (2000–2024 рр.) та як проксі-змінна у ВВП.
ІКТ-сектор	Eurostat	C26.1, C26.2, C26.3, C26.4, C26.8, G46.5, J58.2, J61, J62, J63.1, S95.1	Міжнародний стандарт. Охоплює повний життєвий цикл: від виробництва та оптової торгівлі до ремонту обладнання.
ІКТ-сектор видатки (ICT Expenditures)	World Bank	C26.2, C26.3, J58.2, J61, J62, J63.1	Інвестиційний підхід. Фокусується на витратах на обладнання (Hardware) , на програмному забезпеченні та комунікаційних сервісах.
ІТ-сектор	Авторська методологія	C26, J62, J63	Технологічне ядро в дослідженні сучасної економіки. Синтез виробничого потенціалу (Hardware) та інтелектуальних сервісів. База для розрахунків у таблицях «витрати-випуск».
ІТ-сервіси	«IT Ukraine Association»	J58.2, J62, J63.1	Галузевий підхід професійної асоціації. Відображає «чистий» інтелектуальний бізнес (аутсорсинг та продукти) без урахування телекомунікацій та виробництва.

Джерело: створено автором на основі [87; 89-91].

Інформація, подана в таблиці 2.2., свідчить про таке.

Класифікація Eurostat виглядає як найбільш комплексний функціональний підхід, оскільки охоплює повний технологічний цикл – від виробництва електронних компонентів до оптової торгівлі (G46.5) та ремонту обладнання (S95.1). Дана дефініція слугує теоретичним еталоном для опису цифрової екосистеми як цілісного об'єкта.

Підхід Світового банку (World Bank) базується на оцінці сукупного внутрішнього попиту на інформаційні технології. Цей підхід акцентує увагу на обсягах споживання комп'ютерних та комунікаційних засобів (C26.2, C26.3), а також відповідних сервісів, що дозволяє аналізувати інтенсивність технологічної дифузії в національній економіці.

Попри високу аналітичну цінність деталізованих міжнародних підходів, їх безпосередня імплементація обмежена специфікою національної інформаційної бази. Зокрема, архітектура вітчизняних таблиць «витрати-випуск» не передбачає деталізації даних на рівні окремих груп (секцій), а офіційні дані Державної Служби Статистики України на сьогодні обмежені періодом 2015–2023 рр.

З огляду на зазначені особливості в оцінюванні меж високотехнологічних секторів, у цьому дослідженні розмежування категорій «ІКТ-сектор» (Секція J) та «ІТ-сектор» (Розділи C26, J62-63) є методологічним кроком, спрямованим на подолання обмежень національної статистики при збереженні високої аналітичної точності.

Використання повної Секції J «Інформація та телекомунікації» як бази для аналізу частки ІКТ-сектору у ВВП та побудови часових рядів обумовлено наступними причинами:

- Єдність методологічного стандарту: Секція J є базовим рівнем класифікації в Системі національних рахунків (СНР). Лише на цьому рівні Держстат України та НБУ забезпечують повну неперервність даних за період 2000–2024 рр., що дозволяє аналізувати довгострокові цикли розвитку без статистичних розривів.

- Аналіз внутрішньої структури Секції J свідчить, що понад 90% її доданої вартості охоплюється сукупно розділами J61 (Телекомунікації), J62

(Програмування) та J63 (Інформаційні послуги). Таким чином, включення розділів J58, J59 та J60 не викривлює загальний тренд, а лише додає до нього компоненту «цифрового контенту», що відповідає сучасним визначенням цифровізації.

- Інфраструктурною цілісністю, оскільки, згідно з логікою Світового банку, неможливо аналізувати ІТ-сектор у відриві від телекомунікацій (J61), оскільки вони є «транспортним рівнем» для будь-яких цифрових сервісів.

Логічним продовженням загального макроекономічного огляду є поглиблений аналіз структурно-технологічного потенціалу галузі, що потребує фокусування безпосередньо на «ІТ-секторі». Склад цього сегмента (представлений у таблиці 2.2 як авторська методологія) повністю відповідає концептуальним межам ІТ-сектору, які були обґрунтовані у першому розділі дисертації. Практична реалізація цього підходу, з урахуванням специфіки наявної статистичної бази, базується на наступній логіці:

- Апаратне забезпечення – виробництво комп'ютерів, електроніки та оптики – (Hardware) – Розділ C26. Відповідно до визначених нами меж, матеріальна складова є невід'ємною частиною сектору. Розділ C26 (виробництво комп'ютерів, електроніки та оптики) був включений як цілісний блок, оскільки в матрицях «витрати-випуск» він представлений як неподільний. Це дозволяє врахувати виробничу базу індустрії, що є критично важливим для аналізу сучасних конвергентних рішень, таких як Military Tech та індустріальний IoT.

- Сервісне забезпечення (Software & Services) – Розділи J62 та J63. Ці розділи формують інтелектуальну компоненту сектору. Їх виокремлення із загальної Секції J дає змогу виділити «чистий» ІТ-бізнес, відокремивши його від інфраструктурного телекому та медіа-контенту. Такий крок є необхідним для точної оцінки ефективності інтелектуального капіталу та аналізу експортної спроможності українського програмування».

Для проведення детального галузевого аналізу та візуалізації ринкових тенденцій у роботі використовується категорія «ІТ-послуги» (IT Services). Цей аналітичний зріз базується на методологічному підході «IT Ukraine Association» і

за переліком видів діяльності відповідає визначеному нами «сервісному забезпеченню».

Визначення термінологічних меж і методологічних підходів створює підґрунтя для подальшого кількісного аналізу структури, динаміки та економічної ролі ІТ- та ІКТ-сектору в національній економіці України.

Дані, представлені на рис. 2.2, відображають довгострокову динаміку частки ІКТ-сектору в економіці України у 2010–2024 рр. Упродовж 2010–2014 рр. частка сектору зростала помірними темпами – з 3,46% до 3,81%, що відповідало етапу поступового формування цифрової інфраструктури та накопичення базового технологічного потенціалу.

Починаючи з 2015 р., спостерігається прискорення зростання ролі ІКТ-сектору, що відобразилося у збільшенні його частки до 5,34% у 2019 р. Така динаміка зумовлена активною інтеграцією України у глобальний ринок ІТ-послуг, зростанням експортної орієнтації галузі та підвищенням внутрішнього попиту на цифрові рішення.

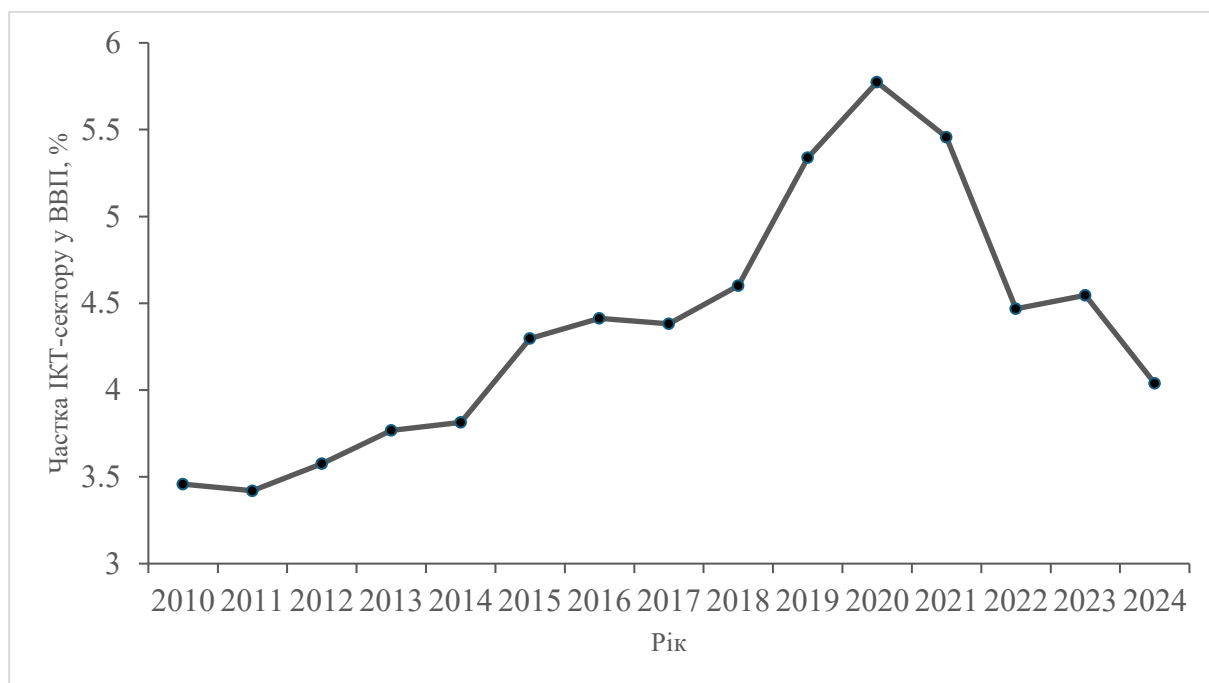


Рис. 2.2. Частка ІКТ-сектору в ВВП України (%)

Джерело: побудовано автором на основі [92].

Максимальне значення показника зафіксовано у 2020 р. (5,77%), що свідчить про відносну стійкість ІКТ-сектору в умовах пандемії COVID-19 та його здатність адаптуватися до шоків, які негативно вплинули на більшість традиційних галузей економіки.

У 2021–2022 рр. частка ІКТ-сектору зменшилася до 4,47%, що пов'язано із загальним спадом економічної активності та руйнівним впливом повномасштабної війни. Водночас навіть у кризовий період значення показника залишаються істотно вищими, ніж на початку досліджуваного періоду, що підтверджує структурну стійкість сектору.

Подальша динаміка у 2023–2024 рр. характеризується відносною стабілізацією частки ІКТ-сектору на рівні близько 4,0–4,5%, що відображає перехід економіки до фази часткового відновлення та поступове зростання внеску інших галузей. Таким чином, динаміка показника свідчить про трансформацію ІКТ-сектору з галузі з випереджальним зростанням у кризовий період до одного з базових стабілізуючих елементів структури національної економіки.

Для уточнення ролі безпосередньо ІТ-сектору, на відміну від ширшої категорії ІКТ, на рис. 2.3 представлено динаміку частки ІТ-сектору у валовій доданій вартості України у 2015–2021 рр.

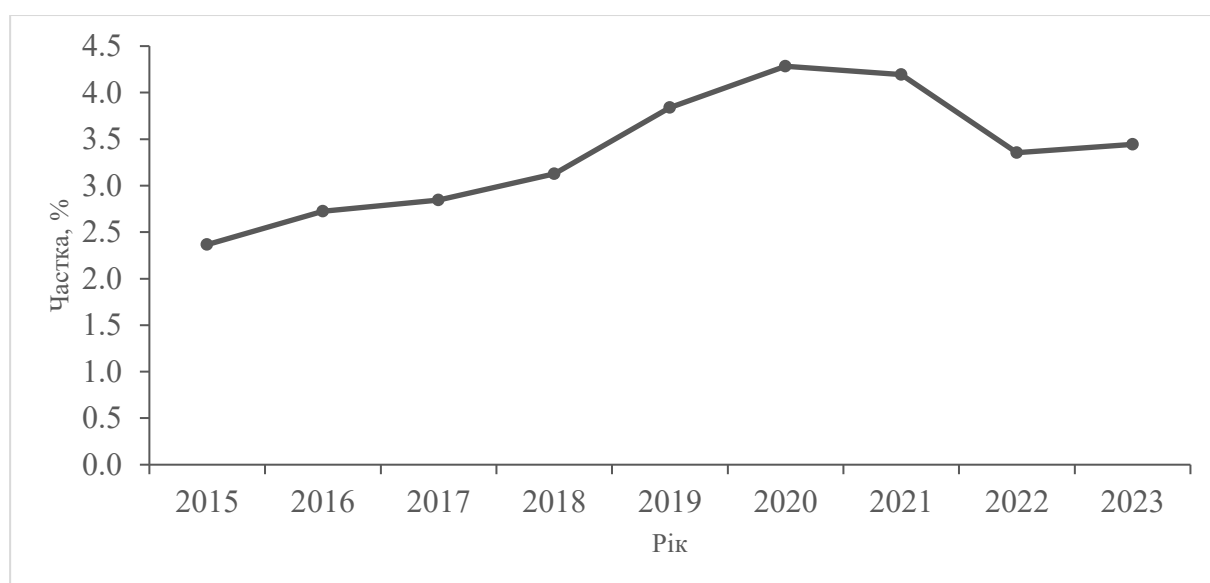


Рис. 2.3. Частка ІТ-сектору в ВДВ України (%)

Джерело: побудовано автором на основі [93].

Дані свідчать про стале зростання частки ІТ-сектору з 2,36% у 2015 р. до 4,28% у 2020 р., що відображає інтенсивний розвиток інтелектуального сегмента цифрової економіки та зростання його продуктивності.

Незначне зниження показника у 2021 р. до 4,19% має характер корекції після пікового року та не змінює загального висхідного тренду. Отримані результати узгоджуються з динамікою агрегованого ІКТ-сектору та підтверджують, що саме ІТ-сервіси та програмування формували основний внесок цифрової економіки України у створення валової доданої вартості в докризовий період.

Динаміка показників, що характеризують експорт ІТ-послуг України у 2017–2024 рр., свідчить про суттєве зростання ролі ІТ-сектору як у масштабі національної економіки, так і у структурі зовнішньоекономічної діяльності. Зокрема, частка експорту ІТ-послуг у валовому внутрішньому продукті зросла з 2,2% у 2017 р. до пікового значення 4,5% у 2022 р. (рис. 2.4), що відображає підвищення макроекономічної значущості галузі в умовах кризових шоків. Подальше зниження показника до 3,4% у 2024 р. не свідчить про погіршення стану ІТ-сектору, а є наслідком поступового відновлення інших галузей економіки та зростання номінального обсягу ВВП.

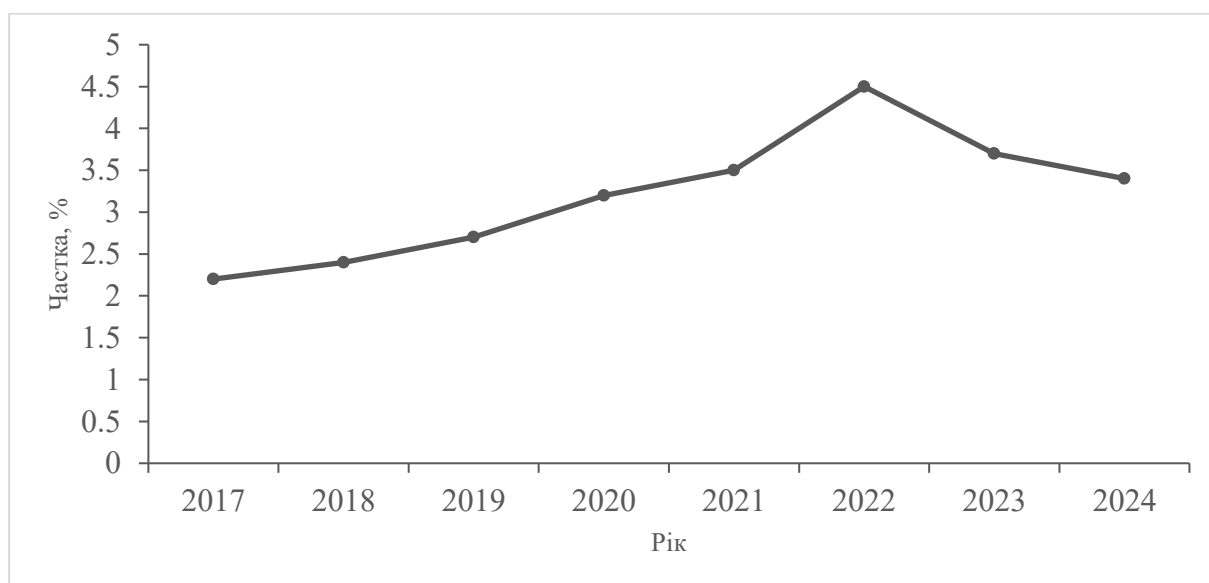


Рис. 2.4. Частка експорту ІТ-послуг в ВВП України (%)

Джерело: побудовано автором на основі [92; 94].

Аналіз частки експорту ІТ-послуг у загальному експорті України демонструє ще більш виражений структурний зсув. Упродовж досліджуваного періоду цей показник зріс з 17,4% у 2017 р. до максимального рівня 44,2% у 2022 р. (рис. 2.5), що означає фактичне перетворення ІТ-послуг на один із ключових експортних напрямів країни в умовах різкого скорочення експорту товарів. Навіть після часткової корекції у 2023–2024 рр. частка ІТ-послуг у загальному експорті залишається суттєво вищою за докризовий рівень, що підтверджує стійку зміну структури зовнішньої торгівлі.

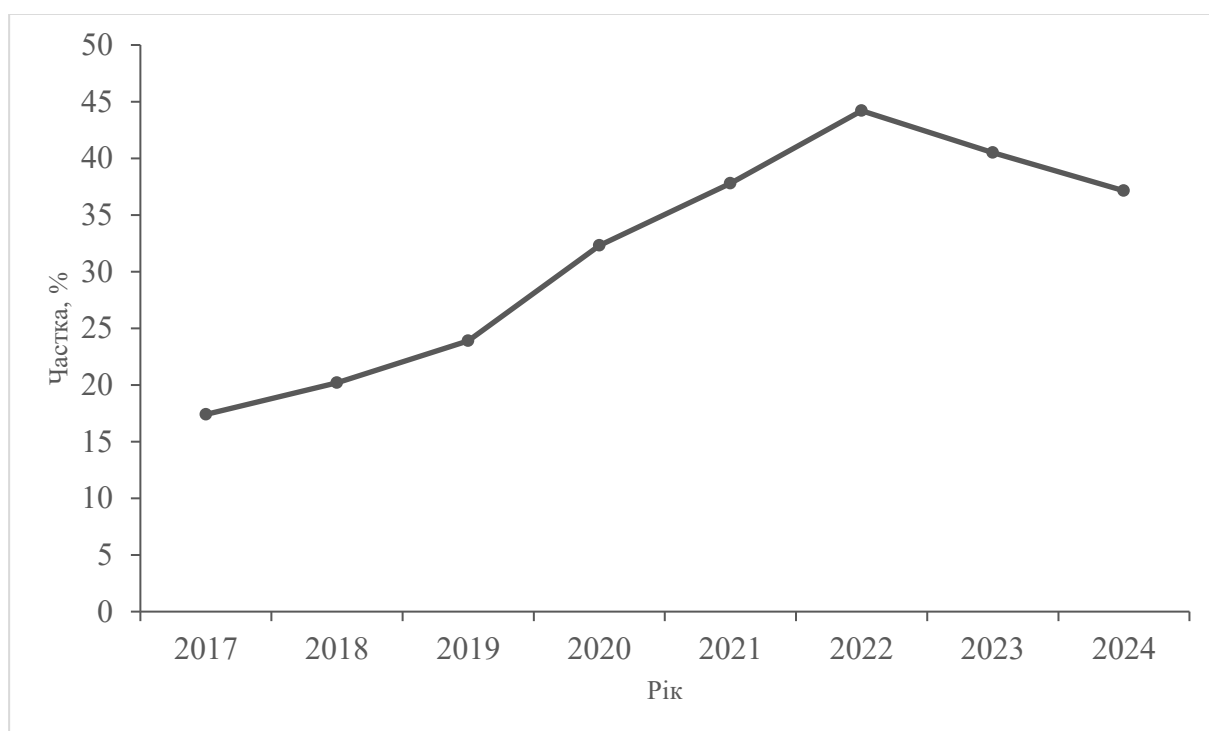


Рис. 2.5. Частка експорту ІТ-послуг в експорті послуг України (%)

Джерело: побудовано автором на основі [94].

Додатковим підтвердженням структурної трансформації є зростання частки ІТ-послуг у загальному експорті послуг України. У 2019–2022 рр. цей показник збільшився з 8,5% до 13,1 % (рис. 2.6), що свідчить про посилення домінуючої ролі ІТ у сервісному сегменті експорту.

Незважаючи на певне зниження показника до 11,5% у 2024 р., ІТ-послуги зберігають позиції найбільш динамічного та конкурентоспроможного сегмента експорту послуг України.

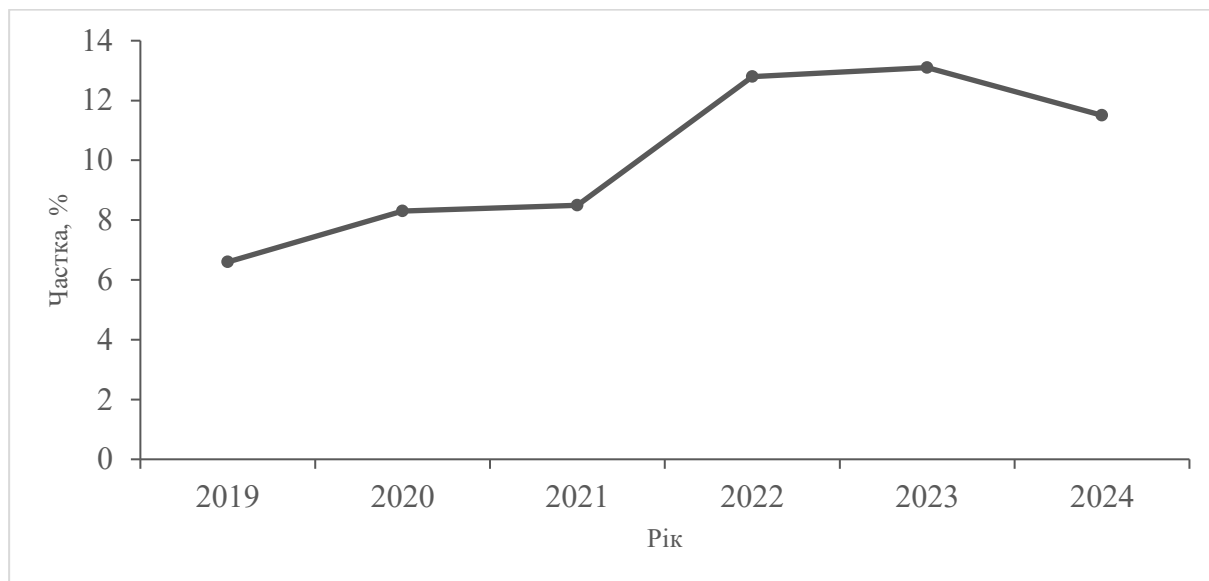


Рис. 2.6. Частка експорту ІТ-послуг в загальному експорті України (%)

Джерело: побудовано автором на основі [94].

Сукупний аналіз наведених показників (рис. 2.4-2.6) дозволяє зробити висновок, що у період пандемії COVID-19 та повномасштабної війни ІТ-сектор виконував стабілізуючу функцію для національної економіки, компенсуючи втрати традиційних експортних галузей. Водночас зменшення його відносних часток у 2023–2024 рр. слід інтерпретувати як ознаку поступового відновлення економічної активності в інших секторах, а не як втрату конкурентних переваг ІТ-галузі.

Таким чином можемо виокремити три якісно різні етапи розвитку галузі: період докризового зростання, період пандемії COVID-19 та період повномасштабної війни.

Докризовий період (до 2020 р.) характеризувався стабільним зростанням експорту ІТ-послуг, що було зумовлено поєднанням сприятливих факторів: наявністю значного людського капіталу, відносно низькими витратами на робочу силу, зростаючою довірою з боку міжнародних замовників та поступовою інтеграцією українських компаній у глобальні ланцюги створення доданої вартості. У цей період домінуючою моделлю розвитку залишався сервісний ІТ-бізнес, орієнтований на аутсорсинг та виконання складних інженерних завдань для іноземних клієнтів.

Пандемія COVID-19 стала першим системним шоком для галузі, однак її вплив на ІТ-сектор суттєво відрізнявся від впливу на традиційні галузі економіки. Основними ризиками пандемії були скорочення внутрішніх ІТ-проектів, заморожування інвестицій у продуктові рішення та оптимізація витрат з боку клієнтів. Водночас глобальний перехід до дистанційних форматів роботи, цифровізація бізнес-процесів і зростання попиту на онлайн-сервіси створили для українського ІТ-сектору нові можливості. У результаті більшість компаній не лише зберегли операційну діяльність, а й адаптувалися до повністю віддаленого режиму роботи без суттєвих втрат продуктивності [95; 96].

Саме досвід пандемії COVID-19 відіграв ключову підготовчу роль у підвищенні стійкості ІТ-сектору до наступного, значно глибшого шоку – повномасштабної війни. Налагоджені дистанційні формати взаємодії з клієнтами, відпрацьовані механізми розподілених команд і збережені контрактні відносини із закордонними замовниками дозволили ІТ-компаніям швидко відновити операційну діяльність навіть в умовах воєнного стану, релокації персоналу та перебоїв з інфраструктурою.

Повномасштабна війна у 2022 році принесла для ІТ-сектору нові, більш комплексні ризики, серед яких ключовими стали зниження попиту з боку великих корпоративних клієнтів, обмеження найму, мобілізація висококваліфікованих фахівців, а також зростання операційних витрат, пов'язаних із забезпеченням безперервності бізнесу. Особливо вразливими виявилися продуктові компанії, орієнтовані на внутрішній ринок, які були змушені скорочувати персонал та згортати частину проектів. Натомість сервісні компанії, що працювали з іноземними клієнтами, зберегли більшу стійкість завдяки експортній орієнтації та гнучкості бізнес-моделей.

У 2023–2024 рр. спостерігається корекція відносних показників ролі ІТ-сектору в економіці, що відображає не стільки погіршення його конкурентних позицій, скільки зміну фаз економічного циклу. З одного боку, відбувається часткове відновлення традиційних галузей та експорту товарів, що зменшує відносну частку ІТ у загальних макроекономічних показниках. З іншого боку, у

самому IT-секторі простежується поступовий структурний зсув від виключно сервісної моделі до розвитку продуктового сегмента, що в короткостроковій перспективі супроводжується вищими ризиками, але формує потенціал для довгострокового зростання. Ця стабілізація відбувається на фоні якісної трансформації сектору. Україна демонструє один із найвищих рівнів цифрової стійкості у світі. Зокрема, дані «UA Tech Ecosystem» свідчать, що попри воєнні ризики, в країні продовжують функціонувати понад 2300 IT-компаній, а сегмент Defense Tech став новим драйвером, який забезпечує конвергенцію між промисловим виробництвом (C26) та сервісною складовою (J62) [97]. Це підтверджує життєздатність обраної авторської методології, яка розглядає ці розділи як єдине технологічне ядро.

Завершальним чинником трансформації IT-сектору у 2023–2024 рр. стає активне впровадження рішень на основі штучного інтелекту [98], що знаменує початок нового технологічного циклу розвитку цифрової економіки. На відміну від пандемії COVID-19 та воєнних шоків, вплив ІІІ має не кризовий, а структурно-інноваційний характер, змінюючи внутрішню організацію IT-компаній, вимоги до кваліфікації фахівців та моделі створення доданої вартості. Зростає роль високопродуктивних команд, інтелектуальних продуктів та автоматизації процесів розробки, що поступово зменшує залежність галузі від екстенсивного нарощування зайнятості.

При цьому, якщо ІІІ виступає драйвером продуктивності, то технологія блокчейн стає фундаментом інституційної стійкості. Зокрема, інтеграція децентралізованих реєстрів у систему управління проєктами відбудови (екосистема DREAM) та пілотні впровадження цифрової валюти Національного Банку України («е-гривня») забезпечують необхідну прозорість та антикорупційний контроль [99; 100]. Це дозволяє мінімізувати макроекономічні ризики та залучати іноземні інвестиції в умовах невизначеності, перетворюючи цифрову інфраструктуру на гарант макроекономічної стабільності та безпеки національної економіки.

Таким чином, аналіз підтверджує, що ІТ-сектор України пройшов послідовну трансформацію від етапу екстенсивного зростання до етапу стресостійкого розвитку в умовах багаторівневих криз. Пандемія COVID-19 виступила своєрідним «стрес-тестом», який підготував галузь до функціонування в умовах війни, тоді як повномасштабне вторгнення актуалізувало необхідність переходу до більш диверсифікованих та стійких моделей розвитку.

Для розуміння природи стійкості ІТ-сектору в умовах багаторівневих криз доцільно детально проаналізувати структурні зсуви за трьома ключовими векторами: якісною трансформацією ринку праці, територіальною децентралізацією бізнес-активності та формуванням нових технологічних домінант, зокрема сегментів Defense Tech та рішень на основі штучного інтелекту.

До 2021 року український ІТ-ринок розвивався переважно, за екстенсивною моделлю так званого «ринку кандидата», в межах якої зростання доходів галузі було тісно пов'язане з кількісним нарощуванням зайнятості. Ключовими характеристиками цієї моделі були агресивний рекрутинг, швидке залучення фахівців початкового рівня (junior) та конкуренція між компаніями за людський капітал. Натомість після 2022 року спостерігається перехід до інтенсивної моделі розвитку, де визначальним чинником зростання стає не кількість персоналу, а його гранична продуктивність.

За даними аналітичного порталу DOU, у 2022 році вперше за весь період спостережень було зафіксовано різке скорочення кількості відкритих вакансій – на 37% порівняно з 2021 роком [101]. Це зумовило трансформацію ринку праці у «ринок роботодавця», в межах якого компанії змістили фокус з масового найму на утримання критично важливих фахівців та оптимізацію структури команд. Середня кількість відгуків на одну вакансію зросла у 4-5 разів, що створило умови для більш жорсткої селекції кадрів та підвищення загальної якості інтелектуального капіталу.

Важливою ознакою зрілості ІТ-сектору стала зміна кваліфікаційної структури зайнятості. В Україні сформувалася унікальна концентрація досвідчених спеціалістів: частка фахівців рівнів Senior та Lead у 2023–2024 рр. стабілізувалася на рівні близько 45% [91]. Це свідчить про те, що, попри міграційні та мобілізаційні

процеси, ключове інженерне «ядро» галузі збереглося в межах національної економіки. Висока кваліфікація персоналу дозволяє українським ІТ-компаніям спеціалізуватися на виконанні складніших і високомаржинальних проєктів (architectural design, R&D), що частково компенсує скорочення доходів від стандартних аутсорсингових завдань.

В умовах воєнного стану та мобілізаційних обмежень гендерна структура зайнятості набула не лише соціального, але й економічного значення. Частка жінок в ІТ-індустрії зросла з 14% у 2017 році до 24-25% у 2024 році, причому зростання спостерігається не лише в адміністративних, а й у технічних ролях, зокрема в software engineering та data science [102]. Жіночий людський капітал став важливим елементом забезпечення безперервності бізнесу (BCP), дозволяючи компаніям підтримувати стабільність команд у періоди підвищених ризиків мобілізації чоловічої частини персоналу.

Окремим чинником інтенсифікації розвитку ІТ-сектору у 2023–2024 рр. стало активне впровадження рішень на основі генеративного штучного інтелекту (Generative AI). Використання AI-асистентів, зокрема інструментів типу GitHub Copilot, дозволяє підвищувати продуктивність виконання рутинних завдань на 20-35%, що фактично означає можливість досягнення попередніх обсягів виробництва за участю меншої кількості персоналу [91]. Паралельно відбувається трансформація профілю необхідних компетенцій: ринок дедалі більше потребує фахівців, здатних ефективно взаємодіяти з інструментами штучного інтелекту, що знаменує початок нового технологічного циклу, в якому додана вартість формується за рахунок синергії людського інтелекту та автоматизованих рішень [103].

Упродовж 2022–2024 рр. «цифрова географія» України зазнала найбільш радикальних змін за весь період становлення ІТ-сектору. В умовах повномасштабної війни внутрішня релокація бізнесу та фахівців трансформувалася з вимушеного безпекового заходу стратегічним інструментом мінімізації операційних ризиків та збереження експортного потенціалу галузі.

Територіальний зсув та формування нових ІТ-хабів. До 2022 року понад 70% кадрового та інституційного потенціалу ІТ-сектору України було зосереджено у п'яти ключових агломераціях – Києві, Харкові, Львові, Дніпрі та Одесі. Повномасштабне вторгнення зумовило масштабний територіальний перерозподіл людського та інтелектуального капіталу, що набув характеру «західного дрейфу» бізнес-активності.

Львівський регіон остаточно закріпив статус другого за величиною ІТ-хабу країни. За оцінками галузевих організацій, у перші місяці війни чисельність ІТ-фахівців у регіоні зросла більш ніж на 40 тис. осіб за рахунок релокації спеціалістів із Харкова, Києва та інших прифронтових міст [104]. Це сприяло подальшій інституціоналізації ІТ-екосистеми регіону та зростанню ролі локальних кластерів.

Окремої уваги заслуговує так званий «Закарпатський кейс». Ужгород та Закарпатська область продемонстрували одну з найвищих динамік інституційного розвитку у 2022–2023 рр. Створення Закарпатського ІТ-кластера дозволило легалізувати та структурувати діяльність сотень переміщених (релокованих) компаній, сформувавши новий регіональний центр цифрової економіки.

Паралельно зросла роль малих та середніх міст західної України, зокрема Івано-Франківська, Чернівців та Тернополя. Ці міста перетворилися на безпечні локації для розміщення розподілених команд, що підвищило живучість бізнес-моделей та знизило системні ризики концентрації.

Важливим аспектом цього процесу став мультиплікативний ефект для місцевих громад. Згідно з методологією аналізу регіонального впливу, один релокований ІТ-фахівець підтримує існування до трьох робочих місць у суміжних сервісних галузях – від нерухомості до логістики та роздрібної торгівлі. Це призвело до аномального зростання надходження податку на доходи фізичних осіб (ПДФО) до бюджетів західних областей, що частково компенсувало загальнонаціональний спад податкових надходжень.

Одним із ключових напрямів стала енергонезалежність. Переважна більшість великих і середніх ІТ-компаній обладнала офісні приміщення дизельними генераторами, системами накопичення енергії та резервними джерелами живлення.

Це дозволило виконувати основну частину контрактних зобов'язань навіть у період масових відключень електроенергії у 2022–2023 рр. Другим критичним елементом стійкості стала диверсифікація каналів зв'язку. Масове впровадження супутникових терміналів Starlink фактично стало галузевим стандартом, забезпечивши безперебійний доступ до мережі незалежно від географічної локації. Це мало вирішальне значення для сервісної моделі IT-бізнесу. Завершальним елементом інфраструктурної адаптації став прискорений перехід до хмарних середовищ (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud). Це дозволило мінімізувати ризики фізичного знищення серверного обладнання та забезпечити безпеку даних в умовах воєнних загроз.

Логічним продовженням аналізу структурних зсувів в IT-секторі України є розгляд сегмента Defense Tech як найбільш інноваційного та стратегічно значущого напрямку його трансформації. Розвиток військових технологій у період повномасштабної війни став каталізатором переходу українського IT-сектору від переважно сервісної моделі, орієнтованої на аутсорсинг, до продуктової моделі з високою часткою інтелектуальної власності та локалізованої доданої вартості. Defense Tech є унікальним прикладом глибокої конвергенції інженерного, програмного та наукового потенціалів країни в умовах екстремального зовнішнього шоку.

Емпіричним підтвердженням цієї трансформації є дані аналітичного звіту оборонного інноваційного кластера Brave1, підготовленого спільно з Київською школою економіки [105]. Звіт фіксує якісну зміну інвестиційного ландшафту Defense Tech – перехід від фрагментованих волонтерських ініціатив до формування повноцінного ринку високотехнологічних стартапів. Обсяг інвестицій у defense-напрямок зріс із рівня до 5 млн дол. США у 2023 році до близько 25 млн дол. США у 2024 році, а середній розмір інвестиційних раундів збільшився до 1-3 млн дол. США, що свідчить про зростання зрілості галузі та довіри з боку інвесторів.

Показовими є приклади стартапів, що спеціалізуються на цифрових рішеннях із високою інтелектуальною складовою. Компанії, які розробляють алгоритми автономного управління безпілотними системами, комп'ютерний зір та аналітику

на основі штучного інтелекту, залучають значні обсяги фінансування. Це підтверджує зростання ролі програмної компоненти у створенні доданої вартості в межах Defense Tech та поступове зміщення акценту від моделі «людино-годин» до моделі інтелектуального продукту.

Масштаби технологічної трансформації проявляються також у динаміці виробництва. За оцінками Bravel, обсяги виготовлення безпілотних систем в Україні зросли з кількох тисяч одиниць у 2022 році до рівня мільйонів одиниць у 2024 році, що свідчить про безпрецедентне масштабування виробництва в умовах воєнного часу. Така динаміка стала можливою завдяки глибокій цифровізації процесів розробки, тестування, управління та інтеграції складних технічних систем, що фактично розширює межі традиційного IT-сектору та включає його до повного ланцюга створення продукту.

Водночас розвиток Defense Tech супроводжується низкою структурних обмежень. Сукупні виробничі можливості цього напрямку суттєво перевищують обсяги державного фінансування, що формує внутрішні «стелі зростання» та обмежує масштабування за рахунок внутрішнього попиту. Додатковими викликами залишаються мобілізаційні процеси та дефіцит висококваліфікованих інженерних кадрів, що змушує компанії фокусуватися не на кількісному розширенні персоналу, а на автоматизації та впровадженні рішень на основі штучного інтелекту.

Окремою тенденцією є зростання ризиків часткової релокації окремих етапів розробки або виробництва за кордон. За даними галузевих опитувань, значна частка компаній Defense Tech розглядає можливість перенесення R&D або окремих операцій у більш безпечні юрисдикції, що пов'язано з безпековими ризиками та регуляторними обмеженнями. Це підкреслює необхідність формування довгострокової державної політики збереження технологічного ядра сектору в межах національної економіки.

Таким чином, розвиток Defense Tech у 2023–2024 рр. слід розглядати як новий етап еволюції українського IT-сектору, що поєднує програмну експертизу, інженерні рішення та інноваційну підприємницьку активність. Цей сегмент формує

підґрунтя для переходу від сервісної до продуктової моделі розвитку ІТ-галузі, створюючи потенціал для довгострокового економічного зростання, структурної модернізації та повоєнного відновлення національної економіки.

2.2. Оцінювання ролі ІТ-сектору в стабілізації української економіки з використанням «аналізу витрати-випуск» («input-output analysis»)

Для поглибленого розуміння ролі ІТ-сектору в національній економіці доцільним є застосування аналітичного інструментарію, що дозволяє оцінити не лише прямі ефекти його функціонування, але й непрямі та індуковані міжгалузеві взаємозв'язки. У цьому контексті ІТ-сектор розглядається не як ізольована галузь, а як системоутворюючий елемент, здатний генерувати мультиплікативні ефекти та впливати на динаміку валової доданої вартості в суміжних секторах економіки.

Наукова гіпотеза ґрунтується на припущенні, що ключовим інструментом макроекономічного аналізу впливу ІТ-сектору є визначення мультиплікаторів валової доданої вартості (ВДВ), розрахованих на основі таблиць «витрати-випуск» («input-output analysis»). Доцільність застосування такого підходу обумовлена наявністю диференційованих каналів трансмісії технологічного імпульсу від ІТ-сектору до інших ланок національного господарства, що не можуть бути виявлені в межах традиційного секторального аналізу.

Методологічну основу дослідження становлять праці лауреата Нобелівської премії з економіки В. Леонтьєва, який обґрунтував метод міжгалузевого балансу як інструмент відображення технологічної взаємозалежності галузей у структурі виробництва [71]. Прикладний інструментарій розрахунку мультиплікаторів адаптовано з методичних розробок Ж. д'Ернонкур (Johanna d'Hernoncourt), М. Кордьє (Mateo Cordier), Д. Хедлі (David Hadley), підготовлених у межах проєктів, фінансованих Європейським Союзом [106]. Застосування зазначеної методики забезпечує методологічну узгодженість отриманих результатів із міжнародною практикою міжгалузевих досліджень.

У межах даного підрозділу основну увагу зосереджено саме на мультиплікаторах валової доданої вартості, оскільки вони дозволяють кількісно оцінити чистий внесок ІТ-сектору у створення національного багатства з урахуванням прямих, непрямих та індукованих ефектів по всьому ланцюгу створення вартості [107]. Інші типи мультиплікаторів – зайнятості, доходів населення, податкових надходжень або чистого експорту – хоча й широко використовуються у звітах міжнародних організацій (зокрема ООН), у даному дослідженні розглядаються як комплементарні та залишаються поза межами детального кількісного моделювання [108].

Важливою аналітичною складовою підрозділу є компаративний аналіз мультиплікаторів впливу ІТ-сектору на ВДВ України та окремих країн Центрально-Східної Європи. Залучення міжнародного порівняльного виміру дозволяє верифікувати національну специфіку інтеграції ІТ-технологій у традиційні галузі економіки, а також ідентифікувати потенційні точки технологічного відставання або, навпаки, конкурентні переваги української моделі цифровізації. Поєднання інструментарію міжгалузевого аналізу, теорії ендогенного економічного зростання та регресійних методів у межах порівняльного аналізу між країнами формує аналітичну базу для обґрунтування інноваційної ролі ІТ-сектору у стабілізації та структурній модернізації національної економіки.

В науковому обігу перебуває багато робіт, присвячених оцінюванню мультиплікативного впливу окремих секторів (видів діяльності) на економіку різних країн. До прикладу, дослідження впливу *сектору культури* на економіку презентоване в роботі Х. Мікіч (Hristina Mikić) [109].

Фундаментальне дослідження впливу сектору цифрової економіки з використанням і мультиплікаторів, і інших інструментів аналізу міститься в звіті, підготовленому групою аналітиків під егідою Азійського банку розвитку (Asian Development Bank) [110].

В роботі Б. Чжао (Bing Zhao) та Ю. Дін (Yue Ding) презентовані результати дослідження внеску сфери транспортних галузей в розвиток економіки Китаю саме

з використанням мультиплікатору доданої вартості, а також двох інших мультиплікаторів - зайнятості та доходу [111].

В роботі К. Дж. Ван (Ki Jun Wang), М.-К. Лі (Min-Kyu Lee) та Дж. Й. Чой (Jae Young Choi) проаналізований вплив цифровізованої індустрії портів («розумних портів») на економіку Південної Кореї через оцінювання мультиплікативного ефекту [112].

Дослідження економіки Греції з використанням інструментарію мультиплікаторів, на основі таблиці «витрати-випуск», здійснене К. Бакінезос (Constantina Backinezos), С. Панайотіу (Stelios Panagiotou) та Е. Вурвахакі (Evangelia Vourvachaki). Автори дійшли важливого висновку про суттєвий вплив на споживчі витрати домашніх господарств сектору державних послуг [113].

В дослідженні Д. Кечек (Damira Keček), Н. Жайдела Хрустек (Nikolina Žajdela Hrustek) та В. Душак (Vesna Dušak). оцінений мультиплікативний вплив на хорватську економіку сектору інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ-сектору) [114].

Оцінювання мультиплікативного впливу будівництва доріг на національну економіку здійснено дослідниками Київської школи економіки (КШЕ), яке презентоване в роботі Ю. Шоломицький, І. Дейсан, О. Шоломицька та інші [115].

В даному розрахунку ІТ-сектор охоплює наступні розділи економічної діяльності: С26, І62, І63 (визначено і описано в таблиці 2.2.) Для оцінки впливу ІТ-сектору з використанням мультиплікаторів дані взяті з останніх публічно доступних таблиць «витрати-випуск» в основних цінах (at basic prices) Державної Служби статистика України за 2015–2023 рр. [93]. Автор усвідомлює важливість використання актуальних таблиць «витрати-випуск» за 2024–2025 рр. Однак, на момент підготовки дослідження, вони відсутні у публічному доступі. У зв'язку з цим прогностні оцінки на 2024–2025 рр. здійснено шляхом екстраполяції динаміки розрахованих мультиплікаторів ІТ-сектора за період 2015–2023 рр.

Із початкової таблиці «витрати-випуск» України була виділена симетрична матриця проміжних витрат розмірністю 42*42. Після об'єднання ІТ-сектору в окрему секцію, що охоплює 2 елементи, розмірність матриці стала 41*41. На

наступній ітерації аналізу, обраховується матриця коефіцієнтів проміжного споживання (технічних коефіцієнтів) – A , що відображає частку витрат кожного сектору на одиницю валового випуску:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}, \quad (2.2)$$

де z_{ij} – проміжні витрати сектору j на продукцію сектору i ,

x_j – валовий випуск сектору j .

Основне рівняння моделі Леонтьєва описується так:

$$X = AX + C, \quad (2.3)$$

де X – вектор валового випуску,

C – вектор кінцевого попиту,

A – матриця коефіцієнтів проміжного споживання.

Після перетворень отримаємо:

$$X = (I - A)^{-1}C, \quad (2.4)$$

де $(I - A)^{-1}$ – матриця повних витрат (обернена матриця Леонтьєва) або «мультиплікаторна» матриця,

I – одинична матриця.

Позначимо:

$$L = (I - A)^{-1}. \quad (2.5)$$

Сума коефіцієнтів j -ого стовпчика цієї матриці є мультиплікатором витрат галузі j (output multiplier):

$$(M_{output\ multiplier})_j = \sum_i L_{ij}. \quad (2.6)$$

У випадку ІТ-сектору, $(M_{output\ multiplier})_{IT}$ показує, наскільки змінюється загальний валовий випуск при збільшенні попиту на товари та послуги ІТ-сектору на одну одиницю.

Для розрахунку мультиплікатора ВДВ, нам необхідно обчислити вектор v_i – вектор часток ВДВ у валовому випуску i :

$$v_i = \left(\frac{gva_1}{x_1}, \frac{gva_2}{x_2}, \dots, \frac{gva_i}{x_i} \right). \quad (2.7)$$

Тоді мультиплікатор валової доданої вартості j сектору буде мати вигляд:

$$(M_{gva \ multiplier})_{IT} = \frac{\sum_i v_i L_{ij}}{v_j}. \quad (2.8)$$

У випадку ІТ-сектору, $(M_{gva \ multiplier})_{IT}$ показує, наскільки змінюється загальна валова додана вартість в економіці при зростанні доданої вартості, створеної ІТ-сектором на одну одиницю.

В такий спосіб розраховуються мультиплікатори типу І (type I multipliers). Ці показники-мультиплікатори типу І враховують прямий ефект (вплив зростання попиту на сам продукт ІТ-сектору) та непрямий ефект (вплив через зв'язки із іншими секторами економіки). Наприклад, якщо відбувається зростання кінцевого попиту (тобто збільшення обсягу продажу товару або послуги кінцевим споживачам), то можна припустити, що виробники відповідного продукту збільшать обсяг виробництва, щоб задовольнити зростання попиту – це є прямий ефект. Якщо ж виробники також збільшать закупівлі ресурсів у своїх постачальників, щоб забезпечити підвищене виробництво, то постачальники теж починають нарощувати обсяги, що веде до збільшення попиту на продукцію інших галузей. У такий спосіб зростання попиту поширюється по економіці, що є проявом непрямого ефекту впливу [106].

Як наслідок прямих і непрямих ефектів, зростає рівень зайнятості, що, у свою чергу, призводить до збільшення доходів домогосподарств у масштабах всієї економіки. Частина цих додаткових доходів знову витрачається на кінцеве споживання товарів і послуг. Цей процес називається індукованим ефектом. Він не враховується в мультиплікаторах І-ого типу, натомість, передбачає врахування в мультиплікаторах 2-го типу.

Прямий, непрямий і індуковані ефекти враховуються при розрахунку мультиплікатора типу ІІ, на основі оберненої матриці Леонтьєва типу ІІ. Тобто, весь ланцюжок і алгоритм попередніх розрахунків (як для мультиплікатора типу І) залишається таким самим.

Для того, щоб отримати обернену матрицю Леонтьєва типу ІІ, потрібні певні маніпуляції із матрицею технічних коефіцієнтів. Розмірність матриці проміжних

витрат буде збільшена на один пункт: 42*42. Це відбувається тому, що необхідно включити в аналіз домогосподарства. Тут формально розглядатимемо їх як нову галузь і додаємо рядок і стовпець до матриці проміжних витрат, а саме: «Оплата праці найманих працівників» («Compensation of employees», вектор W) та «Кінцеві споживчі витрати домашніх господарств» («Final consumption expenditure by households», вектор C) відповідно.

Розрахунок матриці технічних коефіцієнтів типу II відбувається за таким алгоритмом:

$$A^{(II)} = \begin{bmatrix} a^{11} & \dots & a^{1_n} & a_{1h} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_n^1 & \dots & a_{nn} & \vdots \\ a_{h1} & \dots & a_{hn} & a_{hh} \end{bmatrix}, \quad (2.9)$$

де n – кількість виробничих секторів,

h – індекс, який позначає сектор «домашніх господарств»,

a_{hi} – частки оплати праці у валовому випуску кожного виду діяльності,

a_{ih} – частки споживчих витрат домашніх господарств окремих галузей в загальних доходах, отриманих у вигляді загальної заробітної плати,

a_{hh} – це витрати домогосподарства на одиницю екзогенного доходу домогосподарства, зі встановленим значенням – 0.

Всі подальші ітерації, розрахунки і формули для оберненої матриці Леонтьєва і мультиплікаторів типу II залишаються такими самими, як і для типу I, що описані раніше.

Обернені матриці Леонтьєва I та II типів мають значну розмірність (41*41 та 42*42), тому у додатку Г наведено репрезентативний приклад – обернену матрицю Леонтьєва I типу за 2015 рік. Повний масив розрахованих матриць розміщено у відкритому доступі (див. посилання у додатку Г).

Результати розрахунків мультиплікаторів ІТ-сектору України за 2015–2025 рр. наведені в таблиці 2.3. Як зазначалося вище, повні таблиці «витрати-випуск» у основних цінах доступні лише до 2023 року, а для актуалізації оцінок мультиплікативного ефекту ІТ-сектору на 2024–2025 рр. було застосовано процедуру короткострокової екстраполяції часових рядів мультиплікаторів.

Таблиця 2.3

Мультиплікатори впливу ІТ-сектору на валовий випуск та валову додану вартість в Україні на основі таблиць «витрати-випуск» за 2015–2023 рр. та їх прогнозні значення на 2024–2025 рр.

<i>Рік</i>	<i>Мультиплікатор валового випуску (ВВ)</i>		<i>Мультиплікатор валової доданої вартості (ВДВ)</i>	
	<i>Tun I</i>	<i>Tun II</i>	<i>Tun I</i>	<i>Tun II</i>
2015	1,999	5,538	1,955	4,184
2016	2,175	5,783	2,118	4,549
2017	2,105	5,674	2,088	4,421
2018	2,145	5,802	2,096	4,494
2019	2,073	6,641	2,066	5,030
2020	1,936	5,813	1,892	4,176
2021	1,904	5,098	1,835	3,676
2022	2,133	4,982	2,078	3,686
2023	2,095	4,441	2,061	3,388
2024	2,044	4,383	2,021	3,321
2025	2,044	3,962	2,021	3,058

Джерело: розраховано автором.

З цією метою:

- проведено порівняльне прогнозування на основі авторегресивної моделі (AR(1)), експоненційного згладжування (ETS) та сценарного методу ковзного середнього з дрейфом;
- оцінювання точності здійснено методом покрокової (walk-forward) валідації із використанням показників MAE та RMSE;
- для кожного мультиплікатора обрано модель з мінімальною похибкою прогнозування.

Отримані прогнозні значення на 2024–2025 рр. відображають інерційно-адаптивну траєкторію розвитку мультиплікативного ефекту ІТ-сектору в умовах після-шокової стабілізації економіки.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити кілька ключових висновків.

По-перше, мультиплікатори типу I (як випуску, так і валової доданої вартості) демонструють відносну стабільність протягом усього періоду. Їх значення коливаються поблизу рівня 2, що свідчить про стійкий характер міжгалузевих зв'язків ІТ-сектору з іншими видами економічної діяльності.

По-друге, мультиплікатори типу II істотно перевищують показники типу I, що підтверджує значну роль індукованого ефекту, який досягається через канал доходів домогосподарств. У докризовий період (до 2019 року) спостерігався підвищений рівень індукованого ефекту, тоді як у 2020–2023 рр. відбувається його поступове зниження, що відображає структурні зміни в економіці та послаблення вторинних ефектів у воєнний період.

По-третє, навіть у 2022–2023 рр. ІТ-сектор зберігає мультиплікативний ефект, що перевищує одиницю більш, ніж удвічі (тип I) та майже в чотири рази (тип II для ВДВ). Це можна тлумачити, як підтвердження «системоутворюючої» ролі ІТ-сектору у стимулюванні економічної активності.

Прогнозні оцінки на 2024–2025 рр. свідчать про збереження інерційної стабілізації мультиплікаторів типу I на рівні, близькому до 2, тоді як мультиплікатори типу II демонструють подальше помірне зниження. Це може інтерпретуватися як адаптація економіки до нових структурних умов та поступове звуження індукованого ефекту через канал доходів домогосподарств, за збереження базових міжгалузевих зв'язків ІТ-сектору.

Третій спосіб визначення мультиплікатора ІТ-сектору може також спиратись на дані таблиці «витрати-випуск», але не передбачає оперування матрицями. Йдеться про побудову регресійної моделі зв'язку між доданою вартістю кожного виду діяльності та «проміжним споживанням» продукції ІТ-сектору в цьому виді діяльності. Відтак, отриманий мультиплікатор «третього типу» віддзеркалюватиме те, на скільки одиниць зростатиме в середньому додана вартість, якщо «проміжне споживання» продукції ІТ-сектору зростатиме на одиницю.

Теоретичним підґрунтям для такого типу мультиплікатора є теорія ендогенного економічного зростання – зростання на основі сектору R&D. Основні

ідеї теорії ендogenous економічного зростання, за П. Ромером, викладені у підрозділі 1.1.

Важливі узагальнення щодо досліджень в царині макроекономічного моделювання зв'язків між інноваційним та традиційними секторами економіки презентовані, зокрема, в звіті Об'єднаного дослідницького центру Європейської комісії (European Commission Joint Research Centre) [116]. Звіт, крім іншого, містить аналіз моделей QUEST (Quality of Economic Structural Transformation), в яких кінцевий продукт подається як похідний (залежний) від інноваційного (пов'язаного з дослідженнями та розробками) «проміжного споживання». Як відомо, макроекономічні моделі QUEST, розробляються Європейською Комісією для аналізу економічної політики, з огляду на необхідність оцінювання впливу економічних реформ та змін в структурі економіки саме за секторами (видами діяльності).

Зрозуміло, що аналогія між моделлю економічного зростання П.Ромера з сектором R&D, який визначає ендogenous природу зростання, та модельними конструкціями, в яких акцентується увага на зв'язках інноваційних та традиційних секторів, не є прямою. Важливим є те, що в обох випадках йдеться про певний елемент економіки, який стає внутрішнім джерелом економічного зростання.

Теорія ендogenous економічного зростання, на основі модельних конструкцій взаємодії інноваційного сектору з іншими секторами, на думку автора, саме і формує теоретичне підґрунтя для визначення мультиплікатора ІТ-сектору «третього типу».

Для оцінювання мультиплікатора «третього типу» побудовані регресійні рівняння загального виду:

$$VA_i = kX_i + \varepsilon_i, \quad (2.10)$$

де VA_i – залежна змінна – валова додана вартість i -ої галузі,

X_i – незалежна змінна - обсяг проміжного споживання продукції ІТ-сектору в кожній i -ій галузі,

k – оцінюваний коефіцієнт, який інтерпретується як мультиплікатор,

ε_i – похибка.

В розрахунках використані дані таблиць «витрати-випуск» України за 2015–2023 рр. ІТ-сектор економіки ідентифікований так само, як і при побудові матриць Леонтьєва «першого» та «другого типів», тому:

$$X_i = X_{c26,i} + X_{j62-63,i}. \quad (2.11)$$

В розрахунках використані дві вибірки, а саме: 1) вибірка, за даними таблиці «витрати-випуск» 2023 р. (41 спостереження), 2) вибірка за даними всіх таблиць «витрати-випуск» 2015–2023 рр. (369 спостережень). Дані для проведення обчислень, сформовані на основі таблиць «витрати-випуск» за період 2015–2023 рр., що наведені в додатку Д.

При оцінюванні регресійних моделей, в яких коефіцієнт k інтерпретується як мультиплікатор «третього типу», брались до уваги значення коефіцієнту детермінації R^2 , а також значення t -статистики, F -статистики та відповідні p -value. В нашому випадку, коли йдеться про моделі з однією незалежною змінною, F -статистика та t -статистика дають однакове p -value. Тому доцільно розглядати тільки F -статистику і відповідне p -value.

Результати визначення мультиплікатора ІТ-сектору на основі регресійного рівняння зв'язку між доданою вартістю та проміжним споживанням продукції ІТ-сектору у різних видах діяльності подані далі.

Зауважимо, що спроби побудови моделей на основі *лінійної* регресії позитивного результату не дали. Ключова метрика цих моделей – коефіцієнт детермінації – не перевищував 0,055 ($R^2 = 0,055$). Такий результат спостерігався і для моделі лінійної регресії на основі даних таблиці «витрати-випуск» за один 2023 р. (41 спостереження), і для лінійної регресії з агрегованими динамічними рядами даних на основі таблиць «витрати-випуск» за період 2015–2023 рр. (369 спостережень).

Рівняння лінійної регресії були такими:

- $VA = 1,188e+05 + 0,953 IC$ ($R^2 = 0,017$, F -statistic = 0,2585, p -value = 0,618) - за даними 2023 р.

- $VA = 7.749e+04 + 1,58 IC$ ($R^2 = 0,0425$, F -statistic = 8,528, p -value = 3,9e-03) - за даними 2015-2023 р.

(де VA – додана вартість, IC – проміжне споживання продукції ІТ-сектору)

Оскільки, згідно з отриманими результатами, додана вартість пояснювалася проміжним споживанням лише на 4,3%, то тлумачення коефіцієнту при IC як мультиплікатору мало б достатньо обмежені аналітичні можливості. Якщо у моделі лінійної регресії за даними 2023 року значення F-статистики не дозволяє вважати модель значущою, то у моделі, побудованій на основі даних за 2015–2023 рр., F-статистика і значення p-value свідчать про загальну високу значущість моделі. Це підтверджує те, що використання ширшої вибірки (41 галузь × 9 років) краще виявляє стійкий зв'язок між споживанням ІТ-продукції та валовою доданою вартістю, навіть попри низький рівень R².

Найкращий пояснювальний результат дала логарифмічна регресія, рівняння якої, за даними 2023 р., має такий вид:

$$\log VA = 7,4153 + 0,5269 \log IC. \quad (2.12)$$

Метрики логарифмічного регресійного рівняння (2.13) подана на рис. 2.7.

Dep. Variable:	log_AV	R-squared:	0.479			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.465			
Method:	Least Squares	F-statistic:	35.82			
Date:	Wed, 11 Feb 2026	Prob (F-statistic):	5.43e-07			
Time:	16:03:00	Log-Likelihood:	-58.208			
No. Observations:	41	AIC:	120.4			
Df Residuals:	39	BIC:	123.8			
Df Model:	1					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]

const	7.4153	0.603	12.295	0.000	6.195	8.635
log_X	0.5269	0.088	5.985	0.000	0.349	0.705
=====						
Omnibus:	1.158	Durbin-Watson:	1.291			
Prob(Omnibus):	0.561	Jarque-Bera (JB):	1.156			
Skew:	0.358	Prob(JB):	0.561			
Kurtosis:	2.597	Cond. No.	26.3			
=====						

Рис. 2.7. Показники якості моделі зв'язку між доданою вартістю та проміжним споживанням продукції ІТ-сектору, за таблицею «витрати-випуск» України в 2023 р.

Джерело: розраховано автором.

Як свідчить інформація, подана на рис. 2.7, проміжне споживання продукції ІТ-сектору пояснює зміни доданої вартості, більш ніж, на 47% ($R^2 = 0,479$). Відносно висока якість моделі, за коефіцієнтом детермінації, дає підстави для інтерпретації коефіцієнта при змінній ІС, як мультиплікатора впливу проміжного споживання продукції ІТ-сектору на додану вартість, з прийнятною достовірністю.

Застосування тесту причинності Гренджера підтвердило те, що додана вартість (VA) залежить від проміжного споживання (IC), або, по-іншому, проміжне споживання (IC) впливає на додану вартість (VA). Отримане значення $p\text{-value} = \text{Prob} (F\text{-statistic}): 5.43e-07$ дозволяє відхилити, так звану «нульову гіпотезу», та стверджувати, що існує статистично значущий причинний вплив ІС на VA.

Більш вагомі підстави для тлумачення коефіцієнта при ІС саме як мультиплікатора, створює власне зміст *логарифмічних рівнянь*. Адже, логарифми використовуються для виявлення відносної зміни однієї величини (у нашому випадку – доданої вартості VA) за відносними змінами іншої величини (у нашому випадку – «проміжного споживання» IC).

Згідно з рівнянням (2.12), йдеться про те, що при зміні проміжного споживання (IC) на 1%, додана вартість змінюється на 0,5269%. Отже, коефіцієнт при змінній ІС може тлумачитись як мультиплікатор зміни доданої вартості за змінами проміжного споживання ($m_{VA/IC}$).

За наведеним логарифмічним рівнянням, побудованим за даними 2023 р., мультиплікатор є таким:

$$m_{VA/IC} = 0,5269$$

Результати розрахунків регресійних рівнянь для різних років, а також значення коефіцієнтів при змінній ІС, що інтерпретуються як мультиплікатори зміни доданої вартості, за зміною проміжного споживання продукції ІТ-сектору, а також показники детермінації (R^2) для кожного з регресійних логарифмічних рівнянь, подані в таблиці 2.4.

Інформація, презентована в таблиці 2.4, свідчить про те, що на кожний 1% зміни проміжного споживання (IC) продукції ІТ-сектору припадало, в середньому приблизно, 0,5% зміни доданої вартості в різні роки в межах періоду 2015–2022 рр.

Результати розрахунків рівнянь логарифмічної парної регресії

Рік	Логарифмічне регресійне рівняння	Значення коефіцієнта детермінації	F- статистик а	P- value	Значення мультиплікатора
2015	$\log VA = 6,7168 + 0,5337 \log IC$	$R^2 = 0,41$	27,15	6,44e-06	$m_{VA/IC} = 0,5337$
2016	$\log VA = 7,0615 + 0,4844 \log IC$	$R^2 = 0,397$	25,7	9,87e-05	$m_{VA/IC} = 0,4844$
2017	$\log VA = 6,9915 + 0,5068 \log IC$	$R^2 = 0,427$	29,09	3,59e-06	$m_{VA/IC} = 0,5068$
2018	$\log VA = 7,1403 + 0,4897 \log IC$	$R^2 = 0,388$	24,75	1,35e-05	$m_{VA/IC} = 0,4897$
2019	$\log VA = 6,4039 + 0,5775 \log IC$	$R^2 = 0,48$	36,08	5,06e-07	$m_{VA/IC} = 0,5775$
2020	$\log VA = 7,0054 + 0,5196 \log IC$	$R^2 = 0,47$	34,61	7,53e-07	$m_{VA/IC} = 0,5196$
2021	$\log VA = 7,0054 + 0,5115 \log IC$	$R^2 = 0,466$	34,1	8,65e-07	$m_{VA/IC} = 0,5115$
2022	$\log VA = 7,0054 + 0,5508 \log IC$	$R^2 = 0,494$	38,2	2,91e-07	$m_{VA/IC} = 0,5508$
2023	$\log VA = 7,4153 + 0,5269 \log IC$	$R^2 = 0,479$	35,82	5,43e-07	$m_{VA/IC} = 0,5269$

Джерело: розраховано автором.

Раніше наведене рівняння логарифмічної парної регресії за 2023 р. суттєво не відрізняється від рівнянь регресії по інших роках. Відтак, є підстави для висновку про сталість залежностей між доданою вартістю та проміжним споживанням продукції ІТ-сектору.

Особливої уваги при інтерпретації отриманих рівнянь парної логарифмічної регресії заслуговує позитивний знак («+») при коефіцієнтах змінної проміжного споживання (IC). З позицій класичної теорії міжгалузевого балансу, такий зв'язок є нетиповим, оскільки традиційні елементи проміжного споживання (сировина, енергія, матеріали) мають від'ємну кореляцію з обсягами доданої вартості. На думку автора, цей прямий зв'язок пояснюється особливою економічною природою ІТ-продукції, яка виступає не як «пасивний» виробничий ресурс, а як ендогенний чинник технологічної інтенсифікації.

Після встановлення сталого мультиплікативного зв'язку між проміжним споживанням продукції ІТ-сектору та валовою доданою вартістю постає необхідність розширення меж аналізу. Оскільки валова додана вартість є агрегованим результативним показником, вона не дозволяє ідентифікувати конкретні канали трансмісії впливу ІТ-сектору на макроекономічну динаміку.

Для виявлення таких каналів використано структуру кінцевого використання продукції, відповідно до методології Системи національних рахунків, згідно з якою валовий внутрішній продукт визначається як:

$$Y = C + I + NX, \quad (2.13)$$

де C – кінцеве споживання,

I – валове нагромадження капіталу,

NX – чистий експорт.

У межах таблиць «витрати-випуск» ці компоненти відображені через відповідні показники кінцевого використання продукції галузей. З метою ідентифікації структурних каналів впливу ІТ-сектору побудовано три панельні регресійні рівняння, у яких залежними змінними виступають:

Кінцеве споживання C . Відображає обсяг продукції галузі, спрямований на споживання домогосподарств і сектору державного управління.

Валове нагромадження капіталу I . Відображає інвестиційний попит на продукцію галузей, включаючи валове нагромадження основного капіталу та зміну запасів.

Чистий експорт NX . Різниця між експортом ($P6$) та імпортом ($P7$) продукції галузі.

Незалежною змінною виступає, як і для регресійної моделі з ВДВ – проміжне споживання продукції агрегованого ІТ-сектору. Оцінювані коефіцієнти при цій змінній пропонуємо інтерпретувати як відповідні структурні мультиплікатори: модифіковані мультиплікатори третього типу, зокрема, $m_{C/IC}$ – для споживчого каналу, $m_{I/IC}$ – для інвестиційного каналу та мультиплікатор $m_{NX/IC}$ – для експортного каналу. Статистичні дані для проведення обчислень за цими

показниками, сформовані на основі таблиць «витрати-випуск» за 2015–2023 рр., наведені в додатку Д.

У процесі оцінювання було протестовано як лінійні, так і логарифмічні залежності. Для кожного показника обрано функціональну форму, що продемонструвала кращі статистичні характеристики (значущість коефіцієнтів та прийнятне значення R^2). Зокрема, для С та І використано логарифмічні моделі, а для NX – лінійну модель.

Модель 1 (кінцеве споживання):

$$\ln C = 7,72 + 0,266 \ln IC. \quad (2.14)$$

$$R^2 = 0,038, F\text{-stat} = 7,54, p\text{-value} = 0,0066$$

Коефіцієнт еластичності 0,266 означає, що зростання використання ІТ-продукції на 1% асоціюється зі збільшенням кінцевого споживання, приблизно, на 0,27%. Водночас низьке значення R^2 свідчить про обмежену пояснювальну здатність моделі. Це означає, що ІТ-продукція не є визначальним чинником формування споживчого попиту, а її вплив має переважно опосередкований характер.

Модель 2 (інвестиційні витрати):

$$\log I = 5,312 + 0,5117 \log IC. \quad (2.15)$$

$$R^2 = 0,195, F\text{-stat} = 46,44, p\text{-value} = 1,19E-10$$

Еластичність 0,512 означає, що зростання використання ІТ-продукції на 1% супроводжується зростанням інвестиційних витрат, приблизно, на 0,5%. Модель демонструє помірну пояснювальну здатність і високу статистичну значущість. Це свідчить про наявність стійкого інвестиційного каналу впливу. Отриманий результат економічно обґрунтований, оскільки ІТ-продукція інтегрується у процеси оновлення основного капіталу та технологічної модернізації.

Модель 3 (чистий експорт):

$$NX = 9.42e04 + 2,23 IC. \quad (2.16)$$

$$R^2 = 0,106, F\text{-stat} = 22,85, p\text{-value} = 3.47E-06$$

Оскільки логарифмічна специфікація не продемонструвала достатньої статистичної стійкості, аналіз здійснено на основі лінійної моделі. Коефіцієнт 2,23

означає, що збільшення використання ІТ-продукції на одну умовну одиницю асоціюється зі зростанням чистого експорту, більш ніж на дві одиниці. Модель є статистично значущою, однак пояснювальна здатність залишається помірною, що може пояснюватися високою волатильністю зовнішньоторговельних потоків.

Отримані результати демонструють диференційовану структуру впливу ІТ-сектору на компоненти сукупного попиту:

1. найсильніший і найстійкіший канал – інвестиційний (I) – мультиплікатор $m_{C/IC} = 0,5117$;

2. споживчий канал (C) – статистично слабкий – мультиплікатор $m_{I/IC} = 0,266$;

3. експортний канал (NX) – помірний та більш волатильний – мультиплікатор $m_{NX/IC} = 2,23$.

Результати узгоджуються з попередньо встановленим мультиплікативним впливом ІТ-сектору на валову додану вартість і підтверджують, що ІТ-продукція інтегрується в економіку насамперед як фактор інвестиційної модернізації та технологічного розвитку, а не як безпосередній драйвер споживчого попиту.

У межах досліджуваної проблеми було висунуто припущення, що отримані результати підтверджують роль ІТ-сектору як каталізатора економічної ефективності. Використання програмного забезпечення та інформаційних послуг у виробничих процесах інших галузей призводить до оптимізації витрат інших ресурсів та підвищення граничної продуктивності капіталу та праці, що в кінцевому підсумку генерує приріст доданої вартості, який перевищує витрати на самі ІТ-послуги.

Таким чином, позитивний коефіцієнт регресії свідчить про те, що кожен додатковий відсоток споживання ІТ-продукції в національній економіці забезпечує приріст ВДВ у середньому на 0,52% (згідно з рівнянням 2.12). Це фактично означає високу окупність цифровізації на макрорівні, де ІТ-сектор стає внутрішнім джерелом розширеного відтворення вартості. Інтенсивність цього процесу безпосередньо залежить від ступеня імплементації цифрових рішень у традиційні види діяльності та структурної розвиненості самого ІТ-ринку. Зазначене

припущення автор пропонує перевірити за допомогою порівняльних досліджень мультиплікативних впливів ІТ-сектору на економіки різних країн, що дозволить верифікувати виявлені закономірності у міжнародному контексті та визначити місце України у глобальних технологічних трендах.

Аналіз впливу ІТ-сектору на національну економіку з використанням таблиць «витрати-випуск» та, відповідно, оцінювання на основі мультиплікаторів трьох типів доцільно розширити на основі порівняльного (компаративного) аналізу.

Існує низка прикладів такого порівняльного аналізу. Зокрема, це порівняльний аналіз агропродовольчих секторів України та Польщі за допомогою моделі «витрати-випуск» в роботі Л. Амброзак (Łukasz Ambroziak) та М. Булковська (Małgorzata Bułkowska) [117]. Автори використовують таблиці OECD TiVA (Trade in Value Added) для 2020 року з метою дослідити структуру та зв'язки аграрного і харчового секторів двох країн у період пандемії COVID-19. Дослідження заповнює існуючу прогалину щодо input-output аналізу агросектору України та дозволяє зіставити рівень розвитку, галузеву структуру та зовнішньоекономічні зв'язки.

У роботі Г. Аширов (Gaygysyz Ashyrov), Т. Паас (Tiiu Paas) та М. Твердоступ (Maryna Tverdostup) порівнюються сектори «блакитної економіки» (морське господарство та пов'язані з морем види діяльності) Естонії та Фінляндії, за моделлю «витрати-випуск» на основі даних OECD [118]. Попри те, що зворотні та прямі зв'язки згаданих секторів у національних економіках виявились слабкими, автори підкреслюють їхню важливу роль у розвитку прибережних регіонів, зокрема у створенні нових робочих місць і формуванні стабільної бази для транскордонного співробітництва.

У дослідженні Т. Ван (Tao Wang), С. Сяо (Shiying Xiao) та Дж. Ян (Jun Yan), здійснено порівняння економічних структур Китаю та Японії за 1995–2018 рр. на основі таблиць «витрати-випуск» [119]. Автори застосовують аналіз PageRank-центральності та кластеризацію, виявляючи відмінності в секторній домінантності: у Китаї – виробництво, у Японії – послуги.

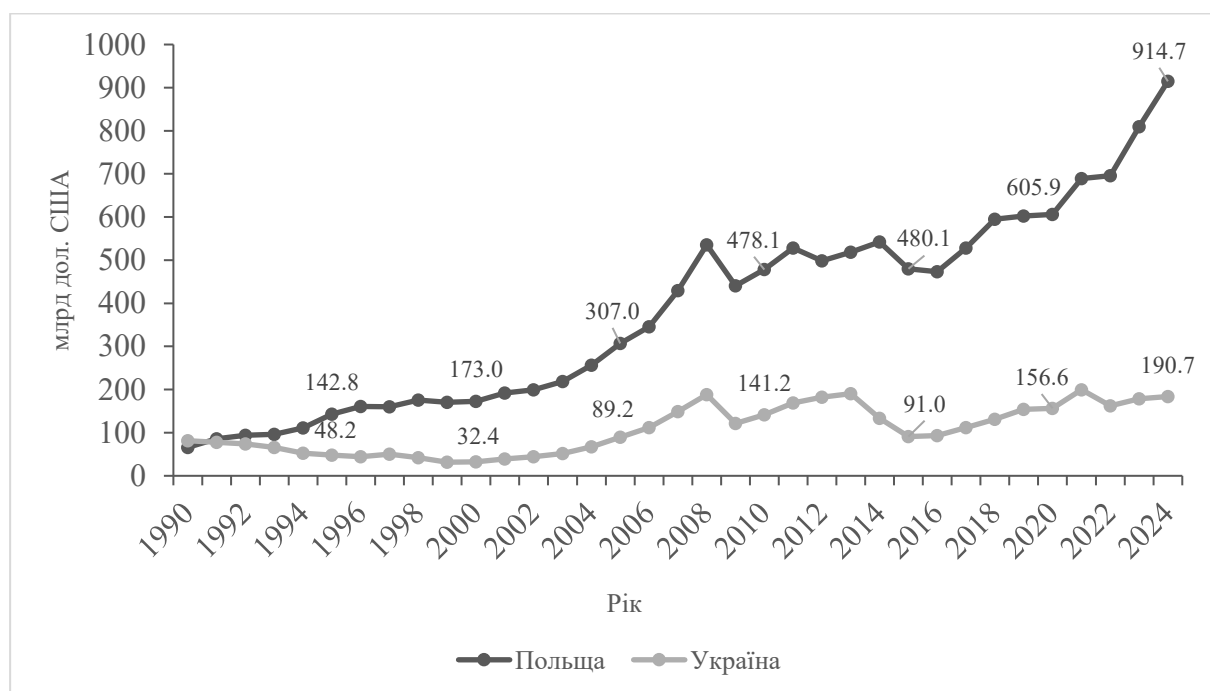
У статті К. Чингіз (Kutay Cingiz), Х. Гонсалес-Ермосо (Hugo Gonzalez-Hermoso), В. Гейман (Wim Heijman) та Й. Г.Г. Весселер (Justus H.H. Wesseler) проаналізовано внесок біоекономіки в національний дохід 28 країн ЄС у період 2005-2015 років [120]. Модель враховує як прямі, так і опосередковані (вгору і вниз за ланцюгом) галузеві зв'язки на основі таблиць «витрати-випуск». Результати показують, що в більшості країн додана вартість суміжних секторів становить близько 40-50% загального внеску біоекономіки і зросла після фінансової кризи.

В цьому дослідженні об'єктом порівняння впливу ІТ-сектору стали економіки України та Польщі [121]. Порівняння з Польщею має обґрунтування. Адже Польща – це країна, яка демонструє успішний досвід економічної трансформації, цифровізації та інституційної стабільності. Україна і Польща мають схожу історію пост-соціалістичних перетворень з початку 1990-х років. В період підготовки вступу до ЄС та з моменту вступу до ЄС Польща стала одним із найуспішніших прикладів економічної трансформації в Центрально-Східній Європі. В основі польського «економічного дива» лежить «план Бальцеровича» [122]. Завдяки ринковим реформам, ефективному залученню іноземних інвестицій і системній інтеграції в європейські інституції, польська економіка з 1990-х років демонструє стабільне зростання. Це твердження ілюструє графік динаміки показника ВВП (рис. 2.8). З графіка видно, що особливо стрімке зростання ВВП сталося після 2004 р. – року приєднання Польщі до Європейського Союзу (ЄС).

З того часу ВВП країни виріс майже втричі, досягнувши \$914,7 млрд у 2024 році, а загалом майже у 12 разів, починаючи з 1990 року. Як зазначається у статті Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України, без коштів ЄС Польща фактично не змогла би досягти сучасного рівня економічного розвитку: з 2004 року Польща отримала від Євросоюзу €245,5 млрд, а прямі іноземні інвестиції виросли з €46 млрд у 2003 році до €161 млрд та €252 млрд у 2010 та 2023 роках відповідно [126].

Україна у цей самий період продемонструвала значно скромніші темпи зростання, зі зниженнями в кризові роки, особливо під час військового стану, а у 2024 році український ВВП становив \$183,9 млрд. Така розбіжність у траєкторіях

розвитку створює вагомe підґрунтя для порівняння ролі окремих галузей, зокрема ІТ, у формуванні довгострокового економічного зростання.



**Рис. 2.8. Валовий внутрішній продукт України та Польщі у 1990–2024 рр.
(млрд дол. США)**

Джерело: побудовано автором на основі [123-125].

На цьому тлі Україна, попри наявність значного людського капіталу, стикнулася з більш глибокими викликами: повільні реформи, зовнішня агресія, політична нестабільність. Проте, незважаючи на кризові умови, ІТ-сектор в Україні розвинувся до рівня одного з найбільш динамічних і експортно орієнтованих сегментів економіки. Саме цей сектор, як і в Польщі, забезпечує валютні надходження, створює високу додану вартість та має потенціал до мультиплікативного зростання. На рівні економічної структури Україна та Польща мають подібний секторний каркас: в обох країнах значну роль відіграють промисловість, сільське господарство, транспорт, торгівля та інформаційні послуги. Проте в Польщі вища частка обробної промисловості, зокрема машинобудування та фармацевтики, тоді як в Україні зберігається сильна залежність від сировинного експорту – металургії, агропродукції та енергоресурсів.

У сфері ІТ економіки обох країн мають експортоорієнтований профіль, з високою часткою послуг, пов'язаних із розробкою програмного забезпечення, тестуванням, аутсорсингом технічної підтримки та аналітики даних. Проте Польща поступово зміщувалася в напрямку R&D, консалтингових сервісів і інтеграції ІТ у внутрішні галузі (фінанси, охорона здоров'я), тоді як в Україні переважали експортна модель без глибокої внутрішньої інтеграції. Таким чином, Польща є одночасно географічно близькою, методологічно сумісною, подібною за галузевою структурою, але інституційно контрастною країною, що робить її оптимальним вибором для порівняльного аналізу з ІТ-сектором України.

З огляду на теоретичну та практичну важливість оцінки внеску ІТ у створенні саме валової доданої вартості, було проаналізовано частки ІТ-сектору у ВДВ України та Польщі в динаміці у 2015–2022 рр. (рис. 2.9) Для забезпечення співмірності показників, розрахунки для обох країн здійснено на основі авторського підходу до ідентифікації меж ІТ-сектору, обґрунтованого у цьому дослідженні.

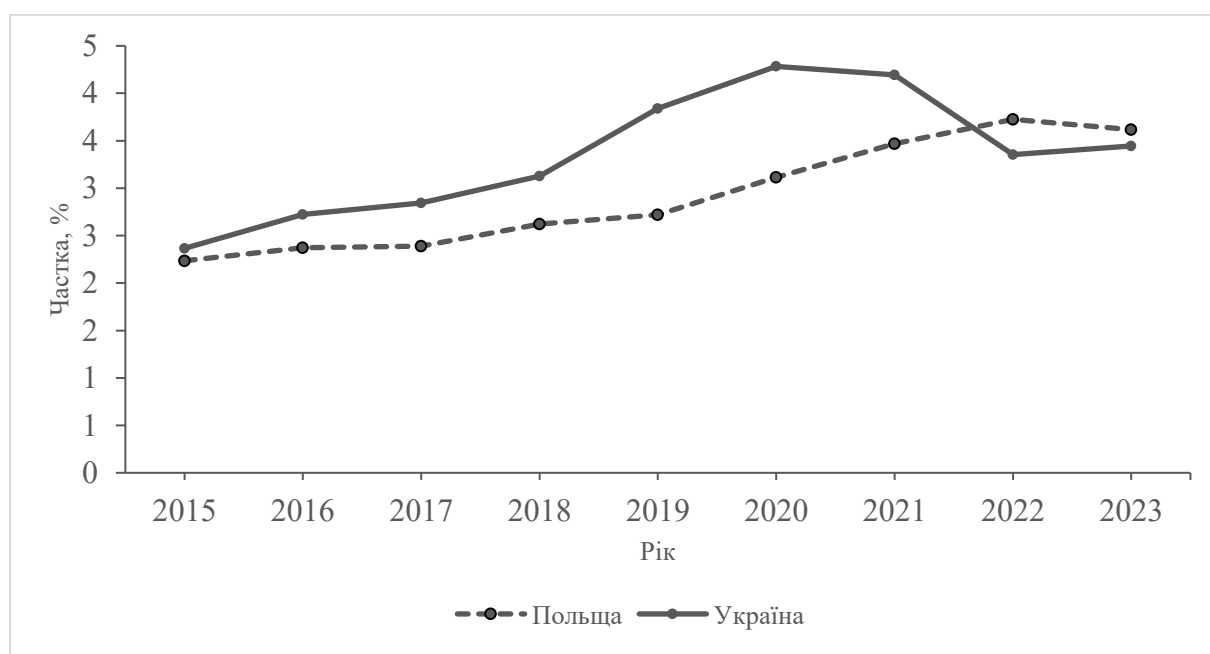


Рис. 2.9. Частки доданої вартості, створеної ІТ-сектором, в валовій доданій вартості України та Польщі у 2015–2023 рр. (%)

Джерело: побудовано автором на основі джерел [93; 127; 128].

Дані, зображені на рис. 2.9., дозволяють окреслити такі тенденції:

1. У 2015–2021 рр. частка ІТ-сектору у структурі доданої вартості України стабільно перевищувала аналогічний показник у Польщі. Це свідчить про відносно вищу роль ІТ у формуванні ВДВ в українській економіці, що значною мірою зумовлено експортною орієнтацією галузі.

2. Загальна динаміка зростання частки ІТ-сектору у ВДВ в обох країнах має схожий тренд – поступове стабільне зростання з 2015 року. Це свідчить про спільну тенденцію цифровізації економік.

3. У 2021-му році частка ІТ у структурі ВДВ України дещо знизилася, незважаючи на загальну динаміку росту попередніх років. Це може бути пов'язано з вичерпанням ефекту «органічного» зростання без інституційної інтеграції ІТ у внутрішню економіку, а також із певним насиченням експортного попиту. Водночас у цей період ще не було зовнішніх шоків, пов'язаних із повномасштабною війною.

4. Починаючи з 2022 року, спостерігається зниження частки ІТ-сектору у ВДВ України, що пов'язано з впливом повномасштабної війни та загальним скороченням економічної активності. У 2023 році відбувається часткова стабілізація показника, що може свідчити про адаптацію ІТ-сектору до нових умов функціонування.

Методологія визначення ІТ-сектора та алгоритми розрахунку мультиплікаторів першого та другого типів, описані вище, залишаються незмінними. Основні відмінності:

1. В даних Польщі використовується Статистична класифікація продуктів за видами діяльності, відома як CPA Ver. 2.1, яка є більш детальною, але також відповідає NACE Rev.2. [129]. Варто зазначити, що загальна структура таблиць «витрати-випуск» однакова для обох країн, з незначними відмінностями в рівні деталізації деяких видів економічної діяльності, оскільки служби статистики кожної з країн застосовують власні підходи до агрегування деяких секторів (зазначена раніше різниця класифікаторів CPA Ver. 2.1 та NACE Rev.2). У даному дослідженні ці відмінності не впливають на результати, оскільки ІТ-сектор було

виділено та агреговано ідентично в обох таблицях, а вплив оцінюється не на конкретну галузь, а на економіку в цілому, що забезпечує коректність порівняння мультиплікаторів.

2. Для оцінки впливу ІТ-сектору з використанням мультиплікаторів дані взяті з останніх публічно доступних таблиць «витрати-випуск» в основних цінах (at basic prices) Державної Служби статистики України та Statistics Poland, які є офіційними урядовими статистичними джерелами обох країн [93; 130; 131]. Таблиці для Польщі є доступними за 2015 та 2020 роки [132]; відповідно, для забезпечення коректного порівняння було використано дані за ті ж роки і для України. Хоча вибірка є обмеженою лише двома часовими зрізами, вона дозволяє не лише оцінити «міжкраїнні» відмінності у мультиплікативному ефекті ІТ-сектору, а й простежити його динаміку у середньостроковій перспективі.

Із початкових таблиць «витрати-випуск» України та Польщі були виділені симетричні матриці проміжних витрат розмірністю 42*42 та 77*77 відповідно. Після об'єднання ІТ-сектору в окрему секцію – 41*41 та 75*75 відповідно. В результаті розрахунку мультиплікаторів I та II типів для ІТ-сектору України і Польщі за 2015 та 2020 роки були отримані такі результати наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Мультиплікатори впливу ІТ-сектору на валовий випуск та валову додану вартість випуску і витрат ІТ-сектору в Україні та Польщі на основі таблиць «витрати-випуск» за 2015 та 2020 рр.

<i>Рік</i>	<i>Країна</i>	<i>Мультиплікатор в валового випуску (ВВ)</i>		<i>Мультиплікатор валової доданої вартості (ВДВ)</i>	
		<i>Тип I</i>	<i>Тип II</i>	<i>Тип I</i>	<i>Тип II</i>
2015	Україна	1,999	5,54	1,95	4,18
	Польща	2,36	5,72	2,40	5,02
2020	Україна	1,93	5,81	1,89	4,17
	Польща	2,21	5,34	2,22	4,39

Джерело: розраховано автором.

Результати, представлені в таблиці 2.5, підтверджують наявність суттєвих мультиплікативних ефектів ІТ-сектору як в економіці України, так і Польщі. В обох країнах ІТ-галузь формує не лише прямий виробничий ефект, а й значний непрямий та індукований вплив через систему міжгалузевих зв'язків.

У 2015 році Польща демонструвала вищий рівень інтегрованості ІТ-сектору в національну економіку, що відображалось у більших значеннях мультиплікаторів. Це свідчило про більш розвинену структуру внутрішніх коопераційних зв'язків та глибшу інституційну інтеграцію цифрової галузі.

Водночас у 2020 році відбулося суттєве зближення показників двох країн. Український ІТ-сектор продемонстрував посилення індукованого ефекту та збереження стабільного впливу на формування доданої вартості. Особливо показовим є той факт, що за мультиплікатором типу II Україна не лише скоротила відрив, а й у частині показників перевищила польські значення. Це означає, що кінцевий попит на продукцію ІТ-сектору в Україні генерує більш розширений внутрішній економічний ефект з урахуванням споживчого каналу.

Стабільність мультиплікаторів валової доданої вартості свідчить про збереження здатності ІТ-сектору трансформувати попит у доходи, прибутки та податкові надходження. Таким чином, ІТ-галузь в Україні поступово набуває ознак системного сектора економіки, який формує не лише експортну виручку, а й внутрішні ланцюги створення вартості.

Таким чином, проведення оцінювання ролі ІТ-сектору з використанням інструментарію «витрати-випуск» дозволяє сформулювати кілька принципових висновків.

По-перше, ІТ-сектор України має сталі міжгалузеві зв'язки, що забезпечують не лише прямий виробничий ефект, але й значний непрямий та індукований вплив на інші види економічної діяльності. Це свідчить про його поступову трансформацію з відносно ізольованого експортного сегмента у структурно інтегрований елемент національної економіки.

По-друге, збереження високих значень мультиплікаторів навіть у період воєнної турбулентності підтверджує, що ІТ-сектор виконує функцію внутрішнього

стабілізатора економічної системи. Його вплив поширюється не лише через виробничі ланцюги, але й через канал доходів домогосподарств, що підтримує сукупний попит.

По-третє, результати регресійного моделювання засвідчують наявність статистично значущого зв'язку між використанням продукції ІТ-сектору та формуванням валової доданої вартості в інших галузях. Позитивний характер цього зв'язку дозволяє інтерпретувати ІТ не як звичайний елемент проміжного споживання, а як ендогенний чинник технологічної інтенсифікації та підвищення продуктивності.

По-четверте, порівняльний аналіз з Польщею підтверджує, що український ІТ-сектор за масштабом мультиплікативного впливу є співставним із сектором країни з більш стабільним інституційним середовищем. Це означає, що потенціал ІТ як драйвера структурної модернізації в Україні вже сформований, але потребує глибшої внутрішньої інтеграції та інституційної підтримки.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що ІТ-сектор в українській економіці виступає не лише джерелом експортних надходжень, а й фактором структурної стійкості та адаптивності економічної системи. Його мультиплікативний ефект має як виробничий, так і інституційно-стабілізаційний вимір.

2.3. Взаємозв'язки економічних та інституційних факторів розвитку українського ІТ-сектору та його вплив на стабілізацію національної економіки

Ефективність впливу ІТ-сектору на макроекономічну стабільність та темпи відновлення національної економіки безпосередньо залежить від динаміки розвитку самої галузі. Висока швидкість технологічних змін та адаптивність ІТ-бізнесу зумовлюють те, що чинники, які вчора сприяли росту, сьогодні можуть потребувати перегляду через зміну глобального та внутрішнього контексту.

Трансформаційний потенціал ІТ-галузі у забезпеченні стабілізації національної економіки реалізується через механізм швидкої адаптації до зовнішніх шоків. В умовах воєнного стану та макроекономічної нестабільності саме здатність ІТ-компаній до миттєвої релокації процесів, збереження безперервності бізнес-операцій (Business Continuity Planning) та диверсифікації ринків збуту стає визначальним фактором, що підтримує стійкість національної валюти та платіжного балансу.

Для забезпечення системного підходу до аналізу детермінант розвитку ІТ-сектору та оцінки його ролі у стабілізації національної економіки, висувається гіпотеза, згідно з якою всю сукупність чинників впливу доцільно класифікувати за двома основними групами: економічними та інституційними. Незважаючи на те, що зазначені групи перебувають у стані постійної взаємозалежності, їх методологічне виокремлення є необхідним для ідентифікації конкретних важелів впливу та бар'єрів росту.

Економічні фактори включають кількісні показники ресурсного забезпечення, фінансові індикатори та параметри ринкової кон'юнктури, що визначають спроможність сектору до генерації доданої вартості та капіталізації. Інституційні фактори охоплюють якісні параметри нормативно-правового регулювання, стабільність державних інституцій та ефективність галузевого самоврядування, що формують загальне середовище функціонування бізнесу. Виділення цих груп дозволяє диференціювати заходи державної політики: якщо економічні фактори потребують стимулювання через фінансові та інвестиційні інструменти, то інституційні – через реформування правового поля та зміцнення стійкості державних інститутів.

Економічні фактори розвитку ІТ-сектору належать до найбільш досліджених у сучасній науковій літературі. У фокусі більшості досліджень перебувають інвестиційні процеси, структурні характеристики ринку, динаміка обсягів ІТ-послуг, а також роль галузі у формуванні валової доданої вартості та експорту. Узагальнення наявних наукових підходів дозволяє не лише ідентифікувати

ключові економічні чинники розвитку ІТ-сектору, а й виявити обмеження їх пояснювальної спроможності в умовах високої інституційної нестабільності.

У роботі «Розвиток інвестиційних процесів на ринку ІТ-послуг» [133] ІТ-сектор розглядається як специфічний об'єкт інвестування, що характеризується високою дохідністю, низькою матеріаломісткістю та домінуванням людського капіталу у структурі створення доданої вартості. Її наголошують, що інвестиції в ІТ мають принципово іншу природу порівняно з традиційними галузями, оскільки значна їх частина спрямовується не на фізичні активи, а на розвиток компетенцій, програмних продуктів і організаційних рішень.

Особливу увагу у дослідженні приділено взаємозв'язку між інвестиційною активністю та експортною орієнтацією ІТ-послуг. Показано, що саме стабільні валютні надходження та інтеграція у глобальні ринки формують інвестиційну привабливість галузі, навіть за умов загальноекономічної нестабільності. Таким чином, інвестиційні процеси в ІТ-секторі розглядаються як ключовий канал підтримки макроекономічної рівноваги, зокрема платіжного балансу.

Водночас автори підкреслюють, що потенціал інвестиційного зростання ІТ-ринку істотно обмежується інституційними ризиками, серед яких домінують невизначеність регуляторного середовища та слабкий розвиток механізмів довгострокового фінансування. Це дозволяє зробити висновок, що хоча інвестиції є базовим економічним фактором розвитку ІТ-сектору, їхня ефективність значною мірою залежить від якості інституційного середовища.

У статті «Стан та перспективи розвитку ІТ-індустрії України» [134] ІТ-сектор аналізується з позицій макроекономічної динаміки, зокрема через показники обсягів ринку, експорту послуг, чисельності зайнятих та внеску у ВВП. Автори акцентують увагу на стійкості галузі до зовнішніх шоків та її ролі як одного з небагатьох секторів, що демонстрували зростання навіть у кризові періоди. Разом з тим, у роботі підкреслюється, що подальший розвиток ІТ-індустрії стримується не стільки браком економічних ресурсів, скільки структурними дисбалансами та обмеженою інтеграцією у внутрішні виробничі ланцюги. Це підтверджує тезу про

те, що класичні економічні показники не повністю відображають реальний потенціал ІТ-сектору в забезпеченні довгострокової стабілізації економіки.

У дослідженні, присвяченому структурі ринку інформаційно-комунікаційних технологій [135], увага зосереджена на сегментації ІКТ-ринку, співвідношенні між апаратним, програмним та сервісним компонентами, а також на еволюції попиту на цифрові послуги. Такий підхід дозволяє деталізувати внутрішню структуру галузі та виявити її асиметричний розвиток. З позицій цього дослідження важливим є висновок про домінування сервісної складової та обмежений розвиток продуктового сегменту, що зумовлює специфічний характер економічного впливу ІТ-сектору – переважно через експорт та доходи зайнятих, а не через розбудову внутрішніх інноваційних ланцюгів.

У статті «Структурно-динамічний аналіз ІТ-ринку України: виклики сьогодення» [136] здійснено аналіз сучасного стану ІТ-ринку України з урахуванням макроекономічної нестабільності та воєнних чинників. Автори досліджують зміну темпів зростання галузі, трансформацію структури попиту та зростання ролі ризиків, що безпосередньо впливають на інвестиційну активність і стратегічні рішення ІТ-компаній. Показано, що в умовах кризових шоків ІТ-ринок зберігає базові економічні параметри розвитку, проте демонструє уповільнення динаміки та підвищену чутливість до зовнішнього середовища. Важливим для даного дослідження є висновок про те, що навіть за наявності сприятливих економічних передумов подальший розвиток ІТ-сектору значною мірою обмежується невизначеністю інституційного середовища. Це підтверджує доцільність виокремлення інституційних факторів у самостійну аналітичну групу при оцінюванні ролі ІТ-сектору у забезпеченні макроекономічної стабілізації та відновлення національної економіки.

У дослідженні Білої І. С., Посної В. С. та Шевченка О. О. [137] інноваційний розвиток розглядається як базова передумова повоєнної відбудови економіки України. Автори аргументують, що стратегія економічного відновлення не може ґрунтуватися на відтворенні застарілих індустріальних моделей, оскільки це лише консервує структурні дисбаланси та низьку продуктивність. Натомість

обґрунтовується необхідність переходу до моделі відновлення, у якій цифрові технології та інновації виконують системоутворюючу роль, забезпечуючи зростання ефективності та адаптивності економіки. У цьому контексті ІТ-сектор розглядається як ключовий елемент інноваційної інфраструктури, що формує цифрове середовище для модернізації інших галузей економіки. Автори підкреслюють, що поширення цифрових рішень у виробництві, логістиці, аграрному секторі, будівництві та сфері послуг створює мультиплікативний ефект, за якого інноваційна активність ІТ-сектору трансформується у підвищення загальної продуктивності національної економіки. Таким чином, інноваційний розвиток розглядається не як вузькогалузовий процес, а як горизонтальний чинник структурної трансформації.

Емпіричне підтвердження зазначених висновків міститься у результатах глобального моніторингу інноваційної діяльності, представлених у звітах Всесвітньої організації інтелектуальної власності (WIPO) в межах Global Innovation Index (GII) [138]. Аналіз позицій України в цьому рейтингу свідчить про наявність стійкої асиметрії між інноваційними «виходами» та «входами»: країна демонструє відносно високі результати за показниками, пов'язаними зі створенням знань, розвитком ІКТ-послуг та людського капіталу, водночас відстаючи за індикаторами інституційної якості, фінансової інфраструктури та політичної стабільності. Така конфігурація вказує на здатність економіки, зокрема ІТ-сектору, генерувати інноваційний результат навіть за обмежених стартових умов.

Аналітичні матеріали «UkraineInvest» [139] доповнюють цю картину з позицій інвестиційної привабливості ІТ-сектору. У звітах наголошується, що технологічний бізнес зберігає високий потенціал зростання навіть в умовах воєнних ризиків, оскільки його діяльність менш залежна від фізичної інфраструктури та базується переважно на нематеріальних активах і хмарних технологіях. Це дозволяє ІТ-сектору залишатися відносно стійким джерелом інновацій, експортних надходжень та зайнятості порівняно з капіталомісткими галузями промисловості.

Узагальнюючи результати наукових досліджень, міжнародних рейтингів та аналітичних оцінок, можна зробити висновок, що до ключових економічних та інноваційних факторів розвитку ІТ-сектору належать: здатність до ефективної трансформації знань у високотехнологічний продукт; рівень цифровізації внутрішнього ринку, який визначає попит на ІТ-рішення з боку традиційних галузей; доступність інвестиційних та венчурних ресурсів; а також якість людського капіталу та його інтеграція у глобальні технологічні мережі.

Водночас наведені результати підтверджують, що реалізація інноваційного та економічного потенціалу ІТ-сектору значною мірою обмежується не економічними, а інституційними чинниками. Це зумовлює необхідність окремого аналізу нормативно-правового середовища, стабільності державних інститутів та ролі професійних асоціацій у формуванні умов розвитку ІТ-сектору.

Інституційні фактори розвитку ІТ-сектору потребують окремого аналізу, оскільки саме вони визначають рамкові умови функціонування бізнесу, формують очікування економічних агентів та безпосередньо впливають на інвестиційні рішення. На відміну від економічних факторів, інституційні чинники мають переважно якісний характер і проявляються через стабільність правил, передбачуваність державної політики та ефективність правозастосування.

З позицій даного дослідження інституційні фактори доцільно згрупувати за трьома напрямками:

1. чинна нормативно-правова база, що регулює підприємницьку та трудову діяльність у ІТ-секторі;
2. стійкість системи державної влади як передумова передбачуваності регуляторного середовища;
3. функціонування професійних асоціацій, які виконують компенсаторну роль в умовах інституційної нестабільності.

До запровадження спеціального правового режиму «Дія City» розвиток ІТ-сектору в Україні відбувався в умовах відсутності цілісної державної інституційної політики, орієнтованої на підтримку галузі як стратегічного сегмента національної економіки. Функціонування ІТ-бізнесу ґрунтувалося переважно на загальних

нормах податкового та господарського законодавства, які не враховували специфіку цифрових послуг, високої мобільності людського капіталу та глобальної орієнтації ринку.

Ключовим неформальним інституційним механізмом адаптації ІТ-сектору до цих умов стала модель організації зайнятості через фізичних осіб – підприємців. Використання ФОП-моделі дозволяло компаніям знижувати податкове навантаження, зберігати гнучкість трудових відносин та компенсувати недосконалість трудового і податкового регулювання. Водночас така практика фактично виконувала роль інституційного «обходу» формальних обмежень, що свідчило не про ефективність регуляторного середовища, а про його адаптацію бізнесом до системних недоліків державної політики.

Поряд із загальними нормами податкового та господарського законодавства інституційне середовище ІТ-сектору до 2021 року формувалося також за рахунок базових цифрових нормативно-правових актів. Зокрема, Закон України «Про електронну комерцію» № 675-VIII [140] унормував здійснення електронних правочинів та діяльність цифрових платформ, створивши правові умови для розвитку продуктових ІТ-компаній і надання послуг у мережі Інтернет. Водночас Закон України «Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги» № 2155-VIII [141] забезпечив можливість дистанційного укладання контрактів, використання електронного підпису та інтеграцію українських ІТ-компаній у міжнародні ланцюги надання цифрових послуг. Разом із тим зазначені акти мали переважно інфраструктурний характер і не передбачали спеціальних економічних стимулів для розвитку ІТ-галузі.

Ключовим кроком у формуванні спеціального інституційного режиму для ІТ-сектору стало ухвалення Закону України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» № 1667-IX [142], яким запроваджено правовий режим «Дія City». Цей закон визначає особливі умови здійснення господарської діяльності ІТ-компаніями, спрямовані на підвищення їхньої інвестиційної привабливості та збереження конкурентних позицій України на глобальному ринку цифрових послуг.

Податкові стимули для резидентів «Дія City» були деталізовані в Законі України № 1946-IX [143], яким передбачено можливість вибору між загальною системою оподаткування та податком на виведений капітал за ставкою 9%. Для доходів працівників резидентів встановлено пільгові ставки: податок на доходи фізичних осіб у розмірі 5%, єдиний соціальний внесок у фіксованому розмірі та військовий збір. Сукупно ці норми сприяли збереженню привабливих умов зайнятості в ІТ-секторі та стимулювали легалізацію трудових відносин.

Стратегічний вимір розвитку інноваційної економіки закріплено у розпорядженні Кабінету Міністрів України № 526-р [144], яким схвалено Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. Документ визначає цифровізацію та розвиток високотехнологічних секторів як один із ключових напрямів структурної трансформації економіки, проте має переважно декларативний характер і не містить чітких механізмів реалізації для ІТ-галузі.

Зміни до податкового законодавства, запропоновані у 2024 році в межах законопроекту № 11416 [145], передбачають коригування окремих параметрів спеціального режиму «Дія City», зокрема підвищення ставки ПДФО та перегляд бази оподаткування. Такі ініціативи можуть мати подвійний ефект: з одного боку, вони спрямовані на фінансову стабілізацію в умовах воєнного стану, з іншого – створюють ризик зниження інституційної привабливості ІТ-сектору у разі відсутності прогнозованості та діалогу з бізнесом.

Для систематизації впливу зазначених інституційних рішень на розвиток ІТ-сектору ключові нормативно-правові документи узагальнено в таблиці 2.6. Такий підхід дозволяє оцінити, чи має чинна нормативна база переважно стимулюючий або стримуючий характер, а також виявити напрями її можливого вдосконалення з урахуванням міжнародного досвіду.

Узагальнення чинного нормативно-правового регулювання свідчить, що інституційне середовище розвитку ІТ-сектору в Україні має змішаний характер. Запровадження спеціального правового режиму «Дія City» та відповідних податкових стимулів створило сприятливі умови для формалізації бізнесу,

залучення інвестицій і збереження конкурентних позицій галузі на глобальному ринку цифрових послуг. У цьому аспекті нормативна база виконує переважно стимулюючу функцію.

Таблиця 2.6

Нормативно-правові документи, що регулюють діяльність ІТ-сектору в Україні

<i>Нормативно-правовий акт</i>	<i>Сфера регулювання</i>	<i>Ключові положення для ІТ-сектору</i>	<i>Характер впливу</i>
Закон України «Про електронну комерцію» (2015)	Цифрова інфраструктура	Правове регулювання електронних угод, онлайн-сервісів та платформ	Базовий
Закон України «Про електронні довірчі послуги» (2017)	Цифрове право	Використання електронного підпису, дистанційне укладання контрактів, міжнародний ІТ-аутсорсинг	Стимулюючий
Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» № 1667-IX (2021)	Інституційний режим	Запровадження спеціального правового режиму «Дія City», визначення особливих умов ведення ІТ-бізнесу	Стимулюючий
Закон України № 1946-IX (2021)	Податкове регулювання	Податкові стимули для резидентів «Дія City»: ПНВК 9% або податок на прибуток 18%, пільгове оподаткування доходів працівників	Стимулюючий
Розпорядження КМУ № 526-р (2019)	Інноваційна політика	Схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності до 2030 року, визначення цифровізації як пріоритету	Непрямий, обмежений
Законопроект № 11416 (2024)	Податкові зміни у воєнний період	Коригування параметрів оподаткування резидентів «Дія City», зокрема ПДФО та бази оподаткування	Потенційно стримуючий

Джерело: складено автором за [140-145].

Водночас нестабільність податкових параметрів, часті зміни регуляторних умов у період воєнного стану та декларативність стратегічних документів у сфері інноваційної політики обмежують довгострокову передбачуваність інституційного

середовища. Це знижує ефективність реалізації інноваційного потенціалу ІТ-сектору та стримує трансформацію короткострокових стимулів у сталі інституційні переваги.

Орієнтація на досвід регулювання ІТ-сектору в країнах Європейський Союз свідчить, що ефективна інституційна політика у сфері цифрової економіки базується, передусім, на стабільності та передбачуваності регуляторного середовища, а не на фрагментарних податкових пільгах. Європейська модель розвитку ІТ-галузі поєднує уніфіковані правові норми, довгострокові стратегічні пріоритети та чіткі механізми реалізації цифрової політики, що формує сприятливі умови для інноваційної діяльності та інвестицій.

Важливою особливістю європейського підходу є акцент на цифровій стійкості та безпеці як передумовах сталого розвитку ІТ-сектору. Запровадження Digital Operational Resilience Act (DORA) [146] передбачає обов'язкові вимоги до управління ІКТ-ризиками, кіберстійкості та контролю за ризиками, пов'язаними з третіми сторонами, що підвищує надійність цифрових сервісів і знижує системні ризики.

Паралельно AI Act [147] формує ризик-орієнтовану регуляторну рамку для розвитку штучного інтелекту, забезпечуючи баланс між стимулюванням інновацій та захистом суспільних інтересів. Для ІТ-бізнесу це означає чіткі та передбачувані «правила гри», які зменшують регуляторну невизначеність у довгостроковій перспективі.

Окрім регуляторних механізмів, європейська інституційна модель передбачає масштабну фінансову та інфраструктурну підтримку ІТ-сектору. Програми Horizon Europe та Digital Europe Programme [148; 149] спрямовані на фінансування досліджень, інновацій і впровадження передових цифрових технологій, тоді як ресурси Європейського фонду регіонального розвитку використовуються для розбудови цифрової інфраструктури та регіональних ІТ-екосистем. Водночас значна увага приділяється розвитку людського капіталу через реалізацію Плану дій з цифрової освіти та програм підвищення цифрових навичок, що забезпечує стійке відтворення кадрового потенціалу галузі.

З урахуванням зазначеного європейського досвіду для України доцільним є поступове зміщення інституційної політики у сфері ІТ від переважно фінансових стимулів до формування цілісної та стабільної регуляторної архітектури. Йдеться про інституційне закріплення правил функціонування ІТ-бізнесу на середньо- та довгостроковий період, гармонізацію національного законодавства з правом ЄС у сферах цифрової стійкості та регулювання нових технологій, а також розвиток системної державної підтримки інновацій і цифрової інфраструктури.

Такий підхід створює передумови для трансформації ІТ-сектору з джерела короткострокових стабілізаційних ефектів у повноцінний драйвер структурного відновлення та стабілізації національної економіки.

Оцінка ефективності інституційних рішень у сфері регулювання ІТ-сектору не може бути повною без урахування ширшого макроінституційного контексту, у межах якого формуються та реалізуються відповідні нормативно-правові механізми. Навіть за наявності спеціальних режимів підтримки, результативність ІТ-сектору як чинника стабілізації економіки суттєво залежить від загальної стійкості системи державної влади.

З метою кількісної оцінки цієї стійкості та якості інституційного середовища у дослідженні використовується Fragile States Index (FSI), який до 2014 року публікувався під назвою Failed States Index. Індекс щорічно розраховується міжнародною дослідницькою організацією «The Fund for Peace» та охоплює понад 170 країн світу, забезпечуючи порівняльну оцінку здатності держав виконувати базові функції управління, забезпечувати безпеку, економічну стабільність і соціальну згуртованість.

Методологія FSI [150] ґрунтується на агрегуванні 12 суб-індексів, згрупованих у чотири блоки: соціальні, економічні, політичні та військово-безпекові показники. Кожен суб-індекс оцінюється за шкалою від 0 до 10 балів, де вищі значення відповідають вищому рівню крихкості. Сукупне значення індексу варіюється від 0 (максимальна стійкість) до 120 (максимальна нестабільність).

З позицій даного дослідження не всі складники інтегрального індексу мають однакову значущість для розвитку ІТ-сектору.

Найбільш релевантними для оцінки можливостей функціонування та зростання ІТ-галузі є такі суб-індекси:

- *State Legitimacy* (легітимність державної влади) – визначає рівень довіри до державних інститутів, передбачуваність регуляторної політики та стабільність «правил гри», що є критично важливим для інвестиційних рішень ІТ-бізнесу.

- *Public Services* (якість державних послуг) – відображає спроможність держави забезпечувати базову адміністративну та цифрову інфраструктуру, включно з електронним урядуванням.

- *Economic Decline and Poverty* (економічний спад) – впливає на внутрішній попит, платоспроможність ринку та можливості масштабування ІТ-рішень у національній економіці.

- *Human Flight and Brain Drain* (міграція людського капіталу) – безпосередньо пов'язаний зі збереженням кадрового потенціалу ІТ-сектору та стабільністю індукованого мультиплікативного ефекту.

- *Security Apparatus* (безпековий компонент) – визначає рівень ризиків для безперервності бізнесу та довгострокового планування.

Саме ці компоненти формують інституційне середовище, у межах якого ІТ-сектор або реалізує свій стабілізаційний потенціал, або функціонує в режимі адаптації до системних ризиків. Аналіз динаміки значень FSI для України представлений на рис. 2.10.

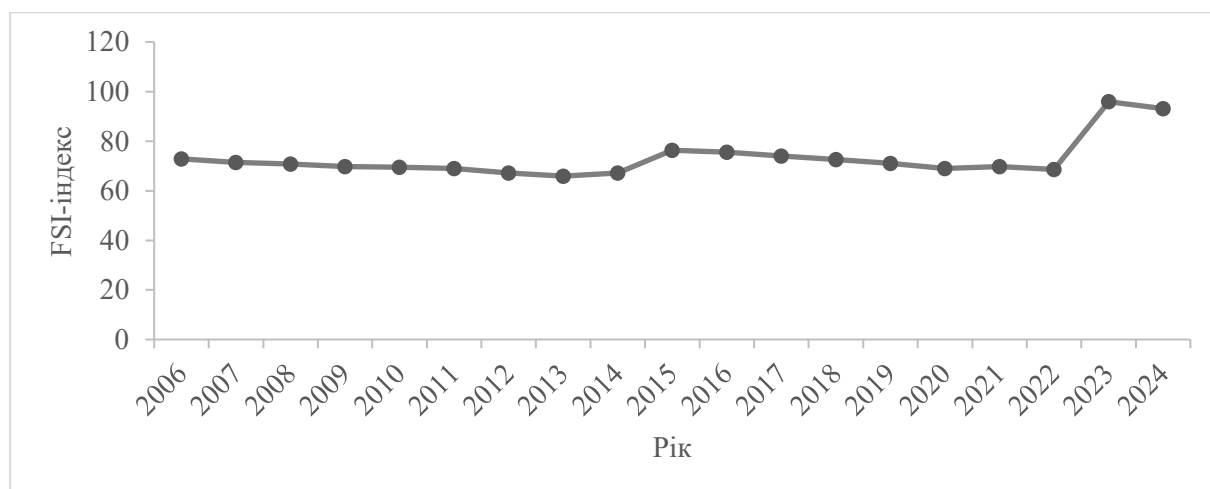


Рис. 2.10. FSI-індекс України в динаміці

Джерело: побудовано автором на основі [151].

Аналіз динаміки значень FSI для України (представлений на рис. 2.10) свідчить про стійке зростання рівня державної крихкості після 2014 року, з різким погіршенням показників у період повномасштабної війни. Найбільш критичні зміни спостерігаються у безпекових та соціально-демографічних суб-індексах, що безпосередньо впливає на інституційні умови функціонування ІТ-сектору.

Особливо негативною є динаміка показника «Human Flight and Brain Drain» (рис. 2.11), який у 2024 році досяг значення 8,4 бала, що відповідає високому рівню інституційної крихкості.

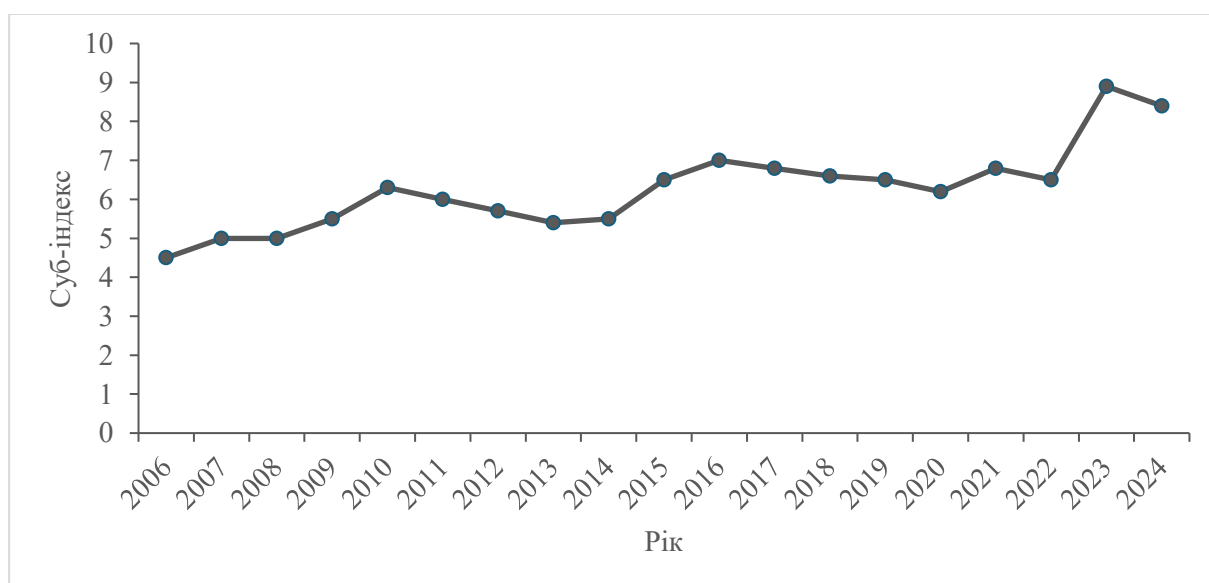


Рис. 2.11. Суб-індекс Human Flight and Brain Drain України в динаміці

Джерело: побудовано автором на основі [151].

Даний показник відображає масштабну зовнішню міграцію висококваліфікованих фахівців, яка для ІТ-сектору означає часткове «вимивання» людського капіталу та зниження ефективності індукованого мультиплікативного ефекту. Оскільки значна частина доходів ІТ-спеціалістів у таких умовах формується та використовується поза межами національної економіки, стабілізаційний вплив галузі на внутрішній попит суттєво послаблюється.

Суттєвим обмеженням інституційного середовища є також динаміка суб-індексу «Public Services» (рис. 2.12), значення якого у 2024 році становило 7,0 бала. Це свідчить про підвищене навантаження на систему державних послуг у кризових

умовах, що опосередковано впливає на якість адміністративної та цифрової інфраструктури. Для ІТ-бізнесу така ситуація означає зростання трансакційних витрат і необхідність часткової компенсації інституційних недоліків за рахунок власних організаційних та технологічних рішень.

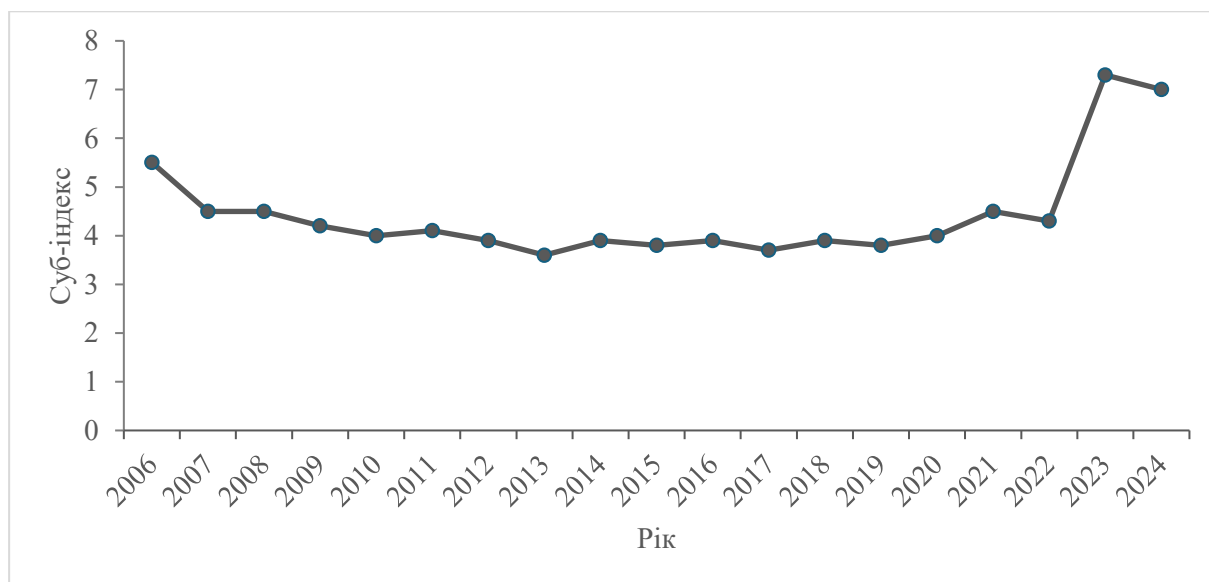


Рис.2.12 Суб-індекс Public Services України в динаміці

Джерело: побудовано автором на основі [151].

Не менш проблемним залишається суб-індекс «State Legitimacy», який у 2024 році зафіксовано на рівні 6,3 бала. Його значення вказує на обмежену передбачуваність інституційних рішень та нестабільність регуляторної політики. Для ІТ-сектору це трансформується у стримування довгострокових інвестицій, зокрема у сфері досліджень і розробок, продуктової розробки та локалізації інтелектуальної власності в межах української юрисдикції.

Вплив економічного середовища відображається у значенні суб-індексу «Economic Decline and Poverty», який у 2024 році становив 8,0 бала. Високі значення цього показника свідчать про обмеженість внутрішнього попиту та зниження платоспроможності національного ринку. За таких умов ІТ-сектор зберігає переважно експортну модель розвитку, а його мультиплікативний ефект реалізується здебільшого через валютні надходження, а не через розбудову внутрішніх виробничих та інноваційних ланцюгів.

Критичним фоновим чинником залишається суб-індекс «Security Apparatus», значення якого у 2024 році досягло 9,7 бала, що є одним із найгірших показників у структурі індексу. Це відображає надзвичайно високий рівень безпекових ризиків, які безпосередньо впливають на безперервність бізнесу, довгострокове планування та інвестиційні рішення ІТ-компаній. Водночас саме за рахунок високої адаптивності та цифрової мобільності ІТ-сектор зберігає функціонування навіть у таких умовах, виконуючи стабілізаційну роль для економіки.

Узагальнення результатів аналізу Fragile States Index свідчить, що найбільш критичними для розвитку ІТ-сектору в Україні є безпековий компонент та міграція людського капіталу, які характеризуються критично високими значеннями та перебувають у верхньому діапазоні шкали інституційної крихкості. Менш критичними, проте структурно значущими залишаються проблеми якості державних послуг та легітимності інституцій, які знижують передбачуваність регуляторного середовища та стримують інвестиції з високою доданою вартістю. У сукупності це означає, що ІТ-сектор України реалізує свій стабілізаційний потенціал переважно в умовах адаптації до інституційних ризиків, а не за рахунок сприятливого інституційного середовища.

Виявлені інституційні обмеження розвитку українського ІТ-сектору актуалізують необхідність аналізу тих механізмів, які забезпечують його відносну стійкість та здатність до функціонування в умовах підвищеної економічної та соціально-політичної невизначеності. За відсутності цілісної та послідовної державної політики підтримки цифрової економіки особливого значення набувають недержавні інститути, здатні виконувати компенсаторні та координаційні функції. У цьому контексті ключову роль відіграють професійні об'єднання та регіональні кластерні структури, які формують альтернативне інституційне середовище розвитку ІТ-сектору. Вони забезпечують узгодження інтересів бізнесу, освітніх установ і органів влади, сприяють зниженню регуляторної невизначеності, підтримують відтворення людського капіталу та підвищують адаптивність ІТ-сфери до зовнішніх шоків. Саме тому подальший

аналіз зосереджується на ролі ІТ-асоціацій і кластерів як інституційних чинників стабілізації та розвитку ІТ-сектору в Україні.

«IT Ukraine Association» [152] є найбільшим галузевим об'єднанням, що представляє інтереси українського ІТ-бізнесу на національному та міжнародному рівнях. Водночас її роль не обмежується адвокаційною діяльністю: асоціація фактично формує альтернативну інституційну інфраструктуру розвитку ІТ-сектору, компенсуючи обмежену спроможність державних механізмів.

Важливим і унікальним напрямом діяльності асоціації є підготовка системних аналітичних звітів про стан і перспективи розвитку ІТ-сектору, які не мають повноцінних аналогів у державній статистиці. Зокрема, серія аналітичних досліджень «Digital Tiger» стала ключовим джерелом комплексної інформації про структуру ІТ-індустрії України, її експортний потенціал, регіональний розподіл, кадрові характеристики та інституційні бар'єри розвитку.

Цінність таких звітів полягає не лише в акумулюванні емпіричних даних, а й у формуванні спільного аналітичного бачення ІТ-сектору для бізнесу, інвесторів і органів влади. У такий спосіб «IT Ukraine Association» знижує інформаційну фрагментарність ринку та частково компенсує дефіцит якісної офіційної статистики, що є характерним для економік із нестабільним інституційним середовищем.

Крім того, асоціація виконує функцію інституційного посередника між ІТ-бізнесом і державою, беручи участь у розробленні та експертному обговоренні законодавчих ініціатив у сфері цифрової економіки, податкового регулювання, режимів зайнятості та експортної діяльності. Це підвищує передбачуваність регуляторного середовища та знижує трансакційні витрати для суб'єктів ІТ-ринку.

Окрему роль «IT Ukraine Association» відіграє як платформа галузевої саморегуляції, формуючи стандарти професійної етики, якості підготовки кадрів і взаємодії з освітнім середовищем. У контексті високої мобільності людського капіталу це сприяє збереженню професійних спільнот і підтриманню нематеріальних активів ІТ-сектору, зокрема репутаційного капіталу та мережних ефектів.

Окремим напрямом діяльності «IT Ukraine Association» є формування інституційних умов розвитку ІТ-освіти та взаємодії з системою вищої освіти, що має стратегічне значення для відтворення людського капіталу ІТ-сектору. За відсутності цілісної державної політики адаптації освітніх програм до потреб цифрової економіки, асоціація фактично виконує функцію координатора між ІТ-бізнесом і університетами.

Співпраця з закладами вищої освіти реалізується через участь представників ІТ-компаній у розробленні та оновленні освітніх програм, формуванні професійних стандартів і моделей підготовки компетентностей фахівців, а також через залучення практиків до викладання. Такий формат взаємодії сприяє скороченню розриву між академічною підготовкою та реальними потребами ринку праці, що є критично важливим для високотехнологічних секторів з динамічними вимогами до кваліфікації.

Крім того, освітні ініціативи ІТ-асоціації виконують стабілізаційну функцію на ринку праці, формуючи внутрішні канали підготовки та перекваліфікації кадрів. Це знижує залежність ІТ-сектору від зовнішніх ринків людського капіталу та частково пом'якшує негативні наслідки міграційних процесів, зберігаючи професійні спільноти всередині країни навіть за умов фізичної мобільності спеціалістів.

У ширшому інституційному сенсі діяльність у сфері ІТ-освіти дозволяє розглядати «IT Ukraine Association» не лише як представницький орган бізнесу, а як інститут відтворення людського та інтелектуального капіталу, що підсилює довгострокову конкурентоспроможність українського ІТ-сектору.

Проведений аналіз економічних та інституційних факторів розвитку українського ІТ-сектору дозволяє дійти висновку, що його стабілізаційний та відновлювальний потенціал реалізується в умовах суттєвого дисбалансу між економічними можливостями галузі та якістю інституційного середовища.

Економічні чинники розвитку ІТ-сектору в Україні загалом мають сприятливий характер. Галузь характеризується високою часткою людського капіталу, експортною орієнтацією, здатністю до швидкої адаптації та інтеграції у

глобальні технологічні ланцюги. Емпіричні дослідження та міжнародні рейтинги підтверджують, що ІТ-сектор здатний генерувати інноваційний результат, валютні надходження та мультиплікативний ефект навіть за умов макроекономічної нестабільності та обмеженого внутрішнього попиту. Таким чином, з позицій економічних параметрів ІТ-сектор володіє достатнім потенціалом для виконання ролі чинника стабілізації та структурного відновлення національної економіки.

Водночас результати дослідження свідчать, що ключовими обмеженнями розвитку ІТ-сектору є не стільки економічні, скільки інституційні чинники. Нестабільність регуляторного середовища, обмежена передбачуваність податкової політики, декларативний характер стратегічних документів та загальна крихкість державних інститутів стримують трансформацію короткострокових економічних переваг у довгострокові інституційні конкурентні переваги. Навіть запровадження спеціального правового режиму «Дія City», попри його стимулюючий ефект, не усуває системної проблеми інституційної нестабільності та залежності галузі від політичних і фінансових рішень.

Аналіз макроінституційного контексту показує, що найбільш критичними для розвитку ІТ-сектору залишаються безпекові ризики та міграція людського капіталу, які безпосередньо впливають на збереження кадрового потенціалу та повноту реалізації мультиплікативного ефекту галузі. Менш критичними, проте структурно значущими є проблеми якості державних послуг і легітимності інституцій, що знижують передбачуваність «правил гри» та стримують довгострокові інвестиції у продуктову розробку й локалізацію інтелектуальної власності в межах національної юрисдикції.

У цих умовах особливого значення набуває діяльність недержавних інституцій розвитку, насамперед професійних ІТ-асоціацій та регіональних кластерів. Досвід «IT Ukraine Association» та «Lviv IT Cluster» свідчить, що саме ці інститути виконують найбільш ефективну компенсаторну функцію, забезпечуючи координацію інтересів бізнесу, освіти та влади, зниження інформаційної асиметрії, підтримку відтворення людського капіталу та формування альтернативного інституційного середовища розвитку ІТ-сектору. Така модель взаємодії бізнесу,

освіти та суспільства відповідає сучасній концепції соціальної відповідальності ІТ-сектору [153]. На відміну від державної політики, яка має фрагментарний і реактивний характер, діяльність галузевих асоціацій і кластерів формує довгострокові стабілізаційні ефекти.

Отже, інституційні фактори впливають на розвиток ІТ-сектору асиметрично: нормативно-правове регулювання створює лише обмежені стимули, держава не забезпечує повноцінного сприятливого інституційного середовища, тоді як професійні асоціації та кластерні структури виступають ключовими чинниками підтримки, адаптації та розвитку галузі. Саме ця асиметрія пояснює, чому ІТ-сектор України реалізує свій стабілізаційний потенціал переважно в режимі адаптації до інституційних ризиків, а не завдяки системній державній підтримці.

Зазначені висновки створюють аналітичне підґрунтя для подальшого моделювання каналів впливу ІТ-сектору на інші галузі економіки, що здійснюється у розділі 3, з урахуванням як економічних параметрів, так і обмежень інституційного середовища.

Висновки до розділу 2

З огляду на базове припущення цього дослідження про важливість впливу ІТ-сектору на українську економіку, яка потребує відновлення та стабілізації, уточнений зміст понять «відновлення» та «стабільність», а також зв'язок між цими поняттями (явищами). «Відновлення» в макроекономічному сенсі потрактоване як повернення економіки до показників докризового рівня, передусім, за реальним ВВП. «Стабільність» визначена як забезпечення таких пропорцій (співвідношень між макроекономічними змінними), які гарантують цілісність національної економіки та загальнонаціональну економічну безпеку. Відновлення економіки інтерпретоване як таке, що здатне забезпечувати подолання основних диспропорцій, відтак, рух до більшої стабільності.

Окреслений економіко-технологічний зміст поняття «межі ІТ-сектору» в національній економіці, спираючись на існуючі алгоритми міжнародного та українського обліку та оцінювання видів діяльності. В складі ІТ-сектору

виокремлені елементи, якими й визначаються межі сектору. Такими елементами є: 1) «апаратне забезпечення» – виробництво комп'ютерів, електроніки та оптики; 2) «сервісне забезпечення» – інтелектуальне обслуговування сектору.

На основі запропонованого підходу до обліку та оцінювання меж ІТ-сектору, визначені та оцінені кількісні параметри прямого впливу ІТ-сектору на національну економіку, який віддзеркалюється у частці валової доданої вартості (ВДВ) та у ВВП, у експорті загалом та експорті послуг, зокрема. Також оцінено ІТ-сектор, за критерієм «стресостійкості», як такий, що має високий адаптаційний потенціал, який виявляється у високій гнучкості та адаптивності людського капіталу, здатності до дистанційної організації складних бізнес-процесів та забезпеченні стабільності експортних надходжень навіть за умов критичних макроекономічних викликів.

Кількісно визначений вплив ІТ-сектору на національну економіку шляхом розрахунку мультиплікаторів впливу ІТ-сектору трьох типів. Основою для розрахунку мультиплікаторів першого та другого типу став інструментарій «аналізу витрати-випуск». Мультиплікатор третього типу визначений з використанням регресійного аналізу

Розраховані кількісні значення двох мультиплікаторів впливу ІТ-сектору на валовий випуск (ВВ) й на валову додану вартість (ВДВ) *першого типу*, який (мультиплікатор) відображає прямий та непрямий вплив валової доданої вартості ІТ-сектору, відповідно, на національний ВВ та національну ВДВ за 2015–2025 рр. Розраховані кількісні значення мультиплікатора впливу ІТ-сектору на валовий випуск (ВВ) та на валову додану вартість (ВДВ) *другого типу*, який (мультиплікатор) відображає одночасно прямий, непрямий та індукований (через доходи та витрати домашніх господарств) вплив валової доданої вартості ІТ-сектору, відповідно, на національний ВВ та національну ВДВ, за 2015–2025 рр.

За результатами оцінювання значень чотирьох (двох першого та двох другого типу) мультиплікаторів зроблено висновок про досягнення найбільших значень всіх мультиплікаторів в українській економіці у 2017–2019 рр. та їх зменшень у

наступному періоді. Це означає, що вплив ІТ-сектору на національну економіку (її валовий випуск та валову додану вартість) був найсильнішим.

Мультиплікатор *третього* типу, розрахований з використанням інструментарію регресійного аналізу, показує, на скільки одиниць змінюється валова додана вартість (ВДВ), якщо проміжне споживання ІТ-продукції у всіх видах діяльності в національній економіці змінюється на одиницю. Дослідження засвідчило позитивний зв'язок між зміною проміжного споживання продукції ІТ-сектору та валовою доданою вартістю в національній економіці.

На основі порівняння даних про прямий вплив ІТ-секторів України та Польщі та даних про мультиплікативний вплив ІТ-сектору на валовий випуск та валову додану вартість у двох країнах зроблено висновок про незначні відмінності такого впливу, попри більш високий рівень польської економіки у порівнянні з українською.

В контексті оцінювання впливу ІТ-сектору на українську економіку, з'ясовано, що важливим складником дослідження цього впливу є аналіз реагування самого ІТ-сектору на стан макроекономічного та інституційного середовища. Визначено, що в якості основних каналів впливу макроекономічного середовища на розвиток ІТ-сектору, переважно, досліджується вплив інвестицій, експортних можливостей, ринку праці та загальних макроекономічних дисбалансів. Натомість, уявлення про напрямки впливу інституційного середовища на розвиток ІТ-сектору не є систематизованими. Тому запропонований та застосований алгоритм дослідження впливу інституційного середовища на розвиток ІТ-сектору. Доведено, що це інституційне середовище формують три елементи, а саме: 1) нормативно-правова база щодо функціонування ІТ-сектору, 2) загальна стійкість держави, яка може оцінюватися інтегральним показником (індексом) нестабільності держави (Fragile States Index (FSI)), з урахуванням його основних компонентів, 3) професійні об'єднання ІТ-бізнесу, передусім, найбільше національне об'єднання ІТ-компаній «IT Ukraine Association». Щодо впливів кожного з елементів інституційного середовища зроблені такі узагальнення: вплив першого елементу – нормативно-правової бази діяльності ІТ-сектору є суперечливим, оскільки

стимулююча щодо ІТ-сектору функція не досягає бажаних (подібних до інших країн) результатів; нестабільна система державної влади має сильний дестабілізуючий вплив на функціонування ІТ-сектору; вплив професійної асоціації «IT Ukraine Association» є стимулюючим та таким, що дає помітні результати щодо розвитку ІТ-сектору.

У процесі написання другого розділу було використано джерела [73-153].

Основні положення розділу, результати дослідження і висновки опубліковано у наукових працях автора [95; 96; 98; 107; 121; 153].

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ІТ-СЕКТОРУ ТА ЙОГО ВПЛИВУ НА СТАБІЛІЗАЦІЮ ТА ВІДНОВЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

3.1. Вербальна модель якісного впливу ІТ-сектору на національну економіку: канали та особливості проходження імпульсів

У цьому розділі здійснюється перехід від аналітичного дослідження ІТ-сектору до його економічного моделювання. Результати попереднього аналізу засвідчили, що вплив ІТ-сектору на національну економіку України не зводиться до прямого внеску у створення валової доданої вартості, а реалізується через сукупність взаємопов'язаних зв'язків. Така природа впливу зумовлює необхідність застосування підходів, здатних враховувати багатоканальність і потенційну нелінійність економічних ефектів, які не можуть бути повною мірою відображені в межах одновимірних лінійних моделей.

Реалізація такого нелінійного підходу потребує попередньої концептуалізації економічних механізмів впливу ІТ-сектору, що зумовлює використання поетапної логіки дослідження. У зв'язку з цим у роботі застосовано поетапний підхід до моделювання впливу ІТ-сектору на національну економіку. На першому етапі формується вербальна (якісна) модель, яка узагальнює та систематизує канали трансмісії впливу ІТ-сектору й розкриває їх економічний зміст. На другому етапі здійснюється кількісна реалізація цієї логіки з використанням інструментів нелінійного моделювання, що дає змогу емпірично перевірити гіпотезу про складний і багатовимірний характер взаємозв'язків між розвитком ІТ-сектору та динамікою економічного зростання України.

Методологічне обґрунтування такого підходу ґрунтується на положенні про компліментарність якісних і кількісних методів економічного аналізу. Як показано у праці Дж. Махоні (James Mahoney) та Г. Гертц (Gary Goertz) [154], якісні моделі орієнтовані на виявлення причинно-наслідкових механізмів і структури взаємодій,

тоді як кількісні методи дозволяють оцінювати силу та статистичну значущість відповідних залежностей. У цьому сенсі вербальна модель виступає необхідним етапом формування аналітичної рамки для подальшого кількісного моделювання, а не його альтернативою.

Якісна модель у даному дослідженні використовується для узагальнення результатів попереднього аналізу та структуризації механізмів впливу ІТ-сектору на національну економіку. Її завданням є визначення логіки трансмісії цього впливу, тобто шляхів, через які розвиток ІТ-сектору трансформується в макроекономічні результати.

Специфіка ІТ-сектору як складника національної економіки зумовлює необхідність такого попереднього якісного моделювання. ІТ-сектор характеризується високою часткою нематеріальних активів, мережевим характером виробництва, домінуванням людського капіталу та швидкою технологічною динамікою. Унаслідок цього його економічний вплив має опосередкований і багаторівневий характер, що ускладнює застосування одноканальних і лінійних моделей без попередньої концептуалізації логіки взаємодій.

Методологічне обґрунтування такого підходу базується на подоланні «хибної дихотомії» між якісними та кількісними методами, що ґрунтується на концепції «інтерактивного континууму» І. Ньюмен (Isadore Newman) та К. Бенц (Carolyn R. Benz) [155]. Згідно з їхньою теорією, наукове дослідження – це не вибір між двома ізольованими парадигмами, а рух по безперервному циклу пізнання, де методи співіснують та доповнюють один одного. У межах нашої роботи вербальна модель виконує функцію індуктивного етапу «дослідницького циклу» (research cycle), забезпечуючи теоретичне обґрунтування та вибір значущих змінних, що є критично важливим для валідності подальшого кількісного аналізу. Як наголошує Л.М. Жемна (Ligia Muntean Jemna), такий «змішаний підхід» (mixed methods) дозволяє отримати результати, які є «більш складними, точними та глибокими», оскільки якісний етап компенсує обмеження статистики у розумінні людського фактора та контекстуальних нюансів [156].

Особливе значення в розробці вербальної моделі має концепція «двох культур» дослідження Дж. Махоні та Г. Герца, яка пропонує змістити акцент з пошуку середніх ефектів на виявлення «причин результату» (causes-of-effects) [154]. Це дозволяє впровадити у модель принцип еквіфінальності (equifinality) – можливість досягнення макроекономічної стабільності через різні комбінації каналів трансмісії. Логічна структура цих каналів базується на категорії INUS-умов (Insufficient, but Non-redundant part of an Unnecessary but Sufficient condition), розробленій Дж. Л. Макі (John Leslie Mackie) [157]. Відповідно до цієї концепції, розвиток ІТ-сектору розглядається як ненадлишковий складник сукупності чинників, яка лише в цілому є достатньою для трансформації економіки. Кожна з вхідних змінних моделі не є самодостатньою причиною зростання, проте вона виступає критичним елементом у системній взаємодії з макроекономічним середовищем.

Вибір груп незалежних змінних для побудови моделі ґрунтується не лише на попередньому аналізі, а й на положеннях сучасної економічної теорії. Ресурсні, фінансові та монетарні чинники відображають різні теоретичні підходи до пояснення економічного зростання та стабілізації, які в умовах цифрової трансформації економіки не діють ізольовано, а взаємодіють між собою. Саме тому в дослідженні здійснено інтеграцію відповідних теоретичних концепцій у межах єдиної нелінійної моделі.

Ресурсні чинники моделі узгоджуються з положеннями теорій ендогенного економічного зростання [11; 12], у межах яких довгострокова економічна динаміка визначається внутрішніми характеристиками економіки, насамперед людським капіталом, інвестиційною активністю та технологічним розвитком. ІКТ-сектор у цьому контексті виступає каталізатором ендогенних процесів зростання, оскільки сприяє накопиченню знань, підвищенню продуктивності та поширенню інновацій. Включення до моделі показників, що характеризують демографічну динаміку, інвестиції, рівень освіти та цифрову інфраструктуру, дозволяє відобразити потенціал економіки до зростання в умовах цифровізації.

Фінансові чинники моделі спираються на положення теорій відкритої економіки та структурних зрушень [158], відповідно до яких економічне зростання значною мірою залежить від руху фінансових ресурсів, бюджетної спроможності держави та зовнішньоекономічних потоків. ІТ-сектор у відкритій економіці виконує роль джерела експортних доходів і чинника диверсифікації структури виробництва, що особливо важливо для країн із підвищеною вразливістю до зовнішніх шоків. Включення фінансових змінних дозволяє врахувати фіскальні та зовнішньоторговельні канали трансмісії впливу ІТ-сектору на економічну динаміку.

Монетарні змінні моделі відповідають положенням теорій валютної та макрофінансової стабільності [159], у межах яких ключову роль відіграють обмінний курс, інфляційні процеси, стан платіжного балансу та резервні активи. Для економіки України ІТ-сектор має особливе значення як стабілізаційний чинник, що забезпечує приплив валютних надходжень і пом'якшує вплив зовнішніх та внутрішніх шоків. Включення монетарних змінних дозволяє оцінити стабілізаційний ефект ІКТ-сектору, що є принципово важливим у контексті кризових та посткризових періодів розвитку економіки.

Таким чином, ресурсні, фінансові та монетарні чинники відображають різні теоретичні підходи до аналізу економічного зростання, які в реальній економіці взаємодіють між собою. Узагальнена концептуальна схема кількісної моделі, що відображає логіку ідентифікованих груп на зростання ВВП, представлена на рис. 3.1. Основна ідея цієї конструкції полягає у тому, що ІТ-сектор здійснює свій первинний вплив на економічне зростання, перебуваючи саме у складі ресурсної групи. В подальшому (у розділі 3.2), при побудові штучних нейронних мереж (ШНМ), ІТ-сектор в структурі ресурсної групи представлений двома змінними.

Зміст кожної групи факторів можна розкрити у такий спосіб:

1. *ресурсні фактори*, пов'язані з виробничим і людським потенціалом, рівнем цифровізації та рівнем технологічного забезпечення економіки;

2. *фінансові фактори*, які, передусім, пов'язані з доходами та витратами державного бюджету, з витратами у зовнішньоекономічній діяльності;

3. *монетарні фактори*, що формують стабільність національної валюти та зовнішню економічну рівновагу, втілену в платіжному балансі та в резервних активах національної економіки.

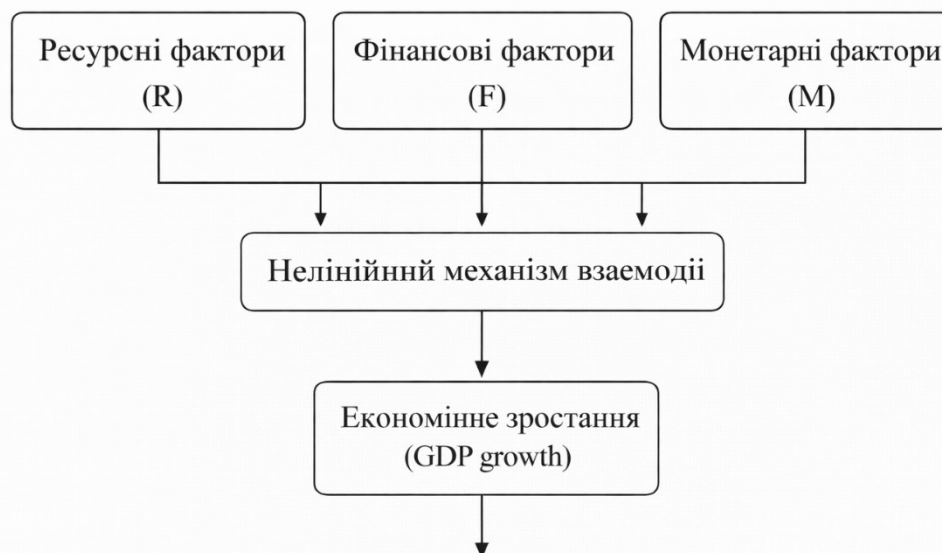


Рис. 3.1. Концептуальна схема впливу ІТ-сектору на зростання ВВП

Джерело: створено автором.

Слід зазначити, що традиційні лінійні моделі, як правило, потребують жорсткого вибору однієї теоретичної рамки, що обмежує можливості комплексного аналізу. Використання нелінійної моделі на основі штучної нейронної мережі дозволяє інтегрувати ці підходи без попереднього задання функціональної форми взаємозв'язків та виявити приховані механізми спільного впливу ІКТ-сектору на економічне зростання.

Вибір методології штучних нейронних мереж для емпіричної перевірки сформованої якісної моделі зумовлений високою складністю та стохастичною природою взаємозв'язків між розвитком технологічного сектору та макроекономічними показниками. Традиційні методи економетричного аналізу часових рядів та прогнозування мають низку суттєвих обмежень у контексті дослідження динамічних структурних зрушень:

- Класичні регресійні моделі ґрунтуються на заздалегідь визначеній формі залежності між змінними, що обмежує можливість врахування складної взаємодії між каналами впливу та їх комбінованих ефектів [160].

- Моделі сімейства ARIMA орієнтовані на виявлення внутрішніх закономірностей самого часового ряду, проте вони часто виявляються недостатньо гнучкими при включенні великої кількості екзогенних факторів [161].

- Векторні авторегресії (VAR) та моделі волатильності GARCH, хоча й дозволяють аналізувати взаємозв'язки, вимагають жорсткого дотримання умов стаціонарності даних та відсутності мультиколінеарності, що практично неможливо забезпечити при аналізі воєнної економіки України [162].

Натомість, як доводить К. М. Бішоп (Christopher M. Bishop) [163], штучні нейронні мережі виступають універсальними апроксиматорами, що базуються на фундаментальній здатності до відтворення будь-яких неперервних функцій із заданою точністю. Це дозволяє моделі самостійно ідентифікувати складні нелінійні патерни та приховані закономірності без необхідності формулювання жорстких апріорних припущень щодо теоретичного характеру розподілу даних або конкретної аналітичної специфікації моделі. На відміну від жорстких статистичних структур, нейромережевий інструментарій демонструє високу здатність до генералізації (узагальнення), що дозволяє моделі виділяти стійкі структурні взаємозв'язки навіть в умовах високої волатильності або значного «інформаційного шуму», характерного для періодів макроекономічної турбулентності.

Логіка нейромережевої моделі полягає у симуляції процесів обробки інформації через систему взаємопов'язаних вузлів (нейронів), структурованих у вхідний, приховані та вихідний шари. Відповідно до принципів, викладених у працях С. Хайкіна (Simon Haykin) [164], така архітектура дозволяє мережі виступати адаптивною системою, що здатна до самоорганізації та виявлення внутрішньої структури в «шумних» економічних даних. У контексті нашого дослідження кожен вхідний нейрон відповідає одному з ідентифікованих чинників ресурсного, фінансового чи монетарного каналів.

Графічна інтерпретація структури базової нейромережі з одним прихованим шаром, яка обрана для реалізації даного дослідження, представлена на рис. 3.2.

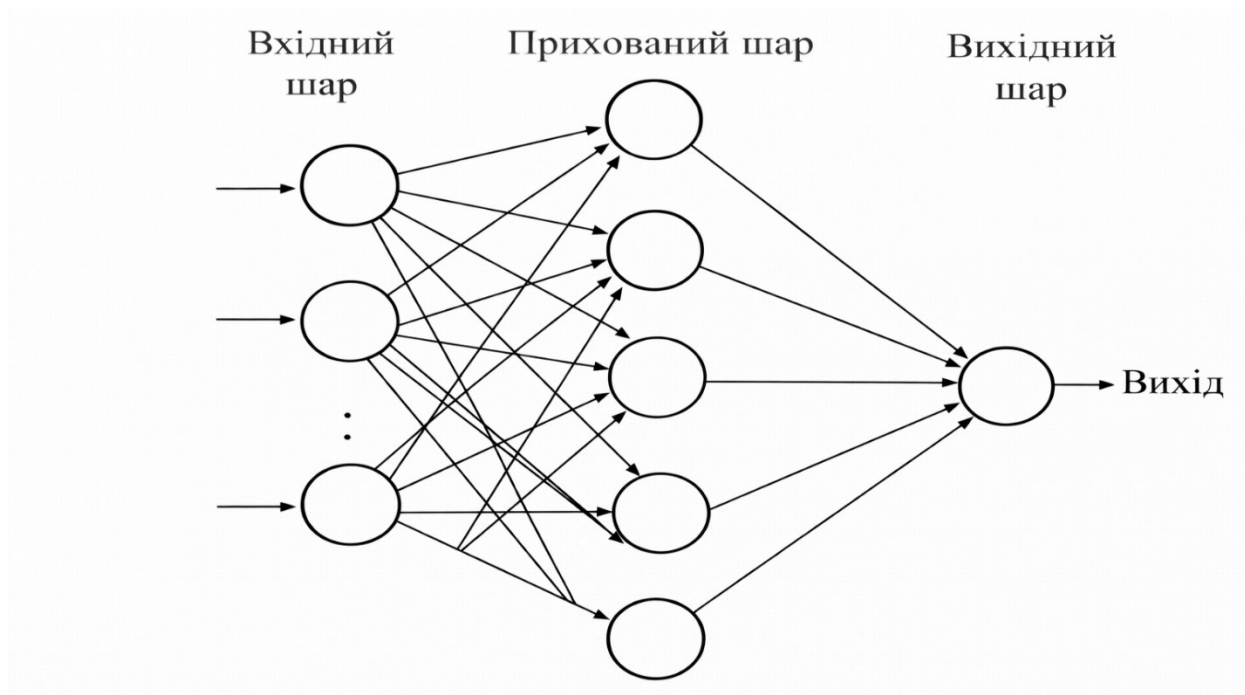


Рис. 3.2. Структурна схема нейромережевої моделі

Джерело: створено автором.

Основна аналітична цінність моделі зосереджена у прихованих шарах (*hidden layers*), де через складну систему вагових коефіцієнтів та нелінійних функцій активації відбувається синтез окремих INUS-умов у цілісний макроекономічний ефект. Це дозволяє нейромережі ідентифікувати так звану «емерджентну властивість» ІТ-сектору - стан, за якого його кумулятивний вплив на національну економіку значно перевищує просту арифметичну суму внесків окремих змінних.

Переваги застосування вже давав розшифровку вище ШНМ для оцінки впливу сектору на національну економіку, порівняно з традиційними підходами, полягають у наступному:

- Врахування нелінійних ефектів масштабу: нейромережа здатна ідентифікувати критичні порогові значення, після досягнення яких цифровізація інфраструктури та накопичення людського капіталу починають прискорено генерувати приріст ВВП.

- Виявлення прихованих синергетичних взаємодій: на відміну від лінійних моделей, ШНМ здатні фіксувати ефекти взаємопідсилення між різними каналами трансмісії. Наприклад, модель може визначити, як одночасне покращення цифрової інфраструктури та фінансової відкритості створює сумарний ефект, що перевищує суму їхніх окремих внесків (емерджентність).

- Здатність до адаптації та самонавчання: модель здатна підлаштовуватися під структурні зсуви в економіці України, спричинені екстремальними зовнішніми шоками, що забезпечує високу релевантність результатів і валідність висновків навіть у кризові періоди.

Водночас специфіка макроекономічного моделювання в умовах України накладає обмеження на архітектуру обраної нейронної мережі. Обмеженість обсягу часових рядів національної статистики зумовлює необхідність дотримання принципу прагматичної мінімалізації (інформаційної ощадливості) при побудові ШНМ. Надмірне ускладнення архітектури мережі (збільшення кількості прихованих шарів та нейронів у них) на малих вибірках неминує призводити до перенавчання (overfitting) – ситуації, за якої модель надто точно підлаштовується під випадковий «шум» у навчальних даних, втрачаючи при цьому здатність до генералізації (узагальнення) на нових даних.

З огляду на це, у дослідженні віддано перевагу архітектурам малої глибини (shallow neural networks) з оптимальною кількістю прихованих нейронів. Це дозволяє зберегти баланс між обчислювальною потужністю моделі та її здатністю до достовірного прогнозування, що є критично важливим для отримання науково обґрунтованих висновків про стратегічний вплив ІТ-сектору.

Таким чином, використання нейромережевого інструментарію дозволяє перетворити вербально концептуалізовані канали трансмісії на прозорий інструмент кількісного аналізу. Такий підхід забезпечує перехід від «чорної скриньки» складних алгоритмів до об'єктивної оцінки стратегічної ролі ІТ-сектору як драйвера нелінійного економічного зростання України.

Кінцевим результатом реалізації нейромережевої моделі є не лише отримання прогнозних значень макроекономічної динаміки, а й формування

багатовимірної карти чутливості національної економіки до змін усередині ІТ-сектору. На відміну від результатів, які могли би бути отримані при використанні традиційних кореляційно-регресійних підходів або моделей часових рядів (ARIMA), нейромережевий аналіз дозволяє вийти за межі оцінки «середньостатистичного» внеску галузі у ВВП та ідентифікувати латентні (приховані) канали впливу.

Особлива аналітична цінність такого підходу полягає у виявленні сценаріїв, за яких розвиток ІТ-галузі виступає каталізатором для інших макроекономічних детермінант. Навіть у періоди, коли прямий внесок сектору у валову додану вартість може здаватися обмеженим, нейромережа здатна зафіксувати трансмісійну роль галузі – ситуації, коли цифровізація стає необхідною передумовою для зростання ефективності капітальних інвестицій, накопичення якісного людського капіталу чи покращення стійкості платіжного балансу. ШНМ ідентифікує ІТ-сектор як системного інтегратора, що трансформує структуру взаємозв'язків між іншими показниками моделі, створюючи непряму «нелінійну вигоду».

Основна перевага результатів, отриманих за допомогою запропонованого підходу, полягає у можливості ідентифікації сценарної нелінійності. У той час як стандартні економетричні моделі зазвичай демонструють сталу пропорційну залежність, результати ШНМ дозволяють виявити зони «прискореного відгуку» та «насичення». Це дає змогу визначити, за яких специфічних комбінацій ресурсних, фінансових та монетарних умов вплив ІТ-сектору набуває максимальної інтенсивності, що є критично важливим для розробки цільових програм державної підтримки.

Окрему увагу в межах нейромережевого моделювання приділено оцінці резильєнтності (стійкості) економічної системи. На відміну від описових методів, ШНМ дозволяє провести стрес-тестування економіки: модель демонструє, як зміна вхідних параметрів у моменти екстремальних зовнішніх шоків (наприклад, різке скорочення інвестицій чи дефіцит бюджету) впливає на кінцеве зростання ВВП за умови активного розвитку ІТ-сектору. Результати моделі дозволяють кількісно

підтвердити роль ІТ-галузі як «стабілізаційного буфера» (демпфера), що здатний гасити негативні імпульси та підтримувати загальну макроекономічну динаміку навіть за несприятливих умов. Це дає змогу виявити не просто прямий зв'язок «причина-наслідок», а реальну здатність системи до самовідновлення.

Підсумовуючи розробку вербальної моделі та обґрунтування вибору інструментарію кількісного аналізу, можна зробити такі висновки:

1. Концептуальна цілісність. Побудована якісна модель дозволила систематизувати вплив ІТ-сектору через три ключові канали трансмісії: ресурсний, фінансовий та монетарний. Такий підхід базується на категорії INUS-умов, де розвиток технологічної галузі розглядається не як ізольований чинник, а як критичний елемент системної взаємодії з макроекономічним середовищем.

2. Методологічна обґрунтованість. Використання штучних нейронних мереж замість традиційних лінійних або авторегресійних моделей дозволяє адекватно відобразити нелінійну природу економічних ефектів цифровізації. Завдяки властивості універсальної апроксимації, ШНМ здатні виявляти емерджентні властивості та синергетичні зв'язки, які ігноруються класичними статистичними методами.

3. Адаптація до умов невизначеності. Враховуючи обмеженість часових рядів та високу волатильність економіки України, обрана архітектура багат шарового перцептронну малої глибини забезпечує баланс між точністю моделювання та здатністю до узагальнення. Це мінімізує ризики перенавчання моделі та дозволяє отримати достовірні результати навіть у періоди структурних шоків.

4. Аналітичний потенціал. Запропонована модель створює базу для проведення стрес-тестування резильєнтності національної економіки. Очікувані результати моделювання дозволять не лише кількісно оцінити внесок ІТ-сектору у ВВП, а й ідентифікувати зони максимальної чутливості та «стабілізаційного буфера», що є фундаментом для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері державної технологічної політики.

3.2. Нейромережевий аналіз впливу ІТ-сектору на стабільність національної економіки через вплив на економічне зростання

Кількісний аналіз з використанням штучних нейронних мереж потребує довгих часових рядів даних для забезпечення високої достовірності навчання нейронної мережі та правильної ідентифікації нелінійних зв'язків. З огляду на обмеження вітчизняної статистичної бази, де деталізація видів економічної діяльності ІТ-сектору (зокрема через таблиці «витрати-випуск») доступна лише з 2015 року, у моделюванні на основі штучної нейронної мережі, використані дані не власне по ІТ-сектору, а довші ряди даних по ІКТ-сектору.

Такий методичний підхід дозволяє розширити горизонт аналізу - з 2000 року та базується на визначальній ролі ІТ-сектору у формуванні економічних результатів усього ІКТ-сектору. Оскільки основна частка валової доданої вартості та експортного потенціалу інтегрального сектору ІКТ генерується саме в межах ІТ-діяльності, то такий підхід є обґрунтованим. Загальна динаміка показників ІКТ є репрезентативним відображенням стратегічних трендів розвитку ІТ-індустрії. Це дозволяє коректно інтерпретувати результати нейромережевого моделювання ІКТ-сектору як відображення динаміки розвитку ІТ-індустрії, забезпечуючи високу точність висновків щодо її впливу на стабільність та стійкість національної економіки.

Зважаючи на стратегічне значення ІКТ-сектору для національної економіки, його вплив на ключові макроекономічні показники не має лінійного та однозначного характеру. Зокрема, у періоди економічних криз ІКТ-сектор здатен виконувати стабілізаційну функцію, пом'якшуючи спад ділової активності та підтримуючи валютні надходження. Натомість у фазах стійкого економічного зростання його відносна частка у структурі валової доданої вартості може зменшуватися внаслідок більш динамічного розвитку інших галузей. Така асиметрія та залежність ефекту від макроекономічного контексту свідчить про нелінійний характер взаємозв'язків між ІКТ-сектором та економічним зростанням.

Автор висуває гіпотезу про те, що вплив ІКТ-сектору на економічне зростання України має складну, багатоканальну та нелінійну природу і реалізується через сукупність ресурсних, фінансових та монетарних каналів [165]. Класичні методи економічного аналізу, зокрема регресійні моделі та міжгалузевий аналіз на основі моделі «витрати-випуск» В. Леонтьєва, дозволяють отримати релевантні оцінки впливу ІКТ-сектору та виявити загальні закономірності його взаємодії з іншими елементами економічної системи. Водночас застосування зазначених підходів, як правило, зосереджується на оцінюванні лінійних середніх ефектів, що обмежує можливості ідентифікації складних, асиметричних та залежних від макроекономічного середовища впливів ІКТ-сектору.

Внаслідок цього традиційні методи аналізу дозволяють пояснити лише частину реальних економічних ефектів, зумовлених розвитком ІКТ, що знижує аналітичну цінність отриманих результатів для прогнозування та формування ефективної економічної політики. З огляду на зазначене, доцільним є застосування моделей штучних нейронних мереж, які забезпечують можливість урахування нелінійних взаємозв'язків, прихованих каналів впливу та взаємодії факторів без попереднього задання жорсткої функціональної форми. Це дозволяє отримати більш обґрунтовані висновки щодо ролі ІКТ-сектору у стабілізації та відновленні національної економіки.

Штучні нейронні мережі все частіше використовуються в економічних дослідженнях для моделювання складних і нелінійних взаємозв'язків, для прогнозування макроекономічних показників та для виявлення прихованих закономірностей у великих масивах даних. Вони застосовуються як на загальному національному рівні для оцінки впливу окремих секторів економіки та видів діяльності, так і в міжнародних порівняннях.

У технічному звіті OECD за 2024 р. подано методику оперативного прогнозування темпів зростання ІКТ-сектору з використанням інноваційних джерел даних, зокрема Google Trends. Автори звіту підкреслюють те, що традиційна статистика не забезпечує достатньої оперативності для найбільш динамічного ІКТ-сектору й пропонують поєднання статистичних фільтрів

(Hodrick–Prescott, Lowess) із методами машинного навчання [166]. Результати моделі засвідчили стійкість ІКТ під час пандемії COVID-19. Автори дослідження засвідчили значні можливості використання рекурентних нейронних мереж, які нагромаджують контекст з використанням попередніх елементів послідовності зв'язків між змінними й тому підвищують точність прогнозів.

В науковому обігу перебуває велика кількість робіт, де презентовано використання штучних нейронних мереж в економічному аналізі. Це – роботи Н. Хюснюоглу (Nadide Hüsnüoğlu) та В. Ода (Volkan Oda) [167], О. Ходавейрді (Omid Khodaveyrdi), А. Мохандеєсці (Arezo Mohandessi) та Х. Нематі (Hossien Nemati) [168], І. Радіонова та Ю. Фаренюк [169], А. Олавоїн (Anifat Olawoyin) та Я. Чен (Yangjuin Chen) [170], Т. Р. Кук (Thomas R. Cook), А. С. Холл (Aaron Smalter Hall) [171], Х. Се (Huaqing Xie) та ін. [172], С. О. Гонсалес (Steven Gonzalez) [173], А. Ласкано де Рохас (Ana Lazcano de Rojas), М. А. Харамільо-Моран (Miguel A. Jaramillo-Morán) та ін. [174], А. Бабій (Andrii Babii), Е. Гізельс (Eric Ghysels), Й. Стріаукас (Jonas Striaukas) [175], К. да Коста (Kleyton da Costa), Ф. Л. К. да Сілва (Felipe Leite Coelho da Silva), Ж. Кордейро (Josiane Cordeiro) [176]. Важливі технологічні аспекти побудови штучних нейронних мереж розглянуті в роботах А. Бельтратті (Andrea Beltratti), С. Маргарита (Sergio Margarita), П. Терна (Pietro Terna) [177] та С. Хайкін (Simon Haykin) [178].

Для перевірки гіпотези про нелінійний вплив ІКТ-сектору на економічне зростання в Україні побудована модель, у якій залежною змінною (Y) є зростання реального ВВП у відсотках (GDP growth, % (annual)). Незалежні змінні моделі об'єднані у три групи, з огляду на обґрунтовану вербальну модель у підрозділі 3.1. Такими незалежними змінними (предикторами моделі) є: ресурсні фактори, фінансові фактори, монетарні фактори.

Загальний вигляд моделі може подаватись рівнянням:

$$Y_t = f(R_t, F_t, M_t) + \varepsilon_t, \quad (3.1)$$

де Y_t – GDP growth, % (annual) у період t ,

R_t – вектор (блок) ресурсних факторів,

F_t – вектор (блок) фінансових факторів,

M_t – вектор (блок) монетарних факторів,

ε_t – стохастичний залишок.

Обґрунтування груп факторів (векторів) подано у підрозділі 3.1 цього дослідження.

Основним джерелом даних для побудови моделі стала статистика World Bank (World Development Indicators, WDI) [179]. Частково, база даних щодо ІКТ-сектору України, сформована з джерела Державної служби статистики України [180]. Статистичні дані, що охоплюють період з 2000 по 2024 роки та використані для проведення обчислень, наведені в додатку Е. Попри те, що статистика WDI містить окремі дані для України, починаючи з 1990 р., показники ІКТ-сектору доступні лише з 2000 р.

Під час формування бази даних для побудови нейронної мережі дотримані такі ключові вимоги, а саме: 1) *повнота й максимально можлива довжина часових рядів*, 2) *використання відносних величин*.

Дотримання першої вимоги забезпечує коректне навчання нейронної мережі й, відповідно, більшу точність аналізу. Дотримання другої вимоги дозволяє уникнути викривлень, пов'язаних з використанням номінальних величин, а також забезпечує порівнянність змінних (предикторів) моделі з залежною змінною моделі – темпом економічного зростання.

Перелік всіх відібраних для побудови моделі незалежних змінних поданий в таблиці 3.1.

Як свідчать дані з таблиці 3.1., для побудови моделі використані 18 змінних, що об'єднані у три групи. Розрахунки моделі виконані у середовищі «Visual Studio Code» з використанням мови програмування Python та бібліотек scikit-learn, numpy, pandas та matplotlib.

Попередня підготовка даних для побудови нейронної мережи охоплювала такі процедури:

1) заповнення пропусків статистичних даних за певні роки в межах періоду 2000–2024 рр. методом лінійної інтерполяції у тих випадках, коли такі дані були відсутні в офіційних джерелах;

Перелік незалежних змінних та їх позначення у моделі.

<i>Група змінних</i>	<i>Назви змінних</i>	<i>Англійські назви змінних у статистиці (WBI)</i>
Ресурсні	Приріст населення (річна зміна %)	Population growth (annual %)
	Валові капітальні інвестиції (% ВВП)	Gross capital formation (% of GDP)
	Загальний показник зарахування до закладів вищої освіти (%)	School enrollment, tertiary (% gross)
	Охоплення населення мобільним зв'язком (на 100 осіб)	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)
	Користувачі Інтернету (% населення)	Individuals using the Internet (% of population)
	ІКТ-сектор у валовій доданій вартості (% ВДВ)	ICT (% of GVA)
	Експорт ІКТ-послуг (% експорту послуг, за даними платіжного балансу)	ICT service exports (% of service exports, BoP)
Фінансові	Податкові надходження (% ВВП)	Tax revenue (% of GDP)
	Доходи бюджету без грантів (% ВВП)	Revenue, excluding grants (% of GDP)
	Військові витрати (% ВВП)	Military expenditure (% of GDP)
	Чистий експорт (% ВВП)	Net exports (% of GDP)
Монетарна	Сальдо поточного рахунку (% ВВП)	Current account balance (% of GDP)
	Широкі гроші (% ВВП)	Broad money (% of GDP)
	Інфляція, за дефлятором ВВП, (річна зміна, %)	Inflation, GDP deflator (annual %)
	Індекс реального ефективного валютного курсу (2010 = 100)	Real effective exchange rate index (2010 = 100)
	Загальні резервні активи (% від загального зовнішнього боргу)	Total reserves (% of total external debt)
	Зовнішній борг (% ВНД)	External debt stocks (% of GNI)
	Обслуговування зовнішнього боргу (% від експорту)	Total debt service (% of exports)

Джерело: складено автором.

2) виключення з моделі змінних з надто високою парною кореляцією ($|\text{corr}| \geq 0.9$), для уникнення, так званого «дублювання інформації»;

3) перевірка на мультиколінеарність з застосуванням індексу VIF (Variance Inflation Factor) та виключення з моделі тих змінних, для яких $\text{VIF} > 10$, з метою забезпечення коректної інтерпретації результатів моделі;

4) позбавлення від автокореляції та гетероскедастичності у залишках (методом OLS з корекцією стандартних похибок Ньюї–Веста – HAC), що дало можливість отримати більш надійні значення t - та F -статистики і статистично обґрунтований відбір змінних моделі.

У початковому варіанті моделі ключова для цього дослідження змінна – «ІКТ-сектор у валовій доданій вартості (% ВДВ)» – не продемонструвала статистичної значущості на рівні $p \leq 0,1$. У зв'язку з цим було протестовано варіанти включення цієї ж змінної до моделі з часовими лагами у один та два роки. Результати показали, що змінна ICT (% GVA) з лагом у один рік є статистично значущою на рівні $p \leq 0,1$, що свідчить про наявність відкладеного впливу ІКТ-сектору.

Статистична значущість змінної ICT (% GVA) саме з певним лагом має достатньо обґрунтоване економічне пояснення. Воно полягає у тому, що вплив ІКТ-сектору на економічне зростання передбачає певний адаптаційний період. Ймовірно, що в межах цього періоду економічні суб'єкти – споживачі кінцевої продукції та підприємці – пристосовуються до продуктів, створених в ІКТ-секторі. Й лише з часом це позначається на продуктивності та економічному зростанні. Тому, до фінальної моделі включена лише змінна ICT (% GVA) lag1, яка відображає «відкладений на рік» вплив ІКТ-сектору на зростання ВВП.

Після застосування чотирьох процедур відбору змінних, отримана багатофакторна регресійна модель, яка демонструє достатньо високий рівень пояснювальної здатності та статистичної значущості (рис. 3.3).

Інформація, подана на рис. 3.3, свідчить про таке:

- модель має достатньо високу пояснювальну здатність: $R^2 = 0,751$ означає, що змінні моделі пояснюють 75% варіації темпів зростання ВВП;

- помітна відмінність між $R^2 = 0,751$ та $\text{adj. } R^2 = 0,572$ може означати те, що частина включених до моделі змінних має відносно слабкий внесок у пояснення залежної змінної, або про наявність певної надлишковості факторів;

- значення критерію Фішера ($F = 75,1$ при $p < 0.001$) підтверджує загальну статистичну значущість рівняння моделі.

Dep. Variable:	GDP growth (annual %)	R-squared:	0.751
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.572
Method:	Least Squares	F-statistic:	75.10
Date:	Thu, 05 Mar 2026	Prob (F-statistic):	2.13e-10
Time:	17:19:32	Log-Likelihood:	-72.098
No. Observations:	25	AIC:	166.2
Df Residuals:	14	BIC:	179.6
Df Model:	10		
Covariance Type:	HAC		

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-75.4244	26.462	-2.850	0.013	-132.181	-18.668
ICT (% GVA) lag1	6.4434	2.622	2.458	0.028	0.821	12.066
Gross capital formation (% of GDP)	2.0240	0.459	4.405	0.001	1.039	3.009
Net exports (% of GDP)	0.7486	0.272	2.754	0.016	0.166	1.332
Revenue, excluding grants (% of GDP)	0.9528	0.453	2.101	0.054	-0.020	1.925
Military expenditure (% of GDP)	0.3197	0.154	2.071	0.057	-0.011	0.651
Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	-0.3829	0.091	-4.230	0.001	-0.577	-0.189
Broad money (% of GDP)	-0.1869	0.088	-2.122	0.052	-0.376	0.002
Total reserves (% of total external debt)	-0.1427	0.083	-1.711	0.109	-0.322	0.036
Real effective exchange rate index (2010 = 100)	0.0223	0.066	0.338	0.740	-0.119	0.163
Total debt service (% ...)	-0.0427	0.109	-0.392	0.701	-0.276	0.191

Omnibus:	1.588	Durbin-Watson:	2.500
Prob(Omnibus):	0.452	Jarque-Bera (JB):	0.566
Skew:	-0.307	Prob(JB):	0.754
Kurtosis:	3.408	Cond. No.	4.48e+03

Рис. 3.3. Показники якості багатфакторної регресійної моделі

Джерело: розроблено автором.

Тобто включені до моделі фактори у своїй сукупності пояснюють зміну темпів зростання ВВП.

У подальшому аналізі, для покращання якості моделі, з переліку змінних вилучені ще дві – індекс реального ефективного обмінного курсу та обслуговування зовнішнього боргу. Підставою для такого вилучення стало те, що коефіцієнти при цих змінних не продемонстрували статистичної значущості (p-value суттєво перевищувало критичний рівень 0,1).

За результатом всієї сукупності процедур відбору змінних (предикторів) моделі, для подальшого моделювання з використанням нейронної мережі залишено вісім змінних, а саме:

- ICT (% GVA) lag1
- Gross capital formation (% of GDP)
- Revenue, excluding grants (% of GDP)
- Net exports (% of GDP)
- Military expenditure (% of GDP)
- Broad money (% of GDP)
- Total reserves (% of total external debt)

- Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)

Показовим є те, що серед відібраних, за статистичними критеріями, змінних залишилися ті, які стосуються всіх трьох груп факторів – ресурсних, фінансових та монетарних.

Достатньо очевидним є економічний зміст впливу відібраних факторів.

- Вплив частки ІКТ-сектору у ВДВ із лагом у рік (ICT (% GVA) lag1) відображає відкладений ефект цифровізації та інших продуктів ІКТ-сектору, що змінюють технологічний дизайн економіки, на економічне зростання.

- Вплив інвестицій у капітал (Gross capital formation) формує здатність економіки відновлювати виробничий потенціал і забезпечувати його збільшення, як ресурсу для економічного зростання.

- Чистий експорт (Net exports) об'єктивно впливає на обсяги ВВП та економічне зростання як складник сукупних витрат.

- Показник податкових надходжень у відсотках до ВВП (Revenue, excluding grants (% of GDP)) відображає рівень податкового навантаження на платників. Як відомо, податкове навантаження може ставати або джерелом зростання, або, навпаки, гальмом для нього. Гальмування відбувається у випадку перевищення доцільної (оптимальної) межі податкового навантаження на платників.

- Військові витрати (Military expenditure) в сучасному українському контексті є критично важливими, з огляду на формування необхідних умов національної безпеки. Вплив цих витрат на зростання є контраверсійним: і стимулюючим, і стримуючим, водночас. Через розвиток військово-промислового комплексу (ВПК), створення додаткових робочих місць та доходи зайнятих у ВПК осіб, військові витрати можуть здійснювати мультиплікативний вплив на економіку та зростання. З іншого боку, значні військові витрати можуть обмежувати ресурси, доступні для розвитку цивільних секторів економіки, інвестицій у інфраструктуру, освіту та інновації, що потенційно може стримувати довгострокове економічне зростання.

- Зміни грошової пропозиції, визначеної за показником широких грошей (Broad money), загалом, впливають на економічне зростання позитивно, якщо

корелюють зі змінами реального ВВП. Натомість, зміни грошової пропозиції стають стримуючим фактором, якщо така кореляція відсутня.

- Резервні активи у відсотках до зовнішнього боргу (Total reserves) можуть впливати на зростання через фактор макрофінансової стійкості та через рівень довіри до національної валюти. Позитивний вплив резервних активів на економічне зростання передбачає відповідність їх обсягів нормативним вимогам безпечного обсягу цих активів.

- Інфляція (Inflation, GDP deflator), досягаючи рівня галопуючої, перетворюється у фактор гальмування економічного зростання.

Взаємодія вісьмох відібраних змінних моделі є складною та неочевидною. Наприклад, вплив ІКТ-сектору на економічне зростання може посилюватися за умов високих інвестицій в технічні нововведення, але бути «приглушеним» у періоди економічних шоків. Саме тому й використовується модель нейронної мережі, яка дозволяє враховувати нелінійні зв'язки та приховані взаємодії між ключовими макроекономічними змінними.

Для перевірки сформульованої гіпотези використано багат шарову перцептронну мережу (MLP), яка здатна враховувати нелінійні взаємозв'язки між змінними. «Перцептронна мережа» має таку структуру:

- вхідний шар (у нашому випадку, це – набір з 8-х змінних),
- один або кілька прихованих шарів (в межах якого відбувається обробка вхідних даних та навчання моделі),
- вихідний шар (у нашому випадку, це – залежна змінна річного темпу зростання ВВП).

В термінах нейромережевого підходу, рівняння, за формулою (3.1), має бути трансформоване. У випадку трансформації, функція $f(\cdot)$, що відображає вплив ресурсних, фінансових та монетарних факторів, апроксимується штучною нейронною мережею у векторному вигляді:

$$\hat{Y}_t = V * f(WX_t + b) + c, \quad (3.2)$$

де $X_t = (R_t, F_t, M_t)$ – вектор вхідних змінних,

V, W – матриці ваг,

b, c – зміщення,

$f(\cdot)$ – активаційна функція, яка дозволяє враховувати нелінійні взаємозв'язки між факторами.

З урахуванням внутрішніх компонентів – нейронів, або вузлів взаємодії між змінними, формула (2) моделі набуває такого виду:

$$h_j(t) = f\left(\sum_{i=1}^d w_{ij}x_{it} + b_j\right), \quad j = 1, \dots, m; \quad (3.3)$$

$$\hat{Y}_t = \sum_{j=1}^m v_j h_j(t) + c, \quad (3.4)$$

де $h_j(t)$ – активація j -го нейрона прихованого шару,

w_{ij} – вага зв'язку між i -ю вхідною змінною та j -м нейроном,

v_j – вага зв'язку між j -м нейроном і виходом,

b_j, c – зміщення.

Наведені формули відображають те, що кожна вхідна змінна x_{it} (ресурсний, фінансовий чи монетарний фактор) потенційно може впливати на всі нейрони прихованого шару. Водночас завдяки механізму навчання ваг w_{ij} , деякі з цих впливів виявляються незначними або практично нульовими. Це дає можливість нейромережі автоматично відбирати релевантні (дійсно впливові) фактори та формувати різні нелінійні комбінації для оцінки впливу і прогнозу змінної \hat{Y}_t .

Під час моделювання здійснені такі кроки для забезпечення стабільності та надійності побудованої моделі:

1. Часовий ряд розподілено на п'ять частин у зв'язку з тим, що на кожній ітерації модель тренується лише на попередніх роках і перевіряється на наступних, зберігаючи хронологію змін.

2. Архітектура нейронної мережі обмежена одним прихованим шаром, тобто, одним рівнем обробки даних та «навчання моделі»,

3. Кількість нейронів (вузлів даних) встановлена у діапазоні від 2 до 8. З відбору параметрів було свідомо виключено конфігурацію з одним нейроном. Це обґрунтовано теоремою про універсальну апроксимацію (Universal Approximation Theorem), згідно з якою здатність моделювати складні нелінійні зв'язки з'являється

лише у повноцінній архітектурі з прихованим шаром [181; 182]. Використання лише одного нейрона фактично спрощує нейронну мережу до рівня звичайної регресії, що не дозволяє моделі розпізнавати складні зміни в економіці. Верхня межа у 8 нейронів обрана для того, щоб не спричиняти додаткове перенавчання моделі, а також у зв'язку з обмеженою довжиною часових рядів вхідних даних. Такий діапазон (від 2 до 8) дозволяє мережі бути достатньо гнучкою для точного прогнозу, але при цьому зберігати стійкість на малих вибірках.

4. Для налаштування архітектури мережі, окрім відбору кількості нейронів у прихованому шарі, застосовані й коефіцієнти регуляризації α (0.1, 0.01, 0.001), які виконують роль «штрафування» за занадто великі ваги змінних й, отже, запобігають зайвому «перенавчанню моделі».

5. Для оцінки якості прогнозу використано три класичні оцінки помилки моделі, а саме:

- середня абсолютна похибка (MAE, Mean Absolute Error) – середнє значення модулів відхилень прогнозних значень від фактичних;

- середньоквадратична похибка (RMSE, Root Mean Squared Error) – квадратний корінь із середнього квадрата відхилень, що більш чутлива до великих помилок;

- масштабована середня абсолютна похибка (MASE, Mean Absolute Scaled Error) – відносна оцінка, при якій порівнюється точність моделі із, так званим «наївним прогнозом», за яким показник наступного року дорівнює попередньому. Значення $MASE < 1$ свідчить, що модель перевищує точність «наївного» прогнозу.

Повний перелік усіх протестованих комбінацій параметрів в моделі нейронної мережі, з урахуванням зазначених п'ятих кроків покращання моделі, подано у таблиці 3.2.

Згідно з даними табл. 3.2, оптимальною визначено архітектуру з 3 нейронами ($\alpha = 0.001$). Вибір обґрунтовано балансом між абсолютною точністю та стабільністю моделі на крос-валідації. Середня абсолютна похибка склала $MAE = 6,30\%$, при цьому значення $RMSE = 7,41\%$ лише незначно перевищує MAE .

Таблиця 3.2

Порівняння якості моделей нейронної мережі для прогнозування темпів зростання ВВП

<i>Neurons</i>	<i>A</i>	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>MASE</i>
2	0,001	6,270±3,289	7,369±3,385	1,211±0,547
2	0,1	6,147±3,354	7,490±3,456	1,140±0,436
2	0,01	6,278±3,284	7,415±3,376	1,211±0,541
3	0,001	6,296±3,920	7,413±3,756	1,095±0,337
3	0,1	6,659±3,767	7,947±3,521	1,303±0,666
3	0,01	6,379±3,917	7,398±3,835	1,128±0,376
4	0,001	6,732±3,808	7,749±3,764	1,191±0,356
4	0,1	6,334±3,897	7,440±3,802	1,124±0,396
4	0,01	6,604±3,800	7,679±3,716	1,183±0,385
5	0,001	6,430±4,314	7,852±4,126	1,148±0,494
5	0,1	6,542±4,307	7,968±4,055	1,164±0,519
5	0,01	6,547±4,237	7,939±4,019	1,194±0,517
6	0,001	8,306±3,995	8,832±3,942	1,526±0,467
6	0,1	8,092±4,057	8,803±4,081	1,478±0,455
6	0,01	8,186±4,112	8,748±4,031	1,480±0,441
7	0,001	6,296±4,872	7,514±4,682	0,969±0,176
7	0,1	6,489±4,553	7,738±4,369	1,036±0,229
7	0,01	6,291±4,874	7,528±4,674	0,967±0,171
8	0,001	7,759±4,234	8,204±4,252	1,403±0,518
8	0,1	7,318±3,865	7,858±3,862	1,343±0,552
8	0,01	7,762±4,207	8,205±4,222	1,407±0,521

Джерело: розроблено автором.

Це свідчить про відсутність аномальних викидів у прогнозах на більшості ітерацій. Високе значення стандартного відхилення похибок ($\pm 3,9\%$) є очікуваним результатом, спричиненим екстремальною волатильністю часового ряду ВВП України у 2014 та 2022 роках.

Значення $MASE = 1.09$ свідчить про те, що нейромережа за точністю близька до найпростіших методів прогнозування, проте має суттєву перевагу – вона

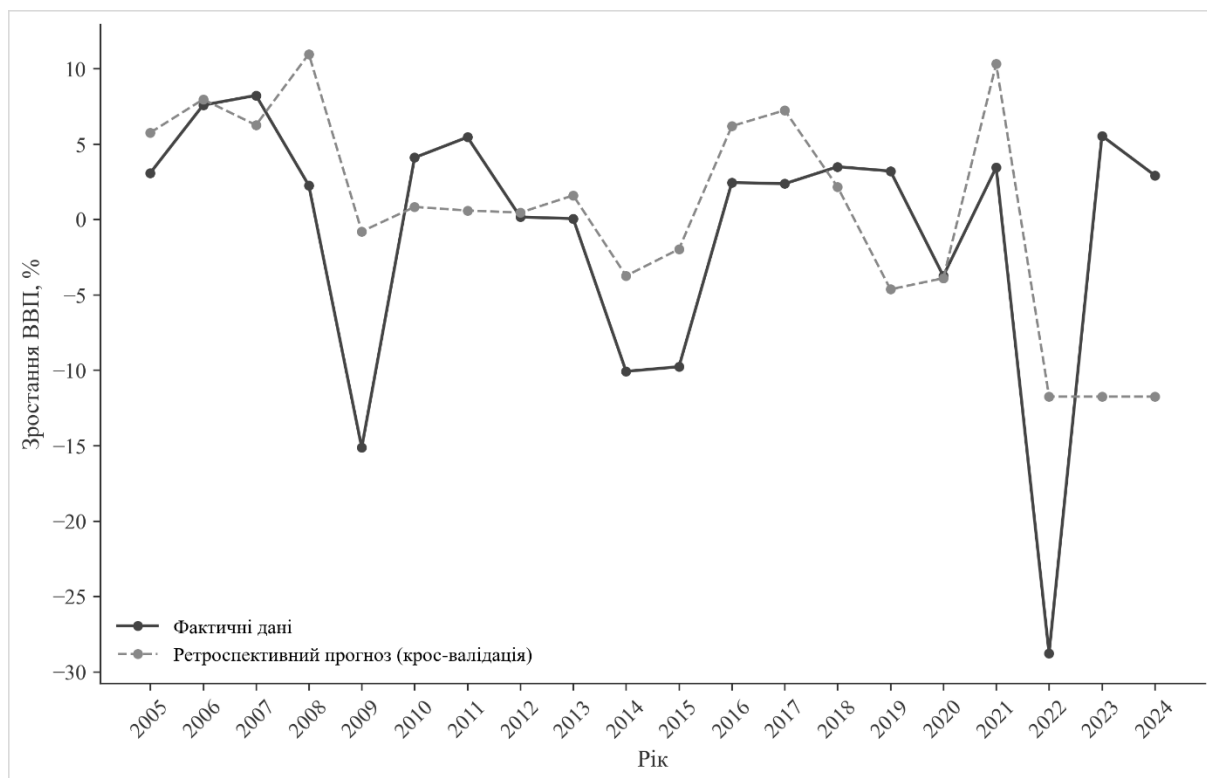
набагато краще розпізнає різкі зміни (злами) в економіці, які звичайна статистика часто пропускає. Використання параметра $\alpha = 0,001$ допомогло зробити модель стійкою до дрібних неточностей та випадкових відхилень у статистичних даних. Це гарантує, що прогноз не буде занадто чутливим до другорядних факторів, зберігаючи при цьому здатність мережі точно описувати складні економічні процеси.

Окрему увагу в моделюванні приділено останньому етапу перевірки (2021–2024 рр.). У цей період спостерігалось зростання абсолютних похибок ($MAE \approx 12.78$, $RMSE \approx 13.88$), що зумовлено безпрецедентним зовнішнім шоком – повномасштабною збройною агресією. Об'єктивно, такі події не могли бути повною мірою передбачені моделлю, оскільки вони кардинально змінили структуру економіки.

Важливо зазначити, що на етапі розробки у вектор вхідних даних було експериментально включені додаткові шоківі змінні («dummy-змінні» на позначення криз). Однак, попередній аналіз показав їх статистичну незначущість, а в процесі навчання нейронна мережа автоматично присвоїла цим параметрам близькі до нуля вагові коефіцієнти. Це свідчить про те, що архітектура мережі здатна самостійно ідентифікувати глибинні економічні чинники (такі як зміна частки ІКТ чи військових витрат) і не потребує штучних «підказок» про настання криз.

В результаті, була сформована модель з одним прихованим шаром, трьома нейронами при $\alpha = 0,001$ та з п'ятьма періодами розподілу даних у часі.

На рис. 3.4 представлено результати ретроспективного прогнозу (backtesting) порівняно з фактичними значеннями темпів зростання ВВП України за 2005–2004 рр. Для побудови графіка використано так звану «out-of-fold» оцінку, суть якої полягає у послідовному навчанні моделі на даних одного часового проміжку та її перевірці на наступному, незалежному періоді. Такий підхід дозволяє уникнути «підглядання» у майбутнє та забезпечує об'єктивну перевірку прогнозної сили нейромережі.



**Рис. 3.4. Ретроспективне прогнозування темпів зростання ВВП України, %:
крос-валідація моделі нейронної мережі.**

Джерело: розроблено автором.

Варто зауважити, що початковий період дослідження (2001–2004 рр.) не відображений на графіку з двох об'єктивних причин:

По-перше, через використання часового лагу ($\text{lag}=1$) для вхідних змінних, що автоматично зміщує початок розрахункового періоду на один крок.

По-друге, дані за 2001–2004 рр. було використано для первинного незалежного навчання моделі. Саме на цьому етапі нейромережа здійснила перше налаштування внутрішніх параметрів, що дозволило сформувати базові закономірності перед генерацією прогнозів для подальших років.

Як ілюструє рис. 3.4, нейронна мережа загалом успішно відтворила економічну динаміку України. Модель коректно ідентифікувала рецесію 2009 р., початок війни у 2014–2015 рр. та фазу відновлення 2016–2019 рр. Особливо точним виявилось відображення спаду 2020 р. (COVID-19), де прогноз майже збігся з фактом (–3.9% проти –3.75%).

Найбільші розбіжності між траєкторіями припадають на відрізок 2021–2024 рр. Модель коректно зафіксувала сам факт і напрям глибокого падіння у 2022 р., хоча його реальний масштаб виявився значно більшим за прогнозний (–28,7% проти –11,7%). Стабільність прогнозу на рівні від’ємних значень у 2023–2024 рр. свідчить про високу інерційність моделі після шоку такого масштабу, який раніше не зустрічався в навчальній вибірці.

Загалом, графічний аналіз підтверджує: нейронна мережа демонструє високу здатність до розпізнавання переломних моментів та середньострокових циклів розвитку. Проте вона виявляє певну консервативність в оцінці амплітуди екстремальних нелінійних спадів та швидкості подальшого відновлення економіки в умовах зовнішнього фінансування.

Наступним кроком аналізу з використанням моделі нейронної мережі є оцінювання внеску окремих змінних на прогнозовану змінну (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Оцінка значущості змінних при прогнозуванні економічного зростання, за методом пермутаційної важливості

<i>Змінна</i>	<i>Permutation Importance</i>
Gross capital formation (% of GDP)	1,41
Military expenditure (% of GDP)	1,27
ICT (% GVA) lag1	0,7
Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	0,24
Total reserves (% of total external debt)	0,18
Revenue, excluding grants (% of GDP)	0,099
Net exports (% of GDP)	0,098
Broad money (% of GDP)	0,032

Джерело: розроблено автором.

Для цього використано метод пермутаційної важливості (Permutation Importance), який застосовується в сучасних підходах машинного навчання. Ідея методу – це випадкове «перемішування» значень змінних у тестових даних. Якщо після видалення певної змінної якість моделі різко погіршується, то змінна

вважається важливою. Якщо ж якість моделі, відповідно, якість прогнозу практично не змінюється, то внесок вважається мінімальним. Тому, пермутаційна важливість інформує про те, наскільки сильно кожен фактор впливає на точність прогнозу.

Результати, наведені у таблиці 3.3, свідчать про те, що найбільший вплив на прогнозовані темпи зростання ВВП має частка валового нагромадження капіталу у ВВП, частка військових витрат у ВВП та частка ІКТ-сектору у ВДВ з лагом в один рік. Висока значущість ІКТ-сектору підтверджує нашу гіпотезу про його важливий вплив на зростання української економіки.

Монетарні фактори – широкі гроші, міжнародні резерви, а також фінансові фактори – бюджетні надходження, чистий експорт виявилися, при прогнозуванні, за методом пермутаційної важливості, менш значущими. Однак, такі результати оцінювання не виключають можливість впливу цих факторів через складні нелінійні взаємозв'язки.

Для кращого розуміння механізмів впливу ІКТ-сектору на економічне зростання, модель штучної нейронної мережі аналізується на рівні прихованого шару. На відміну від аналізу за методом пермутаційної важливості, при якому оцінюється сумарний внесок окремих змінних у прогноз, у аналізі за моделлю нейронної мережі з'ясовуються *комбінації факторів*, які разом формують непрямі канали впливу на економічне зростання. Три нейрони (вузли взаємодії змінних), ваги окремих вхідних змінних моделі та вихідної змінної – економічного зростання – ілюстровані в таблиці 3.4.

У таблиці 3.4 відображена внутрішня логіка прихованого шару нейронної мережі. Попри те, що кожен нейрон опрацьовує всі вхідні змінні, їхні внески у фінальний результат суттєво відрізняються, що дозволяє виділити специфічні канали впливу на ВВП. За економічним змістом, ці вузли взаємодії можна інтерпретувати наступним чином:

- *Нейрон 0 (вплив: +3.33)*. Вузол фінансово-технологічних показників. У цьому вузлі ІКТ-сектор (8,55) взаємодіє з фінансовими показниками, зокрема з військовими витратами (8,09) та доходами бюджету (4,30). Позитивний вихід

нейрона свідчить про те, що поєднання ресурсного потенціалу технологій та фінансових можливостей держави є вагомим індикатором підтримки економічного зростання.

Таблиця 3.4

Структура прихованого шару нейронної мережі: змінні та їх ваги.

<i>Нейрон</i>	<i>Змінна</i>	<i>Вага</i>	<i>Вихідна вага</i>
0	ICT (% GVA) lag1	8,55	3,33
	Military expenditure (% of GDP)	8,09	
	Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	4,9	
	Total reserves (% of total external debt)	4,38	
	Revenue, excluding grants (% of GDP)	4,3	
	Net exports (% of GDP)	4,24	
	Gross capital formation (% of GDP)	4,22	
	Broad money (% of GDP)	0,8	
1	Military expenditure (% of GDP)	9,56	3,12
	ICT (% GVA) lag1	7,77	
	Gross capital formation (% of GDP)	7,04	
	Revenue, excluding grants (% of GDP)	6,55	
	Net exports (% of GDP)	6,42	
	Total reserves (% of total external debt)	3,36	
	Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	2,38	
	Broad money (% of GDP)	1,39	
2	ICT (% GVA) lag1	10,22	-4,57
	Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	8	
	Total reserves (% of total external debt)	7,46	
	Military expenditure (% of GDP)	7,4	
	Gross capital formation (% of GDP)	4,4	
	Revenue, excluding grants (% of GDP)	4,24	
	Net exports (% of GDP)	0,32	
	Broad money (% of GDP)	0,017	

Джерело: розроблено автором.

- *Нейрон 1 (вплив: +3.12)*. Вузол ресурсного та інвестиційного забезпечення. Тут найбільшу вагу мають військові витрати (9,56) у поєднанні з двома ключовими ресурсними показниками: ІКТ-сектором (7,77) та нагромадженням капіталу (7,04). Це вказує на те, що в моделі саме ресурсна база (капітал + технології) разом із фінансовими видатками на оборону формує основу для зростання.

- *Нейрон 2 (вплив: -4.57)*. Вузол монетарних та ресурсних обмежень. Цей вузол має найбільший за модулем, але від'ємний вплив. У ньому ІКТ-сектор (10,22) взаємодіє з монетарними індикаторами: інфляцією (8,00) та загальними резервами (7,46). Така структура показує, що нейрон реагує на періоди нестабільності, де монетарні дисбаланси чинять тиск на ВВП, який не перекривається ресурсним потенціалом ІКТ.

На рис. 3.5 представлена архітектура побудованої нейронної мережі. У лівій частині графа наведено повний перелік вхідних показників (ресурсних, фінансових та монетарних груп), що використовувалися для навчання моделі.

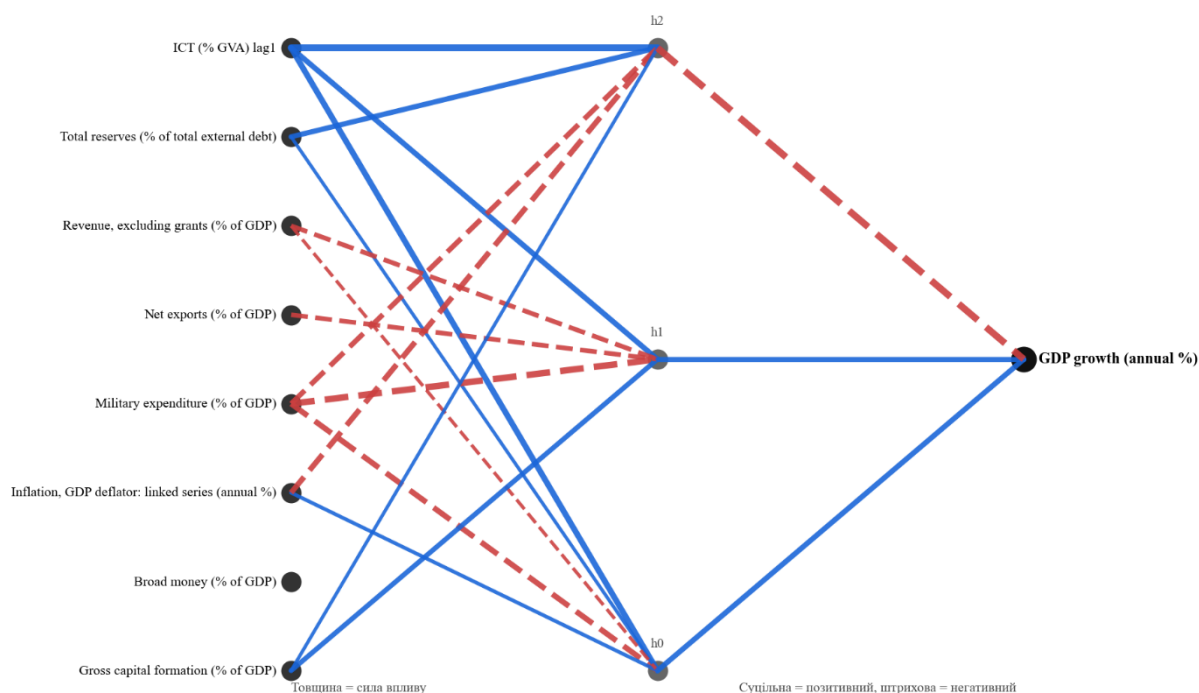


Рис. 3.5. Структура прихованого шару нейронної мережі з відображенням ваг вхідних змінних

Джерело: розроблено автором.

Для забезпечення наочності та виділення ключових взаємозв'язків, на схемі візуалізовано лише найбільш значущі вагові коефіцієнти (зв'язки) для кожного нейрона. Товщина ліній відповідає силі впливу конкретного показника на вузол прихованого шару, а колір та тип лінії (суцільна або штрихова) вказують на характер цього впливу (позитивний чи негативний).

Як свідчать дані таблиці 3.4 та рис. 3.5, частка ІКТ-сектору у всіх трьох нейронах ідентифікована як одна з двох основних змінних, які впливають на зростання. Це можна інтерпретувати як підтвердження сформульованої на початку дослідження гіпотези про багатоканальний, з певним лагом суттєвий вплив ІКТ-сектору на економічне зростання.

Для додаткової перевірки, в аналізі використаний метод, так званих «часткових залежностей» (Partial Dependence). Він дозволяє оцінити ізольований вплив окремої змінної на прогноз, за незмінності інших факторів. В нашому випадку, такою змінною є частка ІКТ-сектору у ВДВ з лагом в один рік. Графічні результати застосування цього методу ілюстровані на рис. 3.6.

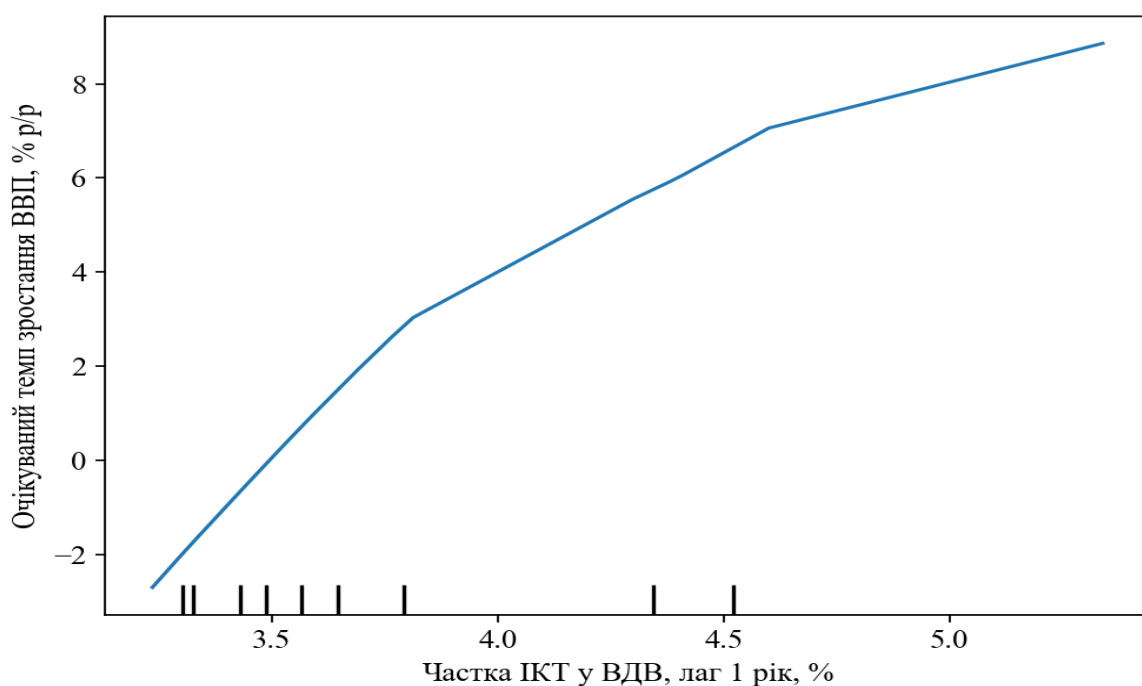


Рис. 3.6. Зв'язок між темпами економічного зростання та часткою ІКТ-сектору у ВДВ, за методом «часткових залежностей».

Джерело: розроблено автором.

На рис. 3.6 показано те, що збільшення частки ІКТ-сектору у ВДВ, за умови незмінності інших факторів впливу, спричиняє підвищення прогнозованих темпів зростання ВВП. Зокрема, при збільшенні частки ІКТ-сектору від 4,0% до 4,5%, очікуваний темп зростання мав би збільшитись, приблизно, від 4,2% до 6,5%.

Гіпотеза цього дослідження про складний нелінійний, але суттєвий вплив ІКТ-сектору на зростання української економіки перевірена й підтверджена за результатами побудови моделі штучної нейронної мережі. Більш конкретні висновки, пов'язані з окремими етапами дослідження.

Після структурного аналізу нейронної мережі та підтвердження її точності на ретроспективних даних, наступним кроком є побудова реального прогнозу темпів зростання ВВП. Цей прогноз базується виключно на результатах роботи нашої нейромережевої моделі.

Методологія прогнозування базується на здатності навченої моделі апроксимувати виявлені складні нелінійні взаємозв'язки між усім масивом вхідних змінних (ресурсного, фінансового та монетарного спрямування) для екстраполяції майбутніх станів економічної системи.

Оскільки точні значення цих екзогенних параметрів на 2025–2027 рр. є апріорі невідомими, у роботі застосовано ітераційний підхід. Модель самостійно генерує прогнозну траєкторію, де кожен наступний крок (наприклад, 2026 рік) базується на комплексному стані системи, розрахованому на попередньому етапі (2025 рік). Завдяки такому покроковому підходу модель створює реалістичний прогноз, що базується на взаємному впливі всіх економічних показників.

Процедура ітеративної екстраполяції реалізована за наступним алгоритмом:

1. *Прогнозування значень незалежних показників.* Для визначення значень вхідних факторів у майбутніх періодах використано метод ковзного середнього (Moving Average) з вікном у 3 роки. Це дозволяє врахувати актуальні тренди останнього доступного періоду (2022–2024 рр.), згладжуючи при цьому короткострокові коливання. При цьому нейромережа обробляє ці вхідні сигнали крізь призму закономірностей, засвоєних під час навчання на всьому масиві даних (2001–2024 рр.).

2. *Генерація значень через MLP-апроксиматор.* Підготовлений набір даних проходить через процедуру стандартизації та подається на вхід навченої нейронної мережі. Завдяки архітектурі прихованого шару та нелінійним зв'язкам, модель генерує точковий прогноз, який враховує комплексний вплив усіх груп змінних.

3. *Багатокрокова рекурсивна екстраполяція.* Процес повторюється послідовно – це означає що прогноз на кожний наступний рік базується на результаті попереднього кроку: крок 1 – прогноз на 2025 рік на основі фактичних даних та досвіду моделі; крок 2 – прогноз на 2026 рік на основі комбінації фактичних значень та результату за 2025 рік; крок 3 – прогноз на 2027 рік, що завершує розрахунковий цикл.

На основі розробленого алгоритму було отримано прогнозну траєкторію розвитку економіки України на середньострокову перспективу (Рис. 3.7).

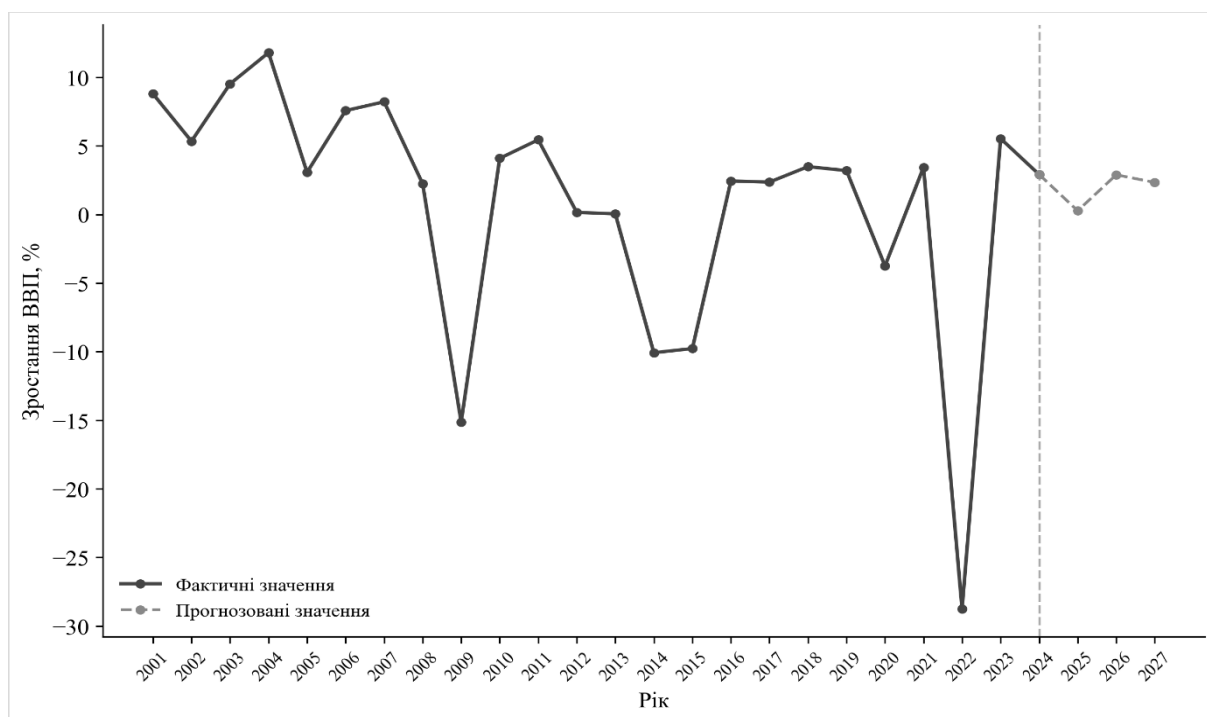


Рис. 3.7. Прогнозування темпів зростання ВВП України до 2027 року, % (за результатами неймережевого моделювання).

Джерело: розроблено автором.

Важливо зазначити, що попри складну ретроспективну динаміку, неймережева модель прогнозує виключно позитивні темпи зростання ВВП на

всьому аналізованому періоді: на 2025 рік – 0,27%, на 2026 рік – 2,89% та на 2027 рік – 2,34%.

Низьке значення 2025 року пояснюється тим, що модель зважує негативні тренди минулих періодів як домінуючі на короткому горизонті. Проте вже у 2026 році спостерігається прискорення до 2,89%, що є результатом нелінійної взаємодії факторів: нейромережа фіксує момент, коли позитивний потенціал ІКТ-сектору та інвестиційної активності починає переважати стримуючі умови.

3.3. Модель нейронної мережі в поясненні динаміки ІТ-сектору та прогнозуванні його змін

У попередньому підрозділі 3.2 було здійснено оцінювання нелінійного впливу ІТ-сектору на економічне зростання України шляхом моделювання темпів зростання реального ВВП із використанням нейромережевих методів. Однак для комплексного аналізу ролі ІТ-сектору в національній економіці доцільно розглянути не лише його вплив на макроекономічні результати, а й власну динаміку розвитку самого ІТ-сектору як структурного компонента економіки.

З огляду на це, у даному підрозділі застосовується та сама методологічна рамка та інструментарій, що й у підрозділі 3.2, проте зміщується акцент із результативного макроекономічного показника на показник розвитку ІТ-сектору. Як і на попередньому етапі моделювання, з огляду на необхідність використання довгих часових рядів (з 2000 року) для побудови штучної нейронної мережі та обмеженість деталізованої статистики щодо ІТ-сектору, у даному аналізі як репрезентативний використано показники ІКТ-сектору. В якості залежної змінної моделі обрано частку ІКТ-сектору у валовій доданій вартості (ICT % of GVA), яка використовується в міжнародній статистиці як узагальнюючий показник.

Формально, модель зберігає загальний вигляд, використаний у підрозділі 3.2, однак у даному випадку залежна змінна Y_t інтерпретується як фактор розвитку ІКТ-сектора, а не макроекономічний результат:

$$ICT_t = f(X_t) + \varepsilon_t, \quad (3.5)$$

де ICT_t – частка ІКТ-сектору у валовій доданій вартості у період t ,

X_t – вектор макроекономічних, фінансових та демографічних факторів,

ε_t – стохастичний залишок.

На відміну від моделі, побудованої для прогнозування темпів зростання ВВП, модель розвитку ІКТ-сектора не орієнтована на короткострокове точкове прогнозування. Її основним призначенням є відтворення середньо- та довгострокової структурної динаміки, а також ідентифікація ключових факторів, що визначають інерційний та нелінійний характер розвитку ІТ-сектора. Таким чином, підрозділ 3.3 доповнює результати попередніх емпіричних досліджень, дозволяючи розглянути ІКТ-сектор не лише як фактор економічного зростання, але і як самостійну систему зі специфічною логікою розвитку, чутливою до макроекономічної стабільності, демографічних тенденцій та зовнішніх шоків.

Після застосування процедур покрокового відбору та перевірки на мультиколінеарність, було сформовано фінальну багатофакторну регресійну модель. Отримані статистичні характеристики (рис. 3.8) свідчать про високу адекватність та значну пояснювальну здатність моделі.

Dep. Variable:	ICT % GVA	R-squared:	0.832
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.713
Method:	Least Squares	F-statistic:	97.23
Date:	Thu, 05 Mar 2026	Prob (F-statistic):	3.64e-11
Time:	17:18:27	Log-Likelihood:	-5.0895
No. Observations:	25	AIC:	32.18
Df Residuals:	14	BIC:	45.59
Df Model:	10		
Covariance Type:	HAC		

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	6.8727	0.665	10.327	0.000	5.445	8.300
Population growth (annual %)	0.0605	0.038	1.594	0.133	-0.021	0.142
Gross capital formation (% of GDP)	-0.1149	0.031	-3.739	0.002	-0.181	-0.049
School enrollment, tertiary (% gross)	0.0274	0.006	4.670	0.000	0.015	0.040
Revenue, excluding grants (% of GDP)	-0.0003	0.037	-0.007	0.995	-0.080	0.080
Military expenditure (% of GDP)	0.0030	0.006	0.495	0.628	-0.010	0.016
Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	0.0198	0.005	4.384	0.001	0.010	0.030
Current account balance (% of GDP)	-0.0304	0.011	-2.801	0.014	-0.054	-0.007
Broad money (% of GDP)	-0.0408	0.013	-3.142	0.007	-0.069	-0.013
Real effective exchange rate index (2010 = 100)	-0.0088	0.006	-1.583	0.136	-0.021	0.003
Total debt service (% of exports of goods, services and primary income)	-0.0170	0.011	-1.495	0.157	-0.041	0.007

Omnibus:	0.917	Durbin-Watson:	1.977
Prob(Omnibus):	0.632	Jarque-Bera (JB):	0.789
Skew:	0.127	Prob(JB):	0.674
Kurtosis:	2.168	Cond. No.	2.94e+03

Рис. 3.8. Показники якості багатофакторної регресійної моделі, підготовки даних для прогнозування ІКТ-сектору

Джерело: розроблено автором.

Інформація, подана на рис. 3.8, свідчить про наявність статистично значущих макроекономічних змінних, що визначають динаміку частки ІКТ-сектору у валовій доданій вартості економіки України.

Побудована OLS-модель характеризується високою пояснювальною здатністю: коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,832$ (скоригований $R^2 = 0,713$), що означає, що понад 70 % варіації показника ICT % GVA пояснюється включеними до моделі факторами. Значення F-статистики (97,23; $p < 0,001$) підтверджує загальну статистичну значущість моделі. Використання НАС-коваріаційної матриці дозволяє врахувати можливу автокореляцію та гетероскедастичність залишків, що є критично важливим для коротких часових рядів.

За результатом всієї сукупності процедур відбору змінних (предикторів) моделі, для подальшого моделювання з використанням нейронної мережі залишено вісім змінних, а саме:

- Gross capital formation (% of GDP)
- School enrollment, tertiary (% gross)
- Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)
- Current account balance (% of GDP)
- Broad money (% of GDP)

Важливо зазначити, що фінальний набір змінних, відібраний для нейромережевого моделювання частки ІКТ-сектору у валовій доданій вартості, повністю зберігає триблокову логіку макроекономічних факторів (ресурсні, фінансові та монетарні), закладену на етапі побудови загальної імітаційної моделі (розділ 3.1), однак реалізує її у редукованому вигляді, орієнтованому на прогнозну ефективність.

Для побудови моделі та забезпечення надійності результатів було застосовано ідентичний методологічний алгоритм, що і при прогнозуванні темпів зростання ВВП (параграф 3.2). Зокрема, реалізовано ті ж п'ять етапів налаштування мережі: від ітераційної крос-валідації та обмеження архітектури згідно з теоремою про універсальну апроксимацію до використання регуляризації α та багатокритеріальної оцінки похибок (MAE, RMSE, MASE).

Для реалізації прогнозних оцінок використано одношарову MLP, для якої підбирали оптимальну конфігурацію шляхом автоматизованого перебору параметрів. Повний перелік усіх протестованих комбінацій подано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Порівняння якості моделей нейронної мережі з різною кількістю нейронів та коефіцієнтом регуляризації α для прогнозування ІКТ-сектору

<i>Neurons</i>	α	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>MASE</i>
2	0.001	0,9350±0,3011	1,0211±0,3888	10,3335±10,1215
2	0.1	0,7116±0,3973	0,7769±0,4184	7,4401±8,2577
2	0.01	0,8949±0,2940	0,9706±0,3612	9,9444±9,9602
3	0.001	1,2633±0,8866	1,3261±0,8612	12,8276±12,3453
3	0.1	1,0912±0,5987	1,1639±0,5680	10,3767±8,5753
3	0.01	1,2481±0,8729	1,3099±0,8488	12,4861±12,0556
4	0.001	0,9608±0,5141	1,0758±0,5362	16,6865±25,8514
4	0.1	0,9669±0,5495	1,0992±0,6099	17,5668±27,9172
4	0.01	0,9593±0,5105	1,0753±0,5353	16,6516±25,7718
5	0.001	1,0558±0,5045	1,2231±0,6066	15,1686±19,7313
5	0.1	1,0129±0,4997	1,1706±0,5940	14,2739±18,5622
5	0.01	1,0522±0,5040	1,2186±0,6053	15,0938±19,6337
6	0.001	0,5984±0,4309	0,6908±0,4818	4,7957±3,9852
6	0.1	0,5864±0,4178	0,6816±0,4621	4,4086±3,2436
6	0.01	0,5970±0,4309	0,6894±0,4816	4,7338±3,8750
7	0.001	1,5123±0,6973	1,5893±0,6723	24,1653±29,7474
7	0.1	1,1363±0,6004	1,2467±0,5585	11,7571±9,5711
7	0.01	1,5037±0,6883	1,5811±0,6637	24,0801±29,7673
8	0.001	0,7409±0,6633	0,8626±0,7323	5,2451±3,2718
8	0.1	0,7990±0,6061	0,9294±0,6574	7,9854±8,4820
8	0.01	0,7366±0,6634	0,8565±0,7324	5,1250±3,0591

Джерело: розроблено автором.

За результатами крос-валідації часових рядів найкращі показники якості прогнозу продемонструвала архітектура з 6 нейронами у прихованому шарі та параметром регуляризації $\alpha = 0.1$ (табл. 3.5).

Для обраної оптимальної конфігурації моделі ($\text{hidden} = (6,)$, $\alpha = 0.1$) середні показники помилок на «out-of-fold» спостереженнях становлять $\text{MAE} = 0,586$ та $\text{RMSE} = 0,823$. Враховуючи, що частка ІКТ-сектору в Україні у досліджуваному періоді коливалася в межах 3-7%, середня помилка менше 0,6 в.п. свідчить про високу точність моделі та її здатність адекватно відтворювати нелінійну динаміку показника ІКТ (% GVA) навіть на обмеженій вибірці (25 річних спостережень). Середній показник MASE (4,41) виявився вищим за одиницю, оскільки частка ІКТ-сектору в Україні зростала дуже стабільно, тому звичайне копіювання значень попереднього року математично давало меншу помилку, ніж складний аналіз чинників. Проте саме нейромережевий підхід дозволяє моделі не просто вгадувати цифри, а розуміти реальні причини змін і прогнозувати зміну тренду під впливом вхідних факторів.

Особливістю отриманих результатів є стабільність моделі на останньому періоді оцінки, де показник MAE склав 0,430, а RMSE – 0,588. Значення MASE = 1,45 вказує на те, що нейромережа успішно вловлює складні структурні взаємозв'язки, які виходять за межі простої лінійної екстраполяції («наївного прогнозу»), що є критично важливим для періодів макроекономічної турбулентності.

Перевага архітектури з 6 нейронами над більш мінімалістичними варіантами має чітке методологічне пояснення. Згідно з теоремою про універсальну апроксимацію, саме така кількість вузлів дозволяє моделі сформувати достатню кількість нелінійних комбінацій вхідних факторів для розпізнавання специфічних трендів цифрового сектору. Водночас використання відносно високого коефіцієнта регуляризації ($\alpha = 0.1$) дозволило ефективно «штрафувати» занадто великі ваги, запобігаючи перенавчанню (overfitting) та забезпечуючи високу узагальнюючу здатність моделі.

В результаті, була сформована модель з одним прихованим шаром, шістьма нейронами при $\alpha = 0,1$ та з п'ятьма періодами розподілу даних у часі.

На рис. 3.9 ілюстровано результати ретроспективного прогнозу частки ІКТ-сектору у ВДВ України впродовж 2005–2024 рр.

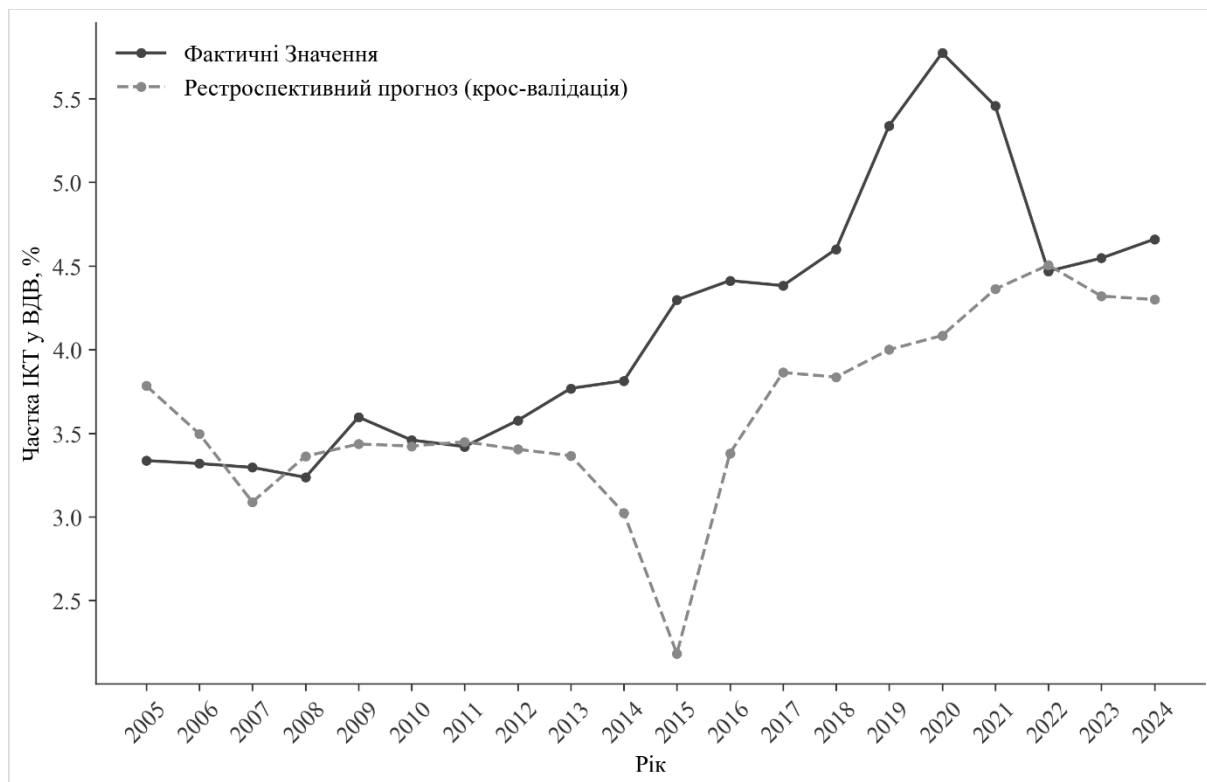


Рис. 3.9. Ретроспективне прогнозування темпів зростання ІКТ, % ВДВ: крос-валідація моделі нейронної мережі

Джерело: розроблено автором.

На основі рис. 3.9 можемо виокремити 3 ключові етапи адаптації моделі до розвитку ІКТ-сектору:

1. Період «плато» та відносної стагнації (2010–2013 рр.): У цей проміжок фактична частка ІКТ коливалася в межах 3,4–3,7% ВДВ. Модель продемонструвала високу точність, фактично відтворюючи стан «плато» з незначними коливаннями (3,36–3,44%). Це підтверджує здатність нейромережі ідентифікувати періоди уповільнення зростання на основі макроекономічних показників.

2. Етап стійкого висхідного тренду (2016–2021 рр.): Після проходження структурних зламів середини десятиліття фактичні показники демонстрували впевнене зростання з 4,4% до пікових 5,7% у 2020 році. Нейромережа успішно вловила цей вектор, демонструючи помірне та стабільне зростання прогнозної траєкторії. Хоча модель дещо недооцінила амплітуду стрімкого злету 2019–2020 рр., вона безпомилково ідентифікувала довгостроковий драйвер розвитку галузі.

3. Реакція на екстремальні шоки (2015 р. та 2022–2024 рр.): Найбільші відхилення зафіксовані у точках безпрецедентних шоків. У 2015 році модель зреагувала на критичне погіршення макропоказників падінням прогнозного значення до 2,18%, хоча реальний сектор виявився стійкішим (4,29%). Аналогічна тенденція спостерігається у 2022–2024 рр., де прогнозні значення (~4,3%) виявилися нижчими за фактичні (4,4–4,6%), що пояснюється унікальною адаптивністю ІТ-бізнесу до умов війни, яку важко формалізувати через загальні економічні індикатори.

Детальний аналіз вагових коефіцієнтів прихованого шару (табл. 3.6) дозволяє зрозуміти логіку формування нелінійних взаємозв'язків у моделі.

Таблиця 3.6

Сумарний абсолютний вплив макроекономічних показників на формування вихідного сигналу нейромережевої моделі для оцінки росту ІКТ (% ВДВ)

<i>Змінна</i>	<i>Сумарна абсолютна вага вхідних зв'язків прихованого шару</i>
School enrollment, tertiary (% gross)	2,87
Broad money (% of GDP)	1,94
Current account balance (% of GDP)	1,29
Gross capital formation (% of GDP)	1,195
Inflation, GDP deflator: linked series (annual %)	1,076

Джерело: розроблено автором.

Сумарний абсолютний вплив факторів вказує на наступну ієрархію впливу змінних:

- Людський капітал (School enrollment, tertiary): Цей показник має найбільший сумарний вплив (2,87). Найбільш вагомий нейрон №0 майже повністю сфокусований на цьому факторі (вага 1,80). Це підтверджує, що для нейромережі рівень освіти є базовим «стабілізатором» частки ІКТ: він формує довгостроковий потенціал сектору, який не залежить від короткострокових коливань ринку.

- Монетарні та фінансові чинники (Broad money та Current account balance): Сумарний вплив цих показників (1,93 та 1,28 відповідно) свідчить про високу

чутливість сектору до наявності грошової маси в економіці та стабільності зовнішньоекономічних розрахунків. Нейрони №5 та №1 активно використовують ці змінні для корекції прогнозу в періоди макроекономічних змін.

- Інвестиційна складова (Gross capital formation): Попри важливість у окремих вузлах (нейрон №1), цей фактор має більш локальний вплив (1,19), що пояснюється інерційністю капітальних вкладень у порівнянні з динамічністю самого ІКТ-сектору.

Структура ваг показує, що модель є збалансованою. Вона використовує освіту як фундамент для визначення загального рівня (бази) частки ІКТ, а монетарні та інвестиційні показники – для моделювання відхилень та динамічних змін навколо цієї бази. Саме такий розподіл ролей між нейронами дозволяє моделі зберігати стійкість на «плато» та адаптуватися до фаз активного зростання.

На основі розробленої нейромережевої моделі перейдемо до побудови прогнозних оцінок розвитку ІКТ-сектору України на період 2025–2027 рр. (рис. 3.10).

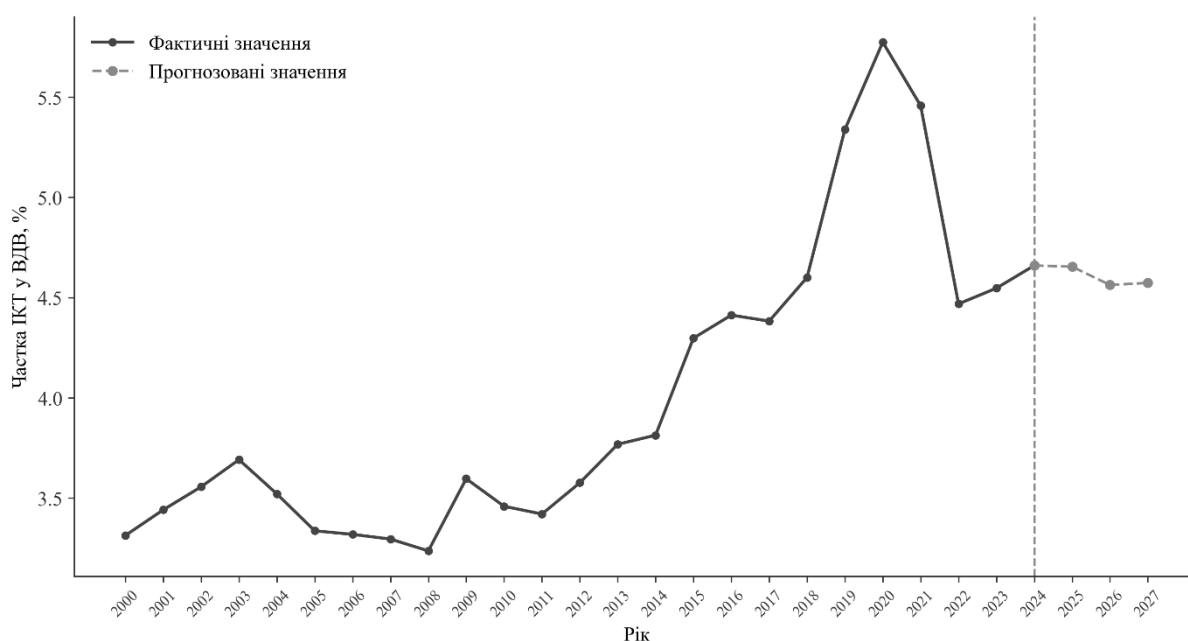


Рис. 3.10. Прогнозування темпів зростання частки ІКТ у ВДВ України до 2027 року, % (за результатами нейромережевого моделювання)

Джерело: розроблено автором.

Для реалізації цього завдання застосовано ідентичний алгоритм моделювання, що був детально описаний у підрозділі 3.2 при прогнозуванні темпів зростання ВВП.

Прогноз базується на принципі динамічної інерційної екстраполяції вхідних макроекономічних чинників, що дозволяє нейронній мережі згенерувати найбільш ймовірну траєкторію частки ІКТ у валовій доданій вартості за умови збереження поточних економічних тенденцій.

Результати прогнозування (рис. 3.10) вказують на перехід ІКТ-сектору до фази стабілізації. Згідно з розрахунками нейромережі, очікувані значення частки галузі у ВДВ складуть: 4,65% у 2025 р., 4,56% у 2026 р. та 4,57% у 2027 р.

Така мінімальна амплітуда коливань прогнозних значень свідчить про формування стійкого середньострокового «плато» на рівні близько 4,6%. Модель демонструє, що в межах поточної макроекономічної інерції сектор вичерпав потенціал вибухового зростання і перейшов до режиму стабільного функціонування. Практична відсутність динаміки між 2026 та 2027 роками підтверджує, що без нових структурних стимулів або різкого припливу капітальних інвестицій, частка ІКТ-сектору залишатиметься фіксованою, забезпечуючи надійний, але статичний фундамент цифрової економіки України.

Висновки до розділу 3

Результатом розробки вербальної моделі впливу ІТ сектору на динаміку національної економіки стала концептуальна схема, яка віддзеркалює ідею взаємопов'язаного впливу трьох груп факторів на темпи економічного зростання в українській економіці. Такими групами факторів є: ресурсні, фінансові та монетарні, а показники ІТ-сектору імплементовані в групу ресурсних факторів.

За результатами економетричного аналізу взаємозв'язків вісімнадцятих макроекономічних змінних, які презентують три групи факторів – ресурсні, фінансові та монетарні, статистичними методами відібрано вісім впливових змінних. Саме модель зв'язку цих вісьмох змінних з темпами економічного зростання виявилась якісною, а перелік впливових щодо темпів зростання ВВП

факторів є таким: 1) ІКТ-сектор у валовій доданій вартості з лагом в один рік, 2) чистий експорт у ВВП, 3) валові інвестиції у ВВП, 4) надходження до бюджету у ВВП, 5) військові витрати у ВВП, 6) темп інфляції, за показником дефлятора ВВП, 7) показник широких грошей до ВВП, 8) резервні активи НБУ до зовнішнього боргу.

Спосіб взаємодії вісьмох макроекономічних змінних, які ідентифіковані як впливові щодо темпів економічного зростання, визначений та оцінений з використанням нейронної мережі (багатошарового перцептрона MLP), яка має здатність виявляти нелінійні залежності між змінними. Розрахунки засвідчили таке: а) побудована на основі вісьмох змінних та трьох нейронах (вузлах взаємодії змінних) мережа достатньо точно відтворює економічну динаміку української економіки, включно з її кризовими спадами та піднесеннями, б) ІКТ-сектор у валовій доданій вартості у всіх можливих варіантах взаємодії вісьмох впливових факторів моделі посідає одну з чільних позицій, в) найкращий результат, за показниками темпів економічного зростання, забезпечується тим варіант взаємодії факторів, за якого три перші позиції серед впливових факторів зростання мають валові інвестиції в ВВП, військові витрати в ВВП та ІКТ-сектор в валовій доданій вартості. Висока якість побудованої нейронної мережі з вісьмома змінними та трьома нейронами (вузлами взаємодії) дала підстави для висновку про можливість та доцільність її використання при прогнозуванні темпів економічного зростання в українській економіці. Прогнозні розрахунки на основі даної моделі засвідчили складну траєкторію відновлення економіки зі зростанням ВВП у 2026 р. до 2,89% та у 2027 р. до 2,34%.

З огляду на важливість оцінювання факторів впливу на динаміку самого ІТ-сектору для усвідомлення потенціалу його впливу на національну економіку, побудована багатофакторна модель, в якій в якості змінної, яка пояснюється, виступає частка ІТ-сектору у валовій доданій вартості. З'ясовано, що впливовими щодо змін частки ІТ-сектору в українській економіці були такі змінні: 1) рівень охоплення вищою освітою (показник людського капіталу), 2) валове нагромадження капіталу (% до ВВП), 3) інфляція за показником дефлятора ВВП,

4) сальдо рахунку поточних операцій (% до ВВП), 5) показник широких грошей (% до ВВП). Побудова нейронної мережі на основі даних про згадані фактори впливу засвідчила її достатню якість та можливість її використання при прогнозуванні. Прогноз показав, що частка ІТ-сектору у валовій доданій вартості демонструватиме стабілізаційний тренд зростання - на рівні 4,56-4,57% упродовж 2026–2027 рр.

Достатньо висока якість нейронних мереж, в яких, в одному випадку, вихідною змінною є темп економічного зростання, а одним з найбільш впливових чинників – частка ІТ-сектору в валовій доданій вартості, а, в другому випадку, вихідною змінною є власне частка ІТ-сектору (ІКТ-сектору), підтверджує доцільність використання цих моделей нейронних мереж для передбачень щодо темпів економічного зростання та динаміки ІТ-сектору у доданій вартості та прийняття управлінських рішень в процесі відновлення та стабілізації української економіки.

У процесі написання третього розділу було використано джерела [11; 12; 154-182].

Основні положення розділу, результати дослідження і висновки опубліковано у науковій роботі автора [159].

ВИСНОВКИ

Відповідно до сформульованої наукової проблеми дослідження, його мети та завдань, зроблені такі висновки.

1. Пояснення впливу ІТ-сектору на національну економіку, яка перебуває в процесі відновлення та стабілізації, має в якості теоретичного підґрунтя низку теорій, а саме: теорію «інвестиційних циклів», теорію «інноваційного розвитку та «творчого руйнування», «секторну теорію функціонування економіки», «нео-шумпетеріанський» аналіз сучасного економічного розвитку та його інституційний аналіз. Згадані теоретичні підходи формують методологічну основу дослідження ІТ-сектору остільки, оскільки він є найбільш інноваційною частиною сучасних економік, продукує в них якісні зміни та здійснює «творче руйнування» усталених структур та механізмів.

2. Ідентифікація ІТ-сектору, як особливого економічного феномену, а також оцінювання його впливу на національну економіку передбачає визначення особливих та невластивих іншим секторам особливостей виробничих ресурсів, продуктів, доходів та витрат. Особливими *виробничими ресурсами* ІТ-сектору визначені: інфраструктура серверів, дата-центри, інтернет-мережі, програмне забезпечення операційних систем, платформи баз даних, персонал надвисокої кваліфікації, яка передбачає перманентним навчанням, інженерія кібербезпеки. Особливими *продуктами*, які створюються в ІТ-секторі, визначені: програми, мобільні додатки, хмарні сервіси, мережеві пристрої, системи управління базами даних. Особливими *доходами*, сформованими в ІТ-секторі, стають: доходи від реалізації програмного забезпечення, апаратних рішень, консалтингу та підтримання мережевої інфраструктури. Особливими *витратами* сектору є: витрати на обслуговування та відновлення серверної та мережевої інфраструктури, на посилену, невластиву іншим секторам, кібербезпеку, на оплату праці фахівців, яка в рази перевищує середні показники по/ економіці. За функціональною роллю в національній економіці, ІТ-сектор визначений як «технологічне ядро» сучасних цифрових економік, продукти діяльності якого стають визначальними для розвитку інших секторів, перетворюючись у елемент їх виробничих ресурсів та

інфраструктури. Найближчим оточенням ІТ-сектору як «технологічного ядра» стають два «пояси»: «е-пояс продуктів споживання» та «е-пояс управління ІТ-сектором та е-поясом продуктів споживання». В сукупності вони формують елементи цифрової економіки.

3. Основними трендами розвитку ІТ-сектору та його впливу на національну економіку, згідно за міжнародним досвідом, який, здебільшого верифікується й українською практикою, стають: 1) перевищення фактичним продуктом ІТ-сектору, продукту, який має ринкове визнання (оцінювання) та, відповідно, існування, так званого «незафіксованого ВВП», 2) забезпечення ІТ-сектором емерджентного зростання економік країн, які не є лідерами в створенні цифрових технологій, але використовують їх більш успішно, ніж інші, створюючи умови прискореного економічного зростання, 3) розподіл впливів ІТ-сектору на прямі та опосередковані й формування особливої пропорції їх (впливів) розподілу для різних країн, 4) виконання ІТ-сектором ролі «адаптивного буфера» економіки, що виявляється у його більшій, ніж у інших секторах, стійкості до кризових спадів та шоків впливів.

4. На основі чинного національного класифікатора видів економічної діяльності визначено межі ІТ-сектору та оцінений його прямий вплив на національну економіку, за такими показниками: частки сектору у валовій доданій вартості (ВДВ), у загальному експорті та в експорті послуг, у зайнятості населення. За показниками динаміки випуску, кількості зайнятих в ІТ-секторі, підтверджений факт високої стресостійкості (адаптивності) ІТ-сектору. Потенціал ІТ-сектору щодо відновлення та стабілізації української економіки пов'язаний із тенденціями його розвитку, виявленими в процесі ретроспективного аналізу. Йдеться насамперед про зростаючий внесок сектору у створення валової доданої вартості, забезпечення зайнятості та розвиток людського капіталу.

5. Кількісно оцінений вплив ІТ-сектору на національну економіку, на основі розрахунку серії мультиплікаторів трьох типів, а саме: мультиплікаторів сукупного прямого та непрямого (перший тип), а також індукованого (другий тип) впливу на валовий випуск, на валову додану вартість, на інвестиції, на споживання, на чистий

експорт, мультиплікаторів впливу проміжного продукту, створеного в ІТ-секторі й спожитого в інших секторах, на валову додану вартість в економіці (третій тип мультиплікаторів). Визначено, що найбільшим у періоді 2015–2025 рр. був мультиплікативний вплив, за різними типами мультиплікаторів, у 2017–2019 рр. На основі порівняння даних про прямий вплив ІТ-секторів України та Польщі та даних про мультиплікативний вплив ІТ-сектору на валовий випуск та валову додану вартість у обох країнах, зроблене узагальнення про близькі кількісні значення такого впливу та незначні кількісні відмінності, попри більш високий рівень розвитку польської економіки, у порівнянні з українською.

6. Визначено, що основними економічними факторами розвитку ІТ-сектору є якість людського капіталу, інвестиційна активність, експортна орієнтація та інтеграція у глобальні технологічні ринки. Встановлено, що основними елементами інституційного середовища ІТ-сектору є: 1) правова база, яка унормовує функціонування ІТ-сектору, 2) загальна стійкість держави, яка може релевантно оцінюватися, за інтегральним індексом нестабільності держави (Fragile States Index (FSI)) для України, 3) професійна спільнота українських виробників ІТ-продукції, презентована «IT Ukraine Association». Вплив нормативно-правової бази щодо діяльності ІТ-сектору оцінений як суперечливий, оскільки стимулююча щодо ІТ-сектору функція не досягає бажаних (подібних до інших країн) результатів, Нестабільність системи інститутів державної влади має сильний дестабілізуєчий вплив на функціонування ІТ-сектору. Вплив професійної асоціації «IT Ukraine Association» є стимулюючим та таким, що дає помітні результати для розвитку ІТ-сектору.

7. За результатами економетричного аналізу взаємозв'язків макроекономічних змінних, які презентують три групи факторів – ресурсні, фінансові та монетарні - відібрані вісім впливових змінних, що визначають основний результуючий показник української економіки – темпи економічного зростання, за показником ВВП. В складі цих факторів чільне місце посідає частка ІКТ-сектору у валовій доданій вартості. Сукупність відібраних впливових щодо темпів зростання ВВП змінних охоплює: 1) ІКТ-сектор у валовій доданій вартості

з лагом в один рік, 2) чистий експорт у ВВП, 3) валові інвестиції у ВВП, 4) надходження до бюджету у ВВП, 5) військові витрати у ВВП, 6) темп інфляції, за показником дефлятора ВВП, 7) показник широких грошей до ВВП, 8) резервні активи НБУ до зовнішнього боргу.

8. Модель нейронної мережі, створена на основі вісьмох відібраних макроекономічних змінних, з трьома нейронами (вузлами взаємодії змінних) й одним прихованим шаром, дала можливість якісно відтворити динаміку національної економіки у досліджуваному періоді. Тому саме ця модель нейронної мережі може використовуватись у прогнозуванні відтворення та стабілізації національної економіки. Отримані прогнозні значення на основі моделі нейронної мережі вказують на складну траєкторію відновлення економіки зі зростанням ВВП на рівні 2,89% у 2026 р. та подальшою стабілізацією на рівні 2,34% у 2027 р. З'ясовано, що частка ІТ-сектору у валовій доданій вартості в усіх можливих варіантах взаємодії змінних, відтворених нейронною мережею, посідає одну з чільних позицій. Найкращий результат моделювання економічного зростання, за нейронною мережею, отримано за такого варіанту взаємодії вісьмох відібраних змінних, у якому на перших позиціях перебувають: 1) інвестиції в ВВП, 2) військові витрати в ВВП, 3) ІКТ-сектор в валовій доданій вартості.

9. На основі моделювання факторного впливу на динаміку самого ІТ-сектору з'ясовано, що впливовими щодо змін частки ІТ-сектору в українській економіці були такі змінні: 1) рівень охоплення вищою освітою (людський капітал), 2) валове нагромадження капіталу (% до ВВП), 3) інфляція за показником дефлятора ВВП, 4) сальдо рахунку поточних операцій (% до ВВП), 5) показник широких грошей (% до ВВП). Побудована на основі цих змінних модель нейронної мережі впливу факторів на динаміку частки ІТ-сектору у ВДВ виявила високий пояснювальні можливості. Це засвідчує можливість її використання при прогнозуванні. Прогноз показав, що частка ІКТ-сектору у валовій доданій вартості демонструватиме стабілізаційний тренд на рівні 4,56-4,57% упродовж 2026–2027 рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tugan-Baranovsky M. Studies in the Theory and History of Commercial Crises in England. Business Cycle Theory: Selected Texts 1860-1939 / ed. by H. Hagemann. London : Routledge, 2002. Vol. 2. P. 1-44. URL: https://www.academia.edu/145870075/Business_Cycle_Theory_Selected_Texts_1860_1939 (дата звернення: 05.08.2023).
2. Шумпетер Й. Теорія економічного розвитку: Дослідження прибутків, капіталу, кредиту, відсотка та економічного циклу / пер. з англ. В. Старка. Київ : Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2011. 242 с.
3. Schumpeter J. A. Business cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York ; Toronto ; London : McGraw-Hill Book Company, 1939. 461 p.
4. Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism and Democracy / with an introduction by J.E. Stiglitz. London; New York: Routledge, 2010. 456 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203857090> (дата звернення: 05.08.2023).
5. Cobb C. W., Douglas P. H. A Theory of Production. *The American Economic Review*. 1928. Vol. 18, no. 1. P. 139-165. URL: <http://www.jstor.org/stable/1811556> (дата звернення: 05.08.2023).
6. Fisher A. G. B. Production, primary, secondary and tertiary. *Economic Record*. 1939. Vol. 15, no. 1. P. 24-38. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1939.tb01015.x> (дата звернення: 07.08.2023).
7. Clark C. The Conditions of Economic Progress. London : MacMillan Co. Ltd., 1940. 504 p.
8. Fourastié J. Le grand espoir du XXe siècle: Progrès technique, progrès économique, progrès social. Paris : Presses universitaires de France, 1949. 221 p.
9. Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 1956. Vol. 70, no. 1. P. 65. DOI: <https://doi.org/10.2307/1884513> (дата звернення: 07.08.2023).

10. Solow R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 39, no. 3. P. 312. DOI: <https://doi.org/10.2307/1926047> (дата звернення: 07.08.2023).
11. Romer P.M. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, no. 5, Part 2. P. S71-S102. DOI: <https://doi.org/10.1086/261725> (дата звернення: 07.08.2023).
12. Romer P. M. The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*. 1994. Vol. 8, no. 1. P. 3-22. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3> (дата звернення: 07.08.2023).
13. Aghion P., Howitt P. A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*. 1992. Vol. 60, no. 2. P. 323. DOI: <https://doi.org/10.2307/2951599> (дата звернення: 07.08.2023).
14. Aghion P., Howitt P. The Economics of Growth. Cambridge : MIT Press, 2008. 518 p.
15. Aghion P., Howitt P. Creative destruction and US economic growth. *Capitalism & Society*. 2022. Vol. 16, no. 1. URL: <https://ssrn.com/abstract=4138770> (дата звернення: 05.08.2023).
16. Mokyr J. A Culture of Growth: The Origins of the Modern Economy. Princeton : Princeton University Press, 2018. 424 p. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctt1wf4dft> (дата звернення: 10.08.2023).
17. Ofek E., Richardson M. DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices. *The Journal of Finance*. 2003. Vol. 58, no. 3. P. 1113-1137. DOI: <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00560> (дата звернення: 02.10.2025).
18. Forrester. The post-PC era: It's real, but it doesn't mean what you think it does. *Forbes*. 2011. URL: <https://www.forbes.com/sites/forrester/2011/05/17/the-post-pc-era-its-real-but-it-doesnt-mean-what-you-think-it-does/> (дата звернення: 02.10.2025).
19. Sundaram A., Wesselbaum D. Economic development reloaded: the AI revolution in developing nations. *New Zealand Economic Papers*. 2025. Vol. 59, no. 1. P. 11-17. DOI: <https://doi.org/10.1080/00779954.2024.2439955> (дата звернення: 02.10.2025).

20. Unold J. Basic Aspects of the Digital Economy. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica*. 2003. Vol. 167. P. 41-50. URL: https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.hdl_11089_7061 (дата звернення: 10.08.2023).
21. Regulatory modernization in the digital economy: developing an enabling policy environment for innovation, competition and growth. *International Chamber of Commerce*. 2022. URL: <https://iccwbo.org/news-publications/policies-reports/regulatory-modernization-in-the-digital-economy-developing-an-enabling-policy-environment-for-innovation-competition-and-growth> (дата звернення: 14.08.2024).
22. Digital Economy Report 2021. Cross-border data flows and development: For whom the data flow. New York: United Nations Publications, 2021. 213 p. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_en.pdf (дата звернення: 10.08.2023).
23. Saffo P. Get ready for a new economic era. *McKinsey Quarterly*. 2009. Vol. 26. P. 128-129. URL: <https://static1.squarespace.com/static/660b48914fe4486aa3d2a1d7/t/66102b0014933445817a0b0d/1712335616955/McKinsey-Creator.pdf> (дата звернення: 14.08.2023).
24. Wu D. Inside China's Surveillance State, Built On High Tech And A Billion Spies. *WorldCrunch*. 2022. URL: <https://worldcrunch.com/culture-society/china-surveillance-cameras> (дата звернення: 12.08.2023).
25. Bukht R., Heeks R. Defining, Conceptualising and Measuring the Digital Economy. *Development Informatics Working Paper no. 68*. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3431732> (дата звернення: 12.08.2023).
26. Mutula S. Digital Economies: SMEs and E-Readiness. IGI Global, 2009. 356 p. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-420-0> (дата звернення: 12.08.2023).
27. OECD Digital Economy Outlook 2020. Paris : OECD Publishing, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1787/bb167041-en> (дата звернення: 14.08.2023).

28. Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy. Paris : OECD Publishing, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264218789-7-en> (дата звернення: 14.08.2023).

29. Олешко Т.І., Касьянова Н.В., Смеричевський С.Ф. та ін. Цифрова економіка : підручник. Київ : НАУ, 2022. 200 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/54129> (дата звернення: 12.08.2023).

30. Ляшенко В.І., Вишневський О.С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія. Київ : Ін-т економіки пром-сті НАН України, 2018. 252 с. URL: https://ie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vishnevsky_2018.pdf (дата звернення: 14.08.2023).

31. Ватаманюк О. Про деякі фундаментальні наслідки цифровізації економіки. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2022. № 63. С. 3-12. DOI: <https://doi.org/10.30970/ves.2022.63.0.6301> (дата звернення: 16.08.2023).

32. Пустовойт О. Цифрова економіка України: окремі підходи до вимірювання і аналізу. *Економіка України*. 2025. Т. 68, № 8 (765). С. 3-25. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.08.003> (дата звернення: 02.10.2025).

33. Mihus I. Evolution of practical use of blockchain technologies by companies. *Economics, Finance and Management Review*. 2022. no. 1. P. 42-50. DOI: <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2022-1-42> (дата звернення: 02.10.2025).

34. Мігус І. Можливості використання технологій блокчейну для захисту від шахрайства. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2022. № 1 (65). С. 84-94. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-65-84-94> (дата звернення: 02.10.2025).

35. Кириченко О. Напрями управління інвестиційно-інноваційним забезпеченням підприємств в сферах інформаційних технологій та інновацій. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2024. № 4(76). С. 96-103. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-76-96-103> (дата звернення: 02.10.2025).

36. Кириченко О. Управління системою економічної безпеки підприємств та банківських установ з використанням цифрових технологій, інформаційно-аналітичного забезпечення. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2024. № 2 (74).

С. 131–138. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-74-131-138> (дата звернення: 02.10.2025).

37. Пищуліна О. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти : доповідь. Київ : Центр Разумкова, Вид-во «Заповіт», 2020. 274 с. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf (дата звернення: 16.08.2023) (дата звернення: 04.10.2025).

38. Radionova I., Trots I. “Creator economy”: theory and its use. *Economics, Finance and Management Review*. 2021. no. 3. P. 48-58. DOI: <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2021-3-48> (дата звернення: 02.09.2023).

39. Shpanel-Yukhta O., Kurbet O. Regional income inequality in Ukraine: The impact of Internet and mobile access on disposable income. *Problems and Perspectives in Management*. 2024. Vol. 22, no. 4. P. 611-622. DOI: [https://doi.org/10.21511/ppm.22\(4\).2024.46](https://doi.org/10.21511/ppm.22(4).2024.46) (дата звернення: 05.10.2025).

40. Шпанель-Юхта О. Цифрова нерівність та її вплив на нерівномірність доходів у регіонах України. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. №4(13). С. 130-134. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.13-19> (дата звернення: 05.10.2025).

41. Керімов П., Шпанель-Юхта О. Р2Р-економіка як драйвер зростання: балансування регулювання та розвитку в Україні. *Підприємництво та інновації*. 2025. № 36. С. 52-57. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/36.8> (дата звернення: 05.10.2025).

42. Ананьєва О. Економіка підприємств ІТ-сектору: особливості аналізу. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. № 2(78). С. 51-56. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-78-51-56> (дата звернення: 02.09.2025).

43. Пилипенко О., Процко Я. Економічний розвиток українських ІТ-компаній в умовах Industry 4.0. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2024. №2(74). С. 22-30. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-74-22-30> (дата звернення: 02.09.2025).

44. Пилипенко О., Процко Я. Стратегії економічного розвитку ІТ-компаній у контексті структурних перетворень. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025.

№4(80). С. 71-80. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-80-71-80> (дата звернення: 10.01.2026).

45. Highfill T., Surfield C. New and Revised Statistics of the U.S. Digital Economy, 2005-2021. U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA), 2022. 23 p. URL: <http://bea.gov/sites/default/files/2022-11/new-and-revised-statistics-of-the-us-digital-economy-2005-2021.pdf> (дата звернення: 20.08.2023).

46. Digital Economy Development in China (2020). CAICT. MIIT China, 2020. 44 p. URL: <http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202007/P020200728343679920779.pdf> (дата звернення: 20.08.2023).

47. ICT sector (isoc_se) [Metadata]. Eurostat. European Commission. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_se_esms.htm (дата звернення: 20.08.2023).

48. Радіонова І., Акулов О. Ідентифікація категорії «цифрова економіка» в теоретичній та прикладній економіці. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2023. № 2(70). С. 9-20. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-70-9-20> (дата звернення: 03.07.2023).

49. Watanabe C., Naveed K., Tou Y., Neittaanmäki P. Measuring GDP in the digital economy: Increasing dependence on uncaptured GDP. *Technological Forecasting & Social Change*. 2018. no. 137. P. 226-240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.053> (дата звернення: 05.09.2023).

50. Digital Economy Data 2005-2021, table 2 [Dataset]. U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). 2022. URL: https://www.bea.gov/sites/default/files/2022-11/DigitalEconomy_2005-2021.xlsx (дата звернення: 30.08.2023) (дата звернення: 05.09.2023).

51. Digital Economy Data 2017-2022, table 2 [Dataset]. U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). 2023. URL: https://www.bea.gov/sites/default/files/2023-12/DigitalEconomy_2017-2022.xlsx (дата звернення: 10.01.2024).

52. China in Numbers (2023). *UNDP*. 2024. URL: <https://www.undp.org/china/publications/china-numbers-2023> (дата звернення: 10.01.2024).

53. Share of the digital economy in the GDP of China from 2015 to 2023 [Dataset]. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1250092/china-digital-economy-gdp-share> (дата звернення: 10.01.2024).

54. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / J. Manyika et al. McKinsey Global Institute, 2013. 162 p. URL: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/disruptive%20technologies/mgi_disruptive_technologies_full_report_may2013.ashx (дата звернення: 10.08.2023).

55. Garcia Herrero A., Xu J. How big is China's digital economy? : report. *International Monetary Fund*, 2017. 13 p. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/conferences/2017-stats-forum/alicia-garcia-herrero-how-big-is-chinas-digital-economy.pdf> (дата звернення: 15.08.2023).

56. Outperformers: High-growth emerging economies and the companies that propel them / J. Woetzel et al. McKinsey Global Institute, 2018. 155 p. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/innovation-and-growth/outperformers-high-growth-emerging-economies-and-the-companies-that-propel-them> (дата звернення: 15.08.2023).

57. Radionova I., Akulov O. Digital economy as a source of emergent growth. *Business model innovation in the digital economy*: monograph. OÜ Scientific Center of Innovative Research. 2023. 208 p. P. 121-139. DOI: <https://doi.org/10.36690/BM-ID-EU-121-139> (дата звернення: 02.02.2024).

58. Акулов О. Потенціал українського ІТ-сектора як джерела емерджентного зростання національної економіки. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс* : матеріали VI Міжнародної наукової конференції, м. Хмельницький, 1 листопада 2024 р. 2024. С. 15-18. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-01.11.2024.001> (дата звернення: 03.12.2024).

59. The digital economy and the euro area / R. Anderton et al. European Central Bank. URL : https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/articles/2021/html/ecb.ebart202008_03~da0f5f792a.en.html (дата звернення: 15.08.2023).

60. Percentage of the ICT sector in GVA [Dataset]. *Eurostat*. DOI: https://doi.org/10.2908/ISOC_BDE15AG (дата звернення: 01.07.2025).

61. Assessing the pattern between economic and digital development of countries / F. Cruz-Jesus et al. *Information Systems Frontiers*. 2016. Vol. 19, no. 4. P. 835-854. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9634-1> (дата звернення: 15.08.2023).

62. APEC Economic Policy Report 2019: Structural Reform and the Digital Economy. Singapore: Asia-Pacific Economic Cooperation Secretariat, 2019. 322p. URL: <https://www.apec.org/docs/default-source/Publications/2019/11/2019-APEC-Economic-Policy-Report/2019-AEPR---Full-Report.pdf> (дата звернення: 15.08.2023).

63. Digital Spillover: Measuring the true impact of the Digital Economy / Huawei, Oxford Economics. Shenzhen: Huawei Technologies, 2017. 55 p. URL: https://www.huawei.com/minisite/gci/en/digital-spillover/files/gci_digital_spillover.pdf (дата звернення: 06.03.2024).

64. The Digital Economy and Society Index (DESI). *European Commission*. 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/state-digital-decade-2024> (дата звернення: 01.02.2025).

65. Network Readiness Index 2023 Trust in a Network Society: A crisis of the digital age? / ed. by S. Dutta, B. Lanvin. Washington DC : Portulans Institute, 2023. 283 p. URL: <https://download.networkreadinessindex.org/reports/data/2023/nri-2023.pdf> (дата звернення: 01.02.2025).

66. Methodology. Global Connectivity Index (GCI). URL: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/methodology.html> (дата звернення: 01.02.2025).

67. Furceri D., Copestake A., Estefania-Flores J. Digitalization and Resilience. *IMF Working Papers*. 2022. Vol. 2022, no. 210. P. 1. URL: <https://doi.org/10.5089/9798400225697.001> (дата звернення: 01.12.2023).

68. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine. Paris : OECD Publishing, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1787/4b13b0bb-en> (дата звернення: 03.02.2025).

69. Манків Н. Г. Макроекономіка : підручник для України / пер. з англ. О.В. Васильєва. Київ : Основи, 2000.

70. Акулов О. Теоретичні основи аналізу впливу ІТ-сектору на національну економіку. *Ефективна економіка*. 2024. № 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.9.66> (дата звернення: 01.10.2024).

71. Wyss-Gallifent J. *Leontief input-output models*. University of Maryland, 2023. 26 p. URL: https://math.umd.edu/~immortal/MATH401/book/ch_leontief.pdf (дата звернення: 10.09.2024).

72. Акулов О. Економічний зміст мультиплікативного ефекту впливу ІТ-сектору на розвиток української економіки. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід* : матеріали III Міжнародної наукової конференції, м. Вінниця, 24 листопада 2023 р. 2023. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-24.11.2023> (дата звернення: 10.12.2023).

73. GDP growth (annual %) – Ukraine [Dataset]. World Bank. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=UA> (дата звернення: 15.07.2025).

74. Валовий внутрішній продукт [Набір даних]. *Держстат*. URL: https://stat.gov.ua/sites/default/files/2025-12/valovyy_vnutrishniy_produkt_1.zip (дата звернення: 18.01.2026).

75. Мінекономіки: у 2025 році ВВП України зріс на 2,2%. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail/25c9685b-a465-4945-bf5d-3be9ec515ace> (дата звернення: 18.01.2026).

76. Keynes J.M. The General Theory of Employment, Interest and Money. London : Palgrave Macmillan, 1936.

77. Complementarity and Macroeconomic Uncertainty / T. Atkinson et al. *Federal Reserve Bank of Dallas, Working Papers*. 2020. Vol. 2020, no. 2009. DOI: <https://doi.org/10.24149/wp2009> (дата звернення: 10.07.2024).

78. Macroeconomic stability, inclusive growth and employment (Thematic Think Piece) / ILO, UNCTAD, UNDESA, WTO. New York : United Nations, 2012. 18 p. URL: https://www.un.org/millenniumgoals/pdf/Think%20Pieces/12_macro_economics.pdf (дата звернення: 10.07.2024).

79. De Grauwe P. In Search of Symmetry in the Eurozone. *SSRN Electronic Journal*. 2012. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2060116> (дата звернення: 10.07.2024).

80. Schwab K., Porter M. E. The Global Competitiveness Report 2006–2007 / ed. by A. Lopez-Claros; World Economic Forum. Geneva : Palgrave Macmillan, 2003. 570 p. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2006-07.pdf (дата звернення: 07.10.2024).

81. Treaty on European Union : European Union Document of 29.07.1992 no. 11992M/TXT. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:11992M/TXT> (дата звернення: 07.10.2024).

82. Resolution of the European Council on the Stability and Growth Pact Amsterdam, 17 June 1997 : European Union Document of 02.08.1997 no. 31997Y0802(01). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=oj:JOC_1997_236_R_0001_01 (дата звернення: 07.10.2024).

83. Macroeconomic Imbalance Procedure. *Eurostat*. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/macro-economic-imbalances-procedure> (дата звернення: 07.10.2024).

84. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розрахунку рівня економічної безпеки України : Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 № 1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13> (дата звернення: 03.11.2024).

85. Про Стратегію економічної безпеки України на період до 2025 року : Указ Президента України від 11.08.2021 № 347/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2021> (дата звернення: 03.11.2024).

86. NACE Rev. 2 – Statistical classification of economic activities in the European Community / Eurostat. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2008. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF> (дата звернення: 03.11.2024).

87. Класифікація видів економічної діяльності (КВЕД-2010). Державна служба статистики України. URL: https://kved.ukrstat.gov.ua/KVED2010/kv10_i.html (дата звернення: 03.11.2024).

88. Про затвердження Методологічних основ та пояснень до позицій Класифікації видів економічної діяльності (КВЕД-2010) : Наказ Державної служби статистики України від 23.12.2011 № 396. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0396832-11> (дата звернення: 10.02.2025).

89. Glossary: ICT sector. Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:ICT_sector (дата звернення: 10.02.2025).

90. Metadata Glossary: Information and communication technology expenditure (% of GDP). *World Bank*. URL: <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/africa-development-indicators/series/IE.ICT.TOTL.GD.ZS> (дата звернення: 10.02.2025).

91. Digital Tiger the Market Power of Ukrainian IT research for 2024. IT Ukraine Association, 2025. URL: <https://itukraine.org.ua/files/DigitalTiger2024.pdf> (дата звернення: 02.05.2025).

92. Валовий внутрішній продукт виробничим методом та валова додана вартість за видами економічної діяльності. Держстат. URL: https://stat.gov.ua/sites/default/files/2025-12/valovyy_vnutrishniy_produkt_vyrobnychym_metodom_ta_valova_dodana_vartist_z_a_vydamy_ekonomichnoyi_diyalnosti_1.zip (дата звернення: 08.01.2026).

93. Таблиця «витрати-випуск» (в основних цінах) (2015-2023). Держстат. URL: https://stat.gov.ua/sites/default/files/2026-01/tvv_osnp.zip (дата звернення: 08.01.2026).

94. Зовнішня торгівля України. Національний банк України. URL: https://bank.gov.ua/files/ES/Trade_y.xlsx (дата звернення: 08.01.2026).

95. Акулов О. Основні тенденції розвитку ІТ-сектору української економіки. *Держава, регіони, підприємництво: інформаційні, суспільно-правові, соціально-економічні аспекти розвитку*: матеріали IV Міжнародної конференції, м. Київ, 6-7 грудня 2022 р. Київ, 2023. URL: <https://conf.krok.edu.ua/SRE/SRE-2022/paper/view/1248> (дата звернення: 10.08.2023).

96. Акулов О. Ринок праці ІТ-сектору України в умовах воєнного стану та його вплив на національну економіку. *Інновації та науковий потенціал світу*: матеріали V Міжнародної наукової конференції, м. Умань, 25 жовтня 2024 р. 2024. С. 23-26. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-25.10.2024.001> (дата звернення: 15.11.2024).

97. Dashboard of tech ecosystem of Ukraine. *Ukrainian Tech Ecosystem Overview*. URL: <https://uatechecosystem.com/dashboard> (дата звернення: 11.10.2025).

98. Акулов О. Використання штучного інтелекту як вектор розвитку цифрової економіки. *Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання*: матеріали I Міжнародної наукової конференції, м. Дніпро, 06 жовтня 2023 р. 2023. С. 8-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-06.10.2023> (дата звернення: 15.11.2024).

99. Про є-гривню – цифрові гроші Національного банку. Національний банк України. URL: <https://bank.gov.ua/ua/payments/e-hryvnia> (дата звернення: 12.12.2025).

100. Система управління публічними інвестиціями. *DREAM*. URL: <https://dream.gov.ua/ua> (дата звернення: 12.12.2025).

101. Ринок праці 2023: найменше вакансій за 5 років, але +15% нетехнічних за рік. *dou.ua*. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/jobs-and-trends-2023/> (дата звернення: 12.08.2025).

102. Портрет ІТ-спеціаліста – 2023. Аналітика. *dou.ua*. 2023. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/portrait-2023/> (дата звернення: 12.08.2025).

103. Patzak M. Measuring the Impact of AI Assistants on Software Development. *Amazon Web Services*. URL: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/enterprise-strategy/measuring-the-impact-of-ai-assistants-on-software-development/> (дата звернення: 01.12.2025).

104. IT Research Resilience: War's Impact on Ukraine's IT Industry. Lviv IT Cluster, 2022. URL: <https://itcluster.lviv.ua/wp-content/uploads/2023/02/it-research-resilience-2022-public-en.pdf> (дата звернення: 10.08.2024).

105. Ukraine's drones industry: investments and product innovations. KSE, 2024. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/10/241004-Bravel-report-v.1.pdf> (дата звернення: 10.08.2025).

106. d'Hernoncourt J., Cordier M., Hadley D. Input-Output Multipliers – Specification sheet and supporting material. Spicosa project report. Université Libre de Bruxelles, 2011. 25 p. URL: <https://hal.science/hal-03233439/document> (дата звернення: 06.03.2025).

107. Радіонова І., Акулов О. Вплив ІТ-сектору на національну економіку: прикладний аспект. *Економіка України*. 2025. № 8(765). С. 26-44. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.08.026> (дата звернення: 02.10.2025).

108. Handbook on Supply, Use and Input-Output Tables with Extensions and Applications. New York : United Nations Publication, 2018. URL: https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SUT_IOT_HB_Final_Cover.pdf (дата звернення: 06.03.2025).

109. Mikić H. Measuring the economic contribution of cultural industries: A review and assessment of current methodological approaches. Montreal : UNESCO Institute for Statistics, 2012. 111 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000218251> (дата звернення: 07.03.2025).

110. Capturing the Digital Economy: A Proposed Measurement Framework and Its Applications – A Special Supplement to Key Indicators for Asia and the Pacific 2021.

Asian Development Bank. Manila, 2021. 158 p. DOI: <https://doi.org/10.22617/FLS210307-3> (дата звернення: 02.10.2025).

111. Zhao B., Ding Y. Multiplier effects of transport sectors in China's national economy: An input-output approach. *Research in Transportation Business & Management*. 2024. Vol. 53. Article 101109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101109> (дата звернення: 02.10.2025).

112. Wang K. J., Lee M.-K., Choi J. Y. Impact of the smart port industry on the Korean national economy using input-output analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2018. Vol. 118. P. 480-493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.004> (дата звернення: 02.10.2025).

113. Backinezos C., Panagiotou S., Vourvachaki E. Multiplier effects by sector: An input-output analysis of the Greek economy. *Economic Bulletin*. 2020. no. 52. P. 7-27. DOI: <https://doi.org/10.52903/econbull20205201> (дата звернення: 02.10.2025).

114. Keček D., Žajdela Hrustek N., Dušak V. Analysis of multiplier effects of ICT sectors – a Croatian case. *Croatian Operational Research Review*. 2016. no. 7. P. 129-145. DOI: <https://doi.org/10.17535/crorr.2016.0009> (дата звернення: 02.10.2025).

115. Оцінка економічних ефектів програми «Велике будівництво 2020–2023» / Ю. Шоломицький та ін. Київ : Київська школа економіки, 2021. 56 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2021/02/GC_roads_construction_impact_final_compressed-1.pdf (дата звернення: 07.03.2025).

116. Macro-Economic Models for R&D and Innovation Policies. Technical Report by the Joint Research Centre of the European Commission. 2015. 37 p. URL: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/21-macro-economic_models_for_rd_and_innovation_policies.pdf (дата звернення: 15.03.2025).

117. Ambroziak Ł., Bułkowska M. Agri-Food Sector in Ukraine and Poland: A Comparative Analysis Using the Input-Output Model. *Sustainability*. 2024. Vol. 16, no. 19. Article 8577. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16198577> (дата звернення: 02.10.2025).

118. Ashyrov G., Paas T., Tverdostup M. The Input-Output Analysis of Blue Industries: Comparative Study of Estonia and Finland. *University of Tartu*. 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3176955> (дата звернення: 02.10.2025).
119. Wang T., Xiao S., Yan J. Comparison of sectoral structures between China and Japan: A network perspective. *SSRN Electronic Journal*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.15620> (дата звернення: 02.10.2025).
120. Cingiz K. et al. A Cross-Country Measurement of the EU Bioeconomy: An Input-Output Approach. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 6. Article 3033. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13063033> (дата звернення: 02.10.2025).
121. Акулов О. ІТ-сектор в Україні та Польщі: порівняльний аналіз із використанням моделі «витрати-випуск». *Ефективна економіка*. 2025. № 6. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.97> (дата звернення: 02.10.2025).
122. Kozłowski T. The Balcerowicz Plan: An Economic Leap into the Unknown. *Polish History*. 2019. URL: <https://polishhistory.pl/the-balcerowicz-plan-an-economic-leap-into-the-unknown/> (дата звернення: 02.10.2025).
123. Statistical data by country: Ukraine and Poland. *World Bank*. URL: <https://data.worldbank.org/?locations=UA-PL> (дата звернення: 06.04.2025).
124. Country comparison: Poland vs Ukraine – Annual GDP at market prices. *CountryEconomy*. URL: <https://countryeconomy.com/countries/compare/poland/ukraine> (дата звернення: 06.04.2025).
125. Коментар Національного банку щодо зміни реального ВВП у 2024 році. *Національний банк України*. 2025. URL: <https://bank.gov.ua/en/news/all/komentar-natsionalnogo-banku-schodo-zmini-realnogo-vvp-u-2024-rotsi> (дата звернення: 06.04.2025).
126. Рецепт дива: що робила Польща для зростання економіки? *Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України*. 2024. URL: <https://restoration.gov.ua/press/news/71634.html> (дата звернення: 07.04.2025).
127. Gross value added and income by detailed industry (NACE Rev.2). *Eurostat*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_a64/default/table (дата звернення: 07.04.2025).

128. Gross domestic product (GDP) and main components. *Eurostat*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_gdp/default/table (дата звернення: 07.04.2025).

129. Statistical classification of products by activity (CPA). *EUR-Lex*. 2008. URL: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/statistical-classification-of-products-by-activity.html> (дата звернення: 07.04.2025).

130. Input-output table at basic prices in 2020. *Statistics Poland*. 2024. URL: <https://stat.gov.pl/en/topics/national-accounts/annual-national-accounts/input-output-table-at-basic-prices-in-2020,5,4.html> (дата звернення: 10.04.2025).

131. Input-output table at basic prices in 2015. *Statistics Poland*. 2019. URL: <https://stat.gov.pl/en/topics/national-accounts/annual-national-accounts/input-output-table-at-basic-prices-in-2015,5,3.html> (дата звернення: 10.04.2025).

132. Supply and use tables for individual countries. *Statistics Explained. Eurostat*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Supply_and_use_tables_for_individual_countries (дата звернення: 10.04.2025).

133. Куцик П. О., Процикевич А. І. Розвиток інвестиційних процесів на ринку ІТ-послуг: методологія та практика державного регулювання : монографія. Львів : Львівський торговельно-економічний університет, 2022. URL: https://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/News/Academy/2023/01/zam-962_web.pdf (дата звернення: 04.05.2025).

134. Куцик П. О., Туліка Н. М., Процикевич А. І. Стан та перспективи розвитку ІТ-індустрії України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 67. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-108> (дата звернення: 04.05.2025).

135. Войтко С. В., Сакалош Т. В. Ринок інформаційно-комунікаційних технологій: структура та аналіз. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2007. № 579. С. 421-427. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/7290> (дата звернення: 04.05.2025).

136. Шевчук І. Б., Шевчук А./ В. Структурно-динамічний аналіз ІТ-ринку України: виклики сьогодення. *Бізнес Інформ*. 2024. № 3. С. 136-145. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-136-145> (дата звернення: 04.05.2025).

137. Біла І. С., Посна В. С., Шевченко О. О. Інноваційний розвиток як чинник повоєнної відбудови економіки України. *Наукові записки НаУКМА*. Економічні науки. 2023. №1(8). С.10-16. DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.10-16> (дата звернення: 02.09.2025).

138. Global Innovation Index 2024: Ukraine. *World Intellectual Property Organization*. URL: (дата звернення: 04.05.2025).

139. Інвестиційні можливості ІТ-сектору в Україні : аналітичний звіт. *UkraineInvest*. 2024. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2024/10/investycijni-mozhlyvosti-it-sektoru-v-ukrayini.pdf> (дата звернення: 04.05.2025).

140. Про електронну комерцію : Закон України від 03.09.2015 № 675-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-19> (дата звернення: 04.05.2025).

141. Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги : Закон України від 05.10.2017 № 2155-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19> (дата звернення: 04.05.2025).

142. Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні : Закон України від 15.07.2021 № 1667-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20> (дата звернення: 04.05.2025).

143. Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні : Закон України від 14.12.2021 № 1946-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1946-20> (дата звернення: 04.05.2025).

144. Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10.07.2019 №526-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-p> (дата звернення: 04.05.2025).

145. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо особливостей оподаткування у період дії воєнного стану : Проект

Закону України від 18.07.2024 № 11416. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/44605> (дата звернення: 04.05.2025).

146. Digital Operational Resilience Act (DORA). *European Insurance and Occupational Pensions Authority*. URL: https://eiopa.europa.eu/digital-operational-resilience-act-dora_en (дата звернення: 04.05.2025).

147. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA relevance) : European Union Document of 12.07.2024 no. 32024R1689. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng> (дата звернення: 04.05.2025).

148. Horizon Europe. *European Commission*. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en (дата звернення: 04.05.2025).

149. Digital Europe Programme. *European Commission*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme> (дата звернення: 04.05.2025).

150. Fragile States Index: Methodology. *Fund for Peace*. URL: <https://fragilestatesindex.org/methodology/> (дата звернення: 10.08.2025).

151. Fragile States Index: Annual data 2024 [Excel dataset]. *Fund for Peace*. URL: <https://fragilestatesindex.org/excel/> (дата звернення: 10.08.2025).

152. IT Ukraine Association: official website. URL: <https://itukraine.org.ua> (дата звернення: 11.08.2025).

153. Акулов О. Соціальна відповідальність бізнесу в ІТ-секторі: ідеї М. Туган-Барановського та виклики цифрової доби. *Наукова спадщина Михайла Туган-Барановського як концептуальне підґрунтя суспільного розвитку* : збірник наукових праць. м. Київ, 2025. URL: <https://drive.google.com/file/d/1Zh2NMCaqqEZsxVthwoUJRJdJMFZ9f2d4/view> (дата звернення: 11.08.2025).

154. Mahoney J., Goertz G. A Tale of Two Cultures: Contrasting Quantitative and Qualitative Research. *Political Analysis*. 2006. Vol. 14. No. 3. P. 227-249. DOI: <http://doi.org/10.1093/pan/mpj017> (дата звернення: 11.08.2025).

155. Newman I., Benz C. R. Qualitative-Quantitative Research Methodology: Exploring the Interactive Continuum. *Southern Illinois University Press*. 1998. 218 p. URL: https://ecommons.udayton.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1121&context=eda_fac_pub (дата звернення: 11.08.2025).

156. Muntean Jemna L. Qualitative and mixed research methods in economics: the added value when using qualitative research methods. *Journal of Public Administration, Finance and Law*. 2016. no. 9. P. 154–167. URL: https://www.jopafl.com/uploads/issue9/QUALITATIVE_AND_MIXED_RESEARCH_METHODS_IN_ECONOMICS.pdf (дата звернення: 11.08.2025).

157. Mackie J. L. The Cement of the Universe: A Study of Causation. Oxford : Oxford University Press, 1980. 344 p. URL: <https://academic.oup.com/book/9925> (дата звернення: 11.08.2025).

158. Kuznets S. Modern Economic Growth: Findings and Reflections. *American Economic Review*. 1973. Vol. 63, no. 3. P. 247–258. URL: https://econpapers.repec.org/article/aeaaecrev/v_3a63_3ay_3a1973_3ai_3a3_3ap_3a247-58.htm (дата звернення: 11.08.2025).

159. Obstfeld M., Rogoff K. Foundations of International Macroeconomics. The MIT Press, 1996. P. 830. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262150477/foundations-of-international-macroeconomics/> (дата звернення: 12.08.2025).

160. Gujarati D. N. Basic Econometrics. 4th Edition. New York : McGraw-Hill, 2003. 1002 p. URL: <https://zalamsyah.staff.unja.ac.id/wp-content/uploads/sites/286/2019/11/7-Basic-Econometrics-4th-Ed.-Gujarati.pdf> (дата звернення: 12.08.2025).

161. Box G. E., Jenkins G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco : Holden-Day, 1970. 240 p. URL:

https://repo.darmajaya.ac.id/4781/1/Time%20Series%20Analysis_%20Forecasting%20and%20Control%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf (дата звернення: 12.08.2025).

162. Sims C. A. Macroeconomics and Reality. *Econometrica*. 1980. Vol. 48, no. 1. P. 1-48. DOI: <https://doi.org/10.2307/1912017> (дата звернення: 12.08.2025).

163. Bishop C. M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford : Clarendon Press, 1995. 502 p. URL: <https://people.sabanciuniv.edu/berrin/cs512/lectures/Book-Bishop-Neural%20Networks%20for%20Pattern%20Recognition.pdf> (дата звернення: 12.08.2025).

164. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998. 842 p. URL: <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/521706> (дата звернення: 14.08.2025).

165. Акулов О., Радіонова І. Застосування штучних нейронних мереж для аналізу впливу ІКТ-сектору на економічне зростання в Україні. *Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія Економіка*. 2025. № 2. С. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-1> (дата звернення: 28.11.2025).

166. Nowcasting the growth rate of the ICT sector. OECD Digital Economy Papers. 2024. no. 362. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/05/nowcasting-the-growth-rate-of-the-ict-sector_8b641d8d/eb4938a0-en.pdf (дата звернення: 14.09.2025).

167. Hüsnuoğlu N., Oda V. Applying Artificial Neural Networks and Arima Models to Analyze the Impact of ICT on the Economic Growth in Turkey. *Journal of the Knowledge Economy*. 2022. Vol. 14. P. 4657-4674. DOI: <http://doi.org/10.1007/s13132-022-01031-9> (дата звернення: 01.09.2025).

168. Khodaveyrdi O., Mohandessi A., Nemati H. Study of relationship between ICT and economic growth (neural network approach). *NN'09: Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Neural Networks*. 2009. P. 25-29. URL: https://www.researchgate.net/publication/262315093_Study_of_relationship_between_ICT_and_economic_growth_neural_network_approach (дата звернення: 01.09.2025).

169. Radionova I., Farenjuk Ya. Data Science analysis for management decisions with macro- and microeconomic uncertainty. The economics of uncertainty: content, evaluation, and regulation : collective monograph / ed. I. Radionova. Tallinn : Scientific Center of Innovative Researches OU, 2022. P. 80–98. DOI: <https://doi.org/10.36690/EUCER-80-98> (дата звернення: 01.09.2025).
170. Olawoyin A., Chen Y. Predicting the Future with Artificial Neural Network. *Procedia Computer Science*. 2018. Vol. 140. P. 383–392. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.300> (дата звернення: 01.09.2025).
171. Cook T., Hall A. Macroeconomic Indicator Forecasting with Deep Neural Networks. *The Federal Reserve Bank of Kansas City Research Working Papers*. 2017. DOI: <http://doi.org/10.18651/RWP2017-11> (дата звернення: 01.09.2025).
172. Xie H. et. al. Deep Learning for Multi-Country GDP Prediction: A Study of Model Performance and Data Impact. 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.02551> (дата звернення: 02.09.2025).
173. González S. O. Neural Networks for Macroeconomic Forecasting: A Complementary Approach to Linear Regression Models. *Working Papers-Department of Finance Canada*. 2000. URL: <https://publications.gc.ca/Collection/F21-8-2000-7E.pdf> (дата звернення: 02.09.2025).
174. Lazcano de Rojas A., Jaramillo-Morán M., Sandubete J. Back to Basics: The Power of the Multilayer Perceptron in Financial Time Series Forecasting. *Mathematics*. 2024. Vol. 12. P. 1920. DOI: <http://doi.org/10.3390/math12121920> (дата звернення: 02.09.2025).
175. Babii A., Ghysels E., Striaukas J. Econometrics of Machine Learning Methods in Economic Forecasting. 2023. DOI: <http://doi.org/10.48550/arXiv.2308.10993> (дата звернення: 02.09.2025).
176. Da Costa K., Silva F., Cordeiro J. A Systematic Comparison of Forecasting for Gross Domestic Product in an Emergent Economy. 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.13259> (дата звернення: 03.09.2025).
177. Beltratti A., Margarita S., Terna P. Neural Networks for Economic and Financial Modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 1999. Vol. 2.

URL: <https://www.researchgate.net/publication/220327358> (дата звернення: 06.09.2025).

178. Haykin S. *Neural Networks and Learning Machines*. Third Edition. 2009. URL: <https://dai.fmph.uniba.sk/courses/NN/haykin.neural-networks.3ed.2009.pdf> (дата звернення: 06.09.2025).

179. World Development Indicators (WDI). *World Bank*. URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators> (дата звернення: 06.09.2025).

180. Річні національні рахунки. *Держстат*. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/richni-natsionalni-rakhunky> (дата звернення: 20.09.2025).

181. Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Networks*. 1989. Vol. 2, no. 5. P. 359-366. DOI: [https://doi.org/10.1016/0893-6080\(89\)90020-8](https://doi.org/10.1016/0893-6080(89)90020-8) (дата звернення: 10.12.2025).

182. Leshno M., Lin V. Ya., Pinkus A., Schocken S. Multilayer feedforward networks with a nonpolynomial activation function can approximate any function. *Neural Networks*. 1993. Vol. 6, no. 6. P. 861-867. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(05\)80131-5](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(05)80131-5) (дата звернення: 10.12.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

**Асоціація фахівців
з нерухомості
(ріелторів) України**



**Ukrainian
Realtors
Association**

вул. Предславинська, 43/2,
4 поверх
м. Київ, 03150 Україна

Tel/Fax: +38 (044) 222-16-05
Tel: +38 (067) 235-40-52
E-mail: pr@asnu.net
http://www.asnu.net

43/2 Predslavinska St.
4rd floor
Kyiv 03150, Ukraine

№05-12/25
від 05.12.2025р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Акулова Олексія
Олексійовича

**«ЕКОНОМІКА ІТ-СЕКТОРА В ВІДНОВЛЕННІ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ»,**

яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю - 051 «Економіка»

Цією довідкою засвідчуємо те, що узагальнення та висновки з «Аналітичної записки», поданої до «Асоціації фахівців з нерухомості (ріелторів) України» (АФНУ), в якій використані результати дисертаційного дослідження Акулова О.О. на тему «Економіка ІТ-сектора в відновленні та стабілізації національної економіки», мають прикладне значення та використовуються на курсах підвищення кваліфікації фахівців нерухомості.

До таких важливих узагальнень та висновків належать:

- алгоритми кількісного оцінювання впливу споживання продукції ІТ-сектора на створення доданої вартості у сфері нерухомості;
- розраховані мультиплікатори впливу ІТ-сектору на сектор нерухомості, які формують підґрунтя для практичних дій з забезпечення цифрової стійкості та ефективності функціонування ринку нерухомості;
- рекомендовані пріоритетні напрямки поглибленої цифровізації процесів управління нерухомістю та впровадження ІТ-інструментів, а саме: аналіз великих баз даних, CRM-системи, маркетингові платформи, онлайн-сервіси взаємодії з клієнтами.

Президент АФНУ



Олена Гайдамаха

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи

Київського національного

економічного університету імені

Вадима Гетьмана, д.е.н., професор

Гариса АНТОНЮК

« 15 » грудня 202 5 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної

роботи Київського національного

економічного університету імені

Вадима Гетьмана, д.е.н., професор

Анатолій КОЛОТ

« 15 » грудня 202 5 р.

**ДОВІДКА**

про впровадження в навчальний процес Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана результатів дисертаційного дослідження здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії (PhD) Університету «КРОК» по кафедрі економіки та фінансів Акулова Олексія Олексійовича

Результати дисертаційного дослідження здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії (PhD) Акулова О.О. на тему «Економіка ІТ-сектора в відновленні та стабілізації національної економіки», за спеціальністю 051 – економіка, були апробовані та впроваджені в навчальний процес на кафедрі економічної теорії КНЕУ імені Вадима Гетьмана при викладанні таких дисциплін: «Прикладний макроаналіз», «Економічне оцінювання»

До результатів дослідження, які використовуються в навчальному процесі при викладанні згаданих дисциплін, належать:

- методики оцінювання впливу секторів економіки (на прикладі ІТ-сектору) на національну економіку при визначенні мультиплікативного ефекту трьох типів, на основі таблиць «витрати-випуск»;
- алгоритми побудови штучної нейронної мережі для пояснення нелінійних залежностей між макроекономічними змінними та відповідного прогнозування наслідків впливу окремих секторів (на прикладі ІТ-сектору) на економічне зростання;
- підхід до оцінювання впливу інституційного середовища на розвиток економічних секторів (на прикладі ІТ-сектору), що спирається на особливе структурування інституційного середовища.

В. о. завідувача кафедри
економічної теорії

Володимир КИРИЛЕНКО

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Радіонова І., Акулов О. Ідентифікація категорії «цифрова економіка» в теоретичній та прикладній економіці. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2023. № 2(70). С. 9-20. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-70-9-20> (0,71 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає у здійсненні аналізу та узагальненні наукових джерел, систематизації теоретичних підходів до визначення категорії «цифрова економіка», формуванні інформаційно-аналітичної бази дослідження, підготовці графічних матеріалів, інтерпретації отриманих результатів та становить 0,35 др.арк.*

2. Акулов О. Теоретичні основи аналізу впливу ІТ-сектору на національну економіку. *Ефективна економіка*. 2024. № 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.9.66> (0,4 др. арк.).

3. Акулов О. ІТ-сектор в Україні та Польщі: порівняльний аналіз із використанням моделі «витрати-випуск». *Ефективна економіка*. 2025. № 6. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.97> (0,69 др. арк.).

4. Радіонова І., Акулов О. Вплив ІТ-сектору на національну економіку: прикладний аспект. *Економіка України*. 2025. № 8(765). С. 26-44. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.08.026> (0,85 др. арк.) *Особистий внесок автора полягає в аналізі та узагальненні наукових джерел, формуванні інформаційно-статистичної бази дослідження, розрахунку мультиплікаторів впливу ІТ-сектору, інтерпретації отриманих результатів та становить 0,42 др. арк.*

5. Акулов О., Радіонова І. Застосування штучних нейронних мереж для аналізу впливу ІКТ-сектору на економічне зростання в Україні. *Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія Економіка*. 2025. № 2. С. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-1> (0,78 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає в аналізі наукових джерел, формуванні*

інформаційно-статистичної бази дослідження, розробці моделі штучної нейронної мережі, аналізі результатів моделювання та становить 0,39 др. арк.

- праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Акулов О. Основні тенденції розвитку ІТ-сектору української економіки. *Держава, регіони, підприємництво: інформаційні, суспільно-правові, соціально-економічні аспекти розвитку*: матеріали IV Міжнародної конференції, м. Київ, 6-7 грудня 2022 р. Київ, 2023. URL: <https://conf.krok.edu.ua/SRE/SRE-2022/paper/view/1248> (0,1 др. арк.).

7. Акулов О. Використання штучного інтелекту як вектор розвитку цифрової економіки. *Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання*: матеріали I Міжнародної наукової конференції, м. Дніпро, 06 жовтня 2023 р. 2023. С. 8-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-06.10.2023> (0,14 др. арк.).

8. Акулов О. Економічний зміст мультиплікативного ефекту впливу ІТ-сектору на розвиток української економіки. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід* : матеріали III Міжнародної наукової конференції, м. Вінниця, 24 листопада 2023 р. 2023. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.36074/mcnd-24.11.2023> (0,14 др. арк.).

9. Акулов О. Ринок праці ІТ-сектору України в умовах воєнного стану та його вплив на національну економіку. *Інновації та науковий потенціал світу*: матеріали V Міжнародної наукової конференції, м. Умань, 25 жовтня 2024 р. 2024. С. 23-26. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-25.10.2024.001> (0,15 др. арк.).

10. Акулов О. Потенціал українського ІТ-сектора як джерела емерджентного зростання національної економіки. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс* : матеріали VI Міжнародної наукової конференції, м. Хмельницький, 1 листопада 2024 р. 2024. С. 15-18. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-01.11.2024.001> (0,17 др. арк.).

11. Акулов О. Соціальна відповідальність бізнесу в ІТ-секторі: ідеї М. Туган-Барановського та виклики цифрової доби. *Наукова спадщина Михайла Туган-Барановського як концептуальне підґрунтя суспільного розвитку* : збірник наукових праць. м. Київ, 2025. URL:

<https://drive.google.com/file/d/1Zh2NMCaqqEZsxVthwoUJRJdJMFZ9f2d4/view> (0,2 др. арк.).

- наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

12. Radionova I., Akulov O. Digital economy as a source of emergent growth. *Business model innovation in the digital economy*: monograph. OÜ Scientific Center of Innovative Research. 2023. 208 p. С. 121–139. DOI: <https://doi.org/10.36690/BM-ID-EU-121-139> (0,97 др. арк.). *Особистий внесок автора полягає в аналізі та узагальненні наукових досліджень у сфері цифрової економіки та емерджентного зростання, формуванні інформаційно-аналітичної бази дослідження, аналізі показників розвитку цифрової економіки та ІКТ-сектору та становить 0,48 др. арк.*

Опис ключових секцій, розділів та груп КВЕД-2010, які формують екосистему термінології, пов'язану з ІТ-сектором

I. Промислово-технологічний сегмент.

(1) Секція С. Переробна промисловість.

Розділ С26. Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції.

Групи:

- С26.1. Виробництво електронних компонентів і плат.
- С26.2. Виробництво комп'ютерів і периферійного устаткування.
- С26.3. Виробництво обладнання зв'язку.
- С26.4. Виробництво електронної апаратури побутового призначення для приймання, записування та відтворення звуку й зображення.
- С26.5. Виробництво радіологічного, електромедичного й електротерапевтичного устаткування.
- С26.6. Виробництво електромедичного устаткування: високотехнологічна медтехніка.
- С26.7. Виробництво оптичних приладів і фотографічного устаткування.
- С26.8. Виробництво магнітних і оптичних носіїв даних.

II. Інфраструктурний та сервісний сегмент.

(1) Секція G. Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів.

Розділ G46. Оптова торгівля, крім торгівлі автотранспортними засобами та мотоциклами.

- Група G46.5. Оптова торгівля інформаційним і комунікаційним устаткуванням

(2) Секція J. Інформація та телекомунікації.

Розділ J58. Видавнича діяльність.

- Група J58.1. Видання книг, періодичних видань та інша видавнича діяльність.
- Група J58.2. Видання програмного забезпечення.

Розділ J59. Виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів.

- Група J59.1. Виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм.
- Група J59.1. Видання звукозаписів.

Розділ J60. Діяльність у сфері радіомовлення та телевізійного мовлення.

Розділ J61. Телекомунікації (електрозв'язок).

Розділ J62. Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність.

Розділ J63. Надання інформаційних послуг.

- Група J63.1. Оброблення даних, розміщення інформації на веб-вузлах і пов'язана з ними діяльність; веб-портали.
- Група J63.2. Надання інших інформаційних послуг.

(3) Секція S. Надання інших видів послуг

Розділ S95. Ремонт комп'ютерів, побутових виробів і предметів особистого вжитку.

- Група S95.1. Ремонт комп'ютерів і обладнання зв'язку.

Додаток Г

Обернені матриця Леонт'єва І-ого та ІІ -ого типу за 2015–2023 рр.

Обернена матриця Леонт'єва І-ого типу за 2015 рік

	IT (C26,J62-63)	A01-A03	B05	B06	B07-B09	C10-C12	C13-C15	C16-C18	C19.1	C19.2	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C27	C28	C29	C30	C31-C33	D35	E36-E39	F41-F43	G45-G47	H49-H52	H53	I55-I56	J58-J60	J61	K64-K66	L68	M69-M71	M72	M73-M75	N77-N82	O84	P85	Q86-Q88	R90-R93	S94-S96, T97	
IT (C26, J62-63)	1.38 94	0.01 04	0.02 82	0.00 90	0.01 31	0.02 03	0.01 14	0.02 00	0.02 51	0.01 14	0.01 53	0.02 04	0.02 30	0.02 68	0.01 81	0.02 55	0.07 86	0.03 06	0.04 19	0.03 18	0.03 87	0.01 83	0.02 30	0.02 88	0.02 41	0.01 80	0.01 05	0.01 44	0.05 37	0.03 40	0.01 27	0.01 91	0.06 82	0.05 45	0.03 65	0.01 83	0.02 40	0.01 74	0.01 73	0.06 29		
A01-A03	0.00 83	1.36 46	0.01 74	0.00 65	0.00 92	0.37 75	0.04 30	0.12 08	0.01 64	0.01 17	0.04 49	0.02 61	0.02 87	0.01 87	0.01 29	0.01 57	0.01 34	0.01 24	0.01 44	0.02 33	0.01 71	0.01 02	0.01 22	0.01 74	0.03 45	0.00 55	0.12 63	0.01 85	0.01 43	0.00 49	0.00 58	0.00 86	0.00 72	0.00 78	0.01 84	0.03 14	0.04 22	0.02 00	0.01 35	0.00 75		
B05	0.00 72	0.01 60	1.01 47	0.00 64	0.00 79	0.02 40	0.01 69	0.03 19	0.69 23	0.02 31	0.04 16	0.01 67	0.03 72	0.07 95	0.21 15	0.09 19	0.08 67	0.07 05	0.05 76	0.03 75	0.03 65	0.20 20	0.06 90	0.05 20	0.01 42	0.02 62	0.04 21	0.01 91	0.01 09	0.00 17	0.00 43	0.01 96	0.01 66	0.00 07	0.01 59	0.00 85	0.01 60	0.01 25	0.02 42	0.01 59	0.01 06	
B06	0.02 46	0.13 69	0.03 45	0.01 29	0.17 71	0.15 63	0.10 35	0.20 73	0.12 28	0.68 55	0.50 50	0.09 34	0.27 20	0.27 31	0.22 98	0.17 14	0.15 87	0.13 01	0.09 70	0.11 52	0.34 28	0.15 13	0.15 80	0.15 84	0.06 07	0.20 32	0.06 15	0.08 13	0.05 09	0.03 03	0.01 56	0.05 24	0.07 32	0.04 46	0.02 56	0.06 97	0.05 83	0.06 35	0.05 38	0.05 55	0.04 37	
B07-B09	0.00 39	0.00 98	0.03 08	0.02 17	0.09 84	0.01 59	0.00 89	0.01 57	0.02 26	0.01 78	0.03 04	0.01 07	0.02 48	0.14 71	0.18 49	0.07 46	0.05 54	0.05 36	0.04 36	0.02 59	0.02 70	0.02 38	0.03 74	0.08 42	0.00 70	0.01 68	0.00 46	0.01 97	0.00 49	0.00 33	0.00 25	0.00 63	0.01 85	0.00 70	0.00 31	0.00 34	0.00 90	0.00 46	0.00 52	0.00 50		
C10-C12	0.00 34	0.01 35	0.00 44	0.00 23	0.00 38	0.24 53	0.00 35	0.00 61	0.00 48	0.00 36	0.01 82	0.00 61	0.00 47	0.00 43	0.00 48	0.00 46	0.00 51	0.00 67	0.00 66	0.00 56	0.00 36	0.00 38	0.00 60	0.00 12	0.00 01	0.20 58	0.00 16	0.00 05	0.00 56	0.00 23	0.00 18	0.00 24	0.00 60	0.00 41	0.00 35	0.00 73	0.00 72	0.01 48	0.00 21	0.00 33	0.00 49	
C13-C15	0.00 08	0.00 12	0.00 37	0.00 11	0.00 25	0.00 24	0.19 56	0.00 29	0.00 37	0.00 15	0.00 24	0.00 31	0.00 30	0.00 32	0.00 30	0.00 32	0.00 24	0.00 29	0.00 42	0.00 38	0.00 93	0.00 23	0.00 25	0.00 29	0.00 24	0.00 22	0.00 34	0.00 36	0.00 21	0.00 09	0.00 06	0.00 10	0.00 13	0.00 08	0.00 18	0.00 32	0.00 56	0.00 13	0.00 13	0.00 68	0.00 42	
C16-C18	0.00 99	0.01 60	0.00 93	0.00 18	0.00 18	0.09 16	0.41 19	0.02 41	0.01 27	0.03 86	0.08 63	0.05 89	0.05 68	0.01 82	0.03 72	0.03 72	0.02 23	0.02 67	0.01 42	0.07 67	0.01 50	0.03 07	0.03 46	0.03 95	0.01 32	0.01 41	0.04 36	0.14 90	0.01 07	0.00 70	0.00 82	0.01 72	0.00 91	0.03 84	0.01 69	0.05 21	0.02 06	0.02 18	0.02 82	0.01 82	0.01 08	
C19.1	0.00 27	0.00 61	0.00 51	0.00 76	0.00 44	0.00 77	0.00 55	0.01 33	0.00 70	0.00 74	0.01 94	0.00 78	0.00 47	0.16 37	0.06 37	0.07 19	0.04 18	0.03 39	0.03 53	0.02 34	0.01 98	0.01 52	0.02 90	0.03 02	0.00 41	0.04 86	0.00 86	0.00 46	0.00 35	0.00 22	0.00 17	0.00 32	0.00 69	0.00 47	0.00 19	0.00 60	0.00 46	0.00 29	0.00 33	0.00 28	0.00 30	
C19.2	0.00 89	0.06 67	0.04 15	0.02 08	0.06 53	0.04 97	0.01 69	0.03 73	0.04 00	0.02 96	0.03 34	0.03 33	0.05 37	0.04 46	0.03 36	0.03 84	0.03 37	0.03 19	0.03 43	0.03 02	0.03 23	0.03 13	0.06 90	0.06 97	0.12 80	0.02 07	0.02 89	0.02 34	0.01 40	0.00 93	0.00 16	0.01 52	0.00 13	0.02 02	0.01 66	0.03 87	0.01 45	0.01 38	0.01 57	0.01 48		
C20	0.02 12	0.21 66	0.05 97	0.09 03	0.08 45	0.17 13	0.18 28	0.34 23	0.06 41	0.14 64	0.45 66	0.14 35	0.64 84	0.20 16	0.07 86	0.13 79	0.13 88	0.11 06	0.05 36	0.12 93	0.05 54	0.08 15	0.13 99	0.06 45	0.05 24	0.02 48	0.06 62	0.06 26	0.01 54	0.01 21	0.00 96	0.03 59	0.04 45	0.02 56	0.04 49	0.02 89	0.02 62	0.04 89	0.02 64	0.02 92	0.03 62	
C21	0.00 19	0.01 66	0.00 23	0.00 10	0.00 18	0.01 45	0.00 20	0.00 42	0.00 26	0.00 23	0.49 55	0.00 57	0.00 56	0.00 32	0.00 24	0.00 44	0.00 25	0.00 24	0.00 30	0.00 26	0.00 54	0.00 18	0.00 28	0.00 30	0.00 79	0.00 22	0.00 08	0.00 62	0.00 19	0.00 11	0.00 10	0.00 10	0.00 15	0.00 22	0.00 01	0.00 23	0.00 22	0.00 66	0.00 25	0.00 65	0.00 42	0.00 23
C22	0.00 86	0.02 24	0.03 21	0.01 18	0.03 39	0.08 64	0.05 04	0.07 90	0.02 78	0.01 58	0.04 92	0.06 21	0.47 74	0.05 24	0.02 72	0.08 41	0.10 93	0.05 69	0.05 75	0.02 49	0.05 02	0.01 82	0.03 56	0.10 51	0.02 96	0.01 30	0.02 98	0.02 47	0.02 33	0.00 60	0.00 52	0.01 12	0.01 72	0.01 23	0.00 45	0.01 30	0.02 32	0.01 68	0.00 92	0.01 09		
C23	0.00 41	0.00 82	0.00 50	0.00 75	0.00 24	0.02 97	0.00 73	0.01 59	0.01 29	0.00 75	0.01 45	0.02 11	0.03 88	0.20 90	0.06 02	0.04 17	0.03 98	0.02 82	0.02 46	0.01 02	0.02 70	0.02 26	0.16 02	0.00 73	0.01 21	0.00 46	0.01 12	0.00 50	0.00 31	0.00 23	0.01 03	0.00 75	0.00 39	0.01 38	0.02 28	0.00 48	0.00 66	0.00 48	0.00 50			
C24	0.01 52	0.02 37	0.09 70	0.03 27	0.06 37	0.03 38	0.02 37	0.04 10	0.07 11	0.03 25	0.04 08	0.02 42	0.05 70	0.08 69	0.23 46	0.44 31	0.32 59	0.31 24	0.24 99	0.01 58	0.12 09	0.03 61	0.19 85	0.01 78	0.03 31	0.02 01	0.02 01	0.01 00	0.01 16	0.00 44	0.01 00	0.04 90	0.02 01	0.00 66	0.03 94	0.00 06	0.02 52	0.01 01	0.00 34	0.03 35	0.01 41	

	IT (C26-J62-63)			A01-A03			B05			B06			B07-B09			C10-C12			C13-C15			C16-C18			C19,1			C19,2			C20			C21			C22			C23			C24			C25			C27			C28			C29			C30			C31-C33			D35			E36-E39			F41-F43			G45-G47			H49-H52			H53			I55-I56			J58-J60			J61			K64-K66			L68			M69-M71			M72			M73-M75			N77-N82			O84			P85			Q86-Q88			R90-R93			S94-S96, T97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
C25	0.0092	0.0159	0.0151	0.0344	0.0414	0.0280	0.0184	0.0348	0.0710	0.0276	0.0322	0.0177	0.0565	0.0490	0.0601	0.1942	0.0537	0.0946	0.1429	0.0393	0.0732	0.0399	0.0960	0.1319	0.0136	0.0258	0.0100	0.0184	0.0116	0.0131	0.0141	0.0131	0.0065	0.0048	0.0019	0.0001	0.0119	0.0362	0.0154	0.0090	0.0204	0.0292	0.0097	0.0000	0.0089	0.0092	0.0000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
C27	0.0052	0.2361	0.0267	0.0376	0.0237	0.0148	0.0050	0.0055	0.0027	0.0046	0.0031	0.0052	0.0079	0.0064	0.0028	0.0111	0.0515	0.0922	0.1458	0.0089	0.0222	0.0058	0.0251	0.0292	0.0101	0.0032	0.0140	0.0117	0.0134	0.0141	0.0131	0.0031	0.0016	0.0027	0.0041	0.0147	0.0024	0.0066	0.0432	0.0026	0.0027	0.0029	0.0040																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
C28	0.0087	0.0210	0.0101	0.0327	0.0202	0.0107	0.0066	0.0421	0.0874	0.0721	0.0888	0.0174	0.0301	0.0444	0.0462	0.0813	0.1585	0.1863	0.1218	0.0503	0.0202	0.0201	0.0101	0.0049	0.0178	0.0112	0.0068	0.0044	0.0000	0.0062	0.0083	0.0022	0.0111	0.0440	0.0101	0.0006	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
C29	0.0026	0.0213	0.0063	0.0031	0.0141	0.0025	0.0037	0.0090	0.0062	0.0044	0.0060	0.0040	0.0060	0.0014	0.0074	0.0071	0.0060	0.0075	0.0084	0.0069	0.0082	0.0052	0.0049	0.0037	0.0096	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0020	0.0017	0.0033	0.0044	0.0024	0.0019	0.0036	0.0059	0.0048	0.0031	0.0032	0.0030																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
C30	0.0019	0.0036	0.0045	0.0022	0.0047	0.0044	0.0030	0.0038	0.0059	0.0028	0.0043	0.0039	0.0042	0.0050	0.0055	0.0095	0.0045	0.0049	0.0083	0.0092	0.0015	0.0037	0.0058	0.0071	0.0042	0.0013	0.0025	0.0027	0.0023	0.0015	0.0042	0.0022	0.0053	0.0047	0.0026	0.0054	0.0020	0.0018	0.0019	0.0019	0.0017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
C31-C33	0.0050	0.0065	0.0046	0.0085	0.0039	0.0025	0.0083	0.0042	0.0050	0.0043	0.0034	0.0002	0.0028	0.0076	0.0087	0.0029	0.0072	0.0092	0.0076	0.0037	0.0040	0.0065	0.0074	0.0034	0.0080	0.0034	0.0092	0.0030	0.0042	0.0098	0.0076	0.0097	0.0087	0.0055	0.0070	0.0047	0.0005	0.0078	0.0075	0.0077	0.0099																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
D35	0.0247	0.0026	0.0086	0.0085	0.0021	0.0009	0.0012	0.0056	0.0019	0.0015	0.0005	0.0014	0.0018	0.0023	0.0016	0.0013	0.0014	0.0012	0.0008	0.0047	0.0052	0.0078	0.0053	0.0011	0.0004	0.0011	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0001	0.0043	0.0093	0.0005	0.0073	0.0061	0.0032	0.0067	0.0054	0.0009	0.0017	0.0022	0.0044	0.0064																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E36-E39	0.0026	0.0000	0.0153	0.0000	0.0106	0.0090	0.0067	0.0001	0.0100	0.0024	0.0067	0.0002	0.0055	0.0089	0.0009	0.0058	0.0199	0.0920	0.0202	0.0097	0.0076	0.0079	0.0052	0.0094	0.0089	0.0050	0.0084	0.0054	0.0110	0.0151	0.0135	0.0181	0.0166	0.0177	0.0135	0.0125	0.0129	0.0150	0.0176	0.0173	0.0177	0.0101																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
F41-F43	0.0046	0.0077	0.0027	0.0095	0.0036	0.0047	0.0011	0.0012	0.0046	0.0056	0.0077	0.0018	0.0055	0.0023	0.0087	0.0092	0.0001	0.0013	0.0002	0.0050	0.0046	0.0016	0.0059	0.0092	0.0065	0.0053	0.0029	0.0068	0.0055	0.0037	0.0071	0.0073	0.0086	0.0054	0.0002	0.0005	0.0003	0.0002	0.0004	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
G45-G47	0.0236	0.0579	0.0119	0.0505	0.0110	0.0223	0.0102	0.0201	0.0218	0.0181	0.0220	0.0231	0.0191	0.0191	0.0201	0.0191	0.0181	0.0201	0.0231	0.0191	0.0121	0.0112	0.0115	0.0220	0.0219	0.0152	0.0146	0.0159	0.0192	0.0165	0.0153	0.0171	0.0173	0.0186	0.0154	0.0102	0.0105	0.0104	0.0102	0.0108	0.0110	0.0107	0.0106	0.0106																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
H49-H52	0.0202	0.0509	0.0093	0.0114	0.0408	0.0110	0.0408	0.0110	0.0789	0.0405	0.0911	0.0721	0.1121	0.1211	0.0974	0.0909	0.0909	0.0909	0.0607	0.0629	0.0878	0.0908	0.0906	0.1309	0.0613	0.0604	0.0303	0.0448	0.0170	0.0101	0.0501	0.0282	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0304	0.0148	0.0105	0.0

	IT (C26-J62-63)	A01-A03	B05	B06	B07-B09	C10-C12	C13-C15	C16-C18	C19.1	C19.2	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C27	C28	C29	C30	C31-C33	D35	E36-E39	F41-F43	G45-G47	H49-H52	H53	I55-I56	J58-J60	J61	K64-K66	L68	M69-M71	M72	M73-M75	N77-N82	O84	P85	Q86-Q88	R90-R93	S94-S96, T97
M73-M75	0.0107	0.0093	0.0042	0.0056	0.0073	0.0385	0.0108	0.0172	0.0149	0.0155	0.0224	0.0706	0.0205	0.0148	0.0123	0.0139	0.0123	0.0138	0.0127	0.0147	0.0160	0.0086	0.0119	0.0145	0.0420	0.0094	0.0050	0.0166	0.0352	0.0203	0.0107	0.0203	0.0158	1.2349	0.0233	0.0056	0.0079	0.0197	0.0100	0.0080	
N77-N82	0.0097	0.0111	0.0261	0.0215	0.0166	0.0169	0.0192	0.0167	0.0229	0.0175	0.0205	0.0130	0.0175	0.0208	0.0200	0.0184	0.0150	0.0172	0.0193	0.0137	0.0164	0.0169	0.0339	0.0211	0.0162	0.0314	0.0107	0.0239	0.0186	0.0195	0.0117	0.0232	0.0184	0.0096	0.0113	0.1133	0.0059	0.0096	0.0116	0.0201	0.0169
O84	0.0008	0.0017	0.0031	0.0018	0.0035	0.0033	0.0017	0.0026	0.0035	0.0032	0.0038	0.0045	0.0037	0.0029	0.0030	0.0031	0.0033	0.0030	0.0025	0.0032	0.0033	0.0049	0.0084	0.0026	0.0022	0.0032	0.0012	0.0023	0.0028	0.0011	0.0007	0.0019	0.0018	0.0016	0.0012	0.0032	0.0024	1.0024	0.0083	0.0034	0.0024
P85	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	1.0085	0.0001	0.0001	0.0000	
Q86-Q88	0.0004	0.0007	0.0027	0.0006	0.0019	0.0011	0.0006	0.0009	0.0020	0.0016	0.0018	0.0012	0.0013	0.0015	0.0020	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0019	0.0016	0.0030	0.0015	0.0006	0.0028	0.0004	0.0016	0.0009	0.0005	0.0002	0.0004	0.0007	0.0006	0.0003	0.0009	0.0034	0.0004	1.0023	0.0026	0.0008
R90-R93	0.0023	0.0009	0.0027	0.0007	0.0010	0.0025	0.0011	0.0050	0.0023	0.0010	0.0015	0.0029	0.0015	0.0018	0.0017	0.0017	0.0021	0.0022	0.0024	0.0094	0.0019	0.0016	0.0028	0.0016	0.0026	0.0022	0.0026	0.0051	0.0098	0.0039	0.0011	0.0026	0.0034	0.0013	0.0019	0.0028	0.0030	0.0037	1.0021	0.0069	0.0097
S94-S96, T97	0.0012	0.0008	0.0033	0.0008	0.0012	0.0013	0.0032	0.0013	0.0025	0.0009	0.0015	0.0015	0.0013	0.0015	0.0016	0.0014	0.0017	0.0016	0.0013	0.0013	0.0019	0.0019	0.0045	0.0014	0.0024	0.0016	0.0014	0.0024	0.0019	0.0011	0.0011	0.0012	0.0021	0.0010	0.0008	0.0027	0.0005	0.0016	0.0018	0.0026	0.0063

Повний масив розрахованих обернених матриць Леонтьєва I та II типів за 2015–2023 рр. розміщено у відкритому доступі:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yZA9d99JyuYj-9mZYX9w6FK9HRvp2k65?usp=sharing>

Додаток Д

Показники агрегованих таблиць «витрати-випуск» України за 2015–2023 рр. для розрахунку структурних мультиплікаторів 3–х типів

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
IT	2015	22020	39969	15016	25276	107852
A01-A03	2015	929	239806	136136	23004	213150
B05	2015	268	10372	2186	1105	42429
B06	2015	102	42685	18383	-2131	119090
B07-B09	2015	166	42084	1	-998	67077
C10-C12	2015	1528	74263	231708	4004	212242
C13-C15	2015	54	10714	41071	1158	48716
C16-C18	2015	285	16071	6941	1164	55661
C19.1	2015	57	3265	0	-99	11759
C19.2	2015	18	4010	31553	2001	100015
C20	2015	116	8232	12418	-5804	154278
C21	2015	75	7002	29497	-4493	40013
C22	2015	181	5779	1432	3723	36251
C23	2015	417	9176	6181	3871	22851
C24	2015	304	38216	164	755	218657
C25	2015	231	7643	1395	8494	44664
C27	2015	1148	7424	8278	9745	38300
C28	2015	467	12936	1000	41163	111949
C29	2015	212	3113	9263	19571	52083
C30	2015	335	10914	731	10877	13763
C31-C33	2015	704	15477	15025	2146	32426
D35	2015	718	53385	30622	0	22975
E36-E39	2015	166	7924	9932	0	1960
F41-F43	2015	1219	38928	1532	125833	6579

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВHK</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
G45-G47	2015	5288	273989	257669	14834	3422
H49-H52	2015	1675	131859	69265	5128	192678
H53	2015	13	3119	915	0	1959
I55-I56	2015	89	11946	25908	0	19757
J58-J60	2015	401	6529	3029	0	4618
J61	2015	774	28555	27571	0	24670
K64-K66	2015	449	67512	13096	0	27222
L68	2015	393	123021	83764	2388	4992
M69-M71	2015	1030	21923	158	368	16411
M72	2015	876	13492	7334	3772	8816
M73-M75	2015	1023	20374	2307	0	8514
N77-N82	2015	748	21624	18879	0	15274
O84	2015	1158	95085	150956	0	11379
P85	2015	1586	82778	118803	0	290
Q86-Q88	2015	582	51480	84518	0	1534
R90-R93	2015	142	12357	16521	42	8277
S94-S96, T97	2015	911	14356	19991	98	7726
IT	2016	42700	55101	15283	34854	146023
A01-A03	2016	1731	279701	149693	29676	254600
B05	2016	129	15735	2277	1478	44530
B06	2016	274	65986	25674	1190	79310
B07-B09	2016	282	49929	1	2253	67333
C10-C12	2016	2624	90862	289119	27704	278654
C13-C15	2016	91	13190	50907	2987	61713
C16-C18	2016	362	20286	8529	3070	68107
C19.1	2016	39	3655	0	226	10242
C19.2	2016	26	5001	16881	1146	101351
C20	2016	138	7755	14247	5127	176323
C21	2016	59	9099	31753	3334	54337

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
C22	2016	183	7391	1807	4525	46403
C23	2016	633	12365	7023	5026	28508
C24	2016	712	46124	178	8900	233296
C25	2016	457	9904	1457	10904	52351
C27	2016	1841	8617	10122	18460	48362
C28	2016	801	17119	1100	61414	165298
C29	2016	297	4020	17877	33636	87973
C30	2016	392	12534	669	19461	15427
C31-C33	2016	1457	19587	18050	2830	41358
D35	2016	1499	73809	40962	0	6923
E36-E39	2016	210	8502	13362	0	2329
F41-F43	2016	4223	47457	1774	157150	5775
G45-G47	2016	8209	318075	292667	30715	4199
H49-H52	2016	1645	152980	102595	9955	253547
H53	2016	15	3765	891	0	2096
I55-I56	2016	307	15551	37933	0	26001
J58-J60	2016	506	8138	2432	0	4517
J61	2016	1188	29991	26278	0	18148
K64-K66	2016	842	65445	15656	0	22359
L68	2016	288	145984	105608	3148	11398
M69-M71	2016	1296	30802	284	381	19407
M72	2016	1282	13152	6789	3905	8545
M73-M75	2016	2311	24506	2883	0	9969
N77-N82	2016	879	29584	16700	0	18962
O84	2016	1100	123065	178057	0	14880
P85	2016	1272	88996	122174	0	376
Q86-Q88	2016	363	58858	87743	0	1977
R90-R93	2016	166	13554	19055	210	10443
S94-S96, T97	2016	1114	17053	22387	127	9076

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНХ</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
IT	2017	56076	71602	26265	39915	185124
A01-A03	2017	2312	303419	159001	32761	292268
B05	2017	69	23196	4071	-2308	82258
B06	2017	256	84101	30497	3679	121300
B07-B09	2017	302	69554	1	-4711	94285
C10-C12	2017	2436	103752	356862	28423	327151
C13-C15	2017	127	16657	58915	6522	74910
C16-C18	2017	390	23718	14288	6372	79999
C19.1	2017	167	5468	0	790	15597
C19.2	2017	31	7151	32959	-5345	132467
C20	2017	218	8602	21206	6328	205600
C21	2017	148	10638	43199	7023	60040
C22	2017	256	8593	2133	3174	53353
C23	2017	589	15392	13985	2956	33282
C24	2017	682	57160	189	404	298630
C25	2017	555	13485	3049	15812	62389
C27	2017	1430	10702	21052	18061	62499
C28	2017	961	20445	1407	77794	200587
C29	2017	288	5468	42470	45341	122356
C30	2017	549	19444	756	22453	14773
C31-C33	2017	1215	26082	32544	2388	50710
D35	2017	1091	85970	54889	0	9731
E36-E39	2017	214	9880	18873	0	2733
F41-F43	2017	3970	64431	2867	193481	4120
G45-G47	2017	11836	409256	350263	27512	4708
H49-H52	2017	1825	187418	131873	10566	296032
H53	2017	13	3407	1182	0	2715
I55-I56	2017	223	18727	51296	0	34156
J58-J60	2017	628	10149	3398	0	5179

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>Р3 Кінцеве споживання</i>	<i>Р.5г ВНХ</i>	<i>Р6-Р7 Експорт</i>
J61	2017	1852	32948	31478	0	19498
K64-K66	2017	1111	83392	18139	0	25717
L68	2017	576	171674	127577	4006	9107
M69-M71	2017	3086	42726	349	690	23149
M72	2017	1144	16546	8465	4707	9576
M73-M75	2017	2600	27265	3867	0/////	11887
N77-N82	2017	997	35471	20299	0	25155
O84	2017	1609	163798	229099	0	13426
P85	2017	1929	133213	169452	0	477
Q86-Q88	2017	1044	76140	118895	0	2754
R90-R93	2017	150	17376	27209	31	15050
S94-S96, T97	2017	1112	22490	31129	254	11531
IT	2018	75841	94391	34236	58092	244265
A01-A03	2018	2115	360998	182716	25532	321045
B05	2018	114	31330	5513	801	89035
B06	2018	392	99194	25751	-3687	124876
B07-B09	2018	406	83634	1	4135	104291
C10-C12	2018	2927	110167	436977	-10981	357164
C13-C15	2018	150	19576	73970	-3751	90148
C16-C18	2018	607	28552	15596	4669	94808
C19.1	2018	128	5781	0	-202	10161
C19.2	2018	32	8011	23353	-6647	176561
C20	2018	282	10210	27700	-3776	226787
C21	2018	568	12649	59966	1078	66911
C22	2018	274	9767	2359	648	61378
C23	2018	580	18988	17640	2972	38934
C24	2018	779	68539	257	2466	354995
C25	2018	715	16894	3575	18952	68429
C27	2018	3181	14039	27095	25776	83244

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
C28	2018	1415	23676	2125	100282	217641
C29	2018	520	7241	51022	55846	135036
C30	2018	896	19674	967	32308	19648
C31-C33	2018	1954	31341	38593	4021	59011
D35	2018	1444	111856	79339	0	12985
E36-E39	2018	310	11394	24087	0	3192
F41-F43	2018	6904	81259	3085	256847	5684
G45-G47	2018	16456	471618	427031	26109	5737
H49-H52	2018	2553	223004	188525	12059	315268
H53	2018	32	4136	1497	0	4137
I55-I56	2018	297	25112	70722	0	38914
J58-J60	2018	1142	12796	4651	0	6599
J61	2018	1987	37182	39162	0	20139
K64-K66	2018	940	98953	24202	0	24287
L68	2018	619	206085	155254	4609	10378
M69-M71	2018	3626	50068	488	639	30918
M72	2018	1488	22367	9547	7267	9027
M73-M75	2018	4686	40919	5394	0	15369
N77-N82	2018	1525	48571	29372	0	29803
O84	2018	2204	212789	276026	0	9974
P85	2018	2585	158620	205296	0	592
Q86-Q88	2018	1632	77130	145764	0	3187
R90-R93	2018	308	20375	33331	178	17034
S94-S96, T97	2018	1805	29010	41179	295	14971
IT	2019	109441	131396	49055	45794	282045
A01-A03	2019	3023	356563	210425	-13373	388375
B05	2019	107	37180	8148	902	79021
B06	2019	657	92470	45631	-6116	94279
B07-B09	2019	591	92560	0	-9124	112335

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
C10-C12	2019	3960	118525	515478	-19486	364518
C13-C15	2019	253	21357	92379	-4960	102716
C16-C18	2019	1487	29659	17373	1361	84714
C19.1	2019	106	5328	0	-607	9514
C19.2	2019	161	7055	40445	-7707	155608
C20	2019	368	9878	34306	-5853	209721
C21	2019	466	14236	70097	837	70115
C22	2019	329	9833	2727	702	63870
C23	2019	599	22257	17012	-10048	37925
C24	2019	1042	58518	260	1605	297475
C25	2019	731	19104	6117	22136	68899
C27	2019	2965	13531	36518	27452	100196
C28	2019	2163	25744	2009	86951	215013
C29	2019	595	6303	67494	62214	172551
C30	2019	1075	22092	1096	35639	28158
C31-C33	2019	2596	39521	53792	-137	63324
D35	2019	2932	124908	84437	0	17063
E36-E39	2019	446	14436	28476	0	3299
F41-F43	2019	8593	107430	2800	302694	4957
G45-G47	2019	25716	525974	477551	16703	5867
H49-H52	2019	3199	259879	177648	10937	319959
H53	2019	136	4810	2855	0	3600
I55-I56	2019	832	35311	85134	0	40057
J58-J60	2019	1534	15725	5299	0	6480
J61	2019	2676	41689	49858	0	16410
K64-K66	2019	1690	115476	29450	0	25118
L68	2019	2020	241493	191718	3751	10682
M69-M71	2019	4375	79501	656	1155	30895
M72	2019	2653	18698	11566	6445	10067

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
M73-M75	2019	5395	43324	6926	0	15342
N77-N82	2019	2321	62238	42681	0	30495
O84	2019	2902	266656	325289	0	11103
P85	2019	7858	172645	234284	0	727
Q86-Q88	2019	5667	95435	166331	0	3398
R90-R93	2019	227	24053	38592	339	17537
S94-S96, T97	2019	2077	38837	52817	444	16675
IT	2020	105137	155350	39245	46458	288455
A01-A03	2020	1071	393077	253766	-44888	378619
B05	2020	96	29147	7329	-7675	48067
B06	2020	148	62872	38012	-10741	70755
B07-B09	2020	495	101101	0	-7441	131183
C10-C12	2020	2477	142919	606877	-43424	402138
C13-C15	2020	177	20499	87888	367	87756
C16-C18	2020	491	28213	17038	-7419	87712
C19.1	2020	259	4717	0	-70	4040
C19.2	2020	15	5277	11466	720	102643
C20	2020	278	9885	36273	-13084	198680
C21	2020	172	15048	73500	1550	80686
C22	2020	191	9234	2293	-7144	67144
C23	2020	498	25099	13327	-9653	37350
C24	2020	1616	54582	193	-9784	268514
C25	2020	377	15826	6663	6685	59113
C27	2020	2369	11237	32781	19651	89350
C28	2020	1273	22396	1568	62171	211679
C29	2020	396	6408	50808	47198	157080
C30	2020	311	14845	1287	22648	23257
C31-C33	2020	1189	36052	50904	498	62067
D35	2020	2508	122878	79504	0	14706

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
E36-E39	2020	393	16257	32049	0	2911
F41-F43	2020	5459	119441	2369	256133	4078
G45-G47	2020	17177	588365	498205	10000	4457
H49-H52	2020	3669	257168	147877	8090	253289
H53	2020	61	5285	3254	0	4768
I55-I56	2020	361	30834	69116	0	21065
J58-J60	2020	1449	15371	6005	0	5915
J61	2020	3515	42919	51432	0	10937
K64-K66	2020	5241	131903	28202	0	25492
L68	2020	1285	268980	237964	4561	5619
M69-M71	2020	5586	71439	660	2501	36490
M72	2020	3152	19541	12649	8171	9430
M73-M75	2020	5480	46212	11275	0	15339
N77-N82	2020	2261	59895	32886	0	22088
O84	2020	2160	306533	362970	0	14616
P85	2020	7376	186049	240703	0	663
Q86-Q88	2020	6800	113642	220349	0	2069
R90-R93	2020	325	24338	33775	327	10786
S94-S96, T97	2020	963	35891	47337	2208	11950
IT	2021	114706	196501	50688	69141	366280
A01-A03	2021	1557	593367	332841	107761	501566
B05	2021	276	56371	7366	-9062	70868
B06	2021	209	124781	54090	-1094	148710
B07-B09	2021	799	169996	0	-16724	206531
C10-C12	2021	2465	176113	737972	-34112	469448
C13-C15	2021	98	22681	110127	-6953	110985
C16-C18	2021	395	35815	11474	663	111394
C19.1	2021	328	10316	0	5728	13618
C19.2	2021	15	8899	28554	-12157	168521

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
C20	2021	290	15355	34560	-172	285121
C21	2021	159	16642	82787	-8597	97796
C22	2021	124	11244	2922	4527	89521
C23	2021	1190	30512	7917	-3542	47188
C24	2021	610	95831	238	-10470	469230
C25	2021	340	19944	6059	20126	83060
C27	2021	1259	14781	33469	29878	105035
C28	2021	787	25730	2327	108270	267973
C29	2021	349	8215	63395	43244	201513
C30	2021	399	18035	1310	31271	28080
C31-C33	2021	1844	45483	58179	2372	77277
D35	2021	3688	180944	101262	0	13629
E36-E39	2021	399	19143	31616	0	3483
F41-F43	2021	4030	150312	2171	346853	2726
G45-G47	2021	20914	742123	579673	23589	5446
H49-H52	2021	3085	286814	164848	15604	302197
H53	2021	83	8486	4138	0	6150
I55-I56	2021	848	49166	100222	0	30467
J58-J60	2021	1005	19284	7861	0	8530
J61	2021	2026	44781	57651	0	14203
K64-K66	2021	5083	161933	31160	0	28101
L68	2021	1875	314763	292512	3294	8125
M69-M71	2021	3844	73534	726	2736	43136
M72	2021	3670	24022	15873	12193	9249
M73-M75	2021	8724	60013	16061	0	18928
N77-N82	2021	2618	67873	48074	0	28791
O84	2021	1789	336451	401086	0	13954
P85	2021	6829	235042	313943	0	681
Q86-Q88	2021	3975	134883	257055	0	2713

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
R90-R93	2021	155	31910	46702	327	15058
S94-S96, T97	2021	1495	46637	58837	2483	20662
IT	2022	69728	155120	59454	59966	422305
A01-A03	2022	676	449148	234006	16097	491084
B05	2022	248	64312	6274	1478	53802
B06	2022	78	82189	43711	-4480	91795
B07-B09	2022	199	83378	0	7526	107787
C10-C12	2022	2033	135232	829530	2116	812721
C13-C15	2022	37	16834	101391	630	176348
C16-C18	2022	204	31614	15654	-202	102919
C19.1	2022	61	5670	0	3615	8512
C19.2	2022	6	2876	50559	6053	312896
C20	2022	129	7693	26945	-17373	223961
C21	2022	96	15122	98382	-10400	111503
C22	2022	93	10290	1378	818	70667
C23	2022	292	13801	5690	16274	39040
C24	2022	191	39658	168	5393	222179
C25	2022	333	18330	4084	13433	60202
C27	2022	1198	11401	36632	50209	134074
C28	2022	575	16943	1457	97990	272254
C29	2022	293	10048	48757	70618	189260
C30	2022	572	22500	1099	60681	31493
C31-C33	2022	1550	34796	64622	-3331	82032
D35	2022	2889	229907	87600	0	33578
E36-E39	2022	127	16163	31550	0	4184
F41-F43	2022	3020	69299	1648	160812	2762
G45-G47	2022	12741	645455	464683	34130	3557
H49-H52	2022	1678	220053	159801	14682	289067
H53	2022	57	6663	3410	0	2732

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
I55-I56	2022	164	30057	58322	0	21535
J58-J60	2022	494	10842	4437	0	4249
J61	2022	1271	46301	51593	0	22691
K64-K66	2022	1544	156365	38340	0	41022
L68	2022	1696	236075	231789	933	7178
M69-M71	2022	1074	45391	327	1129	34410
M72	2022	2488	19672	14042	7074	8588
M73-M75	2022	2547	34231	8899	0	14373
N77-N82	2022	1758	53799	28410	0	11740
O84	2022	5535	1136937	1535043	0	19900
P85	2022	1849	222862	293748	0	343
Q86-Q88	2022	2627	150430	301862	0	14702
R90-R93	2022	138	26113	32872	300	2696
S94-S96, T97	2022	881	42622	53389	1054	13898
IT	2023	121251	200500	69294	124039	517748
A01-A03	2023	699	500540	245549	-26958	456715
B05	2023	701	81105	11775	-3889	19083
B06	2023	64	133359	43392	-6813	81539
B07-B09	2023	159	69036	0	-5170	77403
C10-C12	2023	849	186715	866284	-9094	840753
C13-C15	2023	95	27247	118468	908	179106
C16-C18	2023	309	40561	17049	-3660	104313
C19.1	2023	36	5455	0	-458	7122
C19.2	2023	31	1799	47853	-153	315219
C20	2023	174	10508	50106	-20487	276656
C21	2023	297	17851	107410	1647	131019
C22	2023	70	14522	2759	-3393	94564
C23	2023	215	22810	10753	-2198	44826
C24	2023	336	47836	236	-2337	212137

<i>Сектор</i>	<i>Рік</i>	<i>Проміжне споживання</i>	<i>Додана Вартість</i>	<i>P3 Кінцеве споживання</i>	<i>P.5g ВНК</i>	<i>P6-P7 Експорт</i>
C25	2023	444	29894	7212	13652	74154
C27	2023	1536	14618	46721	85964	189586
C28	2023	369	23333	3581	262411	400920
C29	2023	221	12596	73946	197282	310684
C30	2023	2794	35938	1156	145026	113087
C31-C33	2023	1807	49385	79141	2610	99720
D35	2023	2666	308936	110635	0	19174
E36-E39	2023	205	17783	47340	0	5307
F41-F43	2023	2457	103883	1389	287026	3220
G45-G47	2023	6262	865700	602390	54806	4994
H49-H52	2023	1976	282822	196732	29656	312411
H53	2023	10	6379	2721	0	10493
I55-I56	2023	393	42448	87826	0	21113
J58-J60	2023	574	14889	6269	0	5246
J61	2023	4496	59234	69454	0	23552
K64-K66	2023	2714	166319	41752	0	44099
L68	2023	2469	318975	292809	1421	7038
M69-M71	2023	2130	62182	630	1622	41327
M72	2023	4154	25074	15392	9583	12357
M73-M75	2023	3090	47394	9626	0	18399
N77-N82	2023	1814	63263	30999	0	15042
O84	2023	15834	1419998	2199501	0	17100
P85	2023	4297	217839	294574	0	421
Q86-Q88	2023	4487	181142	352539	0	7460
R90-R93	2023	143	39564	37721	420	3423
S94-S96, T97	2023	1315	53270	70569	1431	9973

Додаток Е

**Масив вхідних параметрів нейромережових моделей на основі статистичних індикаторів World Bank та
Державної служби статистики України за 2000–2023 рр.**

<i>Series Name</i>	<i>GDP growth (annual %)</i>	<i>Population growth (annual %)</i>	<i>Net exports (% of GDP)</i>	<i>Gross capital formation (% of GDP)</i>	<i>Mobile cellular subscriptions per 100</i>	<i>ICT (% GVA)</i>	<i>Tax revenue (% of GDP)</i>	<i>Revenue, excluding grants (% of</i>	<i>Military expenditure (% of GDP)</i>	<i>Total debt service (% of exports of</i>	<i>Inflation, GDP deflator:</i>	<i>Current account balance %</i>	<i>Broad money (% of GDP)</i>	<i>Total reserves (% of total</i>	<i>Real effective exchange rate index (2010 = 100)</i>	<i>External debt stocks (% of GNI)</i>	<i>Individuals using the Internet (%)</i>	<i>ICT service exports (% of service</i>	<i>School enrollment, tertiary (%)</i>
2000	5.900	-0.844	4.858	19.804	1.676	3.313	13.615	25.861	3.511	20.295	27.501	4.145	17.947	10.616	97.741	45.897	0.716	1.224	50.507
2001	8.800	-0.912	1.372	21.813	4.596	3.441	11.662	25.695	2.769	12.323	10.201	3.368	21.667	13.908	108.139	59.473	1.239	1.210	52.910
2002	5.340	-0.879	4.243	20.191	7.696	3.556	12.633	28.193	2.676	15.976	5.254	7.234	27.816	19.000	103.950	56.203	1.874	1.088	56.646
2003	9.517	-0.747	2.496	21.943	13.658	3.691	13.162	28.807	2.746	14.103	8.164	5.578	34.373	26.854	95.495	52.199	3.148	1.069	60.255
2004	11.795	-0.697	7.412	21.096	29.090	3.520	12.814	29.643	2.507	11.112	15.311	10.281	35.158	30.267	93.527	49.985	3.489	1.137	63.441
2005	3.071	-0.824	0.812	22.507	64.005	3.336	16.529	33.889	2.792	13.577	24.096	2.840	42.436	55.237	103.225	41.218	3.750	1.504	66.890
2006	7.571	-0.647	-2.744	24.543	105.277	3.318	17.092	34.868	2.772	18.996	14.852	-1.447	46.204	41.201	107.529	51.182	4.506	2.093	71.940
2007	8.216	-0.458	-5.467	27.781	119.088	3.295	15.818	32.932	2.870	18.490	22.842	-3.530	52.743	40.197	108.280	56.885	6.550	2.394	76.263
2008	2.243	-0.519	-7.652	27.393	120.558	3.236	17.092	34.276	2.673	21.045	29.020	-6.794	52.051	31.695	117.358	55.805	11.000	2.452	79.733
2009	-15.136	-0.418	-1.619	17.068	119.456	3.596	15.789	33.345	2.840	40.514	12.630	-1.428	51.455	25.166	97.896	91.743	17.900	3.921	82.499
2010	4.092	-0.360	-2.817	18.372	117.768	3.459	14.998	33.168	2.742	38.408	13.673	-2.136	53.354	27.762	100.000	91.592	23.300	3.923	81.908
2011	5.445	-0.319	-5.993	20.444	121.942	3.420	17.840	34.985	2.258	30.142	14.182	-6.043	50.810	23.181	99.402	85.174	28.708	4.890	84.798
2012	0.152	-0.211	-7.857	19.615	130.859	3.576	17.633	36.095	2.353	31.350	7.983	-7.851	52.992	18.358	101.556	74.056	35.270	5.980	83.880
2013	0.045	-0.180	-8.207	16.426	138.441	3.768	16.899	34.768	2.393	42.299	4.309	-8.671	59.698	13.893	98.144	78.276	40.954	7.880	81.532
2014	-10.079	-0.335	-3.506	13.396	144.279	3.813	17.294	33.685	2.967	29.706	15.902	-3.443	60.289	5.905	76.995	96.727	46.236	13.719	83.784
2015	-9.773	-0.409	-2.611	15.933	142.003	4.297	20.451	35.758	3.848	55.390	38.882	5.531	49.989	11.218	71.770	125.026	48.885	16.919	76.865
2016	2.441	-0.368	-6.924	21.724	133.169	4.412	19.630	31.203	3.669	23.434	17.097	-1.999	46.228	13.355	72.151	123.342	53.001	18.557	77.040
2017	2.360	-0.397	-7.785	19.965	131.357	4.382	20.052	32.571	3.241	20.897	22.098	-3.098	40.549	15.119	76.442	109.407	58.890	19.378	80.199
2018	3.488	-0.501	-8.729	18.588	127.754	4.600	20.143	32.135	3.635	20.782	15.399	-4.914	35.886	16.985	80.717	92.737	62.553	21.931	81.495
2019	3.200	-0.558	-8.048	14.890	130.629	5.339	19.196	31.866	4.068	18.156	8.246	-2.680	36.164	20.137	93.367	80.699	70.125	24.798	84.481
2020	-3.753	-0.619	-1.513	8.932	129.341	5.774	19.151	32.317	4.400	23.873	10.295	3.363	43.818	21.841	91.996	83.358	75.038	33.288	82.135
2021	3.446	-0.857	-1.321	14.467	135.026	5.457	19.082	30.055	3.425	15.177	24.805	-1.943	38.001	22.619	94.130	70.583	79.218	38.644	75.908

<i>Series Name</i>	<i>GDP growth (annual %)</i>	<i>Population growth (annual %)</i>	<i>Net exports (% of GDP)</i>	<i>Gross capital formation (% of GDP)</i>	<i>Mobile cellular subscriptions per 100</i>	<i>ICT (% GVA)</i>	<i>Tax revenue (% of GDP)</i>	<i>Revenue, excluding grants (% of</i>	<i>Military expenditure (% of GDP)</i>	<i>Total debt service (% of exports of</i>	<i>Inflation, GDP deflator:</i>	<i>Current account balance (%)</i>	<i>Broad money (% of GDP)</i>	<i>Total reserves (% of total</i>	<i>Real effective exchange rate index 2010 = 100</i>	<i>External debt stocks (% of GNI)</i>	<i>Individuals using the Internet (%)</i>	<i>ICT service exports (% of service</i>	<i>School enrollment, tertiary (%)</i>
2022	-28.759	-7.619	-16.506	12.113	120.261	4.468	16.692	29.281	25.642	13.420	34.915	4.924	47.749	19.880	95.028	84.115	82.675	45.258	
2023	5.535	-8.423	-20.909	18.071	122.758	4.547	17.459	30.835	36.528	12.210	19.874	-5.278	46.427	22.633	91.844	96.080	82.376	41.465	
2024	2.914	0.337	-18.933	18.643		4.660	21.028	33.671	34.482	15.832	12.279	-7.939	45.548	22.626	87.582	101.267		38.184	85.267