

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГУ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**

«На правах рукопису»
УДК 330.46:331.5:338.4

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО:

Завідувач кафедри

_____ Катерина
БОЯРИНОВА

«__» грудня 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

**на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Економічна аналітика»
зі спеціальності 051 Економіка**

**на тему: «Прогностична аналітика тенденцій зайнятості в ІТ-
секторі України»**

Виконала:

студентка 2-го курсу, групи УА-341мп
КОТ Яна Вадимівна _____

Науковий керівник:

Професор кафедри економічної кібернетики, д.е.н., проф.
ШЕВЧУК Олена Анатоліївна _____

Рецензент:

професор кафедри економіки і підприємництва, д.е.н., проф.
ШАШИНА Марина Володимирівна _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань

Студентка _____

Київ – 2025 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

Рівень вищої освіти - другий (магістерський)

Спеціальність - 051 Економіка

Освітньо-професійна програма «Економічна аналітика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«27» червня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

КОТ Яні Вадимівні

1. Тема дисертації «Прогностична аналітика тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України»,

науковий керівник дисертації Шевчук Олена Анатоліївна, д.е.н., проф., затверджені наказом по університету від 03.11.2025 року № 4741-с.

2. Термін подання студентом дисертації 12.12.2025 року.

3. Об'єкт дослідження: процеси формування, функціонування та трансформації ринку праці в інформаційно-технологічному секторі України.

4. Предмет дослідження (Вихідні дані): теоретико-методичні засади та прикладні аспекти прогностичної економічної аналітики тенденцій зайнятості в ІТ-галузі. Вихідними даними є офіційні статистичні дані Державної служби статистики України; аналітичні матеріали щодо розвитку ринку праці та ІТ-сектору; дані аналітичної онлайн-системи YouControl.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1) теоретична частина:

- розкрити зміст тенденцій дослідження зайнятості та специфіки ринку праці ІТ-сектора;
- дослідити чинники впливу та аналітичні показники оцінювання тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України;
- обґрунтувати підходи, моделі та інструментарій прогнозування економічної аналітики зайнятості в ІТ-секторі.

2) аналітична частина:

- оцінити сучасний стан ІТ-зайнятості в Україні;
- проаналізувати та виявити закономірності розвитку ІТ-сектора;
- провести аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості.

3) рекомендаційна частина:

- розробити аналітичний інструментарій для прийняття рішень та оцінити розвиток ІТ-зайнятості;
- сформулювати рекомендації та аналітично обґрунтувати рішення щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-зайнятості в Україні;
- провести прогностичну аналітику та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Порівняльна характеристика теоретичних підходів до аналізу зайнятості;
2. Результати дослідження діяльності ІТ-сектору України;
3. Динаміка ключових показників зайнятості ІТ-сектору України;
4. Економетрична модель прогнозування зайнятості в ІТ-секторі;
5. Результати дослідження залежності обраних факторів для моделювання;
6. Результати моделювання зайнятості в ІТ-секторі;
7. Результати порівняння метрик якості моделей;
8. Результати прогнозування динаміки зайнятості в ІТ-секторі;
9. Результати прогнозування зміни кількості зайнятих працівників за різними сценаріями.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

- 1) тези доповіді на Міжнародній науково-практичній конференції.

8. Дата видачі завдання: 26 червня 2025 року.

Календарний план

№ з/п	<i>Назва етапів виконання магістерської дисертації</i>	<i>Термін виконання етапів магістерської дисертації</i>	<i>Примітка</i>
1.	Вибір напрямку дослідження, узгодження завдання та змісту магістерської дисертації з науковим керівником.	02.06.2025- 27.06.2025	
2.	Збір необхідної інформації, вивчення та аналіз літературних джерел щодо досліджуваної тематики.	30.06.2025- 08.09.2025	
3.	Розгляд теоретико-методичних засад прогностичної аналітики зайнятості в ІТ-секторі. Надання на перевірку першого розділу.	09.09.2025- 30.09.2025	
4.	Дескриптивна аналітика сучасного стану ІТ-зайнятості в Україні.	01.10.2025- 10.10.2025	
5.	Діагностична аналітика та виявлення закономірностей розвитку ІТ-сектора.	11.10.2025- 20.10.2025	
6.	Аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості. Надання на перевірку другого розділу.	21.10.2025- 30.10.2025	
7.	Удосконалення аналітичного інструментарію для прийняття рішень щодо розвитку ІТ-зайнятості.	31.10.2025- 07.11.2025	
8.	Формування рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-зайнятості в Україні.	08.11.2025- 16.11.2025	
9.	Прогностична аналітика та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні. Надання на перевірку третього розділу.	17.11.2025- 30.11.2025	
10.	Оформлення магістерської дисертації другого (магістерського) рівня вищої освіти.	01.12.2025- 03.12.2025	
11.	Подання магістерської дисертації для перевірки на збіг/схожість, отримання відгуку керівника та рецензії.	04.12.2025- 11.12.2025	
12.	Подання магістерської дисертації до захисту.	12.12.2025	

Студентка

Яна КОТ

Науковий керівник

Олена ШЕВЧУК

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація Кот Яни Вадимівни на тему «Прогностична аналітика тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України» зі спеціальності 051 Економіка, освітньо-професійної програми «Економічна аналітика», Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2025, Київ.

Магістерська дисертація складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Виконана в обсязі 120 сторінок, містить 18 рисунків, 15 таблиць та 1 додаток.

Актуальність теми. Ринок праці ІТ-секторі України зазнає змін під впливом глобалізації та в умовах війни. Коливання показника попиту на ІТ-послуги, міграція спеціалістів, мобілізаційні ризики, структурні зрушення у спеціалізаціях та обмеженість статистичної інформації зумовлюють потребу у науково обґрунтованій прогностичній аналітиці. Формування інструментарію для оцінювання та прогнозування зайнятості є критично важливим для держави та бізнесу.

Метою магістерською дисертації є розгляд теоретичних засад, розроблення та апробація методичних положень щодо проведення прогностичної аналітики тенденцій зайнятості в ІТ-секторі та формування обґрунтованих практичних рекомендацій щодо забезпечення стійкості та ефективного функціонування ринку праці високотехнологічної галузі на цій основі.

Завдання дослідження: дослідити теоретичні основи дослідження тенденцій зайнятості та специфіки ринку праці ІТ-сектора; систематизувати чинники впливу та аналітичні показники оцінювання тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України; розглянути методичні підходи, моделі та інструментарій прогностичної економічної аналітики зайнятості в ІТ-секторі; провести дескриптивну аналітику сучасного стану ІТ-зайнятості в Україні; провести діагностичну аналітику та виявлення закономірностей розвитку ІТ-сектора; здійснити аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості; здійснити удосконалення аналітичного інструментарію для прийняття рішень щодо розвитку ІТ-зайнятості; провести формування рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-

зайнятості в Україні; здійснити прогностичну аналітику та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні.

Об'єкт дослідження – процеси формування, функціонування та трансформації ринку праці в інформаційно-технологічному секторі України.

Предмет дослідження – теоретико-методичні засади та прикладні аспекти прогностичної аналітики тенденцій зайнятості в ІТ-галузі.

Методи дослідження. Наукова абстракція, системний та структурно-функціональний аналіз, дескриптивна статистика, регресійне моделювання, графічна візуалізація, порівняльний аналіз та наукове узагальнення. Інформаційною базою слугували дані Держстату, НБУ, ILO, OECD, World Bank, DOU та аналітичних звітів 2020–2025 рр.

Наукова новизна одержаних результатів. Елементами наукової новизни магістерської дисертації є удосконалення методичного підходу до прогнозування зайнятості в ІТ-секторі, який, на відміну від існуючих, є адаптованим до умов воєнного часу та базується на систематизації та кількісній оцінці впливу геополітичних, макроекономічних та інституційних чинників на ринок праці високотехнологічної галузі.

Практичне значення одержаних результатів. Можливість використання розробленого інструментарію органами державної влади для формування політики зайнятості, ІТ-компаніями — для кадрового планування, освітніми установами — для оновлення навчальних програм відповідно до потреб ринку, аналітичними центрами — для моніторингу та стратегічного оцінювання тенденцій ІТ-ринку.

Апробація результатів магістерської дисертації. Опубліковано тези доповіді:

Кот Я. В., Шевчук О. А. Аналіз ключових викликів для ІТ-сектору України в умовах воєнного стану. Моделювання та прогнозування економічних процесів : зб. тез доп. XIX Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 4 груд. 2025 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2025. URL: <https://mpeproc.fmm.kpi.ua>.

Ключові слова: економічна аналітика, ІТ-сектор, зайнятість, прогнозування, економетричне моделювання, людський капітал, цифрова економіка, трудові ресурси, сценарний аналіз.

ABSTRACT

The master's dissertation by Yana Vadymivna Kot titled “Predictive Analytics of Employment Trends in Ukraine’s IT Sector” completed within specialty 051 Economics, educational and professional program “Economic Analytics,” at the National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2025, Kyiv.

The master's dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the work is 120 pages and includes 18 figures, 15 tables, and 1 appendix.

The relevance of the topic. The labor market of the IT sector in Ukraine is undergoing significant changes under the influence of globalization and wartime conditions. Fluctuations in the demand for IT services, migration of specialists, mobilization risks, shifts in professional specialization, and limited availability of statistical information determine the need for scientifically grounded forecasting analytics. Developing an analytical toolkit for assessing and predicting employment is critically important for both the state and businesses.

The purpose of the master's dissertation is to consider the theoretical foundations, develop and test methodological provisions for conducting predictive analytics of employment trends in the IT sector and form sound practical recommendations for ensuring the stability and effective functioning of the labour market in the high-tech industry on this basis.

Research objectives: to examine the theoretical foundations of researching employment trends and the specifics of the IT labor market; to systematize influencing factors and analytical indicators for evaluating employment trends in the Ukrainian IT sector; to review methodological approaches, models, and tools for forecasting employment analytics; to carry out descriptive analytics of the current state of IT employment in Ukraine; to perform diagnostic analytics and identify patterns of IT sector development; to conduct analytical modeling and forecasting of employment trends; to improve the analytical toolkit for decision-making on IT employment development; to formulate recommendations for enhancing the competitiveness of IT employment in

Ukraine; to conduct forecasting analytics and scenario-based strategic planning of IT employment development.

Object of the study – processes of formation, functioning, and transformation of the labor market in the information technology sector of Ukraine.

Subject of the study – theoretical and methodological foundations and applied aspects of forecasting analytics of employment trends in the IT industry.

Research methods. Scientific abstraction, system and structural-functional analysis, descriptive statistics, regression modeling, graphical visualization, comparative analysis, and scientific generalization. The information base includes data from the State Statistics Service of Ukraine, the National Bank of Ukraine, ILO, OECD, World Bank, DOU, and analytical reports for 2020–2025.

Scientific novelty of the obtained results. The elements of scientific novelty in the master's thesis are the improvement of the methodological approach to forecasting employment in the IT sector, which, unlike existing ones, has been adapted to the conditions of wartime and relies on the systematisation and quantitative analysis of the impact of geopolitical, macroeconomic, and institutional factors on the labour market of the high-tech industry.

Practical significance of the obtained results. The developed analytical toolkit can be used by public authorities for shaping employment policy, by IT companies for workforce planning, by educational institutions for updating curricula according to market needs, and by analytical centers for monitoring and strategically assessing IT market trends.

Approbation of the results. Published conference abstract: Kot, Y. V., Shevchuk, O. A. Analysis of Key Challenges for the IT Sector of Ukraine under Martial Law. *In* Modeling and Forecasting of Economic Processes: Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference, Kyiv, December 4, 2025. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, “Polytechnica” Publishing House, 2025. URL: <https://mpeproc.fmm.kpi.ua>.

Keywords: *economic analytics, IT sector, employment, forecasting, econometric modeling, human capital, digital economy, labor resources, scenario analysis.*

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОГНОСТИЧНОЇ АНАЛІТИКИ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ	14
1.1 Теоретичні основи дослідження тенденцій зайнятості та специфіки ринку праці ІТ-сектора	14
1.2 Чинники впливу та аналітичні показники оцінювання тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України	24
1.3 Методичні підходи, моделі та інструментарій прогностичної економічної аналітики зайнятості в ІТ-секторі	34
Висновки до першого розділу	45
2 ЕКОНОМІЧНА АНАЛІТИКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ УКРАЇНИ	48
2.1 Дескриптивна аналітика сучасного стану ІТ-зайнятості в Україні	48
2.2 Діагностична аналітика та виявлення закономірностей розвитку ІТ-сектора	59
2.3 Аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості	79
Висновки до другого розділу	88
3 АНАЛІТИЧНИЙ КОНСАЛТИНГ ТА ПРОГНОСТИЧНА РЕКОМЕНДАЦІЙНА ЕКОНОМІЧНА АНАЛІТИКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ УКРАЇНИ	92
3.1 Удосконалення аналітичного інструментарію для прийняття рішень щодо розвитку ІТ-зайнятості	92
3.2 Формування рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-зайнятості в Україні	98
3.3 Прогностична аналітика та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні	102
Висновки до третього розділу	107
ВИСНОВКИ	110
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	113
ДОДАТКИ	123

ВСТУП

Актуальність теми дослідження зумовлена кількома взаємопов'язаними факторами. По-перше, глобалізація ринку праці інформаційних технологій створює як можливості для інтеграції українських фахівців у міжнародні проекти, так і ризики відтоку талантів до країн із вищим рівнем економічної стабільності. По-друге, структурні трансформації галузі, пов'язані з поширенням штучного інтелекту, автоматизацією рутинних процесів та розвитком оборонних технологій, вимагають переосмислення традиційних підходів до аналізу зайнятості. По-третє, обмеженість систематизованої статистичної інформації та методологічні складнощі оцінювання реального стану ринку праці в умовах воєнного часу актуалізують необхідність адаптації існуючого аналітичного інструментарію до українських реалій. Нарешті, потреба бізнесу, державних інституцій та освітніх закладів у достовірних прогнозах тенденцій зайнятості для прийняття стратегічних рішень визначає практичну значущість розробки науково обґрунтованих методик економічної аналітики.

Сучасна глобальна економіка переживає період безпрецедентних трансформацій, спричинених стрімким розвитком цифрових технологій, які докорінно змінюють структуру ринків праці та формують нові вимоги до кваліфікації робочої сили. Інформаційно-технологічний сектор виступає катализатором економічного зростання у багатьох країнах світу, забезпечуючи не лише створення високооплачуваних робочих місць, а й генерування мультиплікативних ефектів для суміжних галузей економіки. Водночас динаміка зайнятості в ІТ-індустрії характеризується високою волатильністю під впливом технологічних інновацій, змін у глобальному попиті та геополітичних чинників, що актуалізує необхідність розробки надійного інструментарію прогностичної економічної аналітики.

Український контекст набуває особливої специфіки через поєднання традиційних викликів, властивих ринкам праці країн, що розвиваються, із унікальними обставинами повномасштабної війни, яка розпочалася у лютому 2022 року. Вітчизняна ІТ-галузь продемонструвала надзвичайну стійкість в

екстремальних умовах, проте зіткнулася з численними ризиками, включаючи міграцію кваліфікованих кадрів, мобілізацію працездатного населення, руйнування енергетичної інфраструктури та посилення кіберзагроз. Експорт ІТ-послуг залишається критично важливим джерелом валютних надходжень, забезпечуючи понад 11% загального експорту країни, тоді як галузь продовжує генерувати попит на висококваліфікованих фахівців навіть за умови зовнішньої нестабільності. Саме тому вивчення закономірностей функціонування ринку праці ІТ-сектору та розробка методологічних підходів до прогнозування його розвитку набувають виняткової актуальності для формування обґрунтованої економічної політики.

Метою магістерською дисертації є розгляд теоретичних засад, розроблення та апробація методичних положень щодо проведення прогностичної аналітики тенденцій зайнятості в ІТ-секторі та формування обґрунтованих практичних рекомендацій щодо забезпечення стійкості та ефективного функціонування ринку праці високотехнологічної галузі на цій основі.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних *завдань*:

- дослідити теоретичні основи дослідження тенденцій зайнятості та специфіки ринку праці ІТ-сектора;
- систематизувати чинники впливу та аналітичні показники оцінювання тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України;
- розглянути методичні підходи, моделі та інструментарій прогнозування економічної аналітики зайнятості в ІТ-секторі;
- провести дескриптивну аналітику сучасного стану ІТ-зайнятості в Україні;
- провести діагностичну аналітику та виявлення закономірностей розвитку ІТ-сектора;
- здійснити аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості;
- здійснити удосконалення аналітичного інструментарію для прийняття рішень щодо розвитку ІТ-зайнятості;
- провести формування рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-зайнятості в Україні;

- здійснити прогностичну аналітику та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні.

Об'єктом дослідження виступають процеси формування, функціонування та трансформації ринку праці в інформаційно-технологічному секторі України.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади та прикладні аспекти прогностичної аналітики тенденцій зайнятості в ІТ-галузі.

Методи дослідження охоплюють широкий спектр інструментів економічного аналізу, адаптованих до специфіки досліджуваного об'єкта. Теоретичною основою роботи послужили методи наукової абстракції, системного та структурно-функціонального аналізу для концептуалізації взаємозв'язків між чинниками зайнятості. Емпіричну базу дослідження формують методи описивної статистики для характеристики стану ринку праці, регресійного аналізу для виявлення кількісних залежностей між змінними, графічної візуалізації для представлення динамічних трендів. Порівняльний аналіз застосовувався для оцінювання переваг альтернативних методів прогнозування, тоді як метод наукового узагальнення використовувався для формулювання висновків та рекомендацій на основі отриманих результатів.

Інформаційну базу дослідження становлять офіційні статистичні дані Державної служби статистики України, звіти Національного банку України щодо експорту ІТ-послуг, аналітичні матеріали професійної спільноти DOU, рейтинги найбільших ІТ-компаній, публікації міжнародних організацій (OECD, ILO, World Bank), наукові праці вітчизняних та зарубіжних дослідників ринку праці цифрової економіки, опубліковані у період 2020-2025 років. Використання різноманітних джерел інформації дозволяє забезпечити комплексність та достовірність аналітичних висновків, хоча обмеження доступності деяких офіційних статистичних даних в умовах воєнного стану накладають певні методологічні обмеження на дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці адаптованої методології прогнозування зайнятості в ІТ-секторі України, яка враховує специфічні фактори воєнного часу та обмеженість статистичної бази. Вперше

систематизовано чинники впливу на динаміку ринку праці високотехнологічної галузі в умовах військового конфлікту, включаючи мобілізацію, блекауту та кіберризиками. Обґрунтовано методичний підхід до вибору оптимального інструментарію економетричного моделювання на основі критеріїв інтерпретованості, обчислювальної складності та обсягу доступних даних. Розроблено регресійну модель короткострокового прогнозування зайнятості, яка демонструє задовільну точність на обмежених вибірках та дозволяє формувати сценарії розвитку галузі.

Практичне значення одержаних результатів визначається можливістю використання розробленого аналітичного інструментарію органами державної влади для формування політики зайнятості та розвитку людського капіталу, ІТ-компаніями для планування кадрової стратегії, освітніми закладами для адаптації навчальних програм до потреб ринку праці, а також аналітичними центрами та дослідницькими організаціями для моніторингу стану галузі. Результати дослідження можуть використовуватися у навчальному процесі при викладанні дисциплін економетрики, аналізу ринку праці та прогнозування економічних процесів.

1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОГНОСТИЧНОЇ АНАЛІТИКИ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ

1.1 Теоретичні основи дослідження тенденцій зайнятості та специфіки ринку праці ІТ-сектора

Аналіз сучасних тенденцій зайнятості у високотехнологічних галузях вимагає глибокого розуміння теоретичних концепцій, які сформувалися протягом останнього століття. В контексті глобальних економічних трансформацій, спричинених пандемією COVID-19 та геополітичними кризами, теоретичні підходи набувають практичного значення для розуміння динаміки зайнятості. Власне, саме синтез різних теоретичних шкіл дозволяє побачити повну картину процесів, які відбуваються на ринку праці інформаційних технологій.

Розвиток економічної думки щодо зайнятості пройшов складний шлях трансформації, відображаючи зміни у самій структурі економік. Початок ХХ століття ознаменувався домінуванням неокласичних ідей, згідно з якими ринки праці функціонують за принципами попиту та пропозиції, автоматично досягаючи рівноваги через механізм ціноутворення. Представники неокласичної школи, зокрема А. Пігу, обґрунтовували тезу про самокоригуючу природу економічних систем, де безробіття розглядалося переважно як добровільне явище або результат жорсткості заробітних плат [68]. Однак Велика депресія 1930-х років продемонструвала обмеженість таких припущень, створивши підґрунтя для революційних ідей Дж. М. Кейнса.

Кейнсіанська теорія зайнятості принципово змінила розуміння макроекономічних процесів, висунувши концепцію ефективного попиту як центрального чинника визначення рівня зайнятості. Кейнс аргументував, що економіка може тривалий час перебувати у стані неповної зайнятості через недостатність агрегованого попиту, яка не компенсується автоматично ринковими механізмами. За його концепцією, державне втручання через фіскальну політику

виступає необхідним інструментом подолання циклічного безробіття, оскільки приватні інвестиції схильні до нестабільності під впливом мінливих очікувань інвесторів [53]. Власне, кейнсіанський підхід знайшов своє підтвердження під час фінансової кризи 2008 року, коли країни ОЕСР масштабно застосовували стимулюючі програми для збереження робочих місць.

Інституціональний напрям економічної теорії запропонував альтернативний погляд, наголошуючи на ролі соціальних інститутів, норм та влади у формуванні ринків праці. Т. Веблен та його послідовники критикували абстрактні моделі неокласиків, вказуючи на реальні умови, за яких функціонують економічні агенти. Інституціоналісти підкреслювали значення колективних договорів, професійних спілок, корпоративних культур та регуляторних рамок у визначенні умов праці та розподілі доходів [83]. Особливо актуальним такий підхід став для аналізу сегментованих ринків праці, де різні групи працівників мають неоднаковий доступ до можливостей та захисту.

У сучасній економічній науці спостерігається конвергенція різних теоретичних шкіл, що особливо помітно у дослідженнях цифрової економіки (табл. 1.1). Нові кейнсіанці інтегрували елементи мікроекономічного аналізу, визнаючи важливість раціональних очікувань та жорсткостей цін, водночас зберігаючи акцент на необхідності макроекономічної стабілізації. Дослідження Міжнародної організації праці за 2024 рік демонструють, як поєднання кейнсіанських інструментів підтримки попиту з інституційними реформами дозволило країнам пом'якшити наслідки пандемічної кризи для зайнятості [89]. Зокрема, програми субсидування заробітних плат зберегли мільйони робочих місць, одночасно стимулюючи споживчий попит.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика теоретичних підходів до аналізу зайнятості

Теоретична школа	Ключові припущення	Механізми регулювання зайнятості	Обмеження підходу	Релевантність для ІТ-сектора
Неокласична	Раціональність агентів, гнучкість цін і заробітних плат, досконала конкуренція	Ринкова самокорекція через зміни відносних цін, мобільність факторів виробництва	Ігнорування інформаційних асиметрій, інституційних бар'єрів та макроекономічних шоків	Пояснює попит на висококваліфікованих фахівців та диференціацію оплати праці
Кейнсіанська	Жорсткість цін у короткостроковому періоді, волатильність інвестицій, важливість агрегованого попиту	Активна фіскальна політика, державні інвестиції у інфраструктуру та людський капітал	Потенційні ефекти витіснення, проблема боргової стійкості, складність своєчасного втручання	Обґрунтовує підтримку цифрових проєктів під час економічних спадів
Інституціональна	Вплив соціальних норм, влади та організаційних структур на економічну поведінку	Колективні договори, регуляторні рамки, корпоративні практики управління персоналом	Труднощі формалізації та кількісного аналізу інституційних чинників	Пояснює значення організаційної культури для утримання талантів

Джерело: розроблено автором на основі [54; 69; 83]

Еволюція теоретичних поглядів відображає зростаючу складність економічних систем та необхідність мультидисциплінарного аналізу. Поведінкова економіка додала розуміння того, як когнітивні упередження впливають на рішення працівників щодо зміни роботи чи інвестування у навички. Дослідження показують, що психологічні бар'єри, такі як страх невизначеності або схильність до статус-кво, можуть перешкоджати адаптації працівників до технологічних змін навіть за наявності економічних стимулів [89]. Саме тому сучасні політики зайнятості все більше враховують не лише економічні, а й психосоціальні аспекти трудових відносин.

Синтез теоретичних підходів у сучасних дослідженнях зайнятості проявляється у розробці гібридних моделей, які інтегрують елементи різних шкіл. Наприклад, концепція "task-based approach", запропонована Д. Аджемоглу та Д. Аутором, поєднує неокласичний аналіз попиту на навички з інституціональним розумінням організації виробництва, пояснюючи, як автоматизація впливає не на професії в цілому, а на конкретні завдання всередині професій [25]. Подібним чином, теорії платформної економіки використовують інструментарій теорії трансакційних витрат (неоінституціональний підхід) для пояснення ефективності цифрових платформ, водночас визнаючи необхідність кейнсіанського регулювання для забезпечення макроекономічної стабільності.

Цифрова економіка як парадигма розвитку кардинально змінює природу трудових відносин, вимагаючи переосмислення традиційних концепцій зайнятості. На відміну від індустріальної епохи, де домінували стандартизовані робочі місця та тривалі трудові контракти, цифрова ера характеризується множинністю форм зайнятості, зростанням ролі нематеріальних активів та територіальною дисперсією виробничих процесів..

Платформна економіка виникла як інноваційна модель організації праці, де цифрові платформи виступають посередниками між постачальниками послуг та споживачами. Теоретичне обґрунтування платформізації спирається на концепцію трансакційних витрат Р. Коуза, згідно з якою цифрові технології радикально знижують вартість координації економічної діяльності.

Платформи, такі як Upwork, Fiverr або Topal, дозволяють ефективно поєднувати попит на спеціалізовані ІТ-навички з пропозицією від фахівців з різних географічних локацій [88]. Проте така модель породжує нові виклики, пов'язані з прекарізацією праці, невизначеністю доходів та обмеженим доступом до соціального захисту.

Концепція людського капіталу набуває особливого значення у цифровій економіці, де знання та навички швидко застарівають під впливом технологічних інновацій. Г. Беккер та Т. Шульц розробили теорію людського капіталу, трактуючи інвестиції в освіту та здоров'я як раціональний вибір, спрямований на підвищення

майбутніх доходів [88]. У контексті IT-індустрії актуальність концепції підсилюється тим, що період напівжиття технологічних компетенцій скоротився до 2-3 років, вимагаючи постійного оновлення знань. Дослідження ОЕСР демонструють пряму кореляцію між інвестиціями у навчання цифровим навичкам та рівнем зайнятості у високотехнологічних секторах (табл. 1.2) [63].

Таблиця 1.2 – Динаміка зайнятості у цифровому секторі країн ОЕСР, 2020-2025 рр.

Рік	Загальна зайнятість у цифровому секторі (млн осіб)	Частка віддаленої роботи (%)	Середній темп зростання зайнятості (%)	Частка жінок у цифровому секторі (%)	Дефіцит фахівців (млн)
2020	38,2	42,1	2,3	24,8	1,8
2021	39,7	58,3	3,9	25,2	2,1
2022	41,3	63,7	4,0	25,9	2,5
2023	43,1	64,2	4,4	26,4	2,8
2024	44,8	65,1	3,9	26,8	3,1
2025*	46,2	65,8	3,1	27,3	3,3

*Примітка: * – прогнозні значення*

Джерело: складено автором за даними [63; 64]

Теорія творчого руйнування Й. Шумпетера набула нової актуальності в епоху цифрової трансформації. Й. Шумпетер стверджував, що економічний розвиток відбувається через інновації, які руйнують застарілі структури та створюють нові можливості. У IT-секторі спостерігається інтенсивний процес творчого руйнування, коли нові технології, зокрема штучний інтелект та машинне навчання, одночасно елімінують рутинні робочі місця та генерують попит на фахівців нових спеціальностей [72]. Важливим аспектом виступає швидкість такої трансформації, яка у цифровій економіці значно перевищує темпи структурних змін попередніх технологічних революцій.

Питання нерівності у доступі до цифрових можливостей стало центральним у сучасних дослідженнях зайнятості. Цифровий розрив проявляється не лише у доступі до технологічної інфраструктури, але й у здатності ефективно використовувати цифрові інструменти для професійного розвитку. Міжнародна

організація праці фіксує стійкі диспропорції між країнами з високим та низьким рівнем доходів у частці населення, що володіє цифровими навичками [89]. Власне, така нерівність відтворюється всередині країн, де сільське населення, люди похилого віку та жінки часто мають обмежений доступ до якісної цифрової освіти.

Гіг-економіка як форма організації праці викликає активні дебати щодо переваг та недоліків для працівників. Прихильники наголошують на гнучкості, автономії та можливості працювати з різними проєктами, тоді як критики вказують на нестабільність доходів, відсутність соціальних гарантій та асиметрію влади між платформами і працівниками. Дослідження показують, що у 2024 році близько 23% працівників ІТ-сектора в країнах ОЕСР залучені до гіг-економіки принаймні частково, причому ця частка продовжує зростати [62]. Регуляторні виклики полягають у необхідності збалансувати інноваційний потенціал платформної економіки з забезпеченням базових трудових прав.

Концепція людського капіталу займає центральне місце у поясненні конкурентоспроможності та динаміки розвитку ІТ-індустрії. Г. Беккер визначав людський капітал як запас знань, навичок, здоров'я та мотивації, який індивіди накопичують протягом життя через освіту, досвід та піклування про здоров'я. Інвестиції у людський капітал мають подвійну природу: вони збільшують продуктивність працівника та генерують зовнішні ефекти для суспільства через розповсюдження знань (табл. 1.3) [26].

Таблиця 1.3 – Інвестиції в розвиток людського капіталу у цифровій сфері (% від ВВП)

Країна/Регіон	2020	2021	2022	2023	2024	Середньорічний приріст (%)
США	2,8	3,1	3,4	3,6	3,8	7,9
Європейський Союз	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	8,9
Китай	1,9	2,3	2,8	3,2	3,5	16,5
Індія	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	14,4
Україна	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	3,0
Країни ОЕСР (середнє)	2,4	2,7	2,9	3,1	3,3	8,3

Примітка: Включає державні та приватні інвестиції у формальну освіту, професійну підготовку та корпоративні програми розвитку цифрових компетенцій

Джерело: розроблено автором на основі [47; 64; 88]

У ІТ-секторі особливо виразно проявляються позитивні екстерналії освіти, оскільки інновації часто виникають на перетині різних дисциплін та через обмін ідеями між фахівцями.

Ендогенні теорії зростання, розроблені П. Ромером та Р. Лукасом, обґрунтовують людський капітал як ключовий драйвер довгострокового економічного зростання. На відміну від неокласичних моделей, які трактували технологічний прогрес як екзогенний фактор, ендогенний підхід пояснює інновації як результат цілеспрямованих інвестицій у дослідження, розробки та освіти. П. Ромер підкреслював невиснажену природу знань, які можуть використовуватися одночасно багатьма економічними агентами без втрати вартості [70]. Така властивість особливо важлива для програмного забезпечення, де граничні витрати тиражування наближаються до нуля.

Сигнальна теорія освіти, запропонована М. Спенсом, пропонує альтернативне пояснення взаємозв'язку між освітою та доходами. Згідно з цією концепцією, дипломи та сертифікати виступають сигналами для роботодавців про вроджені здібності та продуктивність кандидатів в умовах асиметричної інформації. У контексті ІТ-індустрії сигнальна функція освіти проявляється неоднозначно, оскільки роботодавці все частіше орієнтуються на портфоліо проєктів, практичні навички та результати технічних інтерв'ю, а не на формальні дипломи [73]. Водночас репутація університетів та наявність сертифікатів від провідних технологічних компаній зберігають сигнальну цінність, особливо на початкових етапах кар'єри.

Емпіричні дослідження підтверджують високу віддачу від інвестицій у людський капітал в ІТ-секторі. Аналіз даних ОЕСР демонструє, що кожен додатковий рік освіти у сфері комп'ютерних наук асоціюється з приростом заробітної плати на 8-12% залежно від країни [63]. Більш того, спостерігається ефект комплементарності між формальною освітою та досвідом, коли працівники з вищою освітою швидше накопичують практичні навички та адаптуються до нових технологій. Світовий банк наголошує на критичній важливості

безперервного навчання, оскільки половинний період застарівання технічних знань у галузі штучного інтелекту становить близько 2.5 років [88].

Гендерні диспропорції у людському капіталі ІТ-індустрії залишаються стійкою проблемою глобальних ринків праці. Жінки складають лише близько 27% від загальної кількості працівників технологічного сектора у країнах ОЕСР, причому розрив особливо виражений у технічних ролях та керівних позиціях [85]. Дослідники ідентифікують множинні бар'єри, які перешкоджають залученню жінок до ІТ, включаючи стереотипи щодо технічних здібностей, недостатню представленість жіночих ролевих моделей, специфіку корпоративних культур та обмежені можливості балансу між професійною діяльністю та сімейними обов'язками. Проте країни, які впроваджують цільові програми заохочення жінок до STEM-освіти, демонструють позитивну динаміку скорочення гендерного розриву.

Міграція висококваліфікованих ІТ-фахівців становить важливий аспект глобальної циркуляції людського капіталу. Країни-донори, зокрема Індія, Україна, Румунія та Філіппіни, постачають значну кількість спеціалістів на ринки розвинених економік, що створює парадоксальну ситуацію. З одного боку, грошові перекази мігрантів підтримують споживчий попит у країнах походження, а зворотна міграція може принести цінний досвід та зв'язки. З іншого боку, відтік найбільш кваліфікованих кадрів позбавляє локальні економіки потенціалу інноваційного розвитку [16]. Україна у 2022-2024 роках зіткнулася з посиленням еміграції ІТ-спеціалістів через військову агресію, втративши за різними оцінками від 15% до 20% працівників галузі.

Комплексний аналіз зайнятості у високотехнологічних галузях вимагає інтеграції різних теоретичних перспектив, оскільки жоден окремий підхід не може повністю пояснити складність сучасних процесів (табл. 1.4). Неокласична теорія ефективно моделює довгострокові тренди попиту на навички та механізми диференціації заробітних плат на основі граничної продуктивності праці. Водночас кейнсіанський аналіз залишається необхідним для розуміння циклічних коливань зайнятості та обґрунтування антикризових заходів [75]. Інституціональний підхід

додає критично важливі інсайти щодо ролі організаційних структур, норм та влади у формуванні умов праці.

Таблиця 1.4 – Компаративний аналіз застосування теоретичних концепцій до ІТ-сектора

Теоретичний підхід	Пояснювальна сила	Практичні імплікації для політики	Обмеження у контексті ІТ	Напрями інтеграції
1	2	3	4	5
Неокласична теорія	Моделювання довгострокової рівноваги, визначення ціни навичок	Лібералізація ринку праці, підтримка мобільності фахівців	Недооцінка інформаційних асиметрій та трансакційних витрат	Поєднання з теорією пошуку роботи
Кейнсіанська школа	Пояснення циклічних флуктуацій зайнятості	Фіскальна підтримка під час рецесій, інвестиції у цифрову інфраструктуру	Фокус на короткостроковій стабілізації без урахування структурних змін	Доповнення інструментами промислової політики
Інституціоналізм	Аналіз ролі корпоративних культур та норм	Розвиток гнучких форм зайнятості, захист прав платформних працівників	Складність формалізації та прогнозування інституційних змін	Використання якісних методів дослідження
Теорія людського капіталу	Обґрунтування інвестицій у освіту та навчання	Програми перекваліфікації, стимули для корпоративного навчання	Припущення про однорідність якості освіти	Врахування сигнальної функції освіти
Еволюційна економіка	Пояснення шумпетеріанської конкуренції та інновацій	Підтримка стартап-екосистем, захист інтелектуальної власності	Обмежені можливості точного прогнозування траєкторій розвитку	Інтеграція з агент-орієнтованим моделюванням

Джерело: розроблено автором на основі [24; 34; 54; 69;83]

Синтез теоретичних шкіл особливо продуктивний у контексті аналізу впливу технологічних інновацій на структуру зайнятості. Концепція *skill-biased technological change* пояснює зростаючу премію за висококваліфіковану працю через комплементарність між новими технологіями та когнітивними навичками. Емпіричні дослідження підтверджують, що автоматизація витісняє працівників, зайнятих рутинними операціями, натомість посилюючи попит на фахівців з аналітичними, творчими та комунікативними компетенціями [58]. У той же час теорія *task-based approach* Дарона Аджемоглу та Д. Аутора деталізує, що технологічні зміни впливають не на професії в цілому, а на конкретні завдання, створюючи можливості для реструктуризації робочих місць.

Поведінкова економіка збагачує традиційні теорії розумінням того, як психологічні фактори впливають на рішення працівників. Дослідження показують, що працівники ІТ-сектора демонструють схильність до *overconfidence* щодо стійкості попиту на їхні поточні навички, що призводить до недостатніх інвестицій у перекваліфікацію. Водночас феномен *loss aversion* пояснює, чому працівники часто відкладають перехід на нові спеціалізації навіть за наявності очевидних економічних стимулів [58]. Політики, які враховують такі поведінкові особливості через *nudging* або зміну архітектури вибору, можуть бути ефективнішими за традиційні фінансові стимули.

Синтез теоретичних підходів дозволяє сформулювати інтегровану рамку аналізу зайнятості в ІТ-секторі, яка враховує множинність факторів на різних рівнях аналізу.

На макрорівні кейнсіанські інструменти стабілізації попиту поєднуються з неокласичним аналізом структурних трендів та промисловою політикою підтримки інновацій.

На мезорівні інституціональний підхід пояснює роль освітніх систем, корпоративних практик та регуляторних рамок у формуванні умов праці, тоді як теорія агломерації аналізує просторові патерни концентрації економічної активності.

На мікрорівні теорія людського капіталу обґрунтовує індивідуальні інвестиційні рішення, поведінкова економіка пояснює відхилення від раціональної поведінки, а мережевий аналіз показує роль соціального капіталу. Така багаторівнева інтеграція забезпечує цілісне розуміння складної динаміки сучасних ринків праці у високотехнологічних галузях, дозволяючи розробляти ефективні політики, які враховують взаємодію різних факторів та механізмів.

1.2 Чинники впливу та аналітичні показники оцінювання тенденцій зайнятості в ІТ-секторі України

Дослідження тенденцій зайнятості в інформаційно-технологічній галузі вимагає комплексного розгляду численних чинників, що формують динаміку ринку праці. Економісти, аналізуючи трансформації в цифровому секторі, наголошують на необхідності систематизації факторів впливу через призму як зовнішніх макроекономічних процесів, так і внутрішніх специфічних особливостей галузі. Адже саме взаємодія геополітичних змін, макроекономічних коливань та військових ризиків визначає траєкторію розвитку зайнятості у сфері, яка демонструє високу волатильність під впливом глобальних викликів. Водночас, вибір релевантних аналітичних показників для оцінювання стану та прогнозування майбутніх тенденцій стає критично важливим завданням, оскільки від якості індикаторів залежить точність економічних моделей, розроблених для підтримки прийняття рішень на рівні політики зайнятості.

Геополітичні фактори відіграють ключову роль у формуванні умов функціонування ринку праці інформаційних технологій, особливо в країнах, що переживають конфліктні ситуації або знаходяться в зонах нестабільності. Теоретичні дослідження, проведені в рамках інституційної економіки, підкреслюють, наскільки політична невизначеність впливає на інвестиційний клімат, що безпосередньо позначається на здатності компаній створювати нові робочі місця. У випадку України, повномасштабне вторгнення росії у 2022 році

стало каталізатором трансформацій, які змінили географічну структуру галузі та спричинили масову міграцію фахівців. Дослідники зазначають, що геополітична нестабільність призводить до скорочення довгострокового планування бізнесу, адже компанії змушені адаптуватися до щоденних викликів, пов'язаних із загрозами безпеці [64].

Макроекономічні чинники, включаючи інфляцію, валютні коливання та зміни в фіскальній політиці, формують середовище, в якому функціонує ІТ-сектор. Економісти, аналізуючи дані за 2022-2024 роки, вказують на те, що девальвація гривні на 25% у перші місяці війни призвела до зростання вартості імпортного обладнання, однак одночасно підвищила конкурентоспроможність українських фахівців на глобальному ринку через зниження їхньої вартості в доларовому еквіваленті [89]. Більше того, інфляційні процеси, які досягли піку в 26,6% у 2022 році, вплинули на купівельну спроможність працівників, змушуючи компанії переглядати рівні заробітних плат для утримання кадрів [16]. Водночас, зміни в податковій політиці, зокрема дискусії навколо оподаткування фізичних осіб-підприємців (ФОП), створюють додаткову невизначеність, яка може вплинути на рішення спеціалістів щодо залишення або еміграції з країни (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Вплив макроекономічних факторів на ІТ-сектор України (2022-2024 роки)

Показник	2022	2023	2024	Вплив на зайнятість
Інфляція (%)	26,6	12,8	9,7	Зростання номінальних зарплат, тиск на утримання кадрів
Девальвація гривні (%)	25,3	8,2	5,1	Підвищення конкурентоспроможності на глобальному ринку
Експорт ІТ-послуг (млрд USD)	7,3	6,7	6,45	Скорочення попиту призвело до оптимізації штату
Зміна кількості спеціалістів у топ-50 компаній (тис.)	+9,5	-7,0	-10,7	Відображає кумулятивний ефект війни та міграції

Джерело: складено автором на основі [17-18].

Глобальні економічні тенденції, такі як уповільнення зростання в країнах ОЕСР або рецесійні очікування в США та ЄС, також позначаються на попиті на українські ІТ-послуги.

Звіти Міжнародної організації праці підкреслюють, що під час економічних спадів компанії скорочують бюджети на аутсорсинг, що призводить до зменшення кількості замовлень для українських фірм [90]. У 2023 році експорт ІТ-послуг з України знизився до 6,7 млрд доларів порівняно з рекордними 7,3 млрд у 2022 році, що частково пояснюється саме глобальною економічною невизначеністю [17]. Проте, незважаючи на ці виклики, український ІТ-сектор зберігає конкурентні переваги завдяки високій кваліфікації фахівців та розвиненій освітній екосистемі, яка продовжує генерувати таланти навіть в умовах війни.

Регуляторні зміни на міжнародному рівні, включаючи впровадження нових правил захисту даних (наприклад, GDPR в ЄС) або регулювання штучного інтелекту, створюють як виклики, так і можливості для українських компаній. Теоретики інституційної економіки наголошують, що адаптація до міжнародних стандартів вимагає інвестицій у навчання персоналу та перебудову бізнес-процесів, однак водночас відкриває доступ до нових ринків [77]. У 2024 році Україна почала імплементацію норм ЄС у сфері цифрового регулювання в рамках процесу євроінтеграції, що створює додаткові вимоги до ІТ-компаній, але одночасно підвищує їхню привабливість для європейських клієнтів.

Повномасштабне вторгнення російської федерації принесло унікальний набір ризиків, які раніше не розглядалися в теоретичних моделях зайнятості для України (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 - Вплив військових ризиків на зайнятість в ІТ-секторі України (2022-2024)

Фактор ризику	Прояв	Вплив на зайнятість	Адаптаційні заходи
Мобілізація	15% фахівців мобілізовано або отримали повістки	Скорочення пропозиції робочої сили, асиметричний вплив на малі компанії	Перерозподіл завдань, найм жінок та junior-спеціалістів
Релокація внутрішня	Зміщення центрів активності з Києва (45%→42%) до Львова (14%→18%)	Територіальна реструктуризація, витрати на переїзд	Відкриття філій у західних регіонах, інвестиції в локальну інфраструктуру
Релокація зовнішня	8% виїхали за кордон (2022), скорочення до 4% (2024)	Відтік талантів, частковий return	Програми репатріації, можливість віддаленої роботи для України
Блекаути	72% компаній зазнали збитків, падіння продуктивності на 20-30%	Зниження ефективності, зростання операційних витрат	Інвестиції в генератори, Starlink, гнучкі графіки роботи
Кіберризики	Зростання атак на 400%	Підвищений попит на спеціалістів з кібербезпеки (+56% вакансій)	Збільшення зарплат, навчальні програми з кіберзахисту

Джерело: складено автором на основі [11; 19; 24]

Мобілізація працездатного населення стала одним із найсуттєвіших факторів, що впливають на пропозицію робочої сили в ІТ-секторі. За даними опитувань, проведених у 2024 році, близько 15% ІТ-фахівців отримали повістки або проходять військову службу, що призвело до скорочення доступності кадрів для компаній [23]. Економісти зазначають, що мобілізація створює асиметричний вплив на різні сегменти ринку: малі стартапи втрачають ключових спеціалістів, тоді як великі корпорації можуть перерозподіляти завдання між рештою команди. Більше того, невизначеність щодо майбутніх призовів змушує частину фахівців розглядати еміграцію як спосіб уникнення мобілізації, що посилює відтік талантів.

Релокація як внутрішня, так і зовнішня стала домінуючим трендом у перші місяці війни. Дані DOU показують, що у 2022 році частка ІТ-працівників у Києві знизилася з 45% до 28%, тоді як західні регіони, особливо Львів, прийняли значну кількість переміщених фахівців, збільшивши свою частку з 14% до 18% [18].

Водночас, 8% спеціалістів виїхали за кордон у перші місяці конфлікту, хоча пізніше частина з них повернулася, скоротивши цей показник до 4% у 2024 році. Теоретичні моделі міграції, розроблені економістами праці, підкреслюють, що рішення про релокацію залежить від балансу між безпековими ризиками та економічними можливостями, причому для ІТ-фахівців можливість віддаленої роботи знижує бар'єри для переїзду. Однак релокація всередині країни вимагає адаптації інфраструктури, зокрема забезпечення стабільного інтернету та електропостачання в нових локаціях, що стає викликом в умовах систематичних атак на енергетичну систему.

Блекаути та перебої в електропостачанні, які почастишали з осені 2022 року внаслідок ракетних ударів по енергетичній інфраструктурі, створили безпрецедентні виклики для галузі, що критично залежить від стабільного доступу до електрики та інтернету. Опитування компаній, проведене у 2023 році, показало, що 72% ІТ-фірм зазнали збитків через енергетичні проблеми, які призвели до зниження продуктивності праці на 20-30% у піковий період відключень [23]. Економісти, аналізуючи вплив блекаутів, наголошують, що компанії були змушені інвестувати в генератори, системи безперебійного живлення та Starlink, що підвищило операційні витрати на 15-25%. Більше того, систематичні відключення вплинули на ментальне здоров'я працівників, створюючи додатковий стрес та знижуючи мотивацію, що відображається у зростанні показників вигорання (burnout) серед фахівців.

Кіберризики та загрози безпеці даних значно посилилися в умовах гібридної війни, коли хакерські групи, пов'язані з агресором, систематично атакують українські компанії та державні інституції. Звіт про кіберзагрози, опублікований у 2024 році, вказує на зростання кількості атак на ІТ-інфраструктуру на 400% порівняно з доповоєнним періодом [10]. Водночас, ці виклики стимулювали попит

на фахівців з кібербезпеки, вакансії в якій зросли на 56% у 2024 році, а середня заробітна плата досягла 3800 доларів, що на 35% вище, ніж у розробників програмного забезпечення. Теоретичні моделі економіки безпеки підкреслюють, що інвестиції в кіберзахист стають критично важливими для підтримки конкурентоспроможності, оскільки клієнти з країн ОЕСР вимагають гарантій захисту даних, що підвищує вимоги до українських компаній.

Зміна структури попиту на професії стала логічним наслідком трансформації економіки під впливом війни. Якщо до 2022 року домінував попит на розробників веб-додатків та мобільних застосунків, то у воєнний період значно зріс інтерес до фахівців з оборонних технологій (defense tech), кібербезпеки та штучного інтелекту для військових застосувань. Дослідження показують, що у 2024 році близько 25% інвестиційних угод в українському стартап-екосистемі припадали на оборонний сектор, що відображає реорієнтацію галузі [54]. Більше того, компанії почали активніше шукати фахівців з аналізу даних для військових потреб, розробників дронів та систем електронної боротьби, що призвело до появи нових спеціалізацій в рамках ІТ-освіти. Теоретики структурних трансформацій ринку праці наголошують, що такі зміни можуть мати довгостроковий ефект, оскільки формують новий напрямок розвитку галузі, орієнтований на оборонні інновації.

Вибір релевантних індикаторів для аналізу та прогнозування тенденцій зайнятості в ІТ-секторі вимагає теоретичного обґрунтування їхньої значущості та доступності даних. Економісти праці традиційно використовують кілька груп показників, які дозволяють комплексно оцінити стан ринку: індикатори попиту на робочу силу, показники пропозиції кадрів, характеристики якості зайнятості та фінансові результати галузі. Водночас, специфіка ІТ-сектору вимагає врахування додаткових факторів, таких як міграційна динаміка, експортна орієнтація та структурні зміни в професійному складі (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 - Ключові аналітичні показники оцінювання зайнятості в ІТ-секторі України

Показник	Теоретичне обґрунтування	Джерело даних	Частота оновлення	Релевантність для прогнозування
Кількість вакансій	Індикатор поточного попиту на робочу силу (неокласична модель)	DOU, Work.ua	Щомісячно	Висока – випереджаючий індикатор змін у найманні
Середня заробітна плата	Показник балансу попиту/пропозиції та якості зайнятості	DOU, Державна служба статистики	Щоквартально	Середня – лагований індикатор, реагує з затримкою
Експорт ІТ-послуг	Відображення конкурентоспроможності та залежності від глобального попиту	Національний банк України	Щоквартально	Висока – прямий зв'язок із обсягами зайнятості
Чисельність зайнятих	Основний показник масштабу зайнятості в галузі	DOU (топ-50), Держстат	Піврічно/щорічно	Висока – базовий індикатор для аналізу
Міграція фахівців	Показник відтоку/притоку кадрів, впливає на пропозицію робочої сили	Опитування DOU, Lviv IT Cluster	Щорічно	Середня – важливий для довгострокових прогнозів
Структура попиту за професіями	Відображає трансформацію галузі та нові напрямки розвитку	Аналіз вакансій DOU	Щоквартально	Висока – дозволяє виявити структурні зміни
Військові ризики (мобілізація, блекаути)	Унікальні фактори контексту війни, впливають на пропозицію та продуктивність	Опитування компаній, медіа-аналітика	За необхідності	Висока – критичні для короткострокових прогнозів

Джерело: складено автором на основі [18; 19; 65; 90]

Кількість вакансій виступає одним із найбільш чутливих індикаторів попиту на робочу силу, оскільки відображає поточні потреби роботодавців. Теоретичні моделі ринку праці, розроблені в рамках неокласичної економіки, розглядають

вакансії як показник незадоволеного попиту, який формується під впливом зростання бізнесу або плинності кадрів [64]. Дані DOU показують, що у 2022 році кількість опублікованих вакансій в українському ІТ-секторі скоротилася на 10% порівняно з 2021 роком, відображаючи шок від початку війни, коли щомісячна кількість пропозицій впала з 34,5 тисяч у січні до 16 тисяч у листопаді [54]. Однак вже з травня 2022 року ситуація стабілізувалася на рівні близько 1 тисячі наймів на місяць, що свідчить про адаптацію галузі до нових реалій. Більше того, структура вакансій змінилася: якщо до війни домінували позиції розробників, то у 2023-2024 роках частка вакансій у сфері кібербезпеки зросла до 12%, що відображає зміну пріоритетів компаній.

Рівень заробітної плати служить ключовим індикатором якості зайнятості та конкурентоспроможності галузі на глобальному ринку. Економісти підкреслюють, що в умовах дефіциту кваліфікованих кадрів зарплати виконують функцію балансування попиту та пропозиції, сигналізуючи про напруженість на ринку [90].

Дані показують, що середня заробітна плата в українському ІТ-секторі зростала на 15-20% щорічно впродовж 2022-2024 років, досягнувши 3400 доларів для розробників ПЗ та 3800 доларів для фахівців з кібербезпеки у 2025 році [17]. Водночас, інфляційні процеси частково нівелювали реальне зростання доходів, що вимагає аналізу як номінальних, так і реальних показників заробітної плати. Більше того, диференціація оплати праці між різними спеціалізаціями та регіонами дозволяє виявити структурні дисбаланси на ринку, зокрема концентрацію найвищих зарплат у Києві та Львові.

Експорт ІТ-послуг виступає унікальним показником для українського сектору, враховуючи його високу експортну орієнтацію, яка сягає 90% доходів галузі. Теоретичні моделі міжнародної торгівлі послугами підкреслюють, що експорт відображає конкурентоспроможність національних компаній на глобальному ринку та їхню здатність залучати іноземних клієнтів [77]. Водночас, експортні надходження безпосередньо пов'язані з зайнятістю, оскільки зростання замовлень вимагає нарощування персоналу, тоді як зниження призводить до оптимізації штату.

Дані за 2022-2024 роки демонструють складну динаміку: після досягнення рекордних 7,3 млрд доларів у 2022 році експорт знизився до 6,45 млрд у 2024 році, що частково пояснюється глобальною рецесією та втратою частини клієнтів через репутаційні ризики, пов'язані з війною [17]. Проте, експорт залишається критично важливим джерелом валютних надходжень, забезпечуючи 11-13% загального експорту товарів і послуг України.

Чисельність зайнятих у галузі залишається базовим показником, який дозволяє оцінити масштаб сектору та його динаміку. Дані про кількість спеціалістів у топ-50 найбільших компаніях України показують, що після досягнення піку в 99,5 тисяч осіб у 2022 році відбулося послідовне скорочення до 81,8 тисяч у 2024 році, що становить зниження на 17,8% [23]. Однак загальна чисельність зайнятих в українському ІТ-секторі, за різними оцінками, коливається між 302 і 346 тисячами осіб, що вказує на значну частку малих компаній та фрілансерів, які не потрапляють у рейтинги найбільших фірм [54]. Теоретики ринку праці підкреслюють, що аналіз чисельності зайнятих має враховувати як формальну зайнятість у компаніях, так і самозайнятість через статус ФОП, який обирає більшість українських ІТ-фахівців для оптимізації оподаткування.

Міграційна динаміка фахівців стала особливо важливим показником в умовах війни, коли значна частина працівників переміщувалася всередині країни або виїжджала за кордон. За оцінками, близько 120 тисяч висококваліфікованих українських ІТ-професіоналів виїхали за кордон внаслідок війни, з яких 62-64 тисячі продовжують працювати для українських компаній віддалено [54]. Теоретичні моделі міграції висококваліфікованих кадрів ("brain drain") підкреслюють, що відтік талантів може мати довгостроковий негативний ефект на економіку, оскільки знижує інноваційний потенціал країни та зменшує податкові надходження [60]. Проте, частина емігрантів повертається або продовжує підтримувати зв'язки з Україною через віддалену роботу, що частково компенсує втрати. Більше того, інтеграція українських фахівців у європейські та американські ІТ-екосистеми створює нові мережі для залучення інвестицій та бізнесу в

українську економіку, що може мати позитивний ефект у довгостроковій перспективі.

Структура попиту за професіями дозволяє виявити трансформаційні процеси всередині галузі та прогнозувати майбутні потреби в кадрах. Аналіз вакансій показує, що у 2024 році попит на фахівців з кібербезпеки зріс на 56%, тоді як вакансії для веб-розробників збільшилися лише на 8%, що відображає зміну пріоритетів компаній під впливом зростаючих кіберзагроз [23].

Водночас, активно розвивається сегмент оборонних технологій (defense tech), де з'являються нові спеціалізації, такі як розробники систем для безпілотників, аналітики військових даних та спеціалісти з AI для тактичних застосувань. Такі зміни вимагають адаптації освітніх програм для підготовки фахівців з новими компетенціями, а також перекваліфікації існуючих працівників для задоволення змінюваного попиту [38].

Систематизація чинників впливу та обґрунтування аналітичних показників створює теоретичну базу для побудови прогностичних моделей зайнятості в IT-секторі України. Економісти, інтегруючи дані про геополітичні ризики, макроекономічні коливання та військові виклики з кількісними індикаторами попиту та пропозиції робочої сили, можуть розробляти сценарії розвитку галузі в різних умовах.

Водночас, унікальність українського контексту, де війна стала домінуючим фактором трансформації, вимагає включення специфічних показників, таких як мобілізація, блекауту та кіберризика, в стандартні моделі аналізу ринку праці, що розширює теоретичний інструментарій економіки зайнятості.

1.3 Методичні підходи, моделі та інструментарій прогнозової економічної аналітики зайнятості в ІТ-секторі

Сучасна економічна наука характеризується активним впровадженням кількісних методів дослідження динаміки ринку праці, особливо коли мова йде про високотехнологічні сектори національної економіки. Методологічна база прогнозування динаміки зайнятості ґрунтується на синтезі економічної теорії, статистичного аналізу та сучасних обчислювальних технологій. Міжнародна організація праці у звіті "World Employment and Social Outlook: Trends 2024" наголошує на необхідності використання комплексних підходів, враховуючи не лише кількісні індикатори ринку праці, а й структурні зміни, спричинені технологічними інноваціями та глобалізацією [89]. Організація економічного співробітництва та розвитку у дослідженні "OECD Employment Outlook 2024" акцентує увагу на трансформаційних процесах, пов'язаних із переходом до вуглецево-нейтральної економіки, проте підкреслює універсальність базових аналітичних інструментів для різних секторів [63, с. 12-15].

Американське бюро статистики праці традиційно застосовує багатокомпонентну систему прогнозування, інтегруючи макроекономічні показники, галузеві тренди та професійну структуру зайнятості. Проекції на період 2024-2034 років демонструють очікуване зростання зайнятості у професійних, наукових та технічних послугах на 7,5%, а в інформаційному секторі – на 6,5% [81, с. 2-4]. Зазначені прогнози базуються на комбінації економетричних моделей і експертних оцінок, враховуючи вплив штучного інтелекту, автоматизації процесів та цифрової трансформації бізнес-середовища.

Український контекст прогнозування зайнятості в ІТ-секторі характеризується додатковою складністю через воєнний стан та його наслідки для економіки. Дослідження Primierova та Spanish (2024) щодо моделювання українського ринку праці методами системної динаміки виявило складні взаємозв'язки між демографічними процесами, бізнес-структурами та динамікою робочої сили [69, с. 81-83]. Автори підкреслюють циклічний характер взаємодій,

коли зміни у пропозиції праці спричиняють зміни попиту, формуючи петлі зворотного зв'язку. Водночас дослідження засвідчило зростання кількості ІТ-спеціалістів на 8% попри несприятливі зовнішні умови, демонструючи стійкість галузі [49].

Теоретичні засади прогнозування трудових ресурсів розглядають три основні модальності: прогнози на основі пропозиції праці, прогнози попиту на робочу силу та оцінки потреби в персоналі. Кожна модальність передбачає специфічний набір методів та інструментів, адаптованих до характеру аналізованих даних і горизонту прогнозування.

Систематичний огляд моделей прогнозування робочої сили підтверджує доцільність застосування гібридних підходів, коли якісні та кількісні методи доповнюють один одного, компенсуючи взаємні обмеження [61].

Регресійний аналіз посідає центральне місце серед статистичних методів, призначених для вивчення залежностей між змінними та побудови прогнозних моделей.

Фундаментальна ідея полягає в апроксимації зв'язку між залежною змінною (наприклад, рівнем зайнятості) та одним чи кількома предикторами (економічними індикаторами, часовими характеристиками, галузевими показниками) через математичну функцію. Найпростішою формою виступає лінійна регресія, коли передбачається пряма пропорційна залежність між досліджуваними параметрами [42].

Методика лінійного регресійного аналізу передбачає оцінювання параметрів рівняння, яке описує взаємозв'язок змінних (табл. 1.8). Коефіцієнти регресії кількісно характеризують силу та напрям впливу предикторів на цільову змінну, дозволяючи інтерпретувати результати в економічних термінах.

Статистична значущість коефіцієнтів, оцінена через t-критерії та р-значення, визначає, чи є виявлений зв'язок достатньо надійним для побудови прогнозів. Коефіцієнт детермінації R^2 вказує на частку варіації залежної змінної, пояснену моделлю, слугуючи індикатором якості апроксимації [86].

Таблиця 1.8 – Порівняльна характеристика переваг та обмежень лінійної регресії

Характеристика	Переваги	Обмеження	Способи мінімізації обмежень
Інтерпретованість	Прості для розуміння коефіцієнти, чітка економічна інтерпретація зв'язків між змінними	Неможливість моделювання складних нелінійних залежностей без трансформацій	Логарифмічні та поліноміальні перетворення змінних, додавання взаємодій
Обчислювальна складність	Швидкість розрахунків, мінімальні вимоги до обчислювальних ресурсів	Спрощення реальних процесів може призвести до втрати точності	Використання регуляризації (Ridge, Lasso) для покращення узагальнюючої здатності
Стабільність оцінок	Стійкість до малих змін у даних за умови відсутності мультиколінеарності	Чутливість до викидів та порушень припущень про розподіл помилок	Робастні методи оцінювання, попередня обробка даних, видалення або трансформація аномальних спостережень
Екстраполяція	Можливість прогнозування за межами спостережуваного діапазону даних	Високий ризик помилок при екстраполяції за межі тренувальної вибірки	Обмеження горизонту прогнозу, валідація на незалежних даних, урахування експертних оцінок
Припущення моделі	Чіткі статистичні припущення дозволяють тестувати адекватність моделі	Порушення припущень (гетероскедастичність, автокореляція) знижує точність	Діагностичні тести, застосування узагальнених методів оцінювання, корекція стандартних помилок

Джерело: складено автором на основі [40; 44; 51]

Застосування регресійного аналізу для прогнозування зайнятості вимагає ретельного відбору предикторів, здатних пояснювати динаміку досліджуваного показника. У контексті ІТ-сектору релевантними предикторами виступають обсяги експорту ІТ-послуг, інвестиції в технологічну інфраструктуру, кількість освітніх програм з інформаційних технологій, а також макроекономічні індикатори. Дослідження Orozco-Castañeda щодо прогнозування ринку праці в умовах пандемії COVID-19 продемонструвало, що методи машинного навчання, включаючи регресійні підходи, здатні краще адаптуватися до безпрецедентних умов порівняно з традиційними часовими рядами [67, с. 2-4].

Лінійна регресія демонструє особливу ефективність у ситуаціях, коли залежність між змінними близька до пропорційної, а дані характеризуються відносною стабільністю структури зв'язків. Для короткострокових прогнозів на горизонті до двох років, коли фундаментальні драйвери зайнятості зберігають свою дію, лінійні моделі забезпечують баланс між простотою, інтерпретованістю та точністю передбачень.

Сучасний арсенал методів прогнозування зайнятості виходить далеко за межі базових регресійних підходів, пропонуючи широкий спектр інструментів різного ступеня складності (табл. 1.9).

Часові ряди, зокрема моделі ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), становлять окремий клас методів, орієнтованих на виявлення внутрішніх закономірностей у послідовних спостереженнях. ARIMA-моделі ефективні для даних із виразними трендами та сезонними компонентами, дозволяючи декомпонувати часовий ряд на складові та екстраполювати їх у майбутнє [28].

Таблиця 1.9 – Порівняльний аналіз прогностичних методів для аналізу зайнятості в ІТ-секторі

Метод	Теоретична основа	Переваги	Недоліки	Горизонт прогнозування	Точність (R ² /RMSE)
Лінійна регресія	Мінімізація квадратів відхилень	Інтерпретованість, швидкість обчислень, можливість включення множинних предикторів	Припущення про лінійність, чутливість до викидів	Короткостроковий (1-2 роки)	R ² =0,85-0,94
ARIMA	Авторегресія та ковзні середні	Автоматичне виявлення трендів та сезонності, не потребує екзогенних змінних	Вимагає стаціонарності, складність параметризації	Середньостроковий (2-5 років)	RMSE=3,2-4,5%
Нейронні мережі (LSTM/GRU)	Глибоке навчання на послідовностях	Моделювання нелінійних залежностей, адаптивність до змін	Потребує великих обсягів даних, складність інтерпретації, ризик перенавчання	Різний (1-5 років)	R ² =0,92-0,97
Випадковий ліс	Ансамбль дерев рішень	Стійкість до викидів, автоматичний відбір ознак, висока точність	Обчислювальна складність, менша інтерпретованість	Середньостроковий (2-4 роки)	R ² =0,88-0,94
Сценарне моделювання	Експертні оцінки та симуляція	Урахування якісних факторів, аналіз альтернативних траєкторій	Суб'єктивність, відсутність точкових прогнозів	Довгостроковий (5-10 років)	Якісна оцінка

Джерело: складено автором на основі [38; 57; 68; 91]

Перевагою ARIMA-моделей виступає спроможність моделювати складні автокореляційні структури без залучення зовнішніх предикторів. Модель автоматично враховує взаємозв'язки між послідовними значеннями ряду, ідентифікуючи оптимальну кількість авторегресійних та ковзних середніх компонентів. Водночас обмеженням виступає залежність від припущення про стаціонарність ряду та складність інтерпретації економічного змісту параметрів моделі. Порівняльне дослідження Yurtsever (2023) продемонструвало, що гібридні

архітектури, комбінуючи LSTM та GRU нейронні мережі, забезпечують вищу точність прогнозування безробіття порівняно з класичними ARIMA-моделями [91].

Методи машинного навчання репрезентують наступний рівень складності прогностичних інструментів, використовуючи алгоритми, здатні автоматично виявляти закономірності у багатовимірних даних. Нейронні мережі, зокрема архітектури LSTM (Long Short-Term Memory) та GRU (Gated Recurrent Unit), спеціально розроблені для роботи з послідовними даними, демонструючи переваги у моделюванні довгострокових залежностей. Дослідження Davidescu та колег (2021) застосували NNAR (Neural Network AutoRegression) для прогнозування безробіття в Румунії, порівнюючи результати з традиційними підходами [32].

Гradientний бустинг та випадковий ліс належать до ансамблевих методів, агрегуючи передбачення множини простіших моделей для підвищення загальної точності. Випадковий ліс будує безліч дерев рішень на випадкових підвибірках даних, усереднюючи їхні прогнози для отримання фінального результату. Метод виявляє складні нелінійні взаємодії між предикторами, не вимагаючи явної специфікації функціональної форми залежності. Порівняльний аналіз моделей прогнозування заробітної плати працівників продемонстрував, що випадковий ліс досягає коефіцієнта детермінації $R^2=0,94$, перевершуючи лінійну та Ridge-регресію.

Незважаючи на потенційно вищу точність складних методів машинного навчання, їхнє практичне застосування стикається з певними викликами.

По-перше, нейронні мережі вимагають значних обсягів навчальних даних для ефективного тренування, тоді як у випадку українського IT-ринку тривалі часові ряди можуть бути недоступні через відносно молодий вік галузі та брак систематизованої статистики.

По-друге, інтерпретованість результатів суттєво знижується порівняно з лінійними моделями, ускладнюючи економічне тлумачення виявлених залежностей та формування політичних рекомендацій [71].

Сценарне моделювання представляє якісно відмінний підхід, інтегруючи кількісні та якісні методи для оцінювання альтернативних траєкторій розвитку.

Замість точкових прогнозів сценарний аналіз пропонує набір можливих варіантів майбутнього, кожен з яких ґрунтується на специфічних припущеннях щодо ключових драйверів.

Міжнародна організація праці застосовує сценарний підхід у середньострокових прогнозах, моделюючи вплив економічних шоків, технологічних змін та політичних рішень на глобальні ринки праці [48]. Сценарне моделювання особливо цінне в умовах високої невизначеності, коли екстраполяція історичних трендів може призвести до значних помилок.

Вибір методу прогнозування повинен базуватися на комплексній оцінці характеристик наявних даних, горизонту передбачення, вимог до інтерпретованості результатів та обчислювальних ресурсів. Для дослідження зайнятості в українському ІТ-секторі лінійна регресія виявляється оптимальним вибором з кількох причин, попри наявність потенційно більш точних альтернатив.

Перша причина стосується обмеженості та якості доступних даних. Систематична статистика щодо зайнятості в ІТ-галузі України почала формуватися відносно нещодавно, а воєнні дії спричинили додаткові перешкоди для збору інформації. За таких умов складні методи машинного навчання, потребуючи сотень або тисяч спостережень для ефективного тренування, виявляються непрактичними. Лінійна регресія, навпаки, здатна продукувати надійні оцінки навіть на обмежених вибірках, забезпечуючи статистично значущі результати за наявності кількох десятків спостережень [41].

Друга причина пов'язана з необхідністю економічної інтерпретації отриманих результатів. Коефіцієнти лінійної регресії мають чітке економічне тлумачення, показуючи, на скільки одиниць зміниться зайнятість при зміні предиктора на одну одиницю, за інших рівних умов. Така інтерпретованість критична для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо політики зайнятості та стратегій розвитку галузі. Нейронні мережі, попри потенційно вищу точність, функціонують як "чорні скриньки", ускладнюючи розуміння того, які саме фактори визначають прогнози [59].

Третя причина стосується горизонту прогнозування. Дослідження зосереджене на короткостроковому періоді прогнозування, охоплюючи один-два роки вперед. На такому горизонті структурні зв'язки між економічними змінними зберігають відносну стабільність, а припущення про лінійність залежностей виявляється достатньо реалістичним. Експертне опитування управлінців українських ІТ-компаній підтвердило, що саме короткострокові прогнози представляють найбільший практичний інтерес для прийняття управлінських рішень [19].

Четверта причина пов'язана з можливістю економічно обґрунтованого відбору предикторів. Лінійна регресія дозволяє включати у модель змінні, обрані на основі економічної теорії та попередніх емпіричних досліджень. Експортні надходження від ІТ-послуг, інвестиції у цифрову інфраструктуру, кількість випускників профільних освітніх програм – усі ці фактори мають чіткий причинно-наслідковий зв'язок із динамікою зайнятості, підтверджений як теоретично, так і емпірично [4].

П'ята причина стосується можливості статистичної перевірки припущень моделі. Регресійний аналіз супроводжується широким набором діагностичних тестів, дозволяючи перевірити виконання основних припущень: лінійність зв'язку, нормальність розподілу помилок, гомоскедастичність, відсутність мультиколінеарності. Виявлення порушень дозволяє здійснити відповідні корекції, застосовуючи трансформації змінних, робастні методи оцінювання або регуляризацію. Така прозорість аналітичного процесу підвищує довіру до отриманих результатів та полегшує їхню верифікацію [4].

Важливо наголосити, що вибір лінійної регресії не означає ігнорування існування більш складних методів. Радше, він відображає принцип методологічної економності, згідно з яким слід обирати найпростішу модель, адекватну цілям дослідження. За умови, що лінійна регресія забезпечує достатню точність прогнозів та відповідає дослідницьким завданням, застосування складніших підходів може призвести до зайвого ускладнення аналізу без суттєвого покращення результатів.

Емпіричні порівняння демонструють, що на обмежених вибірках лінійні моделі часто перевершують складні методи завдяки меншому ризику перенавчання [31].

Кластерний аналіз, який також згадувався як альтернативний метод, має фундаментально відмінну мету. Замість прогнозування кількісних показників, кластеризація спрямована на виявлення однорідних груп об'єктів за множиною характеристик.

У контексті ринку праці кластерний аналіз може застосовуватися для сегментації професій за рівнем навичок та компетенцій, групування регіонів за характеристиками локальних ринків праці або класифікації працівників за соціально-демографічними параметрами [57]. Проте для задачі прогнозування чисельних значень зайнятості кластеризація виступає допоміжним інструментом, а не основним методом.

Синтез методологічних підходів дозволяє сформулювати гібридну стратегію аналізу, коли лінійна регресія використовується як базовий інструмент для побудови прогнозів, а альтернативні методи залучаються для верифікації результатів, аналізу чутливості або поглибленого вивчення окремих аспектів (табл. 1.10). Наприклад, сценарне моделювання може доповнювати регресійні прогнози, пропонуючи варіанти розвитку за різних припущень щодо зовнішніх умов, а кластерний аналіз – виявляти специфічні сегменти ІТ-ринку, що потребують диференційованого підходу до прогнозування.

Сучасні тенденції свідчать про зростаючу популярність великих мовних моделей (LLM) для економічного прогнозування, включаючи передбачення динаміки ринку праці. Дослідження Zhang та колег (2024) продемонструвало можливість використання попередньо навчених моделей для аналізу часових рядів зайнятості [91]. Водночас практичне застосування таких підходів вимагає значних обчислювальних ресурсів та спеціалізованої експертизи, залишаючись поки що переважно у сфері академічних досліджень.

Таблиця 1.10 – Критерії відповідності методів прогнозування характеристикам дослідження зайнятості в ІТ-секторі України

Критерій	Лінійна регресія	ARIMA	Нейронні мережі	Сценарне моделювання	Кластерний аналіз
Обсяг доступних даних	Високий	Середній	Низький	Високий	Високий
Інтерпретованість результатів	Дуже висока	Середня	Низька	Висока	Середня
Обчислювальна складність	Дуже низька	Середня	Висока	Низька	Середня
Врахування екзогенних змінних	Високий	Обмежений	Високий	Високий	Не застосовується
Короткостроковий горизонт (1-2 роки)	Оптимальний	Прийнятний	Надлишковий	Менш придатний	Не застосовується
Стабільність оцінок	Висока	Висока	Середня	Якісна	Висока
Інтегральна оцінка	Пріоритетна	Висока	Середня	Висока	Не застосовується

Джерело: розроблено автором на основі [5; 20; 32; 42; 58; 60]

Український досвід моделювання ринку праці в умовах воєнного стану підкреслює важливість адаптивності методологічних підходів. Можна вказати на необхідність інтеграції концепцій соціальної відповідальності бізнесу у моделі прогнозування, оскільки підприємства технологічного сектору демонструють специфічні патерни адаптації до кризових умов [78]. Тобто регресійні моделі мають враховувати не лише економічні змінні, а й інституційні фактори, що визначають поведінку учасників ринку праці.

Валідація моделей прогнозування становить критичний етап методологічного процесу, визначаючи практичну цінність аналітичних результатів. Стандартний підхід передбачає поділ даних на навчальну та тестову вибірки у співвідношенні приблизно 70:30 або 80:20, залежно від загального обсягу спостережень. Модель навчається на історичних даних, після чого перевіряється її здатність передбачати значення на незалежній вибірці. Метрики якості, включаючи

коефіцієнт детермінації, середньоквадратичну помилку та середню абсолютну процентну помилку, дозволяють кількісно оцінити точність прогнозів [47].

Крім статистичної валідації, важливою залишається економічна верифікація результатів через порівняння з експертними оцінками та галузевими дослідженнями. Звіти міжнародних організацій, аналітичних центрів та професійних асоціацій пропонують незалежні оцінки трендів зайнятості, котрі можуть слугувати орієнтирами для калібрування моделей. World Bank у своїх прогнозах економічного розвитку регулярно надає оцінки динаміки ринків праці, враховуючи макроекономічні шоки та структурні трансформації [87].

Аналіз чутливості моделі до змін у вхідних параметрах дозволяє оцінити надійність прогнозів за різних сценаріїв. Варіювання значень предикторів у межах реалістичних діапазонів показує, наскільки стабільними залишаються передбачення при відхиленнях від базового сценарію. Особливо важливим такий аналіз виявляється для змінних із високою волатильністю або невизначеністю, таких як обсяги іноземних інвестицій або рівень міграції кваліфікованих кадрів. Дослідження впливу міграції на український ринок праці підтверджує суттєві структурні зміни, спричинені воєнними діями [45].

Інтеграція якісних методів, зокрема експертних опитувань та дельфійського методу, збагачує кількісні прогнози додатковою інформацією про фактори, важко піддаються формалізації. Думки керівників ІТ-компаній щодо планів найму персоналу, очікувань відносно ринкової кон'юнктури та оцінок впливу регуляторних змін можуть суттєво уточнити прогнозні оцінки, отримані статистичними методами. Комбінування кількісних та якісних підходів формує комплексну методологічну базу, здатну врахувати множинність факторів, що визначають динаміку зайнятості [22].

Перспективи розвитку методології прогнозування зайнятості в ІТ-секторі пов'язані з інтеграцією нових джерел даних та аналітичних технологій. Великі дані, отримані з онлайн-платформ пошуку роботи, соціальних мереж, корпоративних звітів та освітніх систем, відкривають можливості для побудови більш детальних та своєчасних прогнозів. Аналіз текстових даних вакансій дозволяє відстежувати

попит на специфічні навички та компетенції, виявляючи нові тренди швидше, ніж традиційна статистика [79].

Розвиток обчислювальних потужностей та алгоритмів машинного навчання створює передумови для застосування більш складних моделей на більших обсягах даних. Водночас фундаментальні принципи економетричного аналізу, включаючи необхідність теоретичного обґрунтування специфікацій моделей, статистичної верифікації результатів та економічної інтерпретації висновків, зберігають свою актуальність незалежно від конкретних технічних інструментів.

Лінійна регресія залишається базовим елементом методологічного арсеналу, пропонуючи оптимальний баланс між простотою, надійністю та практичною застосовністю для широкого кола дослідницьких завдань у сфері аналізу ринку праці.

Висновки до першого розділу

Теоретико-методичне дослідження засад прогностичної аналітики зайнятості в інформаційно-технологічному секторі надало можливості сформулювати концептуальну базу для подальшого емпіричного аналізу та економетричного моделювання.

В результаті систематизації теоретичних підходів продемонстровано еволюцію економічної думки від неокласичних концепцій саморегулювання ринків праці через механізми ціноутворення до кейнсіанського визнання необхідності державного втручання для подолання циклічного безробіття, а далі до інституціонального розуміння ролі організаційних структур, норм та влади у формуванні трудових відносин.

Доведено, що сучасна цифрова економіка вимагає синтезу різних теоретичних шкіл, оскільки платформізація праці, розвиток гіг-економіки та прискорене застарівання технологічних компетенцій створюють якісно нові виклики, які неможливо адекватно пояснити в рамках єдиної парадигми.

Аналіз чинників впливу на зайнятість в українському ІТ-секторі надало можливості виявити множинність факторів, що формують траєкторію розвитку галузі. Доведено, що геополітична нестабільність та повномасштабне вторгнення російської федерації кардинально змінили умови функціонування ринку праці, спричинивши міграційні процеси, мобілізацію кваліфікованих кадрів, руйнування енергетичної інфраструктури та посилення кіберзагроз. Водночас макроекономічні фактори, включаючи інфляційні процеси, девальвацію національної валюти та зміни фіскальної політики, визначають ціновий механізм балансування попиту та пропозиції робочої сили.

Глобальні економічні тенденції, зокрема циклічні коливання в країнах ОЕСР, безпосередньо впливають на експортні надходження від ІТ-послуг, які становлять понад 90% доходів галузі, таким чином визначаючи фінансову спроможність компаній створювати нові робочі місця.

Обґрунтування вибору аналітичних показників для оцінювання тенденцій зайнятості базувалося на критеріях релевантності, доступності даних та можливості кількісного вимірювання. Кількість вакансій виступає випереджаючим індикатором змін у найманні, тоді як рівень заробітної плати відображає баланс попиту та пропозиції кваліфікованої робочої сили. Експорт ІТ-послуг та чисельність зайнятих у галузі репрезентують масштаб сектору, а міграційна динаміка та структурні зміни попиту за професіями дозволяють виявити довгострокові трансформації. Систематизація показників створює емпіричну основу для побудови економетричних моделей прогнозування.

Критичний огляд методологічних підходів до прогнозування зайнятості продемонстрував переваги та обмеження альтернативних інструментів економічної аналітики. Моделі часових рядів ARIMA ефективні для даних із виразними трендами та сезонними компонентами, проте вимагають стаціонарності та не дозволяють включати екзогенні предиктори. Нейронні мережі здатні моделювати складні нелінійні залежності, однак потребують значних обсягів навчальних даних та характеризуються низькою інтерпретованістю результатів.

Сценарне моделювання враховує якісні фактори та альтернативні траєкторії розвитку, проте не забезпечує точкових прогнозів. Кластерний аналіз орієнтований на сегментацію об'єктів за подібністю характеристик, а не на передбачення кількісних показників.

Обґрунтування вибору лінійної регресії як основного інструменту прогнозування базується на комплексній оцінці характеристик наявних даних, горизонту передбачення та вимог до інтерпретованості результатів. Обмеженість статистичної інформації щодо українського IT-ринку робить непрактичним застосування складних методів машинного навчання, які потребують сотень спостережень для ефективного тренування. Необхідність економічного тлумачення виявлених залежностей для формування політичних рекомендацій надає критичну перевагу лінійним моделям над нейронними мережами. Короткостроковий горизонт прогнозування на один-два роки вперед дає змогу припускати відносну стабільність структурних зв'язків між економічними змінними, що робить припущення про лінійність залежностей достатньо реалістичним для практичних цілей дослідження.

2 ЕКОНОМІЧНА АНАЛІТИКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ УКРАЇНИ

2.1 Дескриптивна аналітика сучасного стану ІТ-зайнятості в Україні

Описова аналітика є фундаментальним етапом у дослідженні ІТ-сфери, оскільки вона забезпечує глибоке розуміння поточного стану галузі, її структури, динаміки та ключових тенденцій розвитку. Саме за допомогою описової аналітики здійснюється систематизація великих обсягів даних про кількість ІТ-підприємств, рівень зайнятості, обсяги експорту послуг, структуру ринку та географічний розподіл компаній. Такий підхід дозволяє виявити закономірності, сильні та слабкі сторони галузі, а також оцінити вплив зовнішніх факторів – зокрема економічних, політичних чи технологічних – на її функціонування.

Крім того, описова аналітика створює основу для подальших етапів дослідження – діагностичної, прогностичної та рекомендаційної аналітики. Вона дозволяє не лише констатувати факти, але й формувати аналітичну базу для прийняття управлінських рішень, розробки стратегій розвитку та оцінювання ефективності державної політики у сфері цифрової економіки. Для ІТ-сектору, який є динамічним і високотехнологічним, описова аналітика є необхідною передумовою для виявлення трендів, відстеження структурних змін і підготовки до подальшого прогнозування розвитку галузі в умовах глобальної конкуренції.

Починаючи з 2022 року український ІТ експорт становить одну з основних частин експорту України (рис. 2.1). Український ІТ-сектор продовжує залишатися одним із найпотужніших і найдинамічніших напрямів національної економіки, який демонструє стійке зростання навіть в умовах воєнного стану та економічної турбулентності. Згідно з даними Digital State, в Україні налічується понад 2150 перевірених ІТ-компаній, у яких працює більше ніж 300000 спеціалістів. Щороку близько 40000 випускників вищих навчальних закладів отримують ІТ-освіту, що забезпечує галузь кваліфікованими кадрами [9,24].

Експорт ІТ-послуг у 2023 році досяг 7,3 млрд доларів США, що становить приблизно 5% ВВП України та 13,2 % загального експорту країни. Розвиток ІТ-сектору України характеризується експортною орієнтованістю, адже близько 90% діяльності галузі припадає на закордонних замовників. Проте, така орієнтація зумовлює високу залежність від тенденцій світової економіки. На сьогоднішній день спостерігається рецесія та скорочення у великих ІТ-компаніях, що негативно впливає на динаміку зростання українського ІТ-сектору. Так в 2024 році експорт склав 6,4 млрд доларів або 11,5% (рис.2.1).

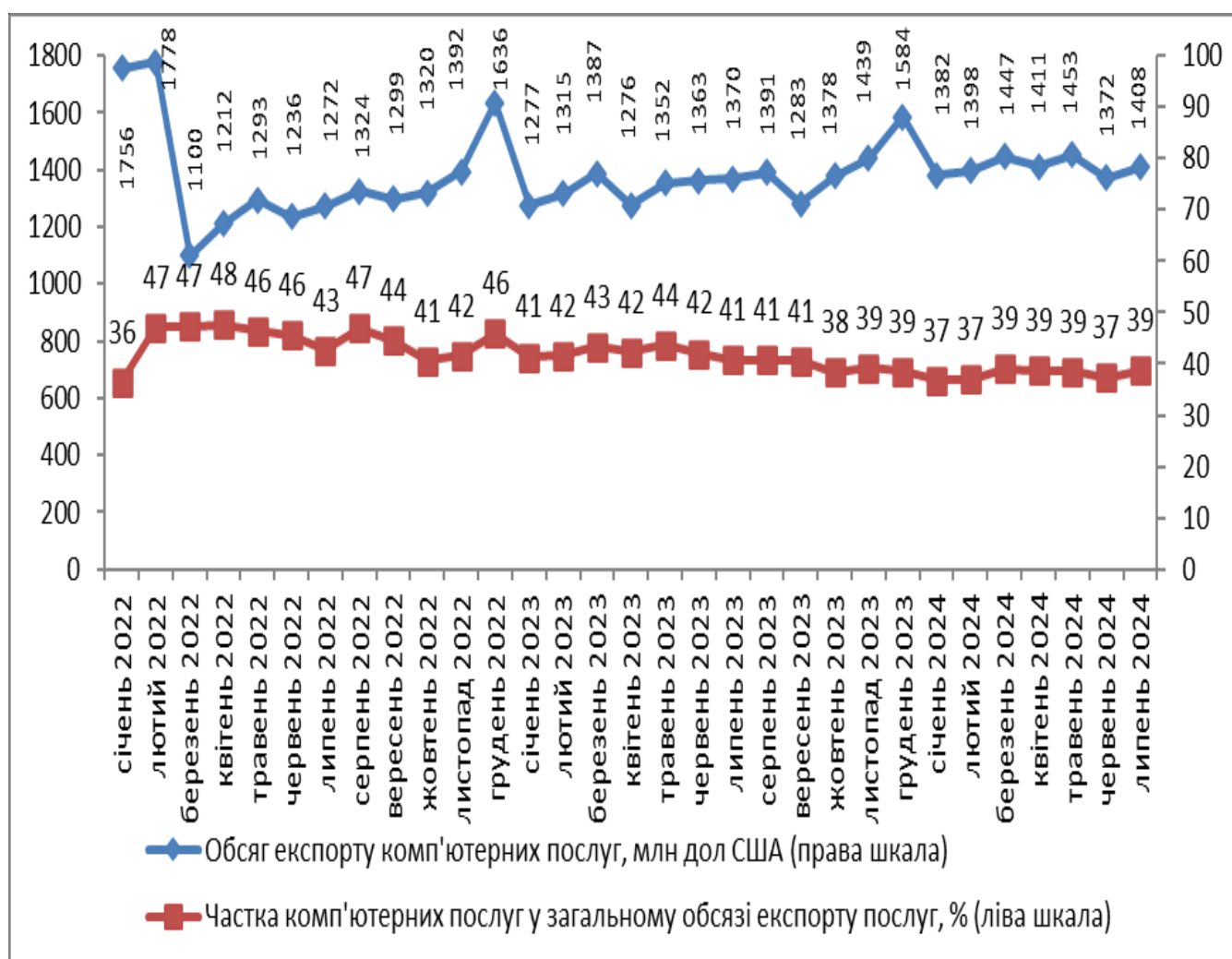


Рисунок 2.1 – Експорт комп'ютерних послуг

Джерело: [16; 21]

Основними ринками збуту українських ІТ-послуг є США (приблизно 40% експорту), країни Європейського Союзу (близько 30%) та Велика Британія (понад

10%). Серед основних експортерів українських ІТ послуг також є Мальта, Кіпр, Ізраїль, Швейцарія, Німеччина, Польща, Естонія та Об'єднані Арабські Емірати. Загальний обсяг експорту до цих країн у 2024 році становив 5,15 млрд доларів, або 79,9% від усього обсягу ІТ експорту України.

Однак, за 2024 рік частка США в експорті ІТ послуг зменшилась з 39,8% до 37,2%. Також Велика Британія обійшла Мальту та посіла друге місце в групі 10 найбільших експортерів ІТ послуг [20].

Сучасна українська ІТ-індустрія активно переорієнтовується від моделі аутсорсингу до створення власних інноваційних продуктів. Серед прикладів – Grammarly, GitLab, MacPaw, Reface, які стали глобально відомими брендами та демонструють високий рівень технологічного потенціалу країни [24; 11].

За результатами аналітичних оцінок, ІТ-ринок України характеризується високою диверсифікацією напрямів діяльності компаній, що свідчить про збалансований розвиток галузі та орієнтацію на задоволення потреб як бізнесу, так і кінцевих користувачів (рис. 2.2).

Провідне місце в структурі займає FinTech-сектор, частка якого становить 15,3%; це зумовлено активним розвитком фінансових сервісів, цифрових банків, платіжних систем і рішень для онлайн-торгівлі. Україна є одним із лідерів Центрально-Східної Європи у створенні FinTech-продуктів, що використовуються як на внутрішньому, так і на міжнародних ринках.

Другу позицію посідає E-commerce & Retail, що демонструє стабільний попит на рішення для електронної комерції, інтернет-магазинів та логістичних платформ. Активне поширення онлайн-продажів і зміна споживацьких звичок сприяють подальшому зростанню цього сегмента.

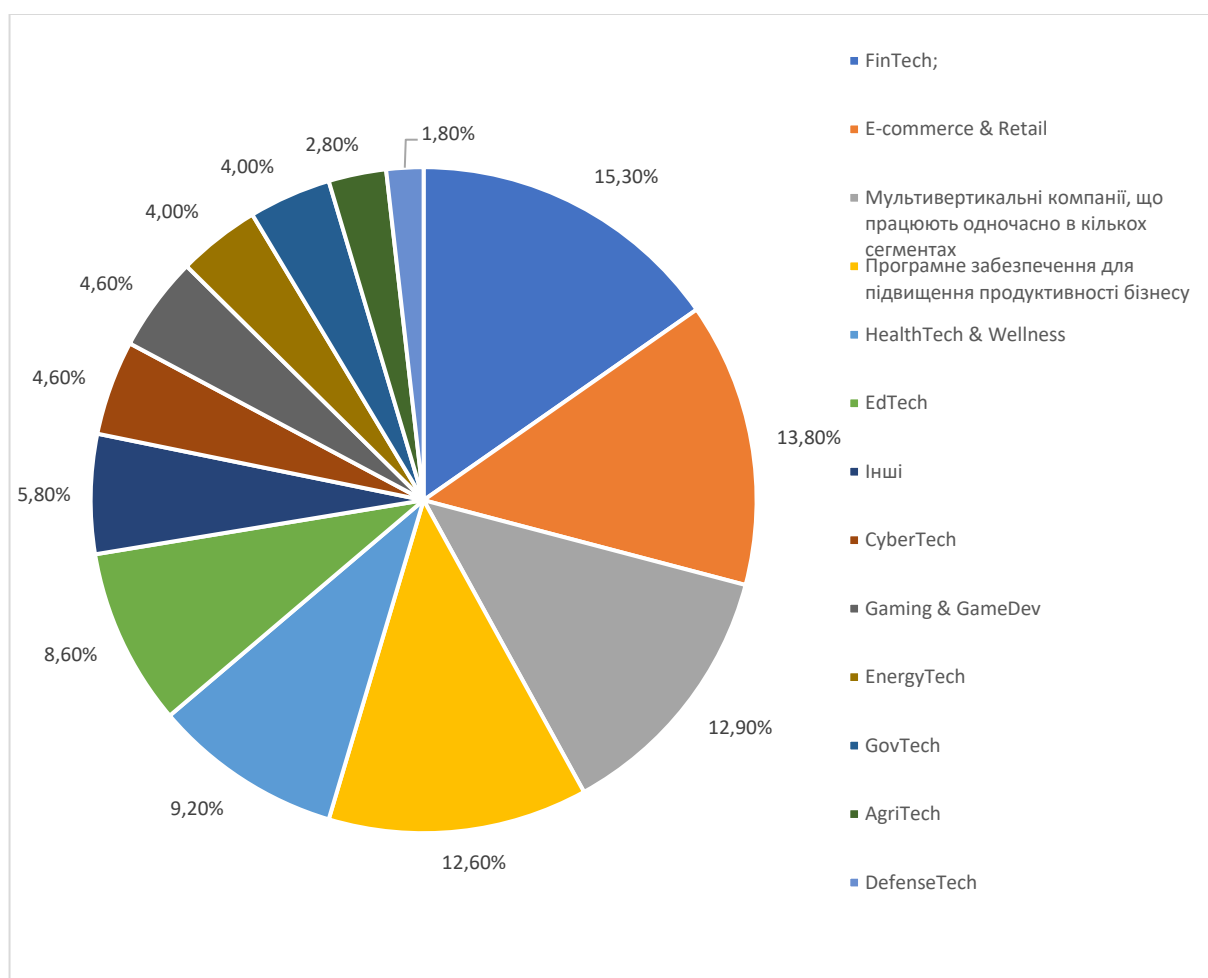


Рисунок 2.2 – Структура ІТ-сектору України

Джерело: [25; 12]

Також високу частку займають мультивертикальні компанії (12,9 %), які одночасно функціонують у кількох ринкових нішах, забезпечуючи синергію між технологічними напрямками; подібна стратегія підвищує їхню конкурентоспроможність і стійкість до ринкових коливань.

Сегмент програмного забезпечення для підвищення продуктивності бізнесу (12,6 %) також є визначальними. До нього належать рішення з автоматизації бізнес-процесів, управління проектами, CRM та ERP системи, які користуються великим попитом у корпоративному секторі.

Сектори HealthTech & Wellness (9,2 %) і EdTech (8,6 %) демонструють динамічне зростання завдяки активній цифровізації медицини та освіти. Вони стають стратегічно важливими в умовах післявоєнного відновлення та соціальних

трансформацій. В країні впроваджуються електронні сервіси для пошуку та запису до лікаря, організацію ведення медичних карт пацієнтів. В 2024 та 2025 роках в шкільну діяльність активно впроваджувались електронні щоденники, електронні журнали, онлайн платформи для створення матеріалів для уроків.

Меншу, але все ж значну частку ринку займають CyberTech, Gaming & GameDev, EnergyTech, GovTech, AgriTech і DefenseTech. Зазначені напрями формують спеціалізовані сегменти, орієнтовані на безпеку, енергетику, державне управління, аграрний сектор і оборонні технології. Їхній розвиток набуває особливого значення в контексті поточної економічної та військової ситуації. Таким чином, структура ІТ-ринку України демонструє високу ступінь диверсифікації, поєднуючи як комерційно орієнтовані сегменти (FinTech, e-commerce), так і соціально важливі напрями (HealthTech, EdTech, GovTech, DefenseTech). Даного типу баланс свідчить про зрілість галузі, її здатність адаптуватися до викликів і формувати стійку цифрову екосистему, здатну підтримувати інноваційний розвиток економіки країни.

Попри складну безпекову ситуацію, 98% ІТ-компаній зберегли операційну діяльність, що свідчить про високу стійкість та адаптивність галузі. Український ІТ-сектор продовжує демонструвати високий рівень конкурентоспроможності на світовому ринку, залишаючись одним із ключових драйверів економічного розвитку держави. Стратегічна мета галузі до 2030 року – досягнення 20 млрд доларів щорічного експорту ІТ-послуг і входження до десятки провідних світових постачальників технологічних рішень. Досягнення цих цілей можливе за умови підтримки стабільного економічного середовища, розвитку людського капіталу, продовження цифровізації державних процесів та залучення інвестицій у дослідження й інновації.

Динаміка кількості ІТ підприємств наведена на рис. 2.3.

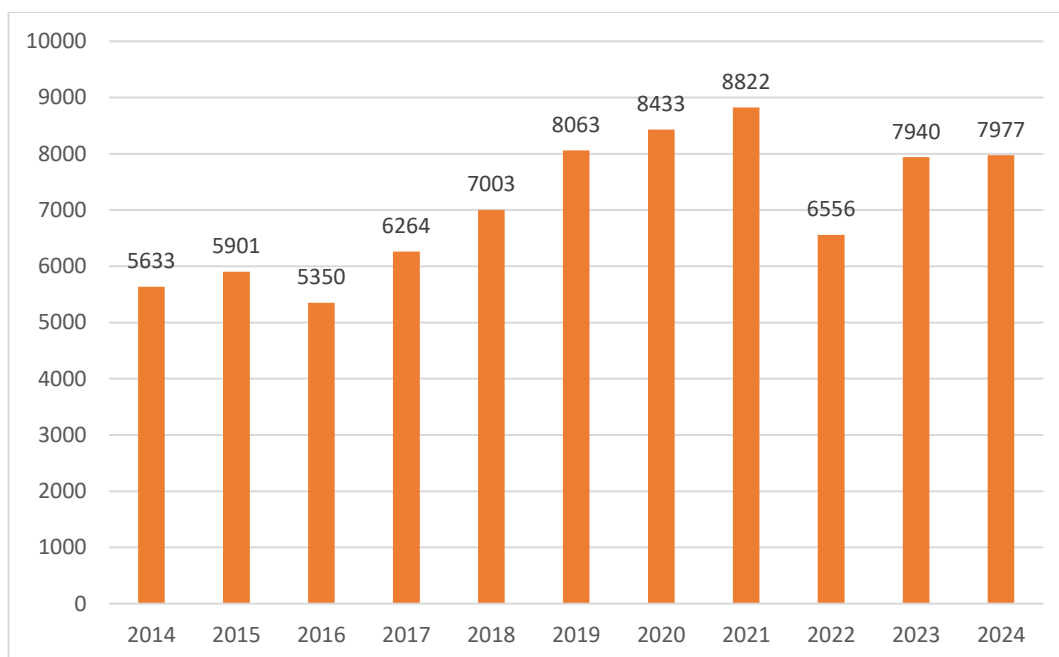


Рисунок 2.3 – Динаміка кількості ІТ підприємств в 2014-2024 рр.

Джерело: [7; 12; 25]

Як бачимо з рисунку 2.3, упродовж 2014–2024 рр. кількість підприємств ІТ-сектору України демонструвала загальну тенденцію до зростання, незважаючи на окремі періоди спаду, зумовлені економічними та політичними факторами.

У 2014 р. в Україні функціонувало 5633 ІТ-компанії, а вже у 2015 р. їх кількість зросла до 5901, що свідчить про початок поступового відновлення галузі після початкового шоку, спричиненого воєнними подіями на сході країни. Проте вже у 2016 р. спостерігалось тимчасове скорочення до 5350 підприємств, що можна пояснити процесами ринкової консолідації – менш ефективні компанії залишали ринок, тоді як сильніші адаптувалися до нових умов.

Починаючи з 2017 р., галузь увійшла у період стійкого зростання: кількість підприємств підвищувалася щороку – з 6264 у 2017 р. до 8433 у 2020 р. та 8822 у 2021 р. Це відповідає періоду активної цифровізації, розвитку ІТ-аутсорсингу, появи стартапів та розширення міжнародної співпраці українських компаній із замовниками з ЄС і США.

Найбільш різке скорочення спостерігалось у 2022 р. – до 6556 підприємств, що пояснюється повномасштабним вторгненням РФ та супутніми економічними

ризиками, релокацією бізнесу, енергетичними проблемами (блекаути), зниженням внутрішнього попиту та частковою зупинкою діяльності малих ІТ-компаній.

Втім, уже у 2023 р. відбулося відновлення. Кількість компаній зросла до 7940, а у 2024 р. досягла 7977. Це свідчить про адаптацію галузі до умов воєнного часу, розвиток дистанційних форматів роботи, підтримку міжнародних партнерів і державні програми стимулювання цифрового сектору.

У цілому, за аналізований період кількість ІТ-підприємств зросла на 41,6% (з 5633 до 7977). Така динаміка відображає стійкість і гнучкість українського ІТ-сектору, який, попри зовнішні виклики, залишається одним із драйверів національної економіки, формуючи основу для експорту послуг і зайнятості висококваліфікованих фахівців.

Особливість ІТ-сектору полягає в тому, що один фахівець може одночасно брати участь у кількох проєктах різних компаній, фактично працюючи як приватний підприємець. Оформлення такого спеціаліста штатним працівником у кількох компаніях одночасно є недоцільним, адже його діяльність часто має тимчасовий характер: протягом пів року він може підтримувати один проєкт, а згодом перейти до іншого. Тому використання ФОП у цій сфері не є лише способом оптимізації, а об'єктивною і зручною формою співпраці, коли спеціаліст працює як контрактник для конкретного проєкту чи на певний період. Саме гнучкість цієї форми співпраці дала змогу українському ІТ-сектору досягти значного розвитку.

Найбільша концентрація ІТ-компаній в Україні спостерігається у Київському регіоні, який разом із Києвом охоплює 55,1% усіх зареєстрованих підприємств галузі. Безпосередньо у столиці зосереджено 52,6% українських ІТ-компаній, що підтверджує її роль як головного центру технологічного розвитку. На другому місці знаходиться Львівська область (7,8%), яка традиційно є потужним хабом для аутсорсингових і продуктових компаній. Третє місце посідає Харківська область (7,4%), яка до початку повномасштабного вторгнення Росії була одним із провідних ІТ-осередків країни.

Далі у рейтингу – Дніпропетровська (5,8%) та Одеська (4,1%) області, які також мають потужні технологічні кластери та розвинену інфраструктуру для ІТ-бізнесу.

Якщо розглядати розподіл за містами, то лідером залишається Київ (52,6%), далі йдуть Харків (7,2%), Львів (6,9%), Дніпро (4,6%), Одеса (3,6%), Запоріжжя (2%) і Вінниця (1,9%). Трохи менша частка припадає на Черкаси (1,3%), Івано-Франківськ (1,2%) та Хмельницький (1%). Ще 17,8% компаній розташовані в інших містах України.

Початок повномасштабної війни у 2022 році спричинив суттєві трансформації в територіальній структурі ІТ-сектору України. До війни географія ІТ-підприємств була відносно стабільною: найбільші кластери зосереджувалися у Києві, Львові, Харкові, Дніпрі, Одесі та Вінниці. Ці центри формували основу інноваційного середовища, акумулювали висококваліфіковані кадри та інвестиції. Однак військові дії, руйнування інфраструктури та ризики для безпеки спричинили масове переміщення бізнесу, релокацію компаній та трансформацію локальних ІТ-екосистем.

Найбільш значущі зміни відбулися в регіонах, що опинилися в зоні активних бойових дій або під тимчасовою окупацією. Харків, який до 2022 року був другим за масштабом ІТ-хабом країни, зазнав істотного відтоку підприємств через постійні обстріли та руйнування критичної інфраструктури. Подібні процеси спостерігалися в Дніпропетровській, Запорізькій та Одеській областях, де ризики безпеки також впливали на рішення компаній про релокацію або переведення співробітників на повністю віддалений режим роботи.

Паралельно відбувся стрімкий ріст частки ІТ-підприємств у західних областях України. Львів, Тернопіль, Івано-Франківськ, Ужгород та Рівне стали ключовими точками релокації компаній завдяки більш безпечним умовам, відносній стабільності інфраструктури та підтримці місцевих органів влади. У цих регіонах сформувалися нові локальні ІТ-хаби, збільшилася кількість офісів, коворкінгів та інноваційних просторів. Це сприяло диверсифікації географії ІТ-

сектору та зменшенню надмірної концентрації компаній у традиційних столичних і східних центрах.

Водночас поширення віддаленої роботи та гнучких організаційних моделей дозволило багатьом підприємствам зберегти операційну діяльність, незалежно від фізичного місцезнаходження співробітників. Це призвело до формування нової моделі децентралізованої ІТ-екосистеми, де роль географічного розміщення частково нівелюється, а ключовим чинником стає доступ до стабільних цифрових сервісів та електропостачання.

Таким чином, війна спричинила глибокі структурні зміни у просторовій організації ІТ-сектору України: від послаблення східних і південних центрів до зміцнення західних кластерів та зростання значення дистанційних форматів роботи. Ці процеси формують нову конфігурацію ІТ-ринку, яка визначатиме подальший розвиток галузі у післявоєнний період.

Також змінюється структура вакансій. У 2025 році серед найзатребуваніших категорій вакансій стали QA, Front-end, Embedded / Hardware, Security / Cybersecurity, Data / AI/ML. Ріст вакансій спостерігається також у нетипових для класичного аутсорсингу напрямках – Security, Embedded/HW, Miltech, Data-engineering / Data-science.

Зросла частка вакансій для тих, хто тільки починає працювати, так на 38% більше вакансій для фахівців з досвідом до року, ніж у березні торік, та на 61% для тих, хто немає досвіду. Для фахівців з досвідом більше 5 років зросла кількість вакансій в Front-end, DevOps. Також зростає кількість вакансій для аналітиків з досвідом 1-5 років. В той же час кількість інших вакансій для фахівців з таким досвідом стає менше (рис. 2.4).

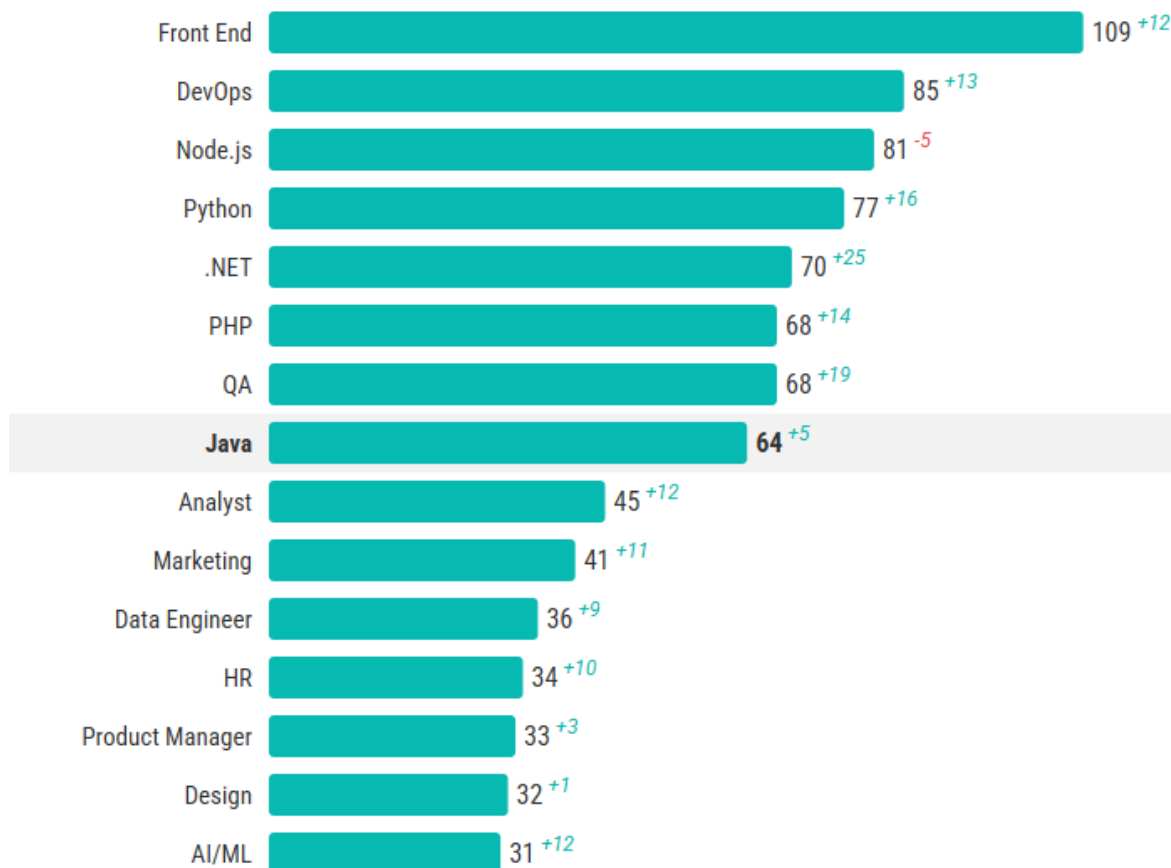


Рисунок 2.4 – Вакансії на DOU

Джерело: [14]

У липні 2025 року на DOU вперше з початку війни перевищили 7000 вакансій за місяць. Це свідчить про те, що ринок праці в ІТ в Україні відновлює активність, та що попит на працівників залишається суттєвим навіть попри кризові умови. Згідно з останнім оглядом ринку відбувається регулярне зростання Front-end / Web / JS / Node.js / Front-end + JS/TS вакансій. У 2025 році Front-end є серед лідерів за кількістю вакансій. За другий квартал 2025 року був помічений підвищений попит на Python, Fullstack та C++ розробників. QA (тестування) залишається однією з найактивніших категорій вакансій: в січні 2025 QA була у топ-5 напрямків за кількістю оголошень на DOU. Також зростає попит на вузькоспеціалізовані категорії, зокрема AI/ML, Data Engineering, DevOps / Fullstack, що відображає структурну диверсифікацію ринку.

У 2025 році попит на молодших фахівців (junior / без досвіду) зріс: вакансій для фахівців з досвідом до року стало більше, ніж минулого року, а для тих, хто без досвіду – приблизно на 61% більше.

Водночас попит на досвідчених спеціалістів (5+ років) перевищив довоєнний рівень: у березні 2025-го було 1266 вакансій для досвідчених розробників. Це означає, що ринок водночас формує кадровий резерв (через junior-позиції) і задовольняє попит на старших спеціалістів, особливо у нішевих або складних технічних ролях (Back-end, Data, AI/ML, DevOps).

Також помітно зростання віддалених вакансій – 4454 вакансії на віддалену роботу у березні 2025. Це розширює можливості навіть для фахівців, які не прив’язані до конкретного міста, і робити ринок більш гнучким.

Динаміка окремих видів вакансій наведений на рис.2.5.

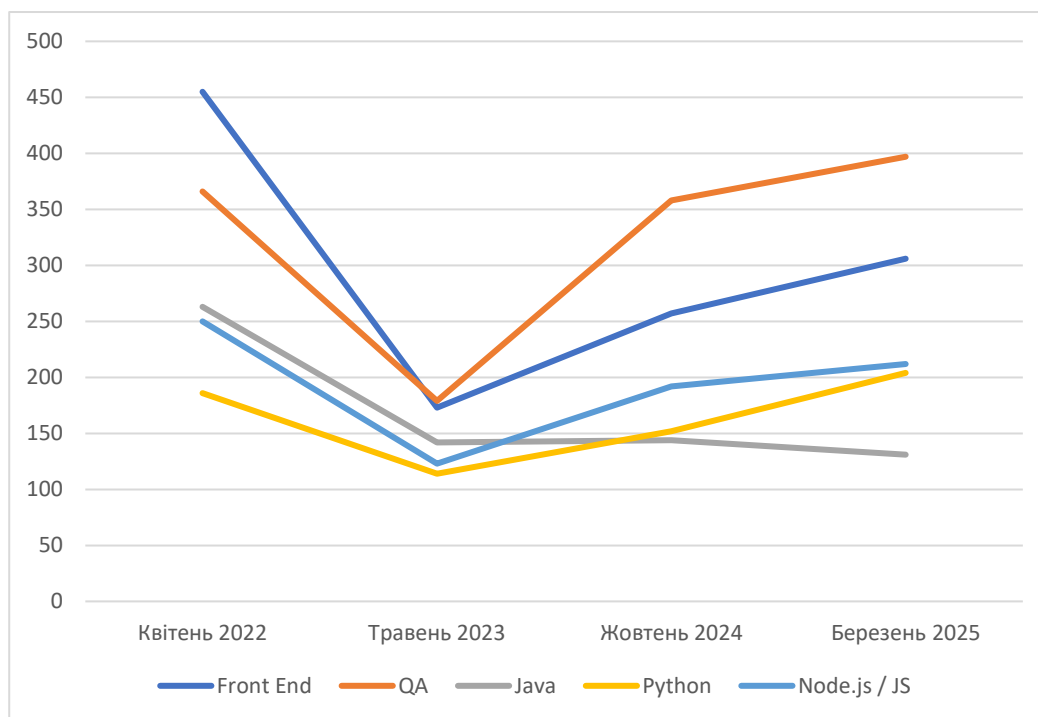


Рисунок 2.5 – Динаміка окремих видів вакансій

Джерело: [14]

У квітні 2022 (одна з перших "воєнних" точок) кількість вакансій у всіх ключових категоріях була значно вищою за весну-літо 2023. Це відображає загальний шок ринку та періодичні зупинки рекрутингу у перші місяці війни. З 2023 до 2024–2025 видно відновлення активності: Front-end, Node.js і Python відновилися й навіть наближаються/перевищують частину довоєнного попиту. QA також показує відновлення і зростання до рекордних значень у 2025.

Java показує помітне падіння порівняно з квітнем 2022 і потім відносно стабільну (але нижчу) активність. Це говорить про те, що частина попиту на класичні enterprise-стеки не відновилися до докризових рівнів у ті ж темпи, що front-end або Python/Node.js.

Отже, на 2024–2025 роки вакансії Front-end і QA є серед найбільш конкурентних категорій (велика кількість вакансій і високі середні відгуки), вакансії Python і Node.js мають стабільно високий попит, в той же час, затребуваність фахівців Java хоча і зростає, але досить помірно.

2.2 Діагностична аналітика та виявлення закономірностей розвитку ІТ-сектора

Діагностична аналітика економічного середовища ІТ-сектору передбачає оцінку чинників, що визначають поточний стан і динаміку його розвитку, а також виявлення ключових ризиків і можливостей для зростання. ІТ-індустрія України формується під впливом як внутрішніх економічних процесів, так і зовнішніх ринкових тенденцій, що визначають її конкурентоспроможність на глобальному рівні.

В умовах воєнного стану ІТ-сектор продемонстрував високу стійкість і адаптивність. Експорт послуг у сфері інформаційних технологій залишається одним із провідних джерел валютних надходжень до економіки країни. За даними IT Ukraine Association, у 2023 році обсяг експорту ІТ-послуг перевищив 7 млрд дол. США, що становить близько 5% ВВП. Незважаючи на зниження темпів зростання

порівняно з довоєнним періодом, сектор залишається стратегічним для економічного відновлення України.

До основних внутрішніх чинників впливу належать рівень державної підтримки цифровізації, податкове середовище, стан освітньої системи у сфері ІТ, доступ до кваліфікованих кадрів та інноваційна активність підприємств. Серед зовнішніх чинників визначальними є динаміка світового попиту на ІТ-послуги, конкуренція з іншими технологічними центрами Східної Європи, політична стабільність і доступ до міжнародних інвестиційних ресурсів.

Важливу роль у формуванні сприятливого середовища для інновацій відіграє спеціальний правовий режим Дія.City, запроваджений у 2022 році. На сьогодні до нього приєдналося понад 1560 компаній, які отримали можливість працювати за гнучкими податковими моделями та сучасними формами зайнятості, зокрема гіг-контрактами. Це сприяє легалізації праці ІТ-фахівців, залученню іноземних інвестицій та розвитку продуктових компаній.

Попри це, податковий режим Дія.City позитивно впливає на розвиток ІТ-компаній в Україні. Більшість великих гравців галузі приєдналися до цієї ініціативи, що сприяє залученню інвестицій та формуванню нових юридичних осіб. Загалом зареєстровано понад 1000 резидентів. Проте, не всі компанії готові долучитися до Дія.City, що пояснюється недовірою до стабільності державних інституцій в довгостроковій перспективі.

Зміни в оподаткуванні у 2023 році, які скасували пільгу на ПДВ для постачання програмної продукції, ускладнили доступ до ІТ-продуктів як для приватних, так і для державних споживачів. Це призвело до збільшення фінансового навантаження на 20%, що створило перешкоди для придбання програмного забезпечення і замість стимулювання розвитку галузі мало негативний ефект.

Сьогодні важливо не гальмувати розвиток ІТ-сектору та уникати впровадження обмежувальних заходів. Ініціативи щодо заміни ФОП на інші форми співпраці виглядають нереалістичними, адже фахівці мають право працювати як

підприємці, обслуговуючи кілька компаній і проектів, що повністю відповідає специфіці цієї галузі.

Окрім того, додаткове оподаткування фізичних осіб-підприємців (ФОП) може відштовхнути спеціалістів від роботи в Україні або змусити їх шукати альтернативні схеми співпраці. Це, у свою чергу, знижує загальні податкові надходження та уповільнює розвиток галузі. Національна стратегія доходів передбачає боротьбу зі схемами ФОП, ліквідацію спрощеної системи оподаткування та перегляд пільгових податкових режимів. Проте для уникнення негативних наслідків важливо першочергово навести порядок у податковій системі та лише потім вносити фундаментальні зміни.

Проаналізуємо динаміку виробництва ІТ-послуг в Україні за 2012-2023 роки. Протягом 2012-2021 це була одна з галузей економіки України, яка розвивалась дуже швидко (рис. 2.6). Але широкомасштабне вторгнення призвело до різкого падіння виробництва у галузі. В 2023 році відбулось незначне відновлення виробництва [15].

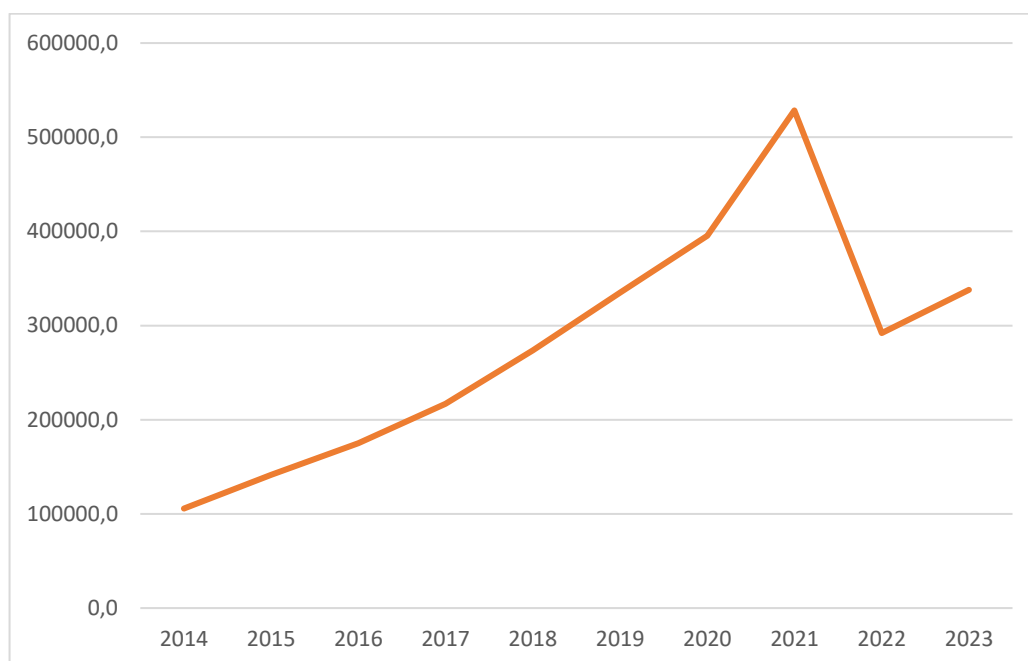


Рисунок 2.6 – Динаміка виробництва ІТ-послуг в Україні (2012-2023 рр.)

Джерело: [16]

Проаналізуємо далі показники динаміки виробництва ІТ-послуг (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Аналіз показників динаміки виробництва ІТ-послуг (2012-2023 рр.)

Рік	Обсяг виробництва ІТ-послуг, млрд.грн.	Абсолютний приріст (спад), тис.грн.		Темп зростання (спадання), %		Темп приросту, %	
		Базисний	Ланцюговий	Базисний	Ланцюговий	Базисний	Ланцюговий
2014	105689,6						
2015	141479,6	35790,0	35790,0	133,9	133,9	33,9	33,9
2016	175059,0	69369,4	33579,4	165,6	123,7	65,6	23,7
2017	216803,8	111114,2	41744,8	205,1	123,8	105,1	23,8
2018	273742,2	168052,6	56938,4	259,0	126,3	159,0	26,3
2019	334865,3	229175,7	61123,1	316,8	122,3	216,8	22,3
2020	395417,1	289727,5	60551,9	374,1	118,1	274,1	18,1
2021	528450,7	422761,1	133033,6	500,0	133,6	400,0	33,6
2022	292105,0	186415,4	-236345,7	276,4	55,3	176,4	-44,7
2023	337999,4	232309,8	45894,4	319,8	115,7	219,8	15,7

Джерело: розраховано за даними [15]

Аналіз показує, що українська галузь ІТ з 2014 року до 2021 року постійно зростала. За цей період обсяг ІТ-послуг зріс на 486,7%. Перший рік широкомасштабного вторгнення призвів до падіння обсягів виробництва на 44,7% порівняно з 2021 роком. Але в 2023 році обсяг виробництва знову почав зростати на 15,7% порівняно з попереднім роком. Якщо ж порівнювати з базисним роком, то, навіть у 2022 та 2023 роках показник обсягу виробництва сектору ІТ-послуг був більшим в 2,2 та 2,75 рази. Це все свідчить про значний потенціал українського ІТ-сектору.

Середній абсолютний приріст становив у досліджуваній період 25812,2 млрд.грн., що 112,77% щорічно.

Український ІТ-ринок також сплачує податки, причому, враховуючи особливості його структури, платниками податків є як юридичні особи, так і фізичні особи – підприємці (рис. 2.7).

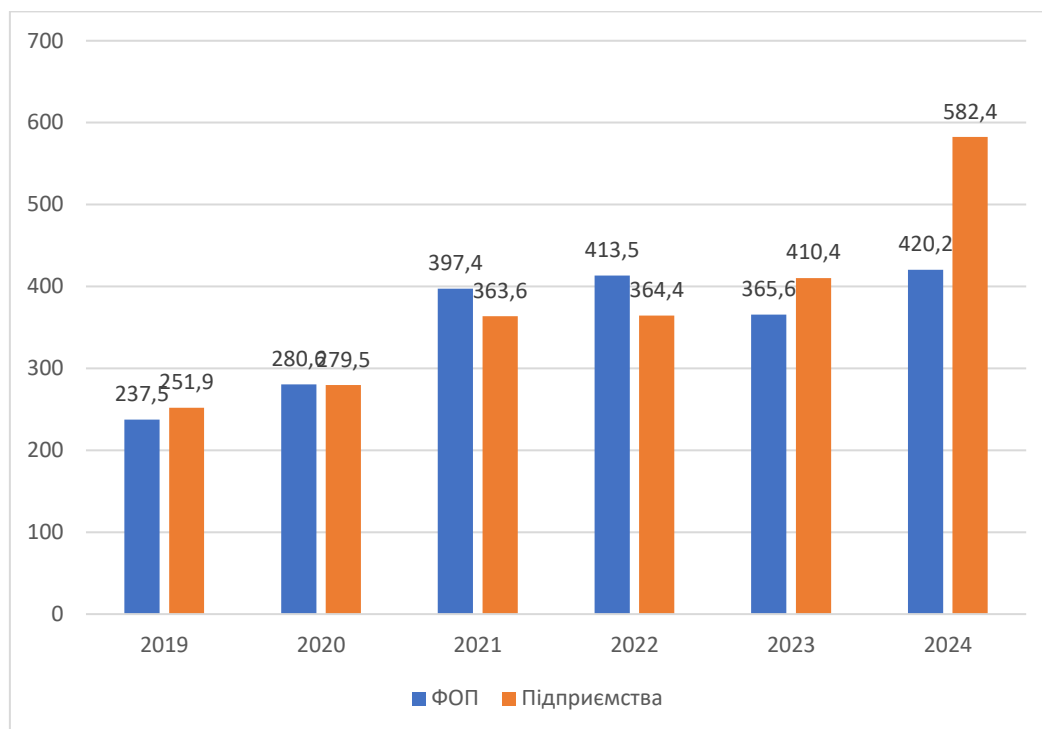


Рисунок 2.7 – Податкові надходження від учасників ІТ ринку

Джерело: [25]

Аналіз динаміки сплати податків ІТ-сферою України у 2019–2024 роках демонструє стабільне зростання податкових надходжень, попри вплив зовнішніх шоків, зокрема пандемії COVID-19 та воєнного стану. Загальний обсяг податкових платежів від представників галузі (як фізичних осіб-підприємців, так і юридичних осіб) зріс більш ніж удвічі за досліджуваний період. У 2019 році сукупна сплата становила близько 489,4 млн дол., а у 2024 році – вже 1002,6 млн дол.. Це свідчить про зростання економічного внеску ІТ-сектору у формування державного бюджету навіть в умовах нестабільності.

Якщо розглянути структуру надходжень, можна побачити, що податки від підприємств демонструють більш динамічне зростання – з 251,9 млн дол. у 2019 році до 582,4 млн дол. у 2024 році, що означає підвищення більш ніж удвічі. Це пов'язано з поступовою інституціоналізацією ІТ-компаній, їх переходом від моделі ФОП до юридичних осіб, зокрема після запуску правового режиму «Дія.City». Водночас сплата податків ФОП також зберігає позитивну тенденцію,

збільшившись із 237,5 млн дол. у 2019 році до 420,2 млн дол. у 2024 році, хоча у 2023 році спостерігалось тимчасове зниження через релокацію бізнесів та часткову втрату ринків.

Отже, податкові показники ІТ-індустрії свідчать про її високу стійкість, адаптивність і стратегічну роль у національній економіці. Навіть під час війни сектор залишається одним із ключових джерел валютних надходжень і стабільного бюджетного доходу, що підтверджує його значення для економічної безпеки України та формує основу для подальших аналітичних і прогнозних досліджень.

Після розгляду динаміки розвитку та фінансових показників ІТ-сектору доцільно перейти до аналізу його ринку праці, який є ключовим індикатором стабільності та конкурентоспроможності галузі. У свою чергу, структура зайнятості в ІТ-компаніях України відображає особливості організації бізнесу та рівень зрілості підприємств у різних сегментах ринку.

Аналіз показує, що переважну частину ІТ-ринку становлять малі та середні компанії: 37% підприємств мають до 50 працівників, а ще 35% – від 50 до 200 працівників (рис. 2.8). Така структура є типовою для гнучкої та динамічної індустрії, орієнтованої на проєктну діяльність і швидку адаптацію до змін ринку. Середні компанії (200–1200 працівників) становлять 17% і зазвичай працюють у сфері аутсорсингу або розробки продуктів для міжнародних клієнтів. Великі компанії з понад 1200 працівниками займають лише 11%, що свідчить про обмежену кількість масштабних ІТ-корпорацій в Україні.

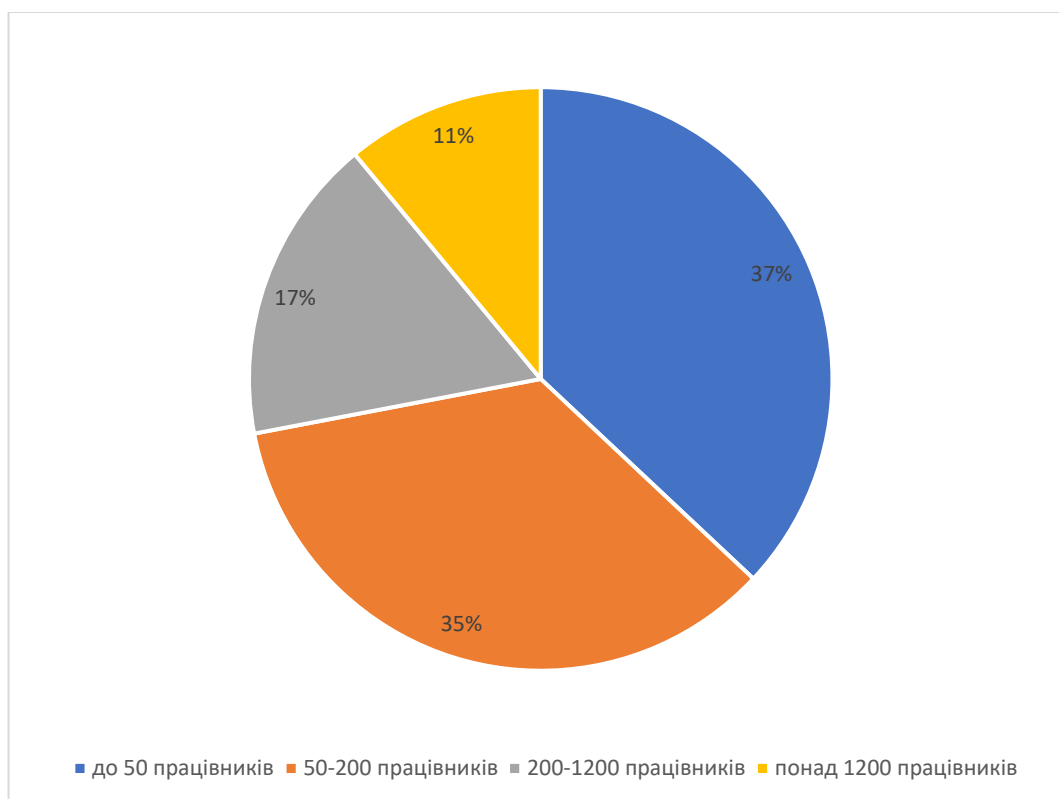


Рисунок 2.8 – Структура ІТ ринку за кількістю працівників в компанії

Джерело: [14]

Загалом, така структура ринку праці відображає високий рівень децентралізації галузі, де домінують невеликі інноваційні компанії та стартапи. Саме це створює сприятливі умови для розвитку підприємництва, однак водночас підкреслює необхідність формування стабільного кадрового резерву та підтримки з боку держави для розширення середнього й великого бізнесу в ІТ-секторі.

Загалом, на 2024 рік кількість офіційних працівників в ІТ-галузі становить 289,5 тис. ос. (рис.2.9).

Дані свідчать про стале та поступове зростання кількості працівників в ІТ-галузі України у 2016–2024 роках. За аналізований період чисельність зайнятих збільшилася з 99,9 тис. осіб у 2016 році до 289,5 тис. у 2024 році, тобто майже втричі (+190%). Така позитивна динаміка демонструє системне розширення галузі, зростання попиту на ІТ-послуги як всередині країни, так і на зовнішніх ринках, а також підвищення ролі цифрових технологій у бізнесі та державному секторі.

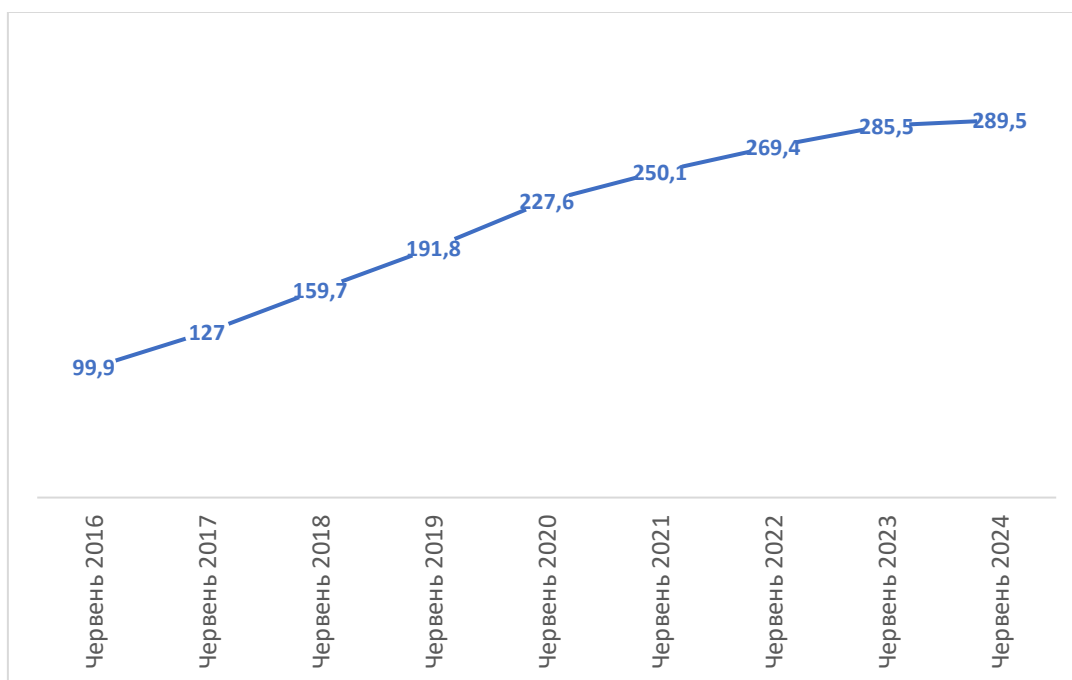


Рисунок 2.9 – Динаміка загальної кількості працівників ІТ ринку

Джерело: [14]

Найбільш інтенсивне зростання спостерігалось у 2016-2020 роках, коли кількість працівників збільшувалася в середньому на 25-30 тис. щорічно, що пов'язано з активним розвитком аутсорсингових компаній і виходом українських стартапів на міжнародні ринки.

У 2021-2024 роках темпи зростання сповільнилися, однак продовжували залишатися позитивними: щорічне збільшення становило 4-7%, навіть попри воєнний стан і економічні труднощі. Це свідчить про високу стійкість ІТ-сектору, який залишається одним із небагатьох сегментів економіки, що зберіг тенденцію до розвитку, забезпечуючи валютні надходження, зайнятість і технологічну модернізацію України.

В той же час, серед 50 найбільших компаній спостерігається зменшення кількості найнятих працівників (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Динаміка кількості працівників 50 найбільших компаній

Місяць, рік	Загальна кількість спеціалістів, тис. осіб	Відсоток до попереднього періоду, %	У т.ч. кількість технічних спеціалістів, тис. осіб	Відсоток до загальної кількості, %
Січень 2018	49,7		39,4	79,28
Січень 2019	58,4	17,51	45,4	77,74
Січень 2020	67,1	14,90	52,8	78,69
Січень 2021	76,3	13,71	60,5	79,29
Січень 2022	99,5	30,41	79,4	79,80
Січень 2023	92,5	-7,04	73,7	79,68
Січень 2024	81,8	-11,57	63,3	77,38

Джерело: розраховано за даними [8; 14]

Динаміка чисельності працівників найбільших компаній у 2018-2024 роках демонструє чіткі етапи зростання, пікового розвитку та подальшого скорочення, пов'язаного з воєнними подіями.

У 2018-2021 роках спостерігалось стабільне щорічне зростання зайнятості – кількість працівників збільшилася з 49,7 тис. до 76,3 тис. осіб, що відповідає середньорічному приросту близько 14–17%. Кількість технічних спеціалістів, які становлять основну частку персоналу ІТ-компаній, також зросла – з 39,4 тис. до 60,5 тис. осіб, підтверджуючи стале зростання попиту на фахівців із програмування, аналітики даних, кібербезпеки та розробки програмних продуктів.

2022 рік став переломним періодом для багатьох компаній. На тлі повномасштабної війни кількість зайнятих в ІТ зросла до 99,5 тис. осіб, що пояснюється релокацією фахівців з інших галузей у більш стійкий до кризи ІТ-сектор та активним залученням фрилансерів.

Однак у 2023 році почалося скорочення робочих місць: кількість працівників знизилася на 7%, а технічних спеціалістів – на 7,2%. Тенденція зниження продовжилася і в 2024 році. У січні загальна кількість працівників становила 81,8 тис. осіб, що на 11,57% менше, ніж у 2022 році. Це свідчить про адаптацію ринку до нових умов, зокрема релокацію бізнесу за кордон, зниження попиту на

аутсорсинг через глобальну невизначеність і вплив блекаутів на стабільність роботи компаній.

Отже, аналіз показує, що український ІТ-сектор зберігає високу гнучкість і кадровий потенціал, однак стикається з викликами, пов'язаними з міграцією фахівців, нестачею інженерних кадрів і потребою в оновленні освітньої системи для підготовки нових спеціалістів. Зниження кількості працівників після 2022 року є тимчасовим явищем, і в перспективі очікується відновлення зростання зайнятості за умови стабілізації економічної ситуації та підтримки цифрового сектору державою.

Ще однією характеристикою зайнятості в ІТ-секторі є наявність вакансій на ринку (рис. 2.10).

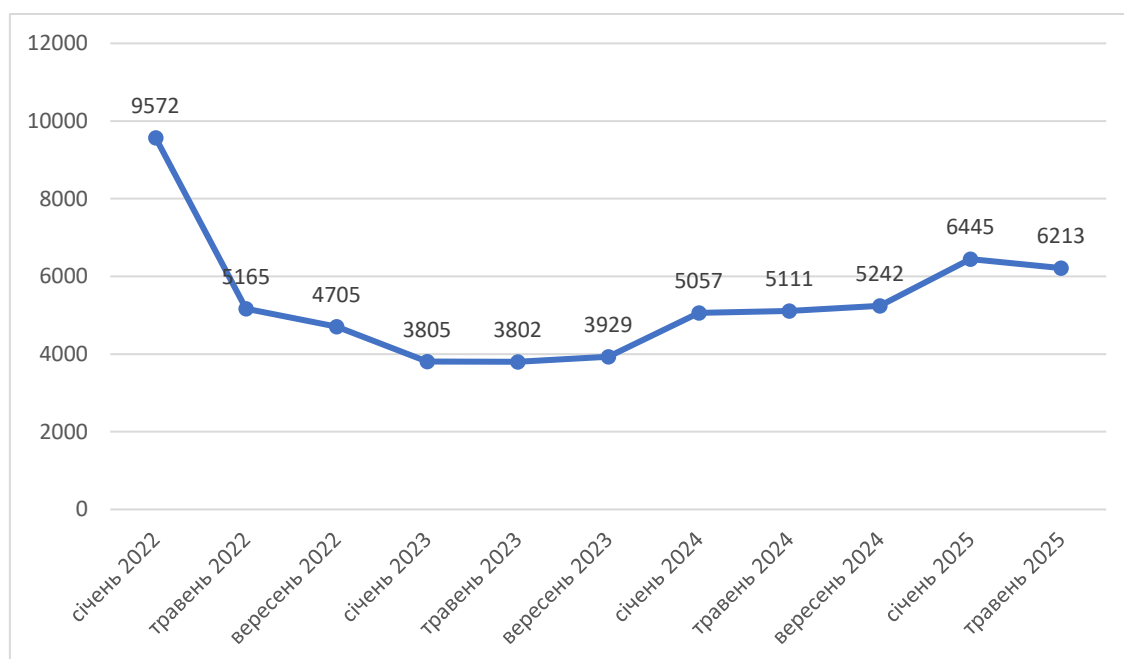


Рисунок 2.10 – Динаміка вакансій за січень 2022 – травень 2025 р.

Джерело: [14]

Динаміка кількості вакансій в ІТ-сфері України у 2022-2025 роках демонструє чітку циклічну тенденцію з різкими коливаннями, що відображають вплив воєнних подій, економічної адаптації та поступового відновлення ринку праці.

На початку 2022 року, до повномасштабного вторгнення, спостерігався піковий рівень попиту на ІТ-фахівців – 9572 вакансії, що свідчило про активне зростання галузі. Після лютого 2022 року відбулося різке скорочення кількості пропозицій роботи – до 5165 у травні та 4705 у вересні, тобто майже вдвічі. Це пояснюється релокацією компаній, зниженням обсягів проєктів, заморожуванням інвестицій та невизначеністю на ринку.

Упродовж 2023 року ситуація стабілізувалася – кількість вакансій трималася на рівні близько 3800–3900, що відображає період адаптації ІТ-компаній до нових умов. Починаючи з 2024 року, ринок демонструє поступове відновлення: у січні зафіксовано 5057 вакансій, а до вересня – вже 5242, що свідчить про відновлення ділової активності та розширення замовлень від закордонних клієнтів.

У 2025 році спостерігається помітне поживлення ринку праці – у січні кількість вакансій сягнула 6445, а в травні – 6213, що є найвищими показниками за весь період після широкомасштабного вторгнення. Це підтверджує тенденцію до відновлення зростання ІТ-сектора, підвищення попиту на спеціалістів різних напрямів (особливо розробників, аналітиків даних, фахівців з кібербезпеки та штучного інтелекту) і повернення галузі до фази активного розвитку.

Поточна діагностика вказує на наявність структурних викликів, серед яких – дефіцит кадрів через трудову міграцію, зростання податкового навантаження для ФОП-моделі, обмеження інвестицій через ризики безпеки та нестабільність енергопостачання. Разом із тим, зберігаються потенційні драйвери розвитку – активне впровадження штучного інтелекту, хмарних рішень, кібербезпеки, а також цифровізація державного управління (зокрема розвиток екосистеми «Дія»).

Важливим є також регіональний аспект: значна частка ІТ-компаній зосереджена у великих містах – Києві, Львові, Харкові та Дніпрі. Це створює дисбаланс між центром і периферією, що вимагає державної політики стимулювання розвитку ІТ-кластерів у регіонах.

Отже, діагностичний аналіз засвідчує, що ІТ-сектор України зберігає високий потенціал розвитку навіть за умов економічної нестабільності. Для подальшого зростання необхідні системні заходи державної політики, спрямовані на підтримку

експорту, створення сприятливих умов для інвестицій і стимулювання зайнятості у високотехнологічних галузях.

На основі проведеної діагностики можна здійснити SWOT-аналіз економічного середовища ІТ-сектору України (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – SWOT-аналіз економічного середовища ІТ-сектору України

<i>Сильні сторони (Strengths)</i>	<i>Слабкі сторони (Weaknesses)</i>
Високий рівень технічної освіти та кваліфікації фахівців.	Відтік кадрів за кордон (brain drain).
Гнучкість бізнес-моделей та адаптивність до кризових умов.	Залежність від іноземного ринку та валютних коливань.
Стійкість сектору під час війни та швидка адаптація до дистанційного формату роботи.	Недостатня державна підтримка інновацій і стартапів.
Зростаюча роль українських ІТ-компаній на глобальному ринку.	Нерівномірний розвиток ІТ-інфраструктури між регіонами.
<i>Можливості (Opportunities)</i>	<i>Загрози (Threats)</i>
Розвиток напрямів штучного інтелекту, кібербезпеки, Data Science, хмарних технологій.	Поглиблення економічної та політичної нестабільності.
Цифровізація державного сектору та інтеграція з європейським цифровим ринком.	Конкуренція з ІТ-кластерами країн Східної Європи (Польща, Румунія, Чехія).
Можливість залучення інвестицій від міжнародних технологічних корпорацій.	Зниження інвестиційної привабливості через ризики воєнного часу.
Формування регіональних ІТ-кластерів і підтримка інноваційних хабів.	Підвищення податкового навантаження на ІТ-бізнес.

Джерело: складено на основі власних досліджень автора

Головним чинником, який стримує розвиток українського ІТ-сектору, є війна та повномасштабне вторгнення, що створює високі ризики невиконання контрактів; саме це сприяє відтоку замовлень і зменшенню інвестиційної

привабливості. Особливу складність відтак становить питання бронювання ІТ-спеціалістів: лише 1,5% фахівців на сьогодні мають офіційне бронювання. Процедура бронювання залишається нерегульованою, що впливає на стабільність роботи компаній. Також ускладнює ситуацію мобілізація, оподаткування та загальна економічна нестабільність для ІТ-фахівців, які перебувають за кордоном.

Проведений аналіз функціонування ІТ-сектору України свідчить, що галузь залишається одним із ключових драйверів економічного розвитку, демонструючи високу стійкість навіть в умовах воєнного стану. Кількість підприємств у сфері інформаційних технологій зросла з 5633 у 2014 році до майже 8000 у 2024 році, що відображає довготривалу позитивну динаміку. Разом із тим, у 2022 році спостерігалось різке зниження кількості компаній (до 6556), зумовлене воєнними ризиками, релокацією бізнесу та зменшенням іноземних замовлень. Водночас податкові надходження від ІТ-галузі продовжували зростати: якщо у 2019 році сукупна сплата податків становила 489,4 млн дол., то у 2024 році — понад 1 млрд дол., що свідчить про збереження високої економічної активності та адаптивності підприємств.

На ринку праці ІТ-сектор демонструє схожу закономірність: з 2016 по 2024 рік кількість зайнятих зросла майже втричі — з 99,9 тис. до 289,5 тис. осіб. Проте з 2022 року темпи приросту сповільнилися, а частка технічних спеціалістів почала зменшуватись, що свідчить про кадрову напруженість і дефіцит висококваліфікованих кадрів. Паралельно з цим відбулося скорочення кількості вакансій: із 9572 у січні 2022 року до 3800–3900 упродовж 2023 року, що є наслідком невизначеності, релокації компаній і зниження проєктної активності. Лише у 2024–2025 роках спостерігається поступове відновлення попиту на ІТ-фахівців, що сигналізує про початок відродження ринку.

Попри загальне зростання кількості працівників, структура ринку праці залишається незбалансованою: 72% ІТ-компаній мають до 200 співробітників, що свідчить про переважання малих і середніх підприємств з обмеженими можливостями для масштабного найму та системної підготовки кадрів. Водночас

релокація ІТ-компаній у західні регіони після 2022 року створила нову географію зайнятості, що потребує гнучких механізмів державного стимулювання.

Виявлені у ході дослідження тенденції дозволяють сформулювати основну проблему: нерівномірність розвитку ринку праці в ІТ-сфері та нестача кадрового потенціалу для забезпечення подальшого зростання галузі в умовах воєнної та післявоєнної трансформації економіки.

Для вирішення цієї проблеми пропонується спеціалізоване аналітичне завдання – моделювання динаміки зайнятості в ІТ-секторі України з урахуванням макроекономічних, технологічних та інституційних факторів, зокрема впливу війни (через фіктивну змінну, що враховує години блекаутів або рівень інфраструктурної нестабільності). Мета такого моделювання – виявити ключові детермінанти зростання зайнятості, оцінити вплив воєнних умов на ринок праці та розробити сценарії стимулювання попиту на ІТ-фахівців.

Результати моделі дадуть змогу обґрунтувати напрями державної політики та галузевих стратегій щодо підтримки ІТ-ринку праці, розробки освітніх програм і механізмів перекваліфікації кадрів, що забезпечить стале відновлення й розвиток ІТ-сфери України у середньостроковій перспективі.

Проведений аналіз динаміки розвитку ІТ-сектору України показав стале зростання кількості підприємств та працівників упродовж останніх років, попри наявність зовнішніх викликів, зокрема енергетичних криз і зниження експорту в окремі періоди.

Аналіз даних дозволив виділити ключові змінні для побудови моделі прогнозування: кількість підприємств, експорт галузі та кількість годин блекауту. Вибір саме цих показників ґрунтується на економічній логіці, оскільки вони безпосередньо відображають як виробничу активність сектору, так і зовнішні умови, що впливають на його ефективність. Такий відбір забезпечує достатню інформативність моделі при збереженні її інтерпретованості.

Для проведення економічної аналітики динаміки зайнятості в ІТ-секторі України використано комплексну методику, що поєднує елементи статистичного, кореляційно-регресійного та факторного аналізу. Основними вихідними даними є

офіційна статистика Державної служби статистики України, дані Міністерства цифрової трансформації, IT Ukraine Association, а також звіти міжнародних організацій (World Bank, OECD, Global Innovation Index).

Інформаційно-аналітична база побудована на часових рядах показників: чисельності зайнятих у секторі інформаційних технологій, рівня середньої заробітної плати, обсягів експорту ІТ-послуг, інвестицій у галузь, кількості ІТ-компаній і частки сектору у ВВП.

Система оцінювання включає три етапи:

1. Аналітична оцінка динаміки (темпи зростання, середньорічні зміни, тренди).
2. Визначення взаємозв'язків між зайнятістю та економічними факторами.
3. Підготовка даних для побудови моделі прогнозу динаміки зайнятості.

Для забезпечення достовірності результатів використовуються офіційні джерела даних, а також методи згладжування часових рядів і нормалізації показників.

Лінійна регресійна модель є одним із базових інструментів економічного аналізу, що дає змогу виявити і кількісно оцінити взаємозв'язок між залежною змінною (результативним показником) та одним або кількома незалежними факторами.

Побудова регресійної моделі здійснюється в кілька етапів.

На етапі формування гіпотези визначається економічний зміст зв'язку між змінними та задається функціональна форма моделі. Для лінійної залежності загальний вигляд рівняння має форму (формула 2.1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2.1)$$

де Y – залежна змінна,

X_i – незалежні фактори,

β_i – параметри моделі, що визначають вплив факторів

ε – випадкова похибка, яка відображає дію не врахованих чинників та випадкових впливів

Суть МНК полягає в мінімізації функції втрат – суми квадратів залишків (формула 2.2):

$$S(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \beta_2 X_{2i} - \dots - \beta_k X_{ki})^2 \quad (2.2)$$

Необхідно знайти такі оцінки $\hat{\beta}_j$, які мінімізують S .

Для цього беруть часткові похідні функції S за кожним параметром β_j , прирівнюють їх до нуля і розв'язують отриману систему нормальних рівнянь (формула 2.3):

$$(X'X)\hat{\beta} = X'Y \quad (2.3)$$

де X – матриця спостережень незалежних змінних,

Y – вектор спостережень залежної змінної,

$\hat{\beta}$ – вектор оцінених параметрів.

Розв'язок системи має вигляд (формула 2.4):

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y \quad (2.4)$$

За класичних припущень МНК (лінійність параметрів, незалежність та нормальність похибок, їх нульове математичне сподівання і постійна дисперсія – гомоскедастичність), оцінки $\hat{\beta}_j$ є:

- незміщеними, тобто середнє значення оцінки дорівнює істинному значенню параметра;
- ефективними, тобто мають мінімальну дисперсію серед усіх лінійних незміщених оцінок (за теоремою Гауса–Маркова);
- послідовними, тобто при збільшенні обсягу вибірки наближаються до істинних параметрів.

Після знаходження коефіцієнтів проводиться оцінювання якості побудованої моделі. Для цього використовують декілька критеріїв.

- Коефіцієнт детермінації R^2 показує, яку частку варіації залежної змінної пояснюють незалежні.
- t-статистика перевіряє значущість окремих коефіцієнтів (при гіпотезі $H_0: \beta_j = 0$).
- F-критерій Фішера визначає загальну значущість моделі.

Перевіряються також припущення МНК: нормальність розподілу залишків (тест Ярка–Бера), відсутність автокореляції (тест Дарбіна–Уотсона), гомоскедастичність (тест Бройша–Пагана), відсутність мультиколінеарності (VIF).

Оцінений коефіцієнт $\hat{\beta}$ показує, на скільки в середньому змінюється Y при збільшенні X_j на одну одиницю, якщо всі інші фактори залишаються незмінними. Таким чином, за допомогою МНК можна не лише оцінити силу та напрямок впливу факторів, але й побудувати прогностичні значення для майбутніх періодів.

Відбір змінних для побудови моделі є одним із ключових етапів економетричного аналізу, оскільки саме від якості та релевантності обраних показників залежить точність, інтерпретованість і прогностичні властивості регресійної моделі.

Проведений у розділі 2 описово-діагностичний аналіз функціонування ІТ-сектору України дозволив ідентифікувати основні фактори, що мають найбільш вагомий вплив на зайнятість у галузі. На основі виявлених закономірностей сформовано систему змінних, які відображають як внутрішні характеристики розвитку ІТ-ринку, так і зовнішні умови його функціонування.

Залежною змінною в моделі обрано кількість працівників у ІТ-секторі, що є узагальненим показником рівня зайнятості та інтегрує вплив економічних, організаційних і соціальних чинників. Як незалежні змінні використано такі показники:

- кількість підприємств, що відображає масштабність галузевої структури та інтенсивність ділової активності в ІТ-сфері;
- дохід галузі, який характеризує фінансову ефективність та інвестиційний потенціал сектору;
- експорт ІТ-послуг, що виступає основним джерелом зростання галузі та чинником формування попиту на ІТ-фахівців;
- кількість годин блекаутів, уведена як фіктивна змінна, що репрезентує вплив зовнішніх шоків, зумовлених воєнними діями та енергетичною нестабільністю.

Вибір саме цих змінних зумовлений їх високою аналітичною цінністю, статистичною значущістю та логічним зв'язком із процесами формування зайнятості.

Кореляційний аналіз підтвердив наявність тісного зв'язку між кількістю працівників, експортом та доходами ІТ-компаній, що свідчить про ключову роль зовнішньоекономічної діяльності у зростанні ринку праці в цій галузі. Таким чином, сформована сукупність показників забезпечує комплексне відображення факторів, що визначають динаміку зайнятості в ІТ-секторі, і створює надійну основу для побудови та інтерпретації регресійної моделі.

Для обраних змінних були розраховані попарні кореляції (рис. 2.11).

Найвищу кореляцію з кількістю працівників має експорт ІТ-послуг (0,99). Це свідчить про прямий і дуже тісний зв'язок: зі зростанням обсягів експорту збільшується кількість зайнятих у галузі. Це закономірно, адже експорт визначає зовнішній попит на ІТ-послуги, що стимулює створення нових робочих місць.

Високий зв'язок також спостерігається між дохідністю галузі (0,83) та кількістю працівників. Зростання прибутковості ІТ-компаній створює фінансові можливості для розширення штату, інвестування у розвиток та підвищення зарплат.

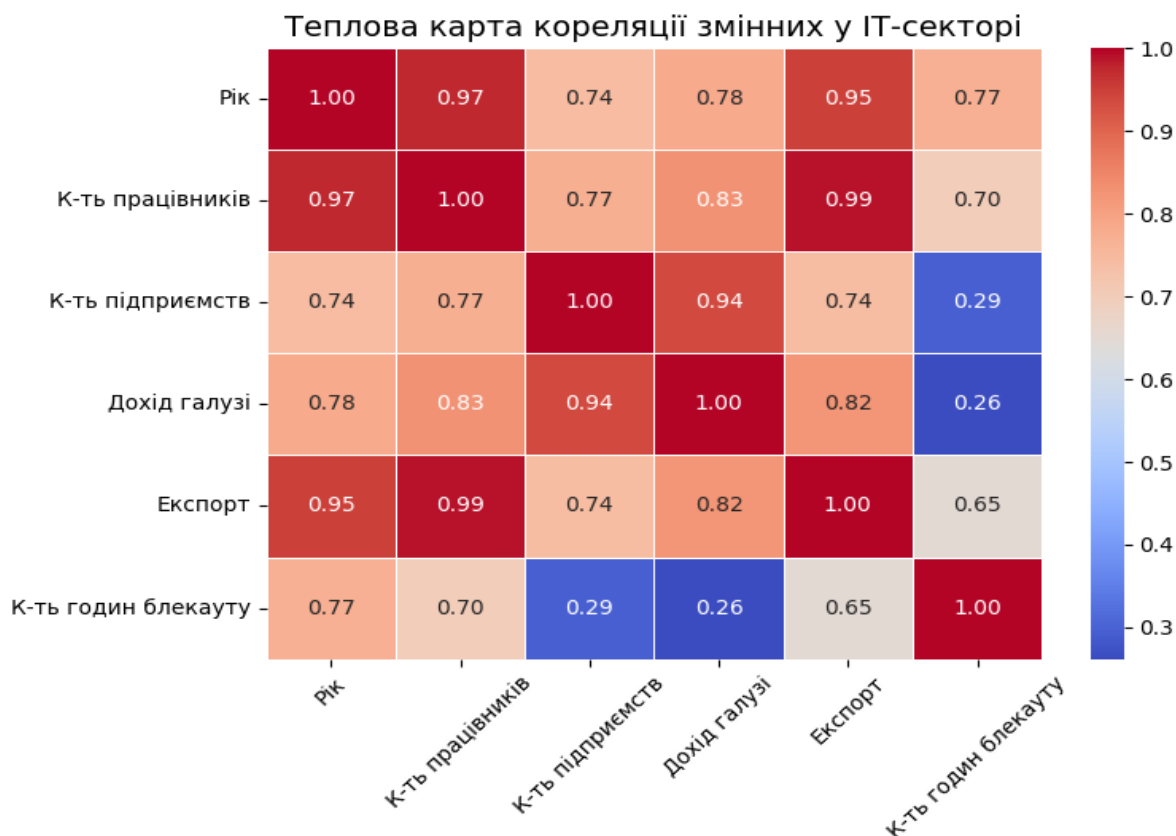


Рисунок 2.11 – Попарна кореляція обраних факторів для моделювання зайнятості в ІТ-сфері

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Дещо нижчий, але все ще значний зв'язок має кількість підприємств (0,77). Це свідчить, що розширення кількості компаній в Україні супроводжується збільшенням загальної зайнятості в ІТ, хоча цей процес може бути уповільненим через концентрацію фахівців у великих компаніях.

Фактором впливу зовнішнього середовища було обрано кількість годин блекаутів у роки широкомасштабного вторгнення. Цей показник (0,70) має позитивний, але помірний зв'язок із кількістю працівників. Це можна пояснити тим, що попри ускладнення роботи через енергетичні обмеження, ІТ-компанії змогли адаптуватися – через релокацію, використання генераторів, віддалений формат праці тощо. Таким чином, галузь продемонструвала стійкість і здатність підтримувати рівень зайнятості навіть за кризових умов.

Між дохідністю галузі та кількістю підприємств (0,94) спостерігається сильна залежність, що вказує на паралельне зростання обох показників у процесі розвитку ІТ-екосистеми. Також високий зв'язок є між експортом і доходом (0,82), що підтверджує, що значна частка прибутків галузі формується саме за рахунок зовнішніх контрактів.

Отже, динаміка зайнятості в ІТ-секторі найбільше залежить від експортної активності та фінансових результатів галузі, тоді як кількість підприємств і зовнішні фактори (як-от енергетична стабільність) мають додатковий, але менш виражений вплив.

Для аналізу динаміки зайнятості в сфері ІТ було вирішено обрати лінійну багатофакторну регресію. Такий вибір зумовлений як її аналітичними властивостями, так і здатністю адекватно відображати взаємозв'язки між економічними показниками в умовах обмеженого обсягу статистичних даних. Такий підхід дозволяє оцінити ступінь впливу кожного окремого фактора на залежну змінну, кількість працівників у галузі, за одночасного контролю впливу інших змінних.

Лінійна форма моделі є найбільш доцільною для першого етапу економетричного дослідження, оскільки вона забезпечує простоту інтерпретації параметрів: коефіцієнти відображають, наскільки змінюється рівень зайнятості при зміні відповідного фактора на одну одиницю. Це дозволяє кількісно визначити чутливість ринку праці до зміни доходів галузі, обсягів експорту, кількості підприємств чи тривалості блекаутів.

Крім того, лінійна багатофакторна модель є ефективним інструментом для виявлення загальних тенденцій розвитку галузі, оскільки в ній передбачається адитивний ефект факторів, тобто сумарний вплив пояснювальних змінних визначається їх окремими внесками. Це дозволяє виокремити основні чинники, що впливають на зайнятість.

Таким чином, вибір лінійної багатофакторної моделі обґрунтовується її здатністю комплексно відобразити взаємозалежність між ключовими економічними показниками ІТ-сектору та рівнем зайнятості, а також можливістю

проведення подальшого порівняльного аналізу, прогнозування та формування рекомендацій для управлінських рішень у сфері розвитку галузі.

Для аналізу були обрані дані з відкритих джерел, а саме, Держкомстату, дані досліджень дослідницьких інститутів та консалтингових компаній в області ІТ.

2.3 Аналітичне моделювання та прогнозування тенденцій ІТ-зайнятості

Для прогнозування динаміки зайнятості використано економіко-математичну модель на основі множинної лінійної регресії. Залежна змінна – рівень зайнятості в ІТ-секторі. Незалежні змінні – обсяг експорту ІТ-послуг, обсяг інвестицій, середня заробітна плата та частка ІТ у ВВП.

Результати моделювання наведені на рис. 2.12.

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	К-ть працівників	R-squared:	0.996			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.992			
Method:	Least Squares	F-statistic:	257.5			
Date:	Mon, 20 Oct 2025	Prob (F-statistic):	5.03e-06			
Time:	01:54:56	Log-Likelihood:	-108.38			
No. Observations:	11	AIC:	228.8			
Df Residuals:	5	BIC:	231.1			
Df Model:	5					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]

const	-7.467e+06	7.47e+06	-1.000	0.363	-2.67e+07	1.17e+07
Рік	3738.9824	3709.821	1.008	0.360	-5797.416	1.33e+04
К-ть підприємств	6.4603	5.817	1.110	0.317	-8.494	21.415
Дохід галузі	0.0079	0.088	0.090	0.932	-0.219	0.235
Експорт	23.6022	3.594	6.567	0.001	14.363	32.841
К-ть годин блекауту	8.5176	8.181	1.041	0.346	-12.512	29.548
=====						
Omnibus:	0.402	Durbin-Watson:	2.430			
Prob(Omnibus):	0.818	Jarque-Bera (JB):	0.213			
Skew:	0.282	Prob(JB):	0.899			

Рисунок 2.12 – Лінійна багатofакторна модель для зайнятості в ІТ-сфері (5 факторів)

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Результати оцінки моделі методом найменших квадратів (OLS) свідчать про високу пояснювальну здатність регресії: коефіцієнт детермінації $R^2=0.996$, скоригований $R^2=0.992$. Це означає, що близько 99,6% варіації кількості працівників у ІТ-секторі пояснюється вибраними факторами: кількістю підприємств, доходом галузі, обсягом експорту, роком та кількістю годин блекаутів. Значення F-статистики (257.5) та її рівень значущості $p<0.001$ підтверджують, що модель загалом є статистично значущою.

Рівняння моделі має вигляд (формула 2.5):

$$Y = -7.467 \cdot 10^6 + 3739.0 \cdot \text{Рік} + 6.5 \cdot \text{К. підпр.} + 0.008 \cdot \text{Дохід} + 23.6 \cdot \text{Експорт} + 8.5 \cdot \text{Блекаут} \quad (2.5)$$

Серед незалежних змінних найбільш впливовими виявилися такі змінні.

Експорт ($p < 0.001$) є єдиним статистично значущим фактором у моделі. Його коефіцієнт (23.6) означає, що збільшення обсягу експорту ІТ-послуг на 1 млн дол. у середньому асоціюється зі зростанням зайнятості на близько 24 осіб. Це підтверджує ключову роль зовнішнього попиту у формуванні ринку праці галузі.

Кількість підприємств має позитивний, але статистично малозначущий вплив ($p = 0.317$). Збільшення числа ІТ-компаній на одиницю асоціюється із середнім приростом зайнятості на 6,5 осіб. Це вказує, що структурне розширення ринку також стимулює зайнятість, хоча його ефект слабший порівняно з експортом.

Кількість годин блекаутів (коефіцієнт 8.5) має позитивний, але статистично незначущий вплив ($p = 0.346$). Ймовірно, цей результат пов'язаний із адаптаційною здатністю галузі, яка змогла зберегти активність навіть за умов енергетичних обмежень. Рік відображає часовий тренд, який є позитивним (коэф. 3878), але незначущим статистично ($p = 0.36$). Це вказує, що зростання зайнятості є переважно детермінованим економічними факторами (експортом, структурою підприємств), а не просто плином часу.

Вплив доходу галузі практично відсутній, коефіцієнт незначущий. Показники Omnibus (0.4) і Jarque-Bera (0.213) із високими значеннями p-value (>0.8) свідчать про нормальність розподілу залишків, що є важливою умовою коректності

оцінок МНК. Значення Durbin–Watson = 2.43 наближене до 2, що свідчить про відсутність автокореляції залишків, тобто модель не має систематичних похибок у часі.

Отримані результати свідчать про те, що не всі фактори, включені до початкової моделі, мають статистично значущий вплив на рівень зайнятості в ІТ-сфері. Основною причиною цього є наявність мультиколінеарності між змінними. Так, показники експорту, доходу галузі, середньої заробітної плати та частки ІТ у ВВП тісно корелюють між собою, адже всі вони відображають масштаб і економічну активність галузі. Унаслідок цього модель містить дублювання інформації: частину варіації зайнятості пояснює одразу кілька подібних змінних, що призводить до зростання стандартних похибок і, відповідно, до втрати статистичної значущості деяких коефіцієнтів.

Крім того, змінна “Рік” має високу кореляцію з іншими факторами, оскільки всі показники демонструють загальну тенденцію зростання з часом. Часовий тренд не додає нової інформації до моделі, а лише дублює вплив економічних змінних, зокрема експорту та доходу. Водночас показник доходу галузі, який сам є результатом діяльності ІТ-компаній, не виступає первинним чинником формування зайнятості, тому його вплив виявляється незначущим.

З огляду на це, доцільно перейти до спрощеної моделі, яка включає лише три ключові фактори: обсяг експорту ІТ-послуг, кількість підприємств у галузі та кількість годин блекаутів. Така модель позбавлена проблеми мультиколінеарності, має більш стійкі параметри та зберігає економічну інтерпретованість. Експорт виступає головним драйвером зайнятості, кількість підприємств відображає структурне розширення ринку, а показник блекаутів характеризує стійкість галузі до зовнішніх шоків.

Результати моделювання наведені на рис. 2.13.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	К-ть працівників	R-squared:	0.995			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.993			
Method:	Least Squares	F-statistic:	474.0			
Date:	Mon, 20 Oct 2025	Prob (F-statistic):	1.91e-08			
Time:	02:04:20	Log-Likelihood:	-109.68			
No. Observations:	11	AIC:	227.4			
Df Residuals:	7	BIC:	228.9			
Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	4.834e+04	1.46e+04	3.301	0.013	1.37e+04	8.3e+04
К-ть підприємств	9.3046	2.717	3.425	0.011	2.880	15.729
Експорт	26.8691	1.825	14.725	0.000	22.554	31.184
К-ть годин блекауту	13.2800	3.515	3.778	0.007	4.968	21.592
Omnibus:	0.984	Durbin-Watson:	2.659			
Prob(Omnibus):	0.611	Jarque-Bera (JB):	0.293			
Skew:	-0.395	Prob(JB):	0.864			
Kurtosis:	2.875	Cond. No.	6.40e+04			

Рисунок 2.13 – Лінійна багатофакторна модель для зайнятості в ІТ-сфері (3 фактори)

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Рівняння моделі має вигляд (формула 2.6):

$$Y = 4.8 \cdot 10^4 + 9.3 \cdot \text{К. підпр.} + 26.9 \cdot \text{Експорт} + 13.3 \cdot \text{Блекаут} \quad (2.6)$$

Проведене регресійне моделювання дозволило побудувати адекватну багатофакторну модель, яка відображає залежність рівня зайнятості у ІТ-секторі України від ключових економічних чинників. Отримані результати свідчать про високу якість моделі: коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.995$ вказує, що 99,5% варіації

кількості працівників пояснюється змінами у кількості підприємств, обсягах експорту ІТ-послуг та тривалості блекаутів. Значення F-критерію (474.0 при $p < 0.001$) підтверджує загальну статистичну значущість моделі.

Серед незалежних змінних найвагомійший вплив має експорт ІТ-послуг (коефіцієнт 26.9, $p < 0.001$), що підкреслює провідну роль зовнішніх ринків у формуванні зайнятості в галузі. Позитивний ефект кількості підприємств (коефіцієнт 9.3, $p < 0.05$) демонструє, що розширення бізнес-екосистеми на пряму сприяє створенню нових робочих місць. Цікавою є також позитивна реакція показника зайнятості на збільшення кількості годин блекауту (коефіцієнт 13.28, $p < 0.01$), що може бути свідченням високої адаптивності ІТ-компаній до кризових умов, зокрема, використання альтернативних джерел енергії, переходу на віддалену роботу чи релокації персоналу.

Відсутність автокореляції залишків ($Durbin-Watson = 2.66$) і нормальний розподіл похибок підтверджують коректність моделі. Таким чином, побудована лінійна багатofакторна модель є статистично обґрунтованою, достовірною та буде використана для подальшого моделювання та прогнозування рівня зайнятості у ІТ-секторі України.

Результати моделювання за даною моделлю наведені на рис. 2.14.

Для порівняння розглянемо модель ARIMA. Це один із найбільш поширених статистичних методів прогнозування часових рядів.

Модель поєднує три компоненти:

1. AR (Autoregressive) – авторегресія (параметр p). Поточне значення ряду залежить від попередніх значень.

2. I (Integrated) – інтегрування, або диференціювання (параметр d) використовується, щоб зробити ряд стаціонарним, тобто усунути тренд або сезонність.

3. MA (Moving Average) – ковзне середнє (параметр q). Поточне значення ряду залежить від попередніх похибок

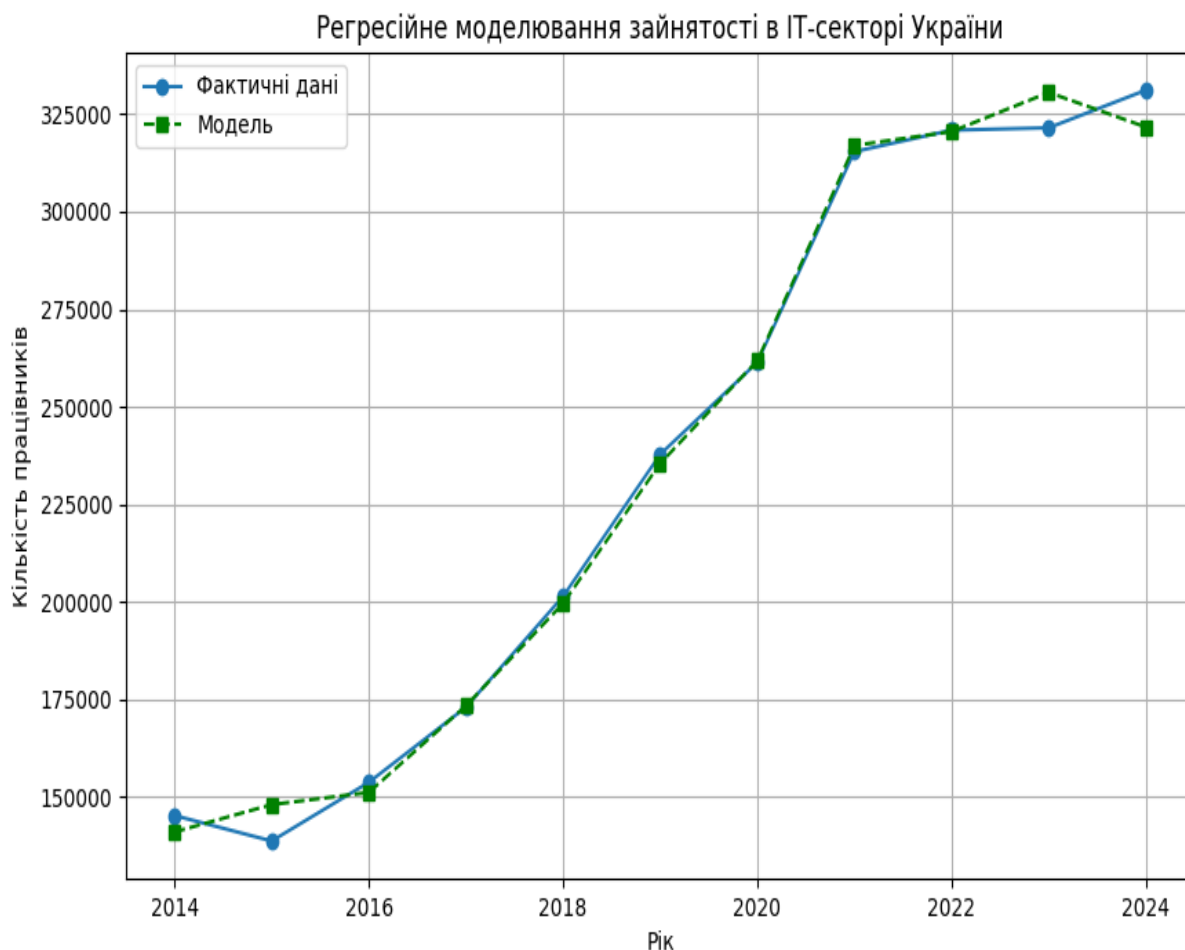


Рисунок 2.14 – Моделювання динаміки зайнятості в ІТ-сфері

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Загальна формула ARIMA(p, d, q) (формула 2.7):

$$\phi(L)(1-L)^d Y_t = \theta(L)\varepsilon_t \quad (2.7)$$

де L – лаг-оператор,

$\phi(L)$ – поліном AR,

$\theta(L)$ – поліном MA.

Метод полягає у підборі найкращої ARIMA-моделі. Для цього перебирають кілька моделей і порівнюють інформаційні критерії AIC / BIC

Краща модель має мінімальне значення AIC або BIC.

Проведений підбір показав, що найкращою моделлю є модель ARIMA(2,0,0). Це авторегресійна модель порядку 2 без диференціювання і без MA-компоненту.

Вона припускає, що поточне значення ряду лінійно залежить від двох його попередніх значень плюс випадкова похибка.

Наведемо формалізований вигляд моделі:

Нехай Y_t – чисельність працівників у рік t . Модель записується як (формула 2.8):

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

де c – константа (дрейф),

ϕ_1, ϕ_2 – коефіцієнти авторегресії,

ε_t – випадкова похибка (білий шум) з дисперсією σ^2 .

Результат побудови моделі наведений на рис.2.15.

```

=== ПІДСУМКИ МОДЕЛІ ===
                                SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:      К-ть працівників   No. Observations:      11
Model:             ARIMA(2, 0, 0)      Log Likelihood         -124.942
Date:             Fri, 28 Nov 2025     AIC                    257.885
Time:             23:59:15            BIC                    259.476
Sample:           01-01-2014          HQIC                   256.881
                  - 01-01-2024
Covariance Type:   opg
=====
              coef  std err      z    P>|z|    [0.025    0.975]
-----
const      2.364e+05  4.98e+04   4.749   0.000   1.39e+05   3.34e+05
ar.L1       1.6035     0.213    7.538   0.000     1.187     2.020
ar.L2      -0.7011     0.271   -2.584   0.010    -1.233    -0.169
sigma2     3.17e+08     2.044   1.55e+08  0.000   3.17e+08   3.17e+08
=====
Ljung-Box (L1) (Q):           1.46  Jarque-Bera (JB):           0.09
Prob(Q):                      0.23  Prob(JB):                   0.96
Heteroskedasticity (H):       3.94  Skew:                       0.22
Prob(H) (two-sided):          0.21  Kurtosis:                   2.90
=====

```

Рисунок 2.15 – ARIMA-модель

Джерело: складено на основі власних розрахунків

За результатами оцінювання маємо (формула 2.9):

$$Y_t = 2.23 \cdot 10^5 + 1.604Y_{t-1} - 0.701Y_{t-2} \quad (2.9)$$

Константа $c=236400$ вказує на базовий рівень ряду після урахування авторегресійних ефектів. У середньому цей додатковий рівень "підтримує" ряд навколо цієї величини у відсутності сильних автоколивань.

$\phi_1=1.604>0$ вказує на сильну позитивну залежність від попереднього року: якщо у попередньому році кількість працівників зросла, то частина цього зростання «переноситься» у поточний рік. Величина >1 говорить про потужну інерційність.

$\phi_2=-0.701<0$ – від’ємний другий лаг: він протидіє ефекту першого лагу і формує коливальну (циклічну) реакцію. Комбінація великого позитивного першого і від’ємного другого коефіцієнта часто дає затухаючі коливання.

Діагностичні тести, що були проведені (Ljung–Box, Jarque–Bera), вказують на прийнятну поведінку залишків: відсутність автокореляції та близькість до нормального розподілу. Durbin–Watson у попередніх моделях показував відсутність проблем з автокореляцією залишків.

Порівняємо обидві моделі за критеріями якості (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Порівняння показників якості OLS- та ARIMA- моделей

	OLS	ARIMA
RMSE	5175,00	32088,63
MAPE (%)	1,81	10,53
MAE	-	20387,71

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Побудована ARIMA(2,0,0)-модель дозволяє описати часову структуру динаміки кількості працівників у IT-секторі, спираючись виключно на внутрішню інерційність ряду. Її параметри свідчать про значущу автокореляцію першого та другого лагів, що є характерним для ринку з високою інерційністю. Проте ARIMA не враховує зовнішніх чинників, тому інтерпретація моделі обмежується внутрішніми циклічними закономірностями без можливості пояснення причин змін у зайнятості. Незважаючи на це, ARIMA забезпечує задовільну описову

здатність та дозволяє отримати надійні коротко- та середньострокові прогнози за умов стабільності зовнішнього середовища.

На відміну від цього, багатofакторна регресійна модель демонструє суттєво вищу пояснювальну спроможність, про що свідчать значення $R^2 = 0.995$ та $Adj. R^2 = 0.993$. Модель пояснює кількість працівників через три ключові фактори: кількість ІТ-підприємств, обсяг експорту та кількість годин блекаутів. Усі коефіцієнти є статистично значущими ($p < 0.05$), а F-критерій ($p \approx 1.9e-08$) підтверджує загальну значущість моделі.

Регресійний підхід дає можливість не лише прогнозувати, але й інтерпретувати вплив кожного фактору: зростання експорту та збільшення кількості підприємств сприяють розширенню зайнятості, тоді як збільшення тривалості блекаутів, навпаки, створює додатковий тиск на ринок праці. На відміну від ARIMA, ця модель здатна врахувати структурні зміни, пов'язані з війною, енергетичними ризиками та трансформацією ринку.

У підсумку обидва підходи є взаємодоповнюючими. ARIMA забезпечує якісне моделювання часової залежності та корисна для прогнозування в умовах відсутності детальних факторних даних. Натомість багатofакторна регресія надає глибоке причинно-наслідкове пояснення коливань чисельності працівників та враховує системні економічні й інфраструктурні впливи. Саме тому при формуванні комплексного прогнозу доцільно використовувати регресійну модель як основну, доповнюючи її ARIMA-моделюванням як інструментом перевірки стабільності та інерційності отриманих тенденцій.

Результати моделювання динаміки чисельності працівників у сфері ІТ вказують на наявність стійких тенденцій, що потребують перегляду та коригування державної політики розвитку галузі. Побудована модель ARIMA показала, що Індустрія не може зростати «за інерцією». За відсутності підтримки з боку держави та гарантій стабільності зовнішнього середовища прогноз вказує на ризик зниження чисельності працівників у середньостроковій перспективі. Тому потрібні активні стимули, а не лише збереження статус-кво.

Факторна модель демонструє, що саме економічні та інфраструктурні чинники визначають динаміку зайнятості. Тому політика має бути сфокусована на підсиленні зовнішнього попиту, розвитку підприємництва та зменшенні інфраструктурних ризиків, насамперед енергетичної нестабільності.

Висновки до другого розділу

За результатами проведення економічної аналітики тенденцій зайнятості сформовано наступні висновки.

Проведений діагностичний аналіз дав змогу встановити, що ІТ-галузь залишається провідною експортною галуззю України у сфері послуг та суттєвим джерелом валютних надходжень, що має критичне стратегічне значення для підтримки національної економіки в умовах воєнного стану. Ця стійкість забезпечується, насамперед, високою експортною орієнтованістю, адже близько 90% діяльності галузі припадає на закордонних замовників, що мінімізує залежність фінансових надходжень від кон'юнктури внутрішнього ринку. Це дає змогу українським ІТ-компаніям, навіть попри безпрецедентні воєнні події, демонструвати високу адаптивність і зберігати конкурентні позиції на світовому ринку.

Проте, як показав проведений аналіз, війна створила низку системних проблем, які мають прямий негативний вплив на кадровий потенціал і операційну стійкість. До цих ключових проблем віднесено:

- релокацію працівників за кордон, що спричиняє відтік критично важливих висококваліфікованих кадрів;
- переміщення бізнесу та пов'язані з цим логістичні й операційні витрати;
- підвищені операційні ризики через військові дії;
- критичну енергетичну нестабільність та переривання робочих процесів через блекаути.

Ці фактори комплексно негативно впливають на стабільність розвитку та зростання зайнятості в галузі, вимагаючи не просто загальної, а цілеспрямованої державної підтримки та створення якісних економічних і безпекових умов для повернення й утримання висококваліфікованих кадрів..

Аналіз мікрорівня ринку праці ІТ, сфокусований на динаміці вакансій, показав, що ринок є суттєво залежним від багатьох взаємопов'язаних чинників. Серед них виділяються глобальний попит на технологічні послуги, інвестиційна активність міжнародних фондів, внутрішня вартість робочої сили, загальна економічна ситуація в країні та, що є критичним, наявність стабільної інфраструктури.

Визначено, що у воєнний період на ринку праці спостерігалось загальне скорочення кількості відкритих вакансій як реакція на невизначеність, а також супутнє підвищення конкуренції серед кандидатів. Відбулося чітке зміщення акцентів у бік спеціалістів із високим рівнем досвіду (Senior та Middle-рівні), оскільки компанії віддавали перевагу найму високопродуктивних кадрів для мінімізації ризиків, що, своєю чергою, ускладнює вхід на ринок для молодих фахівців. Ринок стає більш волатильним і чутливим до зовнішніх шоків: коливання експорту, зміни кількості ІТ-підприємств, проблеми з енергопостачанням.

Незважаючи на негативну динаміку початкового періоду війни, аналіз тенденцій у 2024–2025 роках засвідчив початок стійких відновлювальних тенденцій, що свідчить про гнучкість сектора та його здатність до самовідновлення. Кількість вакансій на ІТ-ринку у 2025 році знову почала зростати і становила 6213. Паралельно зросла і кількість зайнятих – до 333 тис. осіб. Ці емпіричні дані підтверджують необхідність прогнозування зайнятості на основі комплексних моделей, що враховують економічні та інфраструктурні фактори, оскільки прості екстраполяції не відображають адекватної складності поточних процесів і не дають підстав для обґрунтованих управлінських рішень.

Для оцінки та прогнозування динаміки зайнятості в ІТ з урахуванням складності процесів воєнного часу було використано дві групи моделей, що забезпечують комплексний підхід:

- ARIMA (моделі авторегресії, інтегрованого ковзного середнього) — для аналізу та прогнозування часових рядів, що відображає інерційні процеси ринку та короткострокові тенденції.
- Багатофакторна регресійна модель — для виявлення та кількісної оцінки впливу ключових детермінант.

Якість обох прогностичних моделей була підтверджена за допомогою метрик: MAPE 1,81% для ARIMA та 10,53% для регресійної моделі. Ці показники свідчать про достатньо хорошу якість моделей та їх адекватність для застосування в умовах високої дисперсії даних воєнного часу.

Проведений аналіз часових рядів за допомогою моделі ARIMA(2,0,0) виявив специфічну поведінку ринку, що включає елементи інерції та корекції. Параметри моделі: перший лаг дорівнює 1.604, а другий лаг дорівнює -0.701. Ці параметри вказують на ризик уповільнення зростання за поточних умов, оскільки значна позитивна інерція першого лагу, яка свідчить про швидке відновлення, частково нівелюється значним негативним впливом другого лагу, що вимагає цілеспрямованого зовнішнього втручання та стимулювання для підтримки позитивної динаміки.

Факторна модель показала, що зайнятість значною мірою визначається кількістю підприємств, обсягом експорту та рівнем інфраструктурної стабільності (зокрема, кількістю годин блекаутів). Показники якості цієї моделі $R^2 = 0.995$ та $Adj. R^2 = 0.993$.

Аналіз коефіцієнтів регресії дав змогу встановити, що обсяг експорту ІТ-послуг є критичною і найбільш потужною позитивною детермінантою зростання зайнятості. Його динаміка є найбільш репрезентативним показником, що корелює зі створенням нових робочих місць.

За результатами проведеного аналізу, визначено, що енергетична нестабільність (блекаути) є суттєвим негативним чинником, який статистично значуще стримує потенціал зростання ринку праці, що свідчить про необхідність пріоритетного інвестування в енергетичну стійкість та інноваційні рішення, що підвищують автономність роботи ІТ-сектора.

Отримані кількісні результати моделювання свідчать, що без цілеспрямованої, науково обґрунтованої політики з підтримки галузі зростання зайнятості може бути обмеженим або навіть негативним (відповідно до сценарію ARIMA). Таким чином, для корекції державної політики необхідно зосередитися на стимулюванні підприємницької активності, розширенні експортних можливостей (як ключового драйвера), відновленні та захисті енергетичної інфраструктури та зменшенні ризиків релокації кадрів (через механізми бронювання та соціальної підтримки).

3 АНАЛІТИЧНИЙ КОНСАЛТИНГ ТА ПРОГНОСТИЧНА РЕКОМЕНДАЦІЙНА ЕКОНОМІЧНА АНАЛІТИКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗАЙНЯТОСТІ В ІТ-СЕКТОРІ УКРАЇНИ

3.1 Удосконалення аналітичного інструментарію для прийняття рішень щодо розвитку ІТ-зайнятості

Для можливого підвищення точності та стійкості лінійної регресії, що використовується для оцінки зайнятості в ІТ-сфері, доцільно застосувати низку методологічних удосконалень. Вони дозволяють мінімізувати вплив мультиколінеарності, покращити поведінку моделі на малих вибірках та коректно врахувати нелінійні взаємозв'язки між змінними.

Було розглянуто чотири можливих варіанти вдосконалення моделі.

1. Перетворення змінних для стабілізації дисперсії.

У реальних економічних даних можливі різкі коливання або масштабні відмінності між величинами (наприклад, експорт вимірюється в мільйонах, тоді як блекаути – у сотнях годин). Така різномірність може збільшувати варіацію залишків, погіршувати нормальність похибок, а, отже, зменшувати якість оцінок коефіцієнтів.

Логарифмування або інші трансформації часто застосовуються для лінеаризації зв'язків між змінними, зменшення впливу великих значень (особливо для Експорту), що призводить до підвищення стабільності моделі.

У випадку моделі зайнятості в ІТ-сфері було здійснено логарифмування показників моделі.

Зв'язки між економічними показниками часто є неадитивними: вплив одного фактора може посилюватися або послаблюватися залежно від рівня іншого. У нашому випадку існує причина чекати залежності між "Експортом ІТ-послуг" та рівнем енергетичної стабільності. У роки з високими блекаутами компанії могли працювати менш ефективно, що впливало на можливість експортувати послуги.

Отже, ефект експорту на зайнятість залежить від того, наскільки стабільною була енергетична інфраструктура. Тому доцільно додати змінну взаємодії.

Тоді модель можна записати (формула 3.1):

$$\ln \ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln \ln(\text{К. підпр.} + 1) + \beta_2(\text{Експорт} + 1) + \beta_3(\text{Блекаут} + 1) + \beta_4(\ln \ln(\text{Експорт} + 1) \cdot \ln \ln(\text{Блекаут} + 1)) + \varepsilon \quad (3.1)$$

У результаті модель набуває економічної інтерпретації: коефіцієнти показують, як змінюється зайнятість у відсотках при зміні факторів на 1%. І також це дозволяє моделі перевірити гіпотезу: "Чи послаблюються позитивні ефекти експорту на зайнятість, якщо кількість годин блекаутів зростає?"

2. Використання регуляризованих моделей (Ridge, LASSO)

Набір даних представлений досить малою вибіркою (лише 11 спостережень), а між самими факторами може спостерігатися кореляція, (так, наприклад, експорт може корелюватися з кількістю підприємств). Все призводить до нестабільних оцінок. Щоб уникнути такої ситуації та перенавчання моделей, доцільно використовувати регуляризовані регресії.

Ridge-регресія зменшує вагу коефіцієнтів при сильній кореляції факторів та добре працює при невеликій вибірці і не зануляє коефіцієнти, а лише зменшує їх за нормою L_2 .

Для цього використовується лінійна модель (формула 3.2):

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (3.2)$$

Ridge-регресія шукає оцінки β як розв'язок (формула 3.3):

$$\hat{\beta}^{ridge} = \arg \arg \|y - X\beta\|_2^2 + \lambda \|\beta_{-0}\|_2^2 \quad (3.3)$$

LASSO-регресія може обнулити деякі коефіцієнти, але, в той же час, вона фактично виконує автоматичний відбір змінних і допомагає знайти найбільш суттєві фактори.

LASSO-регресія шукає оцінки як оцінки β як розв'язок (формула 3.4):

$$\hat{\beta}^{lasso} = \arg \min_{\beta} \|y - X\beta\|_2^2 + \lambda \|\beta\|_1 \quad (3.4)$$

Внаслідок застосування регуляризації оцінки стають більш стабільними.

Порівняння запропонованих вдосконалень з базовою моделлю наведено на рис.3.1

===== ПОРІВНЯННЯ ЯКОСТІ МОДЕЛЕЙ =====					
	Модель	RMSE	MAE	MAPE (%)	R ²
0	OLS базова	4158.768413	3505.255103	1.692664	0.996836
1	OLS логарифми	4660.205612	3846.399729	1.911218	0.996027
2	Ridge	8095.277512	5813.457499	2.545608	0.988013
3	LASSO	4398.718917	3531.276352	1.689944	0.996461

Рисунок 3.1 – Порівняння метрик якості моделей

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Також побудуємо прогнози з використанням розроблених моделей (рис. 3.2).

Результати оцінювання якості альтернативних специфікацій регресійних моделей свідчать про суттєві відмінності у їхній прогностичній спроможності. Найбільш інформативними виявилися критерії RMSE, MAE, MAPE та коефіцієнт детермінації R², що комплексно відображають точність відтворення фактичної динаміки.

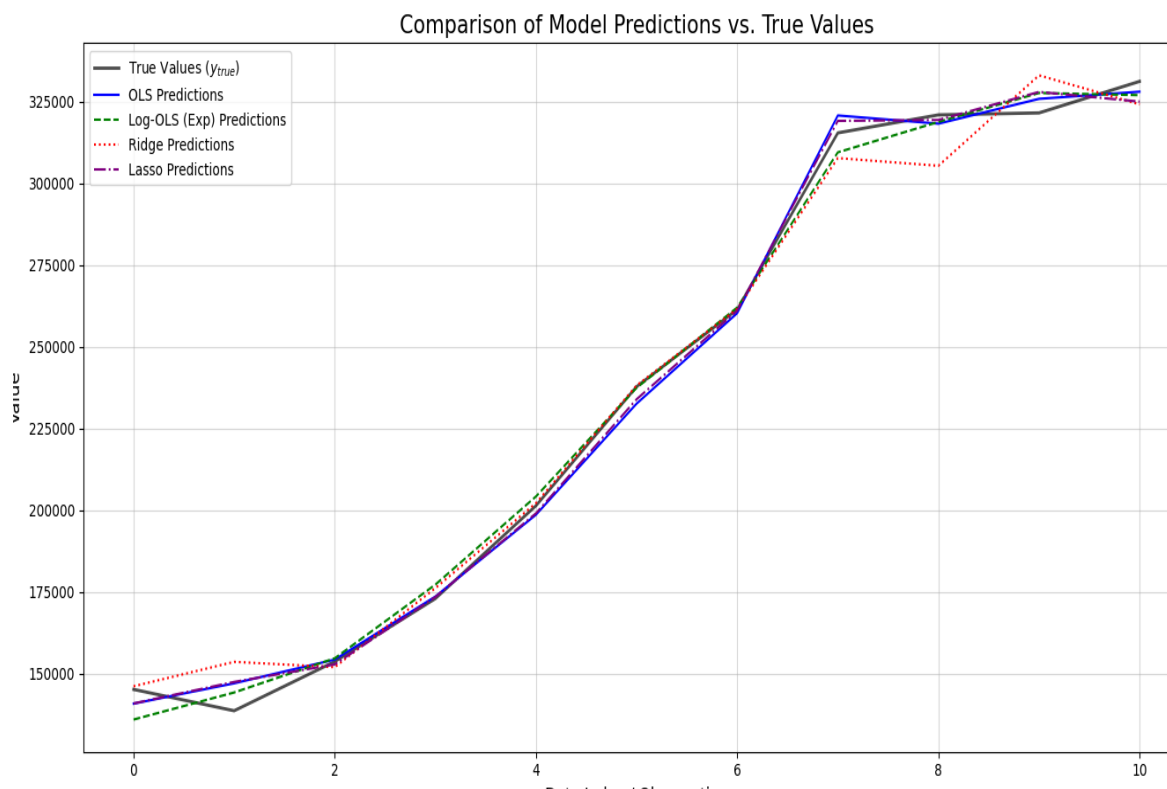


Рисунок 3.2 – Прогноз за обраними моделями

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Базова OLS-модель демонструє найкращі показники серед усіх протестованих специфікацій (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Показники якості OLS-моделі

RMSE	4159
MAE	3505
MAPE (%)	1,69
R^2	0,9968

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Запровадження логарифмічного перетворення змінних не покращило модель. Навпаки, за всіма ключовими метриками спостерігається погіршення точності (зростання RMSE, MAE, MAPE та зниження R^2). Це свідчить, що припущення про

варіаційну нестабільність або наявність нелінійностей не підтверджується для даного набору змінних.

Ridge-регресія продемонструвала значне погіршення прогностичних характеристик ($RMSE > 8000$), що вказує на те, що введення штрафів за велику норму коефіцієнтів призвело до надмірної "згладженості" моделі. Імовірно, мультиколінеарність у даних не є критичною.

Модель LASSO показала результати ближчі до OLS, зокрема $MAPE=1.69\%$, що майже збігається з базовою моделлю. Водночас $RMSE$ та MAE дещо вищі, а R^2 – трохи нижчий. Це свідчить, що вплив змінних може бути розрідженим, але повністю витіснити OLS регуляризовані методи не здатні.

Отже, класична лінійна модель без трансформацій та регуляризацій показує найвищу прогностичну спроможність, а тому саме вона є оптимальною основою для подальшого аналізу та формування рекомендацій щодо корекції державної політики у сфері підтримки ІТ-сектору та ринку праці.

На основі проведеного дослідження сформулюємо основні кроки процедури аналітичного обґрунтування рішень. Вона визначається як поетапний процес використання результатів економетричного моделювання для формування доказових, кількісно підтверджених рекомендацій.

Крок 1. Формулювання проблеми та вибір ключових змінних

1. Визначити управлінську проблему (наприклад, прогнозування зайнятості в ІТ-секторі під впливом експорту, енергетичної ситуації, інвестицій тощо).

2. Обрати релевантні фактори, ґрунтуючись на економічній логіці, доступності даних та попередніх дослідженнях.

Результатом даного кроку буде чітко окреслена система факторів та очікуваних впливів.

Крок 2. Побудова та оцінювання моделі

1. Побудувати базову лінійну регресійну модель залежності зайнятості від обраних факторів.

2. Провести тестування альтернативних специфікацій, вибір яких визначається особливостями задачі моделювання та вхідними даними.

3. Оцінити параметри моделі та їх статистичну значущість.

Крок 3. Оцінювання точності та вибір оптимальної моделі

1. Для кожної специфікації розрахувати критерії RMSE, MAE, MAPE, R^2 .

2. Порівняти значення показників і визначити модель з найвищою прогностичною точністю.

3. Переконалися, що обрана модель не містить статистичних недоліків, які могли б спотворити прогноз.

Результатом даного кроку буде формальне обґрунтування вибору саме цієї моделі як основи прийняття рішень.

Крок 4. Інтерпретація економічного змісту коефіцієнтів

1. Для кожного фактора визначити: напрям впливу (позитивний / негативний), силу впливу (величина зміни залежної змінної при зміні фактора), умовний економічний зміст (що це означає для досліджуваного явища).

2. У випадку використання моделей з взаємодіями оцінити контекстні ефекти (наприклад, як блекаути змінюють вплив експорту).

3. Результатом даного кроку буде кількісно обґрунтоване пояснення ключових механізмів формування зайнятості.

Крок 5. Побудова прогнозу

1. На основі обраної моделі сформулювати прогноз зайнятості на визначений період.

2. Розглянути кілька сценаріїв: базовий (очікувані значення факторів), оптимістичний (покращення умов), песимістичний (погіршення енергетичної або безпекової ситуації).

Результатом даного етапу буде кількісний прогноз, що дозволяє моделювати можливі траєкторії зайнятості.

Крок 6. Формування рекомендацій щодо державної політики.

На основі аналізу моделі та прогнозів:

1. Визначити фактори, на які держава може впливати (наприклад, інвестиції, податкові стимули, підтримка експорту, зменшення наслідків блекаутів).
2. Кількісно обґрунтувати, як зміна керованих факторів вплине на зайнятість.
3. Оцінити, наскільки наявна політика відповідає прогнозним потребам.
4. Запропонувати корекцію політики, враховуючи можливі сценарії, ризики, ресурси та часові горизонти впливу.

Результатом даного кроку будуть науково обґрунтовані рекомендації з корекції державної політики, які спираються на аналітику, а не на припущення.

Крок 8. Валідація рішень та перевірка їх ефективності

1. Встановити індикатори для подальшого моніторингу ефекту політики.
2. Перевірити стабільність моделі на нових даних.
3. За потреби оновити модель або структуру факторів.
4. Результатом даного кроку буде замкнений цикл ухвалення рішень, що забезпечує адаптивність і доказовість державної політики.

3.2 Формування рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності ІТ-зайнятості в Україні

Проведене моделювання за допомогою різних моделей показало, що ключовими детермінантами чисельності працівників є: кількість підприємств, обсяг експорту та інфраструктурні шоки (показано в моделі; коефіцієнти для експорту й кількості підприємств статистично значущі). Це означає: підтримка підприємництва і збільшення експортної активності мають прямий мультиплікативний ефект на зайнятість.

В той же час, ARIMA(2,0,0) показала виражену інерційність часового ряду кількості працівників ІТ-галузі, тобто зміни у зайнятості реалізуються поступово; але ряд чутливий до шоків.

Отже, політика повинна поєднувати заходи короткострокової стабілізації і довготривалої стимуляції бізнесу та експорту.

Деякі оцінки (наприклад, знак/величина коефіцієнта блекаутів) підказують, що політика має бути адаптивною й підкріпленою подальшим аналізом.

Рекомендації для уряду (політики та інструменти):

1. Податкові стимули, спрямовані на створення робочих місць та експорт.

Для цього необхідно впровадити повернення/зниження податку на прибуток або податковий кредит за інвестиції в R&D та продуктову розробку (прив'язати до зростання експорту/нових робочих місць).

Також необхідні пільги для стартапів і scale-up, наприклад, податкові канікули перші 2–3 роки для IT-стартапів з експортною орієнтацією. Для молодих компаній необхідне тимчасове зниження ЄСВ або його частини, диференційовано за розміром компанії.

Регресія показала сильний позитивний зв'язок між кількістю підприємств і зайнятістю: кожне додаткове підприємство асоціюється зі значущим приростом робочих місць. Податкові стимули стимулюють створення компаній та масштабування, що прямо впливає на зайнятість.

2. Механізми підтримки експорту IT-послуг.

Необхідно впроваджувати експортні гранти та ваучери для виходу на нові ринки (маркетинг, сертифікація, участь у виставках).

Також необхідно створювати платформи для виходу на клієнтів (наприклад, державно-приватне партнерство з інкубаторами/торговими представництвами), покращувати юридичну підтримку експорту, забезпечувати прискорену допомогу з контрактами, захист інтелектуальної власності за кордоном.

Модель показує значущий позитивний вплив експорту на зайнятість: зростання зовнішнього попиту підсилює потребу у персоналі й стимулює створення компаній.

3. Інфраструктурна стійкість (енергетика).

Необхідно займатися пріоритезація енергопостачання критичних IT-підприємств у формі договорів з постачальниками; фінансової підтримки на

встановлення автономного енергопостачання (генератори, батареї). Розширювати програми субсидій/кредитів на дизель/батареї для дата-центрів і R&D-хабів. Обов'язковим є інвестиції в локальні мікромережі, smart-grid та швидкий ремонт інфраструктури у критичних вузлах.

Хоча у поточній оцінці коефіцієнт блекаутів може мати неоднозначну інтерпретацію, загальноприйнято, що енергетичні шоки підвищують витрати, змушують до релокацій та знижують продуктивність – отже, їх мінімізація знижує ризики для зайнятості.

4. Регулювання «бронювання» / захист критичних фахівців (правова база).

Необхідно створити легітимний, прозорий механізм позначення критичних спеціальностей (перелік технологічних ролей), які у воєнний час можуть отримувати тимчасовий статус для забезпечення критичної інфраструктури (у межах національного законодавства), запровадити процедури взаємодії між органами оборони, місцевою владою та ІТ-індустрією щодо кадрових потреб критичної інфраструктури (черги, резерви, тимчасові відтермінування).

Можливим виходом також є програми добровільної мобілізації з компенсацією для роботодавців, наприклад, фінансова підтримка компаній, які зберігають робочі місця під час мобілізації.

Модель показує високий вплив структурних шоків на зайнятість. Чіткі правила та прозорі процедури зменшать невизначеність і ризики релокації, дозволять зберегти критичні компетенції всередині країни.

5. Оцінка ефективності та бюджетні пріоритизації.

Необхідно запровадити координовану рамку КРІ (наприклад: створені робочі місця; зростання експорту; зниження числа релокацій), пілотні програми, які потрібно тестувати на 2–3 регіонах/кластерах перед масштабуванням.

Складемо список рекомендації для ІТ-компаній (кадрові й операційні стратегії):

1. Стратегія кадрової стійкості та адаптації.

Компанії повинні розробити модель "гнучкого резерву" співробітників, у вигляді поєднання локальних та релокованих працівників, запроваджувати гібридні моделі роботи.

Особливо важливим стає швидке підвищення кваліфікації за рахунок впровадження внутрішніх програм навчання та вкладання інвестицій в junior-програми (інтернатури, буткемпи), щоб скористатися зростанням junior-вакансій. Повинні бути чітко прописані процедури перекваліфікації і тимчасового перекриття ролей.

Кількість підприємств і експорт формують попит на працівників; компанії, які інвестують у джерела кадрів та внутрішню мобільність, швидше масштабуються і зберігають персонал.

2. Резильєнс операцій та енергетична готовність.

Компаніям необхідно вводити резервні джерела живлення для офісів і дата-центрів (UPS, генератори, батареї), практикувати розподілення ключових команд по декількох локаціях (географічна диверсифікація) або запровадити повну дистанційну роботу для окремих ролей. Енергонезалежність компаній підвищують контракти з хостинг-/клауд-провайдерами з високою доступністю.

Мінімізація впливу блекаутів на операції знижує ризик релокації і простоїв, що, за моделлю, зберігає зайнятість та продуктивність.

3. Стратегія експорту та диверсифікації ринків.

Зміна бізнес-моделей дозволить компаніям використати свій потенціал. Для цього необхідно здійснювати перехід від чистого аутсорсу до частково–повністю продуктових рішень для підвищення маржинальності та зниження волатильності попиту.

Обов'язковим є активна клієнтська диверсифікація: пошук клієнтів у кількох регіонах, щоб зменшити ризик одночасного спаду попиту. Необхідно в своїй роботі дотримуватись сертифікацій і стандартів для виходу на нові ринки.

Оскільки експорт асоціюється з більшою зайнятістю, підвищення експортної частки бізнесу прямо підсилює попит на працівників.

3.3 Прогностична аналітика та сценарне стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні

Розглянемо використання розробленої моделі для прогнозування динаміки кількості працівників ІТ-галузі.

Сценарій 1 (негативний). У цьому сценарії передбачається зростання кількості годин блекаутів до 2200 годин на рік, що істотно ускладнить роботу ІТ-компаній, призведе до зниження продуктивності та обмежить можливості експорту послуг. Одночасно експорт ІТ-продуктів зменшується на 10% порівняно з останнім роком (до 5802,3 млн дол. США), а кількість підприємств скорочується на 15% (до 6780 одиниць). Така комбінація факторів відображає несприятливу економічну та енергетичну ситуацію, що, згідно з результатами моделі, матиме негативний вплив на кількість зайнятих у галузі. Прогнозована чисельність працівників у цьому сценарії є найнижчою серед трьох варіантів.

Сценарій 2 (помірний сценарій). Цей сценарій передбачає покращення енергетичної ситуації – кількість годин блекаутів скорочується до 1200 годин на рік. Експорт ІТ-послуг зростає на 5% (до 6769,35 млн дол. США), що свідчить про поступове відновлення зовнішньоекономічної активності.

Водночас кількість підприємств зменшується на 10% (до 7179 одиниць), що може бути наслідком ринкової консолідації або переходу до більш стійких бізнес-моделей. У результаті вплив позитивних і негативних факторів частково компенсується, і прогнозована кількість працівників у цьому сценарії залишається на середньому рівні.

Сценарій 3 (оптимістичний сценарій). У цьому варіанті розглядається найбільш сприятлива ситуація. Кількість годин блекаутів скорочується до 1200, що створює стабільні умови для функціонування галузі. Обсяги експорту ІТ-послуг зростають на 15% (до 7414,05 млн дол. США), а кількість підприємств збільшується на 10% (до 8775 одиниць). Така комбінація чинників стимулює розвиток ринку, розширення попиту на кваліфікованих фахівців та зростання зайнятості. Згідно з прогнозом моделі, саме цей сценарій забезпечує найвищий

рівень чисельності працівників у галузі, що свідчить про потенціал для економічного зростання за умов стабільного енергопостачання та розвитку експорту.

Оптимістичний сценарій обґрунтовується податковими та фінансовими стимулами, які призводять до прискорення створення підприємств і масштабування існуючих, що прямо підвищує кількість підприємств у моделі.

Експортні програми призводять до зростання зовнішнього попиту, а, отже, більше контрактів сприяє підвищенню експорту у моделі.

Енергетична стабільність забезпечує зниження ризиків для операцій, збереження кадрів, підвищення продуктивності, тому це сприяє поліпшенню умов праці в реальному житті.

Отже, оптимістичний сценарій є кількісною ілюстрацією реалізації рекомендацій, а саме впровадження податкових та грантових ініціативи, підтримки експорту та інвестиції в енергостабільність, що сумарно повинно забезпечити найбільший приріст зайнятості.

Базові (початкові) значення беруться станом на останній рік. Вони виступають як відправна точка для сценаріїв):

- Кількість підприємств = 7977.
- Експорт = 6447 млн дол..
- Кількість годин блекаутів = 150 годин.

Тоді розрахуємо значення (формула 3.5):

$$\hat{Y} = 4.8 \cdot 10^4 + 9.3 \cdot 7977 + 26.9 \cdot 6447 + 13.3 \cdot 150 = 297779.88 \text{ ос. (3.5)}$$

Розрахуємо прогнози за кожним сценарієм. Сценарій 1 – негативний (песимістичний):

- Кількість підприємств = 6780 (–15% від 7977).
- Експорт = 5802.3 млн \$ (–10% від 6447).

- Кількість годин блекаутів = 2200 год/рік.

Отримуємо наступне значення (формула 3.6):

$$\hat{Y}_1 = 4.8 \cdot 10^4 + 9.3 \cdot 6780 + 26.9 \cdot 5802.3 + +13.3 \cdot 2200 = 296543.77 \text{ос.} \quad (3.6)$$

Розрахуємо різницю (формула 3.7):

$$\Delta_1 = \hat{Y}_1 - \hat{Y} = -1236.11 \text{ос. (0.42\%)} \quad (3.7)$$

Незважаючи на значне зростання годин блекауту та падіння підприємств/експорту, модель дає порівняно невелике абсолютне зниження зайнятості (приблизно 1.2 тис. працівників) порівняно з базою. Це пояснюється частково високим базовим рівнем і великим позитивним вкладом експорту та кількості підприємств у базовому стані та також тим, що модель є лінійною і реагує пропорційно коефіцієнтам.

Сценарій 2 – помірний:

- Кількість підприємств = 7179 (-10% від 7977).
- Експорт = 6769.35 млн \$ (+5% від 6447).
- Кількість годин блекаутів = 1200 год/рік.

Отримуємо наступне значення (формула 3.8):

$$\hat{Y}_2 = 4.8 \cdot 10^4 + 9.3 \cdot 7179 + 26.9 \cdot 6769,35 + +13.3 \cdot 1200 = 312 \text{ (3.8) ос.}$$

Розрахуємо різницю (формула 3.9):

$$\Delta_2 = \hat{Y}_2 - \hat{Y} = 15180.19 \text{ос. (+5.10\%)} \quad (3.9)$$

Скорочення годин блекауту та помірне зростання експорту компенсують невелике скорочення кількості підприємств; у результаті зайнятість зростає помітно на 15,2 тис. осіб.

Сценарій 3 – оптимістичний (реалізація рекомендацій):

- Кількість підприємств = 8775 (+10% від 7977).
- Експорт = 7414.05 млн \$ (+15% від 6 447).
- Кількість годин блекаутів = 1200 год/рік.

Отримуємо наступне значення (формула 3.10):

$$\hat{Y}_3 = 4.8 \cdot 10^4 + 9.3 \cdot 8775 + 26.9 \cdot 7414.05 + 13.3 \cdot 1200 = 345132.72 \quad (3.10)$$

Розрахуємо різницю (формула 3.11):

$$\Delta_3 = \hat{Y}_3 - \hat{Y} = 47352.84 \text{ ос. (+15.91\%)} \quad (3.11)$$

Реалізація політик, спрямованих одночасно на збільшення кількості підприємств (через податкові стимули та сприяння стартапам), активну підтримку експорту і суттєве зниження годин блекаутів (енергетична стійкість), потенційно може додати понад 47 тис. працівників у секторі порівняно з поточним станом (за лінійним припущенням моделі).

Результати прогнозування наведені на рис. 3.3.

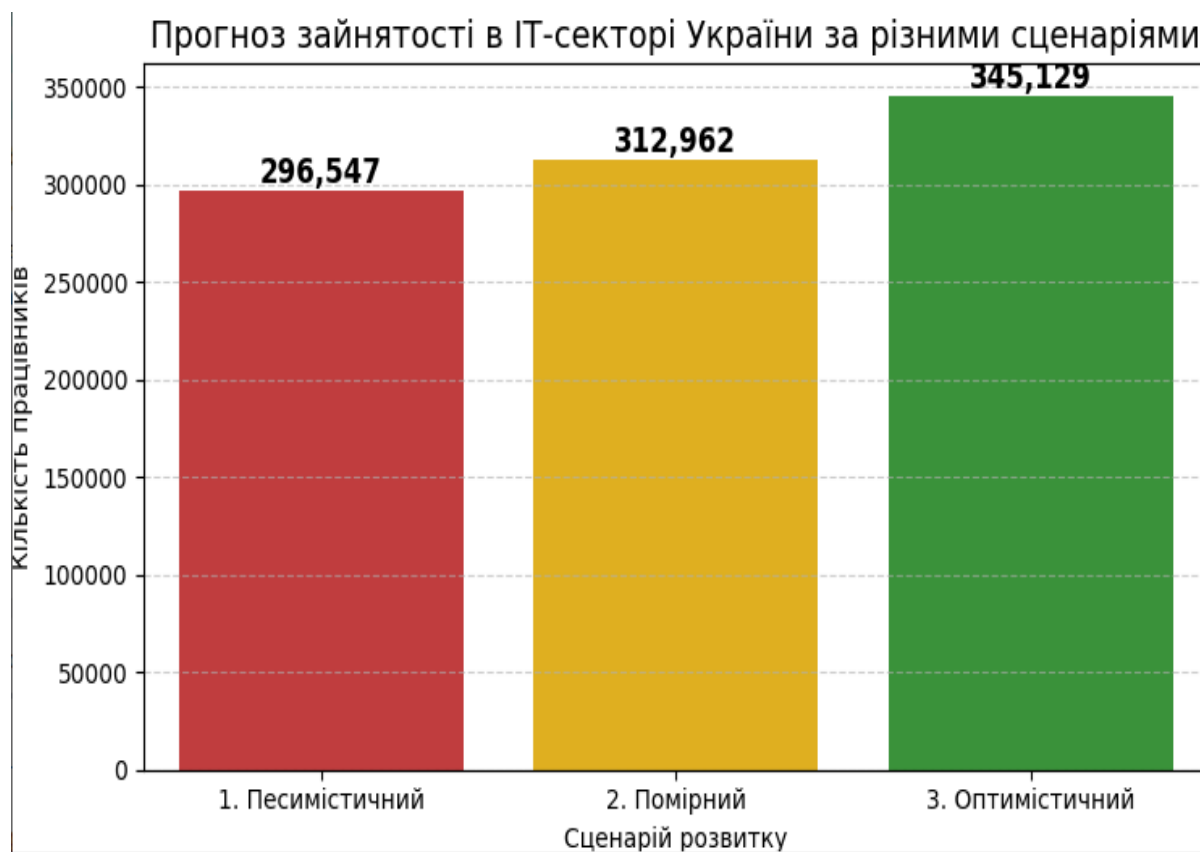


Рисунок 3.3 - Прогнозування зміни кількості зайнятих працівників за різними сценаріями

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Потрібно також зробити декілька зауважень. Була використана лінійна модель; вона припускає постійні маржі впливу факторів (однакова зміна в будь-якій точці шкали дає однаковий ефект). У реальності ефекти можуть бути нелінійними (наприклад, закон зменшеної віддачі). Регресійні оцінки дають кореляцію й, за певних припущень, каузальні інтерпретації, але є ризик ендогенності (наприклад, більший експорт може співпадати з підвищеною інвестиційною активністю). Оскільки прогноз залежить від вибору базової точки відліку, то інші базові значення змінять абсолютні результати.

Висновки до третього розділу

За результатами проведеного економетричного гомодельовання та сценарного стратегування розвитку ІТ-зайнятості в Україні, сформульовано такі ключові висновки:

1. Порівняльний аналіз альтернативних специфікацій регресійних моделей (Log-OLS, Ridge, LASSO) засвідчив, що найвищу прогностичну якість та стійкість демонструє базова модель OLS (Ordinary Least Squares) без трансформацій. Це підтверджується найкращими метриками якості: мінімальними значеннями RMSE, MAE та MAPE (MAPE=1,69%), а також найвищим коефіцієнтом детермінації ($R^2=0.9968$).

Жоден із регуляризованих підходів не перевершив базову модель, що свідчить про адекватність її функціональної форми, стабільність оцінок коефіцієнтів та відсутність критичної мультиколінеарності у даних.

2. Встановлено, що чисельність працівників ІТ-сектора визначається сильними позитивними зв'язками з обсягом експорту ІТ-послуг та кількістю ІТ-підприємств. Ці фактори є основними факторами попиту на ринку праці та мають прямий мультиплікативний ефект.

Водночас підтверджено вплив інфраструктурних шоків, зокрема тривалості блекаутів, на показники зайнятості, що підкреслює чутливість галузі до енергетичної стабільності.

3. На основі проведеного дослідження сформульовано поетапний процес використання результатів економетричного моделювання, що включає: формулювання проблеми, побудову та оцінювання моделі, оцінювання точності та вибір оптимальної моделі, інтерпретацію економічного змісту коефіцієнтів, побудову прогнозу та формування рекомендацій. Такий підхід забезпечує замкнений цикл ухвалення рішень, що гарантує адаптивність, доказовість та кількісну обґрунтованість державної політики у сфері підтримки ІТ-сектора.

4. Доведено потребу фокусування державної політики на підтримці ключових детермінант зайнятості. Запропоновано такі заходи:

- Податкові стимули, спрямовані на стимулювання створення нових підприємств та зростання експорту (наприклад, пільги для стартапів, податкові кредити за інвестиції в R&D).

- Регулювання «бронювання» та створення прозорого механізму захисту критичних IT-фахівців для зменшення міграційних і мобілізаційних ризиків.

- Інвестиції в інфраструктурну стійкість (пріоритезація енергопостачання критичних IT-об'єктів, фінансова підтримка автономного енергозабезпечення) для мінімізації негативного впливу блекаутів.

5. Сформовано практичні рекомендації для IT-компаній. Для підвищення стійкості та конкурентоспроможності рекомендовано такі операційні та кадрові стратегії:

- Диверсифікація клієнтських ринків та перехід від чистого аутсорсу до частково-продуктових рішень для підвищення маржинальності та посилення експортного потенціалу.

- Впровадження стратегії кадрової стійкості (гнучкий резерв, інвестиції у внутрішні junior-програми та буткемпи) для забезпечення внутрішньої мобільності та швидкого масштабування.

- Забезпечення резильєнсу операцій через географічну диверсифікацію команд та введення резервних джерел живлення, що мінімізує простой від енергетичних шоків.

6. Було побудовано та кількісно оцінено три сценарії розвитку IT-зайнятості:

- Негативний сценарій (зростання блекаутів до 2200 год/рік, падіння експорту та кількості підприємств) прогнозує падіння зайнятості на 0,42%.

- Помірний сценарій (покращення енергоситуації, помірне зростання експорту) фіксує часткове відновлення зайнятості на 5,10%.

- Оптимістичний сценарій (реалізація ключових рекомендацій: зростання експорту на 15%, збільшення підприємств на 10%, зменшення блекаутів)

забезпечує найвище значення прогнозованої зайнятості, яка збільшується на 15,91%.

Таким чином, доведено економічну ефективність цілеспрямованого впровадження державної політики підтримки енергетичної стабільності, податкових стимулів та розширення експортних можливостей ІТ-компаній. Результати сценарного моделювання свідчать, що за умов реалізації запропонованих заходів можливе не лише відновлення, але й суттєве прискорення зростання ІТ-зайнятості. Це дозволяє зміцнити конкурентні переваги українського ІТ-сектора, підвищити його стійкість до зовнішніх шоків та сформувати основу для довгострокового розвитку галузі. Отримані результати можуть бути інтегровані у практику стратегічного планування, визначення пріоритетів підтримки галузі, оптимізації кадрової політики та управління ризиками. Це підтверджує високу прикладну цінність проведеного дослідження та окреслює перспективи подальших наукових робіт, спрямованих на поглиблене вивчення поведінкових, глобальних технологічних та демографічних факторів, що впливають на довгостроковий розвиток ІТ-сектора України.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської дисертації та проведення емпіричних досліджень, що ґрунтуються на сучасних теоретичних, методичних та прикладних напрацюваннях українських і світових дослідників, а також на проведенню аналізі даних та побудованих економетричних моделях, можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що ІТ-сектор України набуває вирішального значення для національної економіки, особливо в умовах воєнного стану та глобальних трансформацій. Галузь продемонструвала високу стійкість, адаптивність і здатність генерувати значні експортні надходження, забезпечуючи понад 10% загального експорту країни. Ідентифіковано основні виклики: геополітична нестабільність, міграція кваліфікованих кадрів, мобілізаційні ризики, енергетична криза (блекаути) та обмеженість систематизованої статистичної інформації.

2. Визначено, що для комплексного аналізу зайнятості необхідний синтез економічних шкіл (неокласичний, кейнсіанський, інституціональний). Проведене теоретичне дослідження показало, що зайнятість у ІТ-галузі формується під впливом комплексу взаємопов'язаних економічних, технологічних, інституційних, демографічних та безпекових чинників. Серед визначальних факторів – попит на ІТ-послуги на зовнішніх ринках, кількість підприємств, розвиток цифрових платформ, стан енергетичної інфраструктури, міграційні процеси, мобілізаційні ризики, доступність освітніх програм та рівень інвестицій у людський капітал.

3. З метою формування науково обґрунтованого інструментарію оцінювання тенденцій ІТ-зайнятості систематизовано методичні підходи до прогнозувальної аналітики. Обґрунтовано доцільність використання регресійних моделей, методів сценарного прогнозування, факторного аналізу та порівняння специфікацій моделей. Встановлено, що використання класичних економетричних підходів, зокрема лінійної регресії OLS, довело свою ефективність у випадках, коли структуру факторів можна описати стабільними залежностями, за умови врахування ризиків ендогенності та мультиколінеарності.

4. Встановлено, що, попри воєнні дії, ІТ-сектор зберігає відносну стійкість. Виявлено такі тенденції, як: зниження попиту на окремі спеціалізації, релокація частини компаній, зростання конкуренції за вакансії, ускладнення умов роботи через блекаути. Аналіз структури зайнятості показав її зміщення у бік інженерних, аналітичних та кібербезпекових професій. Систематизовано ключові детермінанти впливу (макроекономічні фактори, геополітичні ризики, структурні зміни попиту) та запропоновано основні показники для моніторингу та прогнозування (обсяг експорту, чисельність зайнятих, міграційна динаміка).

5. Проведене економетричне моделювання надало можливості кількісно оцінити вплив ключових факторів на зайнятість. Порівняння моделей підтвердило, що базова OLS-модель забезпечує найвищу точність прогнозування ($R^2 \approx 0,997$). Значущими детермінантами рівня зайнятості виявилися:

- обсяг експорту ІТ-послуг;
- кількість ІТ-підприємств;
- рівень енергетичної стабільності (тривалість блекаутів);
- масштаби людського капіталу.

Отже, доведено, що саме розвиток експортного потенціалу, стабільність енергосистеми та зростання кількості ІТ-компаній формують основу для подальшого розширення зайнятості в галузі.

6. Розроблені сценарні прогнози засвідчили можливі траєкторії розвитку ІТ-зайнятості. Встановлено, що ІТ-зайнятість має високий потенціал відновлення, проте її динаміка критично залежить від зовнішніх чинників. Результати сценарного моделювання демонструють:

- Песимістичний сценарій передбачає збереження нестабільності, слабке відновлення інвестицій та обмеження мобілізаційного ресурсу, що спричинить уповільнення зростання.

- Оптимістичний сценарій показав можливість суттєвого зростання зайнятості (до +10–15% у середньостроковій перспективі) за умови відновлення інфраструктури, розширення програм бронювання та державних стимулів.

7. Сформовано комплекс науково обґрунтованих рекомендацій. На основі розроблених моделей та сценарного аналізу сформовано цільові рекомендації для різних груп стейкхолдерів. Для органів державної влади запропоновано заходи щодо вдосконалення політики зайнятості, оптимізації податкового та регуляторного середовища (режиму Дія.City), а також забезпечення енергетичної стійкості. ІТ-компаніям рекомендовано зосередитись на розвитку кадрового резерву, гнучких формах зайнятості та інвестиціях у безпекову інфраструктуру. Впровадження цих заходів сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українського ІТ-ринку.

8. У межах виконання дисертаційної роботи розроблено та валідовано комплексний методичний інструментарій прогностичної аналітики зайнятості. Встановлено, що цей інструментарій, який включає OLS-модель з найвищим коефіцієнтом детермінації ($R^2 \approx 0,997$)), систему кількісного факторного аналізу та багатоваріантний механізм сценарного стратегування, виступає науково обґрунтованою основою для оцінювання тенденцій ІТ-зайнятості та прийняття ефективних управлінських рішень.

9. Результати проведеного дослідження свідчать про те, що реалізація оптимістичного сценарію розвитку ІТ-сектору здатна забезпечити суттєве зростання зайнятості (до +10–15% у середньостроковій перспективі), що свідчить про те, що подальша позитивна динаміка залежить від впровадження рекомендованих стратегічних заходів, сфокусованих на нейтралізації енергетичних та міграційних ризиків і максимальному стимулюванні експортного потенціалу як головної детермінанти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ананьєва О. Економіка підприємств ІТ-сектору: особливості аналізу. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. 2(78), 51–56. URL: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-78-51-56> (дата звернення: 15.10.2025).
2. Бедер Д., Цаль-Цалко Ю. Формування економічних індикаторів національної безпеки в умовах цифровізації бізнесу та змін в економіці. *Науковий вісник*. 2024. № 1(2). С. 3-13. URL: [https://doi.org/10.26642/sas-2024-1\(2\)-3-13](https://doi.org/10.26642/sas-2024-1(2)-3-13). (дата звернення: 20.10.2025).
3. Бочко О.Ю., Когут В.А. Аналізування ІТ галузі України в період війни. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14575627> (дата звернення: 16.11.2025).
4. Васюта В., Васюта В., Ляхно Е., Єгорова А. Розвиток ІТ-сектора України як передумова розвитку цифровізації економіки. *Galician economic journal*, 2015. No 3 (94). URL: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2025.03 (дата звернення: 16.11.2025).
5. Виноградова О.В., Совершенна І.О., Єсмаханова А.У. Особливості маркетингу взаємовідносин на ринку ІТ-аутсорсингу у воєнний час. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2023. № 25. С. 65-71. URL: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.25.2023.278604> (дата звернення: 18.11.2025).
6. Єсіна О.Г., Михайлов В.В. Вплив штучного інтелекту на ринок праці. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2024. № 3-4. С. 100-109. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Naykvo_2024_3-4_15 (дата звернення: 16.11.2025).
7. Зайнятість в ІТ сегменті ринку праці України. Дослідження Національного інституту стратегічних досліджень. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/zaynyatist-v-it-sehmenti-ryнку-pratsi-ukrayiny> (дата звернення: 15.10.2025)

8. IT Ukraine Association. URL: <https://itukraine.org.ua/files/reports/2022/DoITLikeUkraine2022.pdf> (дата звернення: 12.10.2025)

9. Квасній М. Динаміка ІТ-галузі в умовах економічної нестабільності України: аналіз та моделювання. *Acta Academiae Beregsasiensis. Economics*. 2024. № 6. URL: <https://doi.org/10.58423/2786-6742/2024-6-45-55> (дата звернення: 13.11.2025).

10. Левицька Н.С. Вплив ІІІ на ринок праці в Україні. Штучний інтелект. 2022. № 1. С. 20-35. URL: http://jnas.nbuiv.gov.ua/j-pdf/II_2022_1_3.pdf (дата звернення: 16.11.2025).

11. Мартінович В.Г. Аналіз позицій України у розвитку інформаційного сектору економіки: міжнародний та регіональний аспект. *Економіка і організація управління*. 2024. 90-99. URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2024.2.8>. (дата звернення: 15.10.2025)

12. Назаренко І. Л., Ткаченко Ю. В. Стан і перспективи розвитку ІТ сфери в Україні в період війни. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 81–82. С. 59–67.

13. Новікова О.Ф., Остафійчук Я.В., Азьмук Н.А., Панькова О.В., Новак І.М., Касперович О.Ю. Трудоресурсне забезпечення економічної безпеки на засадах стійкості. *Вісник економічної науки України*. 2025. № 1(48). С. 114-124. URL: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1\(48\).114-124](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1(48).114-124) (дата звернення: 12.10.2025)

14. Огляд ІТ-ринку праці. DOU. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/it-job-market-july-2025/> (дата звернення: 15.10.2025)

15. Офіційний сайт Державного комітету статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.10.2025)

16. Петрова І. Л., Щетініна Л. В., Рудакова С. Г., Василенко А. О. Ринок праці України в умовах війни: виклики та орієнтири розвитку. *Бізнес Інформ*. 2025. №7. С. 257–265. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-7-257-265> (дата звернення: 13.11.2025)

17. Підгайна Є. ІТ-індустрія в цифрах: найцікавіші дані з дослідження Digital Tiger. 2024. URL: <https://mind.ua/publications/20270953-it-industriya-v-cifrah-najcikavishi-dani-z-doslidzhennya-digital-tiger> (дата звернення: 16.11.2025).
18. Портрет айтівця 2024. Як змінилося українське ІТ за 10 років. DOU, 2024. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/portrait-2024> (дата звернення: 16.11.2025).
19. Річний звіт Асоціації ІТ Ukraine 2024. *IT Ukraine Association*, 2024. URL: https://itukraine.org.ua/files/reports/2024/ITU_rep2024Y-UA.pdf (дата звернення: 16.11.2025).
20. Сабадашина Ю. Які країни приносять найбільше виторгу українському ІТ. Аналітика ІТ-експорту за рік. 2025. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/it-export-in-2024/> (дата звернення: 15.10.2025)
21. Ситник О.Ю., Дубровський С.С. Особливості розвитку ринку інформаційних технологій в Україні. *Економічні горизонти*. 2022. №3(21). С. 72–82. URL: [https://doi.org/10.31499/2616-5236.3\(21\).2022.263688](https://doi.org/10.31499/2616-5236.3(21).2022.263688)
22. Томчук О. В. Аналіз трендів розвитку ринку праці в Україні: ключові зміни та виклики воєнного часу. *Innovation and Sustainability*. 2023. № 2. С. 110–119. URL: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.2.110.119>. (дата звернення: 15.11.2025)
23. Топ-50 ІТ-компаній України, літо 2024: мінус 2,4 тисячі фахівців за пів року, у п'ятірці найбільших — новий гравець. DOU, 2024. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/top-50-summer-2024/> (дата звернення: 10.11.2025).
24. Топ-компанії, обсяги експорту, стартапи та найбільш затребувані стеки. URL: https://18dccfa619686586.cdn.express/AIN_%D0%94%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_10_%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%96%D0%B2_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%96%CC%88%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%86%D0%A2_2014_2024.pdf (дата звернення: 15.10.2025)
25. Acemoglu D., Autor D. Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. *Handbook of Labor Economics*. 2011. Vol. 4. P. 1043–1171. DOI: 10.1016/S0169-7218(11)02410-5.

26. Becker G. S. *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. 3rd ed. Chicago : University of Chicago Press, 1993. 412 p.
27. Blanchard O., Summers L. H. *Hysteresis and the European Unemployment Problem*. NBER Macroeconomics Annual. 1986. Vol. 1. P. 15–90.
28. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2015. 712 p.
29. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York : W. W. Norton & Company, 2022. 336 p.
30. Chakraborty T., Chakraborty A.K., Biswas M. et al. *Unemployment Rate Forecasting: A Hybrid Approach*. *Comput Econ* 57, 183–201 (2021). URL: <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10040-2> (дата звернення:12.11.2025)
31. Chatterjee S., Hadi A.S. *Regression Analysis by Example*. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2012. 416 p. URL: <https://www1.aucegypt.edu/faculty/hadi/cu/RABE5-C05.pdf> (дата звернення:13.11.2025).
32. Davidescu, A. A., Apostu, S.-A., Paul, A. *Comparative Analysis of Different Univariate Forecasting Methods in Modelling and Predicting the Romanian Unemployment Rate for the Period 2021–2022*. *Entropy*. 2021. 23(3), 325. URL: <https://doi.org/10.3390/e23030325> (дата звернення:15.11.2025).
33. De Stefano V. *The rise of the "just-in-time workforce": On-demand work, crowdwork and labour protection in the "gig-economy"*. *Comparative Labor Law & Policy Journal*. 2015. Forthcoming, Bocconi Legal Studies Research Paper No. 2682602. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2682602> (дата звернення:14.11.2025).
34. *Digital Economy and Society Index (DESI) 2024*. Brussels : European Commission, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (дата звернення: 16.11.2025).
35. *Digital Economy Trends 2025*. Digital Cooperation Organization, 2025. 205 с. URL: <https://dco.org/wp-content/uploads/2024/12/Digital-Economy-Trends-2025.pdf> (дата звернення: 16.11.2025).

36. Dritsas, E., Trigka, M., Mylonas, P. Comparative Analysis of Machine Learning Models for Employee Salary Prediction. In: Krouska, A., Mylonas, P., Caro, J. (eds) *Novel and Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 5th International Conference (NiDS 2025)*. NiDS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1644. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-032-06634-3_19
37. Firouzjaee J.T., Khaliliyan P. Machine Learning Model to Predict the Impact of Ukraine Crisis. *Austin Journal of Accounting, Audit and Finance Management*. 2022. Vol. 2, No. 1. id. 1005. URL: <https://austinpublishinggroup.com/accounting-audit-finance-management/fulltext/ajaafm-v2-id1005.pdf>
38. Future of Jobs Report 2025. Geneva: World Economic Forum, 2025. 390 с. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf (дата звернення: 16.11.2025).
39. Géron A. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. 2d ed.: O'Reilly Media, 2019. 510 p.
40. Granovetter M. S. The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*. 1973. Vol. 78, No. 6. P. 1360–1380. DOI: 10.1086/225469. (дата звернення: 10.10.2025)
41. Green S.B. How Many Subjects Does It Take To Do A Regression Analysis? *Multivariate Behavioral Research*. 1991. Vol. 26, No. 3. P. 499–510. DOI: 10.1207/s15327906mbr2603_7 (дата звернення: 10.11.2025)
42. Gujarati D.N., Porter D.C. *Basic Econometrics*. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2009. 922 p.
43. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. 2nd ed. New York: Springer, 2009. 745 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7> (дата звернення: 14.10.2025)
44. Hawkins D.M. The Problem of Overfitting. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*. 2004. Vol. 44, No. 1. P. 1–12. DOI: 10.1021/ci0342472. (дата звернення: 13.10.2025)
45. Hayda Y., Vereta N. Problems and prospects for the development of the IT industry in Ukraine during martial law and post-war economic recovery. *Economics and*

Business Review. 2023. Vol. 9, No. 4. P. 118–137. DOI: 10.18559/ebr.2023.4.786. (дата звернення: 16.11.2025)

46. Human Capital Project 2023 Update. Washington : World Bank, 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital> (дата звернення: 16.11.2025).

47. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. *Forecasting: Principles and Practice*. 3rd ed. Melbourne: OTexts, 2021. URL: <https://otexts.com/fpp3/> (дата звернення: 16.11.2025).

48. International Labour Organization. *The ILO strategy on skills and lifelong learning 2030*. Geneva: ILO, 2023. 18 p. URL: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_emp/%40ifp_skills/documents/publication/wcms_886554.pdf (дата звернення: 16.11.2025).

49. IT sector in Ukraine. Kyiv Global Government Technology Centre. 2024. URL: <https://www.kyivgovtechcentre.org/it-sector-ua> (дата звернення: 16.11.2025).

50. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. 2nd ed. New York: Springer, 2021. 607 p. DOI: 10.1007/978-1-0716-1418-1. (дата звернення: 14.10.2025).

51. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*. 1979. Vol. 47, No. 2. P. 263–291. DOI: 10.2307/1914185. (дата звернення: 05.11.2025).

52. Kässi O., Lehtonvirta V. Online Labour Index: Measuring the Online Gig Economy for Policy and Research. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol. 137. P. 241–248. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.07.056. (дата звернення: 12.11.2025)

53. Keynes J. M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London : Palgrave Macmillan, 1936. 472 p.

54. Kosse I., Poluschkin G. IT Sector Monitor Ukraine. 2025. URL: http://www.ier.com.ua/files/Projects/2025/forecast/GET_UKR_PB_03_2025.pdf (дата звернення: 16.11.2025).

55. Kovbych T., Filipenko A., Mazurenko V., Ushenko N., Polischuk L. IT Sector the Labor Market of Ukraine in the Conditions of Global Digitalization. National Institute Economic Review. 2025. C. 1-17. DOI: 10.1017/nie.2025.10.

56. Kozlovskiy S., Khadzhyrov I., Vlasenko I., Marynychak L. Managing the Sustainability of Economic Systems Based on Digital Technologies of Forecasting and Modeling. Investment Management and Financial Innovations 2017. 14(4):50-59 DOI:10.21511/imfi.14(4).2017.06

57. Krause A., Rinne U., Zimmermann K.F. How Far Away Is Artificial Intelligence from the Labour Market? *IZA Discussion Paper No. 14106*. Bonn: Institute of Labor Economics, 2021. 42 p. URL: <https://ssrn.com/abstract=2481572> (дата звернення: 16.11.2025).

58. Krugman P. Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*. 1991. Vol. 99, No. 3. P. 483–499. DOI: 10.1086/261763.

59. Lipton Z.C. The Mythos of Model Interpretability. *Communications of the ACM*. 2018. Vol. 61, Is. 10, P. 36 – 43. URL: <https://doi.org/10.1145/3233231>

60. Listening to Citizens of Ukraine Survey. Washington: World Bank, 2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine/brief/listening-to-citizens-of-ukraine-survey> (дата звернення: 16.11.2025).

61. Mahlberg B., Freund I., Crespo Cuaresma J., Prskawetz A. *The Age-Productivity Pattern: Do Location and Sector Affiliation Matter?* <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2259472>

62. OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 2). Strengthening Connectivity, Innovation and Trust. Paris : OECD Publishing, 2024. 298 p. DOI: 10.1787/digital-outlook-2024-en.

63. OECD Employment Outlook 2024. Paris : OECD Publishing, 2024. 312 p. URL: <https://doi.org/10.1787/ac8b3538-en>.

64. OECD Employment Outlook 2025. Paris: OECD Publishing, 2025. 309 c. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/07/oecd-employment-outlook-2025_5345f034/194a947b-en.pdf (дата звернення: 16.11.2025).

65. OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition. Paris : OECD Publishing, 2023. 256 p. DOI: 10.1787/27452f29-en.
66. OECD. *OECD Employment Outlook 2024: The Net-Zero Transition and the Labour Market*. Paris: OECD Publishing, 2024. 298 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/ac8b3538-en>
67. Orozco-Castañeda J.M., Sierra-Suárez L. P., Vidal P. Labor market forecasting in unprecedented times: A machine learning approach. *Bull Econ Res*. 2024. Vol. 76, No. 4. P. 893-915. URL: <https://doi.org/10.1111/boer.12451>
68. Pigou A. C. *The Theory of Unemployment*. London : Macmillan, 1933. 328 p.
69. Primierova M., Sparish V. Modeling the Ukrainian Labor Market Based on the Principles of System Dynamics. *Scientific Papers NaUKMA. Economics*. 2024. Vol. 9, No. 1. P. 80–86. DOI: 10.18523/2519-4739.2024.9.1.80-86
70. Romer P. M. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, No. 5, Part 2. P. S71–S102. DOI: 10.1086/261725.
71. Rudin, C. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nat Mach Intell* 1. 2019. 206–215. URL: <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x>.
72. Schumpeter J. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York : Harper & Brothers, 1942. 431 p.
73. Shevchuk O., Boiarynova K., Roshchyna N.. Features of the diagnostic process in the conditions of uncertainty. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. №28. 2024. С. 5--11. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.28.2024.302768> (фахове видання, категорія Б).
74. Spence M. Job Market Signaling. *Quarterly Journal of Economics*. 1973. Vol. 87, No. 3. P. 355–374. DOI: 10.2307/1882010.
75. Thaler R. H., Sunstein C. R. *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. New Haven : Yale University Press, 2008. 293 p.

76. The Fearless Future: 2025 Global AI Jobs Barometer. PWC, 2025. 27 p. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/artificial-intelligence/job-barometer/2025/report.pdf> (дата звернення: 16.11.2025).

77. The Impact of Artificial Intelligence on the Labour Market. Paris: OECD Publishing, 2021. 61 с. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/01/the-impact-of-artificial-intelligence-on-the-labour-market_a4b9cac2/7c895724-en.pdf (дата звернення: 16.11.2025).

78. Tkál, Y., Yarmak, T., Martynova, L., Yurchyk, I. and Andrusenko, N. Corporate Social Responsibility in Ukraine as a Tool for Sustainable Development. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2025. 8(1). 566-582. DOI: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.080123>.

79. Turulja L., Vugec D. S., Bach M. P. Big Data and Labour Market: A Review of Research Topics. *Procedia Computer Science*. 2023. Vol. 217. P. 526-535. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.248>

80. Ukrainian Tech Ecosystem. URL: <https://www.ukrainiantechecosystem.com/> (дата звернення: 13.10.2025)

81. U.S. Bureau of Labor Statistics. *Employment Projections: 2024–2034 Summary*. Washington, DC: BLS, 2025. URL: <https://www.bls.gov/news.release/ecopro.nr0.htm> (дата звернення: 16.11.2025).

82. Ukraine Labour Market Profile – 2025/2026. Copenhagen: Danish Trade Union Development Agency, 2025. 42 с. URL: <https://www.ulandssekretariatet.dk/wp-content/uploads/2025/01/Ukraine-LMP-2025-final.pdf> (дата звернення: 16.11.2025).

83. Veblen T. *The Theory of the Leisure Class*. New York : Macmillan, 1899. 400 p.

84. Vintu D. An Artificial Neural Network Experiment on the Prediction of the Unemployment Rate. MPRA Paper 125938, University Library of Munich, Germany, 2025. URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/125938/1/MPRA_paper_125938.pdf

85. Women in Digital Scoreboard 2024. Brussels : European Commission, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/women-digital-scoreboard-2024> (дата звернення: 16.11.2025).
86. Wooldridge J.M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 7th ed. Boston: Cengage Learning, 2013. 848 p.
87. World Bank. *Global Economic Prospects, June 2024*. Washington, DC: World Bank Group, 2024. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099003106112426991>
88. World Development Report 2023: Migrants, Refugees, and Societies. Washington : World Bank, 2023. 328 p. DOI: 10.1596/978-1-4648-1941-4.
89. World Employment and Social Outlook: Trends 2024. Geneva : International Labour Organization, 2024. 186 p. URL: <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/world-employment-and-social-outlook-trends-2024> (дата звернення: 16.11.2025).
90. World Employment and Social Outlook: Trends 2025. Geneva: International Labour Organization, 2025. 84 с. URL: https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-01/WESO25_Trends_Report_EN.pdf (дата звернення: 16.11.2025).
91. Yurtsever M. Unemployment rate forecasting: LSTM-GRU hybrid approach, *Journal for Labour Market Research*. 2023 Springer, Heidelberg, Vol. 57, Iss. 1, pp. 1-9. URL: <https://doi.org/10.1186/s12651-023-00345-8>.
92. Zhang X., Chowdhury R. R., Gupta R. K., Shang J. Large language models for time series: a survey. In *Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence (Jeju, Korea) (IJCAI '24)*. 2024. Article 921, p. 8335 – 8343. URL: <https://doi.org/10.24963/ijcai.2024/921>

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмний код

Модуль побудови базової моделі

```
import pandas as pd
import statsmodels.api as sm
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import numpy as np

# === 1. Зчитування даних з Excel ===
df = pd.read_excel("Data_IT.xlsx")

print("Перші рядки з файлу:")
print(df.head())

# === 2. Підготовка змінних ===
X = df[["К-ть підприємств", "Експорт", "К-ть годин блекауту"]]
y = df["К-ть працівників"]

# === 3. Матриця кореляції ===
print("\nМатриця кореляції змінних:")
corr_matrix = df[["К-ть працівників", "К-ть підприємств", "Експорт",
                  "К-ть годин блекауту"]].corr()
print(corr_matrix, "\n")

# === 4. Побудова теплової карти ===
plt.figure(figsize=(8, 6))
sns.heatmap(corr_matrix, annot=True, cmap="coolwarm", fmt=".2f",
            linewidths=0.5)
plt.title("Теплова карта кореляції змінних у IT-секторі",
          fontsize=14)
plt.xticks(rotation=45)
plt.yticks(rotation=0)
plt.tight_layout()
plt.show()

# === 5. Додавання константи ===
X = sm.add_constant(X)

# === 6. Побудова моделі ===
model = sm.OLS(y, X).fit()

y_pred = model.predict(X)

# RMSE
rmse = np.sqrt(np.mean((y - y_pred)**2))
```

```

# MAPE (у %)
mape = np.mean(np.abs((y - y_pred) / y)) * 100

print("=== Критерії якості OLS-моделі ===")
print(f"RMSE: {rmse:.2f}")
print(f"MAPE: {mape:.2f}%")

# === 7. Вивід результатів ===
print("\n=== ПОВНА СТАТИСТИКА РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ===")
print(model.summary())

# === 8. Створення сценаріїв ===
last_enterprises = 7977
last_export = 6447
# Кількість годин блекауту не уточнюється, тому задаємо умовно 1800
у попередньому році
last_blackout = 1800

scenarios = pd.DataFrame({
    "Сценарій": [
        "1. Песимістичний",
        "2. Помірний",
        "3. Оптимістичний"
    ],
    "const": [1, 1, 1],
    "К-ть підприємств": [
        last_enterprises * 0.85, # -15%
        last_enterprises * 0.90, # -10%
        last_enterprises * 1.10 # +10%
    ],
    "Експорт": [
        last_export * 0.90, # -10%
        last_export * 1.05, # +5%
        last_export * 1.15 # +15%
    ],
    "К-ть годин блекауту": [
        2200, # збільшення
        1200, # зменшення
        1200 # зменшення
    ]
})

# === 9. Прогноз за сценаріями ===
scenarios["Прогнозована к-ть працівників"] = model.predict(
    scenarios[["const", "К-ть підприємств", "Експорт", "К-ть годин
блекауту"]]
).round(0)

print("\n=== ПРОГНОЗ ЗА РІЗНИМИ СЦЕНАРІЯМИ ===")
print(scenarios[["Сценарій", "К-ть підприємств", "Експорт", "К-ть
годин блекауту", "Прогнозована к-ть працівників"]])

# === 10. Візуалізація сценаріїв ===

```

```

plt.figure(figsize=(9,6))
bars = sns.barplot(
    data=scenarios,
    x="Сценарій",
    y="Прогнозована к-ть працівників",
    palette=["#d62728", "#ffbf00", "#2ca02c"] # червоний, жовтий,
зелений
)

# Додаємо підписи значень на стовпчиках
for bar in bars.patches:
    yval = bar.get_height()
    plt.text(
        bar.get_x() + bar.get_width() / 2,
        yval + 100,
        f"{int(yval):,}",
        ha="center",
        va="bottom",
        fontsize=12,
        fontweight="bold"
    )

plt.title("Прогноз зайнятості в ІТ-секторі України за різними
сценаріями", fontsize=14)
plt.ylabel("Кількість працівників")
plt.xlabel("Сценарій розвитку")
plt.xticks(rotation=0, ha="center") # горизонтальні підписи
plt.grid(axis="y", linestyle="--", alpha=0.6)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

Модуль побудови ARIMA моделі

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
import pmdarima as pm

# =====
# 1. ЗАВАНТАЖЕННЯ ДАНИХ
# =====

# Якщо CSV:
df = pd.read_excel("Data_IT.xlsx")

# Якщо Excel – використовуй:
# df = pd.read_excel("data.xlsx")

# Перевірка

```

```

print(df.head())

# =====
# 2. ПІДГОТОВКА ЧАСОВОГО РЯДУ
# =====

df["Рік"] = pd.to_datetime(df["Рік"], format="%Y")
df.set_index("Рік", inplace=True)

ts = df["К-ть працівників"]

print("\n=== Часовий ряд: К-ть працівників ===")
print(ts)

# =====
# 3. ТЕСТ ДІКІ-ФУЛЛЕРА
# =====

result = adfuller(ts)
print("\n=== Тест Дікі-Фуллера ===")
print(f"ADF statistic: {result[0]}")
print(f"p-value: {result[1]}")

# Графік ряду
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(ts, marker="o")
plt.title("Кількість працівників у сфері IT")
plt.grid(True)
plt.show()

# =====
# 4. ACF / PACF
# =====

fig, ax = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 4))
plot_acf(ts, ax=ax[0])
plot_pacf(ts, ax=ax[1])
ax[0].set_title("ACF")
ax[1].set_title("PACF")
plt.show()

# =====
# 5. AUTO-ARIMA – підбір найкращої моделі
# =====

print("\n=== Автоматичний підбір ARIMA ===")
auto_model = pm.auto_arima(
    ts,
    seasonal=False,
    trace=True,
    stepwise=True,
    suppress_warnings=True,
)

```

```

p, d, q = auto_model.order
print("\nНайкраща модель:", auto_model.order)

# =====
# 6. ФІНАЛЬНА ARIMA-МОДЕЛЬ
# =====

model = ARIMA(ts, order=(p, d, q))
model_fit = model.fit()

print("\n=== ПІДСУМКИ МОДЕЛІ ===")
print(model_fit.summary())
import numpy as np
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error

# Прогноз всередині вибірки (in-sample)
fitted_values = model_fit.fittedvalues
actual_values = ts[d:]      # Якщо d>0, відкидаємо перші різницювання

# RMSE
rmse = np.sqrt(mean_squared_error(actual_values, fitted_values))

# MAE
mae = mean_absolute_error(actual_values, fitted_values)

# MAPE
nonzero_mask = actual_values != 0
mape = (np.abs((actual_values[nonzero_mask] -
                fitted_values[nonzero_mask])
                / actual_values[nonzero_mask])).mean() * 100

print("\n=== ЯКІСТЬ МОДЕЛІ ARIMA ===")
print(f"RMSE: {rmse:.2f}")
print(f"MAE: {mae:.2f}")
print(f"MAPE: {mape:.2f}%")
# Графіки діагностики
model_fit.plot_diagnostics(figsize=(10, 6))
plt.show()

# =====
# 7. ПРОГНОЗ НА 5 РОКІВ
# =====

n_years = 5
forecast = model_fit.forecast(steps=n_years)

future_years = pd.date_range(start=ts.index[-1] +
                             pd.DateOffset(years=1),
                             periods=n_years, freq="Y")
forecast.index = future_years

print("\n=== ПРОГНОЗ НА 5 РОКІВ ===")

```

```

print(forecast)

# Графік прогнозу
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(ts, label="Фактичні дані", marker="o")
plt.plot(forecast, label="Прогноз", marker="o")
plt.title("ARIMA прогноз кількості працівників у сфері IT")
plt.ylabel("К-ть працівників")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

Модуль порівняння моделей

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.linear_model import Ridge, Lasso
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error
import statsmodels.api as sm
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

# =====
# 1. Завантаження даних
# =====
df = pd.read_excel("Data_IT.xlsx")

# Залежна змінна
y = df["К-ть працівників"]

# Фактори
X = df[["К-ть підприємств", "Експорт", "К-ть годин
блекауту"]].copy()

# Додаємо взаємодію
X["interaction_export_blackout"] = X["Експорт"] * X["К-ть годин
блекауту"]

# =====
# Функція оцінки моделі
# =====
def evaluate_model(y_true, y_pred, model_name):
    rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y_true, y_pred))
    mae = mean_absolute_error(y_true, y_pred)
    mape = np.mean(np.abs((y_true - y_pred) / y_true)) * 100
    r2 = 1 - np.sum((y_true - y_pred)**2) / np.sum((y_true -
np.mean(y_true))**2)

    return {
        "Модель": model_name,

```

```

        "RMSE": rmse,
        "MAE": mae,
        "MAPE (%)": mape,
        "R2": r2
    }

results = []

# =====
# 2. БАЗОВА OLS МОДЕЛЬ
# =====
X_ols = sm.add_constant(X)
ols_model = sm.OLS(y, X_ols).fit()
y_pred_ols = ols_model.predict(X_ols)

print("\n=== БАЗОВА ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ (OLS) ===")
print(ols_model.summary())

results.append(evaluate_model(y, y_pred_ols, "OLS базова"))

# =====
# 3. OLS з логарифмуванням
# =====
df_log = df.copy()

# логарифмування змінних (додаємо +1 щоб уникати log(0))
df_log["log_y"] = np.log(df["К-ть працівників"])
df_log["log_export"] = np.log(df["Експорт"] + 1)
df_log["log_enterprises"] = np.log(df["К-ть підприємств"] + 1)
df_log["log_blackout"] = np.log(df["К-ть годин блекауту"] + 1)

X_log = df_log[["log_enterprises", "log_export", "log_blackout"]]
X_log["interaction_log"] = X_log["log_export"] *
X_log["log_blackout"]

X_log = sm.add_constant(X_log)
ols_log = sm.OLS(df_log["log_y"], X_log).fit()

print("\n=== OLS з логарифмуванням ===")
print(ols_log.summary())

# інвертуємо лог-прогноз
y_pred_log = np.exp(ols_log.predict(X_log))

results.append(evaluate_model(y, y_pred_log, "OLS логарифми"))

# =====
# 4. Ridge-регресія
# =====
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)

ridge = Ridge(alpha=1.0)

```

```

ridge.fit(X_scaled, y)
y_pred_ridge = ridge.predict(X_scaled)

results.append(evaluate_model(y, y_pred_ridge, "Ridge"))

# =====
# 5. LASSO-регресія
# =====
lasso = Lasso(alpha=0.001)
lasso.fit(X_scaled, y)
y_pred_lasso = lasso.predict(X_scaled)

results.append(evaluate_model(y, y_pred_lasso, "LASSO"))

# =====
# 6. ПІДСУМКОВА ТАБЛИЦЯ ЯКОСТІ
# =====
results_df = pd.DataFrame(results)
print("\n===== ПОРІВНЯННЯ ЯКОСТІ МОДЕЛЕЙ
=====")
print(results_df)

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Визначаємо вісь X (індекси або відмітки часу/спостереження)
x_axis = np.arange(len(y_pred_ols))

## Побудова графіків із включенням y_true

plt.figure(figsize=(14, 7)) # Збільшений розмір для кращої
деталізації

# 1. Справжні значення (y_true)
# Використовуємо жирну лінію або точки, щоб вони виділялися
plt.plot(x_axis, y,
         label='True Values ($y_{true}$)',
         color='black',
         alpha=0.7,
         linewidth=2,
         linestyle='-')

# 2. Графік OLS
plt.plot(x_axis, y_pred_ols,
         label='OLS Predictions',
         color='blue',
         linestyle='-')

# 3. Графік Log-OLS (логарифмічна модель)
plt.plot(x_axis, y_pred_log,
         label='Log-OLS (Exp) Predictions',
         color='green',
         linestyle='--')

```

```
# 4. Графік Ridge
plt.plot(x_axis, y_pred_ridge,
         label='Ridge Predictions',
         color='red',
         linestyle=':')

# 5. Графік Lasso
plt.plot(x_axis, y_pred_lasso,
         label='Lasso Predictions',
         color='purple',
         linestyle='-.')

# --- Оформлення ---

plt.title('Comparison of Model Predictions vs. True Values',
         fontsize=16)
plt.xlabel('Data Index / Observation', fontsize=12)
plt.ylabel('Value', fontsize=12)
plt.legend(loc='best', fontsize=10) # Розміщуємо легенду там, де
вона не заважатиме
plt.grid(True, alpha=0.5)
plt.tight_layout()
plt.show()
```