

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»**

Кафедра

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»**

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Теоретичні засади аналізу розвитку ІТ сектору економіки України
Розділ 2	Математичне моделювання системи факторів формування ІТ сектору
Розділ 3	Практичне застосування моделей аналізу розвитку ІТ сектору України

3) представити результати моделювання експортного потенціалу ІТ послуг в Україні методами регресійного аналізу даних, побудувати прогнози.

Завдання підготував
науковий керівник

(підпис)

(ім'я, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

Завдання одержав
здобувач

(підпис)

(ім'я, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел, що містить 41 найменування на 4 сторінках, та 4 додатки на 18 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 81 сторінку друкованого тексту, з яких 58 сторінок основної частини. Робота містить 42 рисунка та 9 таблиць.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача навчально-наукового інституту "Інститут інформаційних технологій в
економіці" Київського національного економічного університету імені Вадима
Гетьмана
освітньої програми "Економічна кібернетика"
Кірносенко Юлії Олексіївни
на тему «Моделювання факторів розвитку ІТ-сектору економіки України»

самостійного застосування сучасних аналітичних інструментів і опрацювання офіційної статистичної інформації.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій.

Теоретичні узагальнення роботи дозволяють глибше зрозуміти роль ІТ-сектору у сучасній економіці, а також місце України в глобальному цифровому

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ РОЗВИТКУ ІТ СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Цифрова трансформація є однією з ключових ознак сучасного етапу розвитку глобальної економіки, що зумовлює зростання значущості ІТ-сектору як рушійної сили інновацій. ІТ-технології проникають у ключові сфери економіки та суспільства, визначаючи напрями трансформації бі

Для досягнення мети у роботі необхідно розв'язати такі завдання:

- Розкрити сутність ІТ-сектору як складової цифрової економіки, визначити його роль у структурі національного господарства України та сформувати систему показників оцінювання рівня його розвитку;
- Проанал

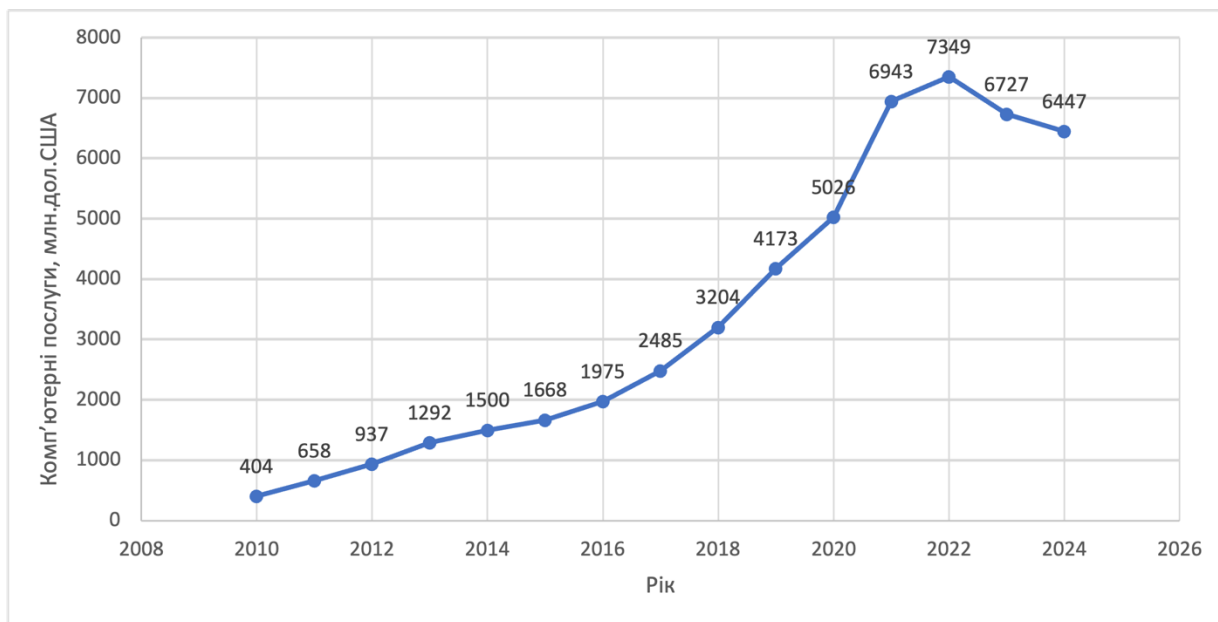
та визначенні граничної ефективності впливу змінних, що може бути використано у подальших прикладних та наукових дослідженнях.

Дослідження має практичну значущість, адже побудована регресійна модель дозволяє кількісно оцінити вплив ключових факторів на розвиток ІТ-сектору України та здійснити обґрунтований прогноз обсягу експорту комп

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ РОЗВИТКУ ІТ СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

1.1 Сутність та значення ІТ-сектору в економіці



продуктів і вебрішень, а також дослідження та експериментальні розробки у сфері інформаційних технологій [12, с. 44–45].

Узагальнюючи підходи до розуміння сутності ІТ-сектору, його доцільно розглядати як систему економічної діяльності, пов'язаної зі створенням, з

- освітні технології та EdTech.

Особливістю ІТ-сектору України є його високий рівень інтегрованості у світовий ринок, незважаючи на внутрішні соціально-економічні виклики. Серед ключових характеристик слід виділити:

Згідно з дослідженням Brookings Institution, країни з активним розвитком ІТ-індустрії демонструють стійкіші темпи економічного зростання, а також мають нижчий рівень залежності від традиційного промислового виробництва [39, с. 3].

Таблиця 1.1 – Розпод

1.2 Принципи та система показників оцінювання розвитку сфери ІТ в економіці України

Оцінювання рівня розвитку ІТ-сектору є важливою передумовою для прийняття ефективних управлінських рішень, формування державної цифрової стратегії та прогнозування динаміки галузі. У науковій літературі використовуються різні підходи до кіль

- обсяг експорту ІТ-послуг;
- частка ІТ у ВВП;
- кількість активних ІТ-компаній;
- обсяг валютної виручки.

Факторні показники:

Обсяг експорту ІТ-послуг є ключовим показником, що відображає стан і динаміку розвитку ІТ-індустрії в Україні. Він є найбільш об'єктивним і стабільним орієнтиром оцінювання розвитку ІТ-сфери, оскільки поєднує в собі економічний, кадровий, технологічний і зовнішньоекономічний потенціал. Він слугує важливим індикатор

підприємств, яка може бути неповною або затриманою у часі. Враховуючи мету дослідження — аналіз фактичного обсягу експортованих ІТ-послуг — у подальшому використовуються саме статистичні дані НБУ як більш точне та методологічно узгоджене джерело.

1.3 Огляд наукових під

У сучасній науковій літературі виокремлюють кілька основних підходів до аналізу розвитку ІТ-сфери:

Статистичний підхід. Базується на використанні описової статистики, індексного аналізу, коефіцієнтів динаміки, середніх величин і структурних характеристик. Застосовується для формування базової оцінки

Вітлінського В., Терещенко Т. [3; 7] ці методи розглядаються як основа для побудови типології регіонів або підприємств за ступенем цифрової активності. Вони ефективні у макроекономічних дослідженнях і стратегічному плануванні.

Сист

Таким чином, сучасні дослідження ринку інформаційних технологій базуються на поєднанні кількох методологічних підходів — від класичних статистичних і економетричних моделей до інноваційних інструментів штучного інтелекту. Кожен із них має свої переваги й обмеження залежно від дослідницької мети, структури доступних даних і рівня невизначеності. Комплексне використання зазначених підходів забез

У межах даного дослідження для аналізу розвитку ІТ-сектору України обрано економетричний підхід, що передбачає використання кількісних методів для виявлення статистично значущих зв'язків між показниками. Такий підхід є одним із найбільш ефективних при дослідженні залежностей між соціально-економічними чинниками та макроекономічними результатами, зокрема експортом ІТ-послуг.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ ІТ СЕКТОРУ

2.1 Інструменти розвідувального аналізу та візуал

об'єкта з метою аналізу, прогнозування та управління його розвитком [1, с. 14]. Економіко-математична модель — це система рівнянь, логічних або імовірнісних конструкцій, яка описує кількісні залежності між економічними змінними та факторами впливу [2].

Ключові переваги матем

5. Ідентифікація параметрів (оцінка коефіцієнтів).
6. Перевірка адекватності моделі.
7. Аналіз результатів, прогнозування та інтерпретація.

Особливості моделювання в умовах аналізу галузевого розвитку, пов'язані з необхідністю враху

статистики та візуального аналізу для формування попередніх гіпотез щодо поведінки досліджуваних змінних. У сучасних дослідженнях EDA поєднується з обчислювальною статистикою в середовищі R або Python, що дозволяє масштабно аналізувати часові та панельні ряди, якісно візуалізувати зв'язки та виявляти критичні періоди.

- кореляційні теплові карти (heatmap), які дають змогу візуально оцінити зв'язки між змінними;
- коефіцієнти Пірсона і Спірмена для вимірювання лінійної та монотонної залежностей.

EDA дозволяє виявити сильні фактори, зменшити ймовірність включен

Нарешті, системний підхід пропонує аналіз галузі як складного об'єкта, що взаємодіє з багатьма внутрішніми й зовнішніми факторами.

Характерною особливістю ІТ-сектору є його динамічність і швидка реакція на зовнішні зміни, зокрема міжнародну конкуренцію, попит на послуги, інвестицій

STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess). Цей метод дозволяє розділити ряд на тренд, сезонність і залишкову компоненту. Після ідентифікації структури ряду застосовують прогнозні моделі — найчастіше ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), яка поєднує авторегресію, диференціювання та згладжування.

</

Середовище R дозволяє автоматизувати обробку великих обсягів часових даних, а за потреби — реалізовувати адаптивні та гібридні моделі прогнозування. Це особливо важливо для аналізу нестабільної динаміки експорту ІТ-послуг України в умовах воєнного часу. Саме тому R було обрано основним аналітичним інструментом подаль

змінних (факторів) на результативний показник. У контексті ІТ-сектору України таким агрегованим результативним показником виступає обсяг експорту комп'ютерних послуг, який найбільш точно відображає зовнішньоекономічну активність галузі.

Кореляційний ана

Метод множинної регресії дозволяє описати зміну однієї змінної (Y) під впливом кількох незалежних змінних ($x_1 \dots x_n$). Загальна форма моделі множинної регресії має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2$$

взаємозалежних факторів (мультиколінеарність). Далі обчислюються регресійні коефіцієнти, оцінюється їхня значущість і виконується перевірка якості моделі [3, с. 71].

Порушення цих припущень може призвести

базуються на звітності підприємств, статистика НБУ є більш повною, адже охоплює всі валютні надходження резидентів у межах ЗЕД [34].

Виходячи з особливостей ІТ-сектору як відкритої інноваційної галузі, фак

зміну попиту на аутсорсингові послуги з боку країн-замовників, коливання валютного курсу, глобальні економічні цикли та геополітичну ситуацію. Врахування обох груп чинників дозволяє не лише побудувати більш точну та реалістичну модель розвитку ІТ-сектору, але й визначити, які з них є ключовими з точки зору впливу, а отже — потенційно

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ АНАЛІЗУ РОЗВИТКУ ІТ СЕКТОРУ УКРАЇНИ

3.1 Моделювання часової динаміки експорту ІТ-послуг України</

Експорт комп'ютерних послуг демонструє стійкість до макроекономічних коливань, на відміну від ВВП, що вказує на експортно-орієнтовану природу ІТ-сектора, який не так тісно залежить від внутрішнього економічного середовища. Він виявився більш стійким до криз, ніж інші експортні галузі послуг.

Попри зниження у 2023 та 2024 роках, сектор комп'ютерних послуг має всі шанси відновити темпи зростання завдяки високій глобальній затребуваності ІТ-рішень та конкурентоспроможності українських розробників, що підтверджує важливість комп'ютерних послуг як стратегічного сектора української економіки та демонструє

викликів темпи зростання сповільнилися до 16.1% у 2014 та 11.2% у 2015. Стабільно високі темпи зростання 25.8% помітні у 2017, 28.9% у 2018 та 30.2% у 2019, що відображає впровадження інновацій та розширення міжнародного партнерства.

(CAGR) експорту комп'ютерних послуг в Україні за період 2013–2024 становить 15,73%, що говорить про надзвичайно динамічний розвиток ІТ-галузі.

З метою оцінки тенденцій та прогнозування обсягів експорту комп

Перед побудовою прогнозової моделі необхідно визначити тип стохастичного процесу — стаціонарний чи нестаціонарний. Для цього застосовано тест Дікі–Фуллера (ADF test), який перевіряє наявність одиничного кореня у ряді.

Попередній аналіз

де $\Delta_4 Y_t = Y_t - \Delta_4 Y_{t-4}$ — сезонна різниця ряду експорту ІТ-послуг;
 ε_t — білий шум.

Для перевірки адекватності моделі досліджено зали

Для порівняння також побудовано модель експоненційного згладжування з трендом та сезонністю (ETS). Функція `ets(ts_diff)` автоматично обрала модель з адитивною помилкою, відсутнім трендом та адитивною сезонністю, тобто $ETS(A,N,A)$.

y_t — зміна експорту ІТ-послуг у період t ,

ℓ_t — оцінка базового рівня,

s_t — сезонна компонента з періодичністю 4

На основі моделі ARIMA було побудовано прогноз на два роки вперед (2025–2026 рр.) для сезонно диференційованого часового ряду експорту комп'ютерних послуг України (рис. 3.11) , результати якого були занесені до таблиці 3.2. Прогноз містить також довірчі інтервали 80% та 95%, які

3.2 Кореляційний аналіз взаємозв'язків між економічними факторами та експортом ІТ-послуг України

Із теоретичних та емпіричних джерел, а також з урахуванням специфіки українського ІТ-ринку, усі фак

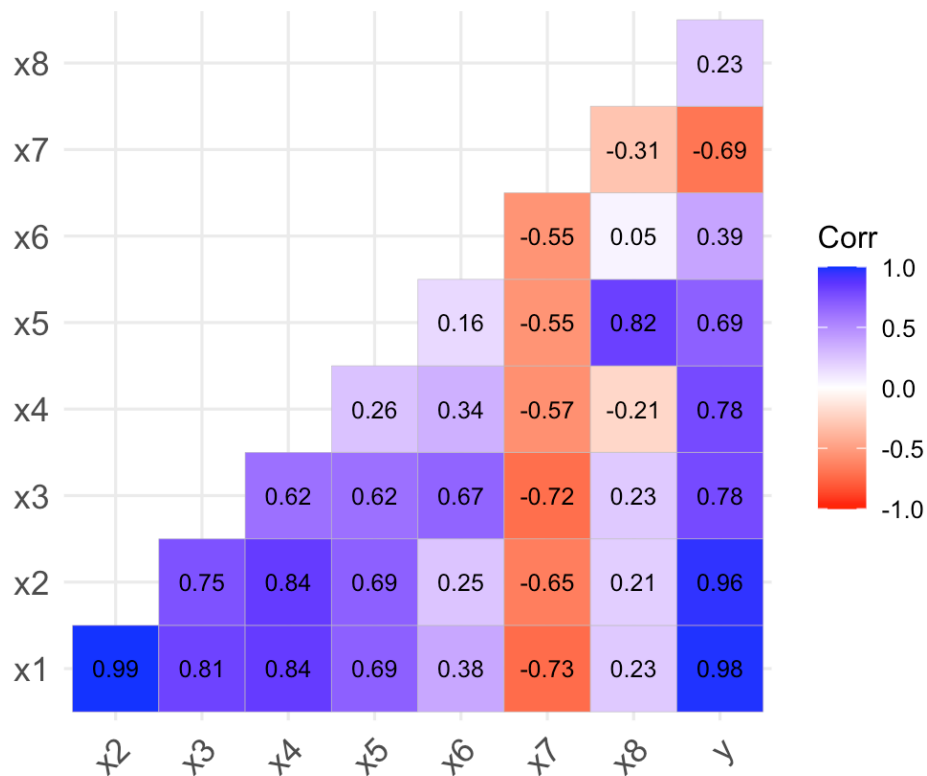
- x_3 – кількість ІТ-компаній,
 x_4 – курс гривні до долара США,
 x_5 – номінальний ВВП України (млн дол. США),
 x_6 – капітальні інвестиції (млн грн),
 x_7 – прямі

Кореляційний аналіз проведено із застосуванням коефіцієнта кореляції Пірсона. Результати подано у вигляді матриці коефіцієнтів кореляції (табл.3.4).

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти кореляції Пірсона між

результативною змінною y . Це підтверджує обґрунтованість їхнього включення до початкових регресійних моделей.

Таблиця 3.5 – Матриця p -value для коефіцієнтів кореляції (П



процедуру покрокового регресійного відбору (stepwise selection)[41] за критерієм AIC. В результаті, до фінальної моделі було включено змінні x_2 , x_3 , x_4 , x_6 , x_8 . Із них статистично значущими були:

x_2 — p

- коефіцієнти варіації VIF прийнятні для змінних x_3 , x_6 , x_8 , однак для x_2 та x_4 вони є надто високими ($VIF > 10$),
- автокореляція залишків відсутня (значення DW близьке до 2, $p\text$

гетероскедастичність відсутня ($p = 0.26$), залишки мають нормальний розподіл ($p = 0.65$).

```
> summary(model_2)
```

Call:
lm(formula = y ~ x2 + x4 + x6, data = data)

Residuals:

Попри високий рівень пояснюваності R^2 така модель не повністю задовольнила умови щодо статистичної значущості всіх регресорів, а також була виявлена автокореляція залишків. У зв'язку з обмеженою значущістю змінної x_4 , було проведено тестування модифікованих моделей із трансформацією змінної

- Тест Бреуша-Пагана: $p\text{-value} = 0.3259$, тобто гетероскедастичність відсутня;
- Тест Шапіро-Вілکا показав, що залишки нормально розподілені: $p\text{-value} = 0.3771$;
- Значення VIF не перевищує 4 для жодної змінної, тобто мультиколі

цьому всі інші фактори втратили статистичну значущість, що свідчить про переважну роль лагової змінної та можливе дублювання інформації. Це створює ризик переобумовленості моделі (overfitting) та ускладнює інтерпретацію впливу окремих незалежних змінних.

x_4 — курс гривні до долара США;

x_6 — капітальні інвестиції в економіку України (млн грн).

О

Також побудовано прогноз експорту ІТ-послуг (рис. 3.19) на основі розробленої моделі. З метою оцінки обсягу експорту комп'ютерних послуг у 2025 році прогноз було побудовано із використанням гіпотетичних значень факторів:

<

який розраховується за формулою (3.6). Зокрема, при зростанні обсягу інвестицій на 1% очікуваний обсяг експорту ІТ-послуг збільшиться в середньому на приблизно 0,00685%, за інших рівних умов.

Було також розраховано норму взаємозамінності між парами факторів моделі як співвідношення їх граничних ефектів. Найвища взаємозамінність спостерігається між курсом валют і логарифмом обсягу інвестицій (3.11): зменшення одного з них можна частково компенсувати зменшенням іншого без зміни результату.

