

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»  
Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
на тему «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ»

Виконав студент 2 курсу, групи ЕК.м-81а  
(номер курсу) (шифр групи)

Спеціальності 051 «Економіка»  
(«Економічна кібернетика»)

Шитіков Є. С.  
(прізвище, ініціали студента)

Керівник к.е.н., доцент Боженко В. В.  
(посада, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Суми – 2019 рік

## РЕФЕРАТ

### кваліфікаційної магістерської роботи на тему «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ»

студента Шитікова Єгора Сергійовича

Актуальність теми даного дослідження обумовлюється необхідністю розробки моделі розрахунку та прогнозування рівня цифровізації національної економіки, що базується на багатьох критеріях, оскільки наявні дослідження зосереджені на аналізі лише одного конкретного фактору цифровізації.

Метою даної випускної кваліфікаційної роботи магістра є удосконалення теоретичних засад та практичного інструментарію оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки.

Об'єктом даного дослідження є економічні відносини, що виникають між органами державної влади, суб'єктами господарювання та населенням у процесі цифровізації економіки.

Предметом дослідження даної роботи є математичні методи та моделі оцінювання та прогнозування цифровізації економіки.

Досягнення даної мети передбачає реалізацію наступних завдань:

- дослідити теоретичні засади забезпечення цифровізації економіки;
- проаналізувати існуючі підходи до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки;
- сформулювати вимоги до моделі для оцінювання рівня цифровізації економіки;
- провести практичну апробацію економетричної моделі;
- надати економічну інтерпретацію отриманих результатів;
- сформулювати пропозиції щодо подальшого використання запропонованого науково-методичного підходу.

Інформаційною базою дослідження є офіційні статистичні дані Державної служби статистики України, Світового банку, аналітичні огляди та наукові публікації вітчизняних та зарубіжних авторів з питань цифровізації економіки.

Основний науковий результат кваліфікаційної магістерської роботи полягає у тому удосконаленні науково-методичний підхід до оцінювання інтегрального рівня цифровізації економіки шляхом узагальнення найбільш значущих індикаторів, попередньо визначених методом головних компонент, що дозволило комплексно врахувати як рівень готовності економічних суб'єктів до впровадження цифрових технологій у свою діяльність, так і адаптованість використовуваних у країні механізмів для переходу до цифрової трансформації економічних відносин.

Одержані результати можуть бути використані органами державного управління при розробці методики для оцінювання рівня цифровізації економіки.

Результати апробації основних положень кваліфікаційної магістерської роботи розглядалися на IV Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції (м. Суми, 21–22 листопада 2019 року). Кваліфікаційна робота виконана в межах науково-дослідної теми «Моделювання та прогнозування соціо-економіко-політичної дорожньої карти реформ в Україні для переходу на модель стійкого зростання» (номер державної реєстрації 0118U003569).

Ключові слова: цифровізація, інтегральний показник, прогнозування, шкалювання.

Зміст кваліфікаційної магістерської роботи викладено на 45 сторінках. Список використаних джерел із 30 найменувань, розміщений на 3 сторінках. Робота містить 16 таблиць, 13 рисунків, а також 1 додаток, розміщеного на 1 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2019 рік.

Рік захисту роботи – 2019 рік.

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»  
Кафедра економічної кібернетики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.е.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.В. Кузьменко

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ  
(спеціальність 051 «Економіка» («Економічна кібернетика»))  
студенту  2  курсу, групи  ЕК.м-81а   
(номер курсу) (шифр групи)

\_\_\_\_\_  Шитіков Єгор Сергійович  \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Моделювання та прогнозування рівня цифровізації національної економіки»

затверджена наказом по університету від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
№ \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом закінченої роботи « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

3. Мета кваліфікаційної роботи: розробка моделі розрахунку інтегрального показника цифровізації економіки та його прогнозування на найближче майбутнє.

4. Об'єкт дослідження: економічні відносини, що виникають між органами державної влади, суб'єктами господарювання та населенням у процесі цифровізації економіки.

5. Предмет дослідження: математичні методи та моделі оцінювання та прогнозування цифровізації економіки.

6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах: Державної служби статистики України, Світового банку, аналітичних оглядів та наукових публікацій вітчизняних та зарубіжних авторів з питань цифровізації економіки.

7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети

Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ (до \_\_\_\_\_)

У розділі 1 необхідно дослідити предметну область та суть поставленої задачі та проаналізувати існуючі підходи до оцінки рівня цифровізації економіки.

Розділ 2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ. (до \_\_\_\_\_)

У розділі 2 необхідно сформулювати загальне положення про методи дослідження, сформулювати інформаційну базу для подальших розрахунків.

Розділ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ (до \_\_\_\_\_)

У розділі 3 виконати розрахунок інтегрального показника цифровізації національної економіки, якісно його інтерпретувати та зробити його прогнозування.

8. Консультації з роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

9. Дата видачі завдання: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

В.В. Боженко.  
(ініціали, прізвище)

Завдання до виконання одержав \_\_\_\_\_  
(підпис)

Є.С. Шитіков.  
(ініціали, прізвище)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ .....	10
1.1 Цифровізація економіки: сутність, ключові драйвери, наслідки.....	10
1.2. Аналіз існуючих підходів до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки .....	18
1.3. Постановка задачі моделювання до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки .....	25
2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ. ....	27
2.1. Загальні вимоги до моделі .....	27
2.2 Опис вхідних даних .....	29
2.3 Математичний опис моделі.....	31
3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ .....	36
3.1 Розрахунок інтегрального показника цифровізації національної економіки .....	36
3.2 Прогнозування рівня інтегрального показника цифровізації національної економіки .....	43
3.3 Інтерпретація отриманих значень інтегрального показника цифровізації економіки .....	46
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	54

## ВСТУП

З кожним днем нові технології кардинально змінюють цілі галузі економіки. Кожен день темпи розвитку технологій набирають все більших обертів й відповідно глибше проникають в різні сфери суспільного життя.

Тільки за останні кілька років з'явився ряд гаджетів і інноваційних рішень, які дозволяють не просто робити покупки в будь-яких куточках світу, але і створювати альтернативу традиційним грошам, застосовуючи штучний інтелект на рівні компанії або держави.

Нині поступово відбувається цифрова трансформація, що передбачає впровадження і використання сучасних цифрових технологій в сфері матеріального і нематеріального виробництва з метою підвищення продуктивності і конкурентоспроможності підприємств різних галузей економіки, а також забезпечення доступу до державних послуг в онлайн-режимі.

Але на даний момент відсутнє комплексне дослідження, яке б базувалось б не на дослідженні того чи іншого конкретного фактору цифровізації, наприклад зростання користувачів мережі Інтернету, чи якогось соціального явища, як наприклад, все більш масове захоплення населення соціальними мережами, але й включало у себе дослідження рівня цифровізації, що базується на багатьох таких факторах. Особливу роль процес цифровізації відіграє в економіці, адже саме в цій сфері йде найбільше залучення новітніх технологій та методів праці. Саме тому важливо дослідити це явище в контексті нашої держави, для розуміння чинного рівня цифровізації та яке воно буде у майбутньому, що важливо перш за все для великих компаній в сфері інформаційних технологій, які, можливо, замислюються над інвестуванням та виходом на ринок України.

У роботі запропоновано науково-методичний підхід до оцінювання інтегрального рівня цифровізації економіки шляхом узагальнення найбільш значущих індикаторів, попередньо визначених методом головних компонент, що дозволило комплексно врахувати як рівень готовності економічних суб'єктів до впровадження цифрових технологій у свою діяльність, так і адаптованість використовуваних у країні механізмів для переходу до цифрової трансформації економічних відносин.

Мета роботи є розробка моделі розрахунку інтегрального показника цифровізації економіки та його прогнозування на найближче майбутнє.

Об'єктом дослідження є економічні відносини, що виникають між органами державної влади, суб'єктами господарювання та населенням у процесі цифровізації економіки.

Предметом роботи є математичні методи та моделі оцінювання та прогнозування цифровізації економіки.

Відповідно до мети кваліфікаційної роботи були поставлені такі завдання:

- дослідити визначення поняття «цифровізація економіки»;
- визначити фактори впливу на процеси з впровадження цифрових технологій в систему економічних відносин;
- проаналізувати існуючі підходи до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки;
- сформулювати вимоги до моделі для оцінювання рівня цифровізації економіки;
- провести практичну апробацію економетричної моделі;
- надати економічну інтерпретація отриманих результатів;
- сформулювати пропозиції щодо подальшого використання запропонованого науково-методичного підходу.



Інформаційною базою дослідження є офіційні статистичні дані Державної служби статистики України, Світового банку, аналітичні огляди та наукові публікації вітчизняних та зарубіжних авторів з питань цифровізації економіки.

# 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

## 1.1 Цифровізація економіки: сутність, ключові драйвери, наслідки

Цифровізацію в широкому сенсі можна розглядати як тренд ефективного світового розвитку тільки в тому випадку, якщо цифрова трансформація інформації відповідає таким вимогам: вона охоплює виробництво, бізнес, науку, соціальну сферу і звичайне життя громадян; її результати доступні користувачам перетвореної інформації; її результатами користуються не тільки фахівці, а й пересічні громадяни; користувачі цифрової інформації мають навички роботи з нею. Цифровізація прийшла на зміну інформатизації та комп'ютеризації, коли мова йшла в основному про використання обчислювальної техніки, комп'ютерів та інформаційних технологій для вирішення окремих економічних задач. Великі можливості подання інформації в електронній формі призводять до того, що цифровізація формує вже цілісні технологічні середовища «проживання» (екосистеми, платформи), в рамках яких користувач може створювати для себе потрібне йому дружнє оточення (технологічне, інструментальне, методичне, документальне, партнерське і т. п.) з тим, щоб вирішувати вже цілі області завдань.

Поняття «цифрова економіка» представляє собою відносно нове і виключно важливе явище, масштаб якого оцінюються двозначними темпами щорічного приросту в контексті світового господарства. Спонукальні причини даного явища мають політичну і економічну природу, проте вплив надає і технологічний прогрес (який сам по собі схильний до впливу більш масштабних явищ). У 1990-ті роки якісні зрушення в економіці були пов'язані з виникненням і розвитком Інтернету, який до сих пір є основою

цифрової економіки. Однак в 2000-і і 2010-і роки розвиток інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ) створило нові передумови для змін в господарській системі. Даний процес супроводжується впровадженням цифрових датчиків у все більшу кількість пристроїв («Інтернет речей»), створенням нових персональних пристроїв (мобільних телефонів, смартфонів, планшетів, нетбуків, лептопів, пристроїв тривимірного друку), нових цифрових моделей (хмарна обробка даних, цифрові платформи, цифрові послуги), що опосередковується зростанням інтенсивності використання масивів даних з використанням технології «великих даних» (big data), нових методів аналізу даних і алгоритмів прийняття рішень, нових технологій автоматизації та роботизації [1]. Дані технології створюють нові можливості в цифровій сфері: підприємець або компанія при бажанні може задіяти цифрову систему в сфері своєї діяльності. Цей процес включає:

- датафікація (впровадження технологій зберігання великих масивів даних);
- цифровізація (конверсія всіх частин інформаційних ланцюжків вартості з аналогового формату в цифровий);
- віртуалізація (фізичне розкладання процесів);
- генеративність (використання даних і технологій по-новому, відмінному від вихідного, шляхом перепрограмування і рекомбінації).

Ступінь впливу будь-якої технології може розглядатися як результат її поширення і глибини впровадження. При значних темпах поширення, включаючи в країнах, що розвиваються, і зростаючому ефекту впровадження, які відкривають досі недоступні можливості, вплив цифрових технологій на розвиток економіки також зростає.

Якщо говорити про співвідношення понять «цифровізація» і «цифрова економіка», то необхідно відзначити, що цифровізація – це основа цифрової економіки, той тренд світового розвитку, який визначає розвиток економіки і суспільства, формує цифрову економіку. Іншими словами, цифровізація

представляє собою головний сучасний тренд розвитку економіки і суспільства, заснований на переході до цифрового формату представлення інформації, який спрямований на підвищення ефективності економічних відносин у державі та поліпшення якості життя. Цифровізація сприяє послідовному поліпшенню всіх бізнес-процесів економіки і пов'язаних з нею соціальних сфер, яке засноване на збільшенні швидкості взаємообміну, доступності та захищеності інформації, а також на зростанні ролі автоматизації як бази цифровізації.

Однак досі відсутнє загальноприйняте визначення поняття цього процесу. Загальне уявлення про цифровізацію економіки, яке можна скласти по численним науковим роботам, відображає до певної міри особливості досліджуваного явища. Одне з поширених визначень процесу цифровізації економіки полягає в його поданні як певного виду розвитку економічних відносин, які опосередковуються мережею Інтернет та іншими інформаційно-комунікаційними технологіями, де присутня вказівка на особливий технологічний контекст економічних відносин, який і визначає їх специфічний характер.

Одним із інших поширених трактувань цифровізації економіки є представлення її як віртуального середовища, що розвивається, яке доповнює нашу реальність. Але в цьому визначенні міститься більше питань про дане положення, ніж відповідей.

Таким чином, цифровізація економіки у науковій літературі розглядається з різних точок зору. Систематизація основних визначень до трактування даного поняття представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 1.1 – Систематизація основних визначень до трактування поняття «цифровізація економіки»

Джерело	Визначення
Ніл Лейн. Advancing the Digital Economy into the 21st Century [2]	«конвергенція комп'ютерних і комунікаційних технологій в мережі Інтернет, у результаті якого виникає потік інформації і здійснюється розробка технологій, які стимулюють розвиток електронної торгівлі та масштабні зміни в організаційній структурі компаній

## Продовження таблиці 1.1

Джерело	Визначення
Томас Месенбург: Measuring of the Digital Economy [3]	процес розвитку всесвітньої мережі видів економічної діяльності, які стали доступними завдяки інформаційно-комунікаційних технологій
G20 Digital Economy Ministerial Conference [4]	розвиток широкого діапазону видів економічної активності, до яких відноситься використання оцифрованої інформації і знань як ключового фактору виробництва, сучасних інформаційних мереж, а також ефективне застосування інформаційних та комунікаційних технологій в якості важливого фактору економічного зростання і оптимізації економічної структури
Олена Друїка. Digital Economy Innovations and Impacts on Society [5]	стан розвитку економіки, в основі якого використання цифрових технологій, що призводить до збільшення обсягу здійснення операцій за посередництвом мережі Інтернет
Роб Клінг, Роберт Лемб: Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research [6]	не завершена трансформація всіх секторів економіки завдяки цифровізації інформації за допомогою комп'ютерних технологій»

У 2016 році Всесвітній банк опублікував «Доповідь про світовий розвиток. 2016. Цифрові дивіденди» [7], в якому проаналізовано загальний стан цифрової економіки в світі. У доповіді наголошується, що цифровізацію економіки не можна розуміти лише як локальне наслідок розвитку галузі інформаційних технологій – це явище, яке глибоко трансформує всю економічну систему і проявляється в наступних рисах:

1) розширенні торгівлі (приклад Індії, де неписьменні ремісники продають свої зроблені вручну товари по всій країні через платформу Amazon, яка поєднує в собі елементи онлайн-магазинів і дошки оголошень);

2) підвищенні продуктивності праці за рахунок зниження витрат практично у всіх секторах економіки;

3) розвитку конкуренції;

4) збільшенні робочих місць (одне робоче місце в сфері високих технологій створює додатково кілька робочих місць в інших секторах економіки. Наприклад, в Китаї зростання електронної торгівлі привів до створення 10 млн робочих місць в онлайн-магазинах і суміжних областях [8]).

5) розширенні можливостей щодо працевлаштування інвалідів, жителів віддалених районів і інших категорій населення, які можуть працювати дистанційно;

б) підвищенні якості послуг, в тому числі державних послуг (у багатьох країнах вже працюють сервіси прийому скарг від жителів про виникаючі проблеми).

Виходячи з цих рис, можна виділити наступні переваги цифровізації економіки на мікрорівні:

1) виключення посередників. Цифровізація дозволяє виробникам самим влаштувати на своїх сайтах продаж вироблених ними товарів або послуг і виходити на потенційних клієнтів. Споживачі ж отримують можливість самостійного вибору пропонованих товарів і послуг на серверах авіакомпаній, готелів, електронних магазинів тощо;

2) оптимізація обсягу витрат, яка передбачає зниження витрат на пошук інформації, ідентифікацію та вимір трансакційних витрат; витрат по просуванню товарів і послуг; витрат з укладення та ведення переговорів тощо;

3) прискорення всіх бізнес-процесів, в тому числі за рахунок зниження часу комунікацій;

4) скорочення часу реакції на ринкові зміни, зменшення термінів розробки продукції і послуг і виведення їх на ринок;

5) кращому розумінні своїх споживачів і підвищенні якості продукції та послуг;

б) створенні нових продуктів і послуг, підвищенні гнучкості пропонованих продуктів і їх високої адаптивності під нові очікування або потреби споживача.

До числа глобальних технологічних переваг, обумовлених цифровізацією, можна віднести:

1) спільне використання інформації і відсутність конкуренції в споживанні знань і інформації, так як використання бази даних або бази

знань одним споживачем не заважає одночасному їх використанню іншими споживачами;

2) акумулювання великих обсягів даних, здійснення їх автоматичної переробки та аналізу;

3) синхронізація потоків інформації, можливість точкового розподілу даних в рамках всього бізнесу і, як наслідок, можливість відстеження великої кількості ланцюжків між постачальниками і споживачами, а також проведення інтелектуальної та точкової аналітики [9];

4) не просто оволодіння новими технологіями на прикладному рівні, а перехід на усвідомлення потенціалу нових інновацій, на створення нових інноваційних продуктів, орієнтованих на розробку технологічного інтелекту (наприклад, за технологіями управління даними);

5) перехід від паперових документів до електронних (листки непрацевдатності, трудові книжки і т. д.).

Серед негативних наслідків цифровізації, які частково вже проявилися в рамках окремих національних економік, виділяють:

1) нерівномірність розподілу благ цифровізації, що пов'язана з обмеженістю доступу до Інтернету. При цьому 60% населення планети в даний час не мають постійного доступу до нього;

2) зростання поляризації ринків праці і, як наслідок, конкуренції серед працівників за низькооплачувані місця з огляду на те, що нові технології заміщають стандартні трудові операції. Значна кількість науковців відзначають, що тотальна роботизація може викликати значні диспропорції між попитом і пропозицією на ринку праці, що призведе до зростання технологічного безробіття, позбавить доходу багатьох працівників, призведе до втрати або зниження їх соціального статусу [10];

3) зміцнення позицій природних монополій, що може стати причиною посилення концентрації на ринках. В даний час багато компаній, вперше застосували принципово нові технології, займають домінуюче становище на

ринку. Наприклад, компанія Google отримує майже третину світового доходу від цифрової реклами [11];

4) посилення проблем, пов'язаних з кібербезпекою, в тому числі із захистом персональних і корпоративних даних;

5) посилення залежності особистості від цифрової інфраструктури.

В інтернет-просторі відбувається не тільки обмін даними в режимі реального часу – воно стало тим середовищем, де створюються нові продукти і послуги, застосовуються нові моделі бізнесу, управління, логістики та ін. Розвиток цифрового сектора економіки відбувається швидкими темпами. Інструменти, які пропонує цифрова економіка, дозволяють розвиватися ринкам навіть в умовах економічної кризи, так як вони дають можливість компаніям швидко і гнучко реагувати на зміну ринкової кон'юнктури, краще задовольняти запити споживачів. Так, електронні платіжні системи прискорюють рух фінансових потоків, стимулюючи міжнародний товарообмін, а інтернет-реклама ефективніше звичайної реклами в поданні товарів споживачеві. Нові бізнес-моделі вже апробовані і успішно функціонують в банківській сфері, страхуванні, транспортній сфері тощо. Наприклад, компанія Uber використовує бізнес-модель, в основі якої використання інформаційних комп'ютерних технологій у різних країнах [12].

Прикладами розвитку цифрових технологій у фінансовій сфері можна вважати використання електронних розрахунків і платежів між банками. Зокрема, в системі SWIFT, в яку включені понад 9 000 фінансових установ з 200 країн світу, щорічно здійснюється більше 2,5 млрд платежів. Платіжна система TARGET2, що замінила в 2007 р систему TARGET1, з'єднує інформаційні потоки 28 центральних банків країн-членів ЄС, що дозволяє швидко проводити платежі в режимі онлайн. Федеральна автоматизована система грошових переказів для здійснення бруто розрахунків в режимі реального часу Fedwire використовується для переказу грошових коштів між 6000 банків, через неї здійснюється 99% всіх платежів фінансово-кредитних



компаній в США. Значно зростають операції з банківськими картами, кількість яких до кінця 2018 р може досягти 13,6 млрд од. [13]. Новими інструментами розрахунків стають криптовалюта, розвиваються послуги цифрового банкінгу (digital banking), або електронного банкінгу (e-banking). Так, за допомогою електронного банкінгу комерційні банки:

- 1) надають клієнтам виписки по проведених операціях в розрізі відкритих рахунків;
- 2) інформують клієнтів за видами банківських продуктів (депозитів, кредитів);
- 3) оформляють отримання заявок на відкриття депозитів, кредитів, банківських карт;
- 4) здійснюють внутрішні перекази коштів у межах одного банку;
- 5) переводять кошти на рахунки, відкриті в інших банках; здійснюють конвертацію валют тощо.

Якщо за першими двома видами послуг операції проводяться на основі засобів мобільного зв'язку, то по інших послуг потрібні послуги мобільного Інтернету, в тому числі для надання фізичним особам доступу до міжнародних валютних і фондових ринків на основі інтернет-трейдингу. Крім банківського сектора, онлайн фінансові послуги почали широко використовуватися на страховому, фондовому ринках. Розширюється інтернет-трейдинг, з'являються електронні майданчики на фондових біржах і самі електронні біржі [14]. Найбільшими електронними біржами вважаються американська BATS (Better Alternative Trading System) і лондонська Chi-X Europe. Відзначимо, що рівень використання інформаційних послуг в фінансовому секторі є найбільш високим в порівнянні з іншими сферами бізнесу.

## 1.2. Аналіз існуючих підходів до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки

Беручи до уваги збільшення кількості видів економічної діяльності, які стали доступними завдяки цифровим технологіям, і їх зростаючу внаслідок цього економічну значимість, вимір цифрової економіки є першочерговим завданням. Проте процес оцінювання рівня цифровізації економіки має певні складнощі, а саме:

1) для прийняття ефективних рішень у сфері оподаткування, грошово-кредитної політики, розподілу ресурсів необхідним є якісні дані. На даний момент цей компонент відсутній в цифровій економіці, отже, державна політика навряд чи може в повній мірі підтримати розвиток цифровізації економіки [15].

2) відсутність єдиного підходу до трактування цифровізації економіки та методології його вимірювання;

3) проблема якості даних. У країнах, що розвиваються, існує фундаментальна проблема зі збором статистичної – або відсутні, або недостовірні;

4) віртуальність цифрової економіки: багато типів цифрової економічної діяльності не відразу створюють готовий продукт. Деякі послуги такого типу можуть мати проміжний характер на рівні «бізнес - бізнес» або на рівні споживачів; можуть виникати труднощі з підрахунком доданої вартості;

5) цифрові послуги надаються в віртуальному просторі, отже, їх буває непросто відстежити, особливо якщо має місце транскордонна електронна торгівля або цифровий феномен «споживач як виробник» ("consumer-as-producer").

Деякі дослідники відзначають, що дані перешкоди роблять вимір цифровізації економіки із застосуванням методів традиційного економічного

аналізу «не тільки незрозумілим, але і непізнаваним» [16]. На даний момент із-за нерозв'язаних проблем, описаних вище, рівень цифровізації економіки досить важко обчислити без великої погрішності.

Далі будуть приведені деякі існуючі методи оцінки та прогнозування цифровізації економіки.

На макроекономічному рівні внесок цифровізації в економіку країни оцінюється через показник цифрового ВВП [6]. Для оцінки використовується розрахунок ВВП за витратами. ВВП за видатками - це сума:

- кінцевого споживання, яке включає в себе: витрати онлайн (електронна комерція, медіа послуги і ін.); сукупність витрат споживачів для отримання доступу в мережу Інтернет (послуги зв'язку і пристрої доступу);
- капітальних витрат: обсяг інвестицій в розвиток мобільного та фіксованого Інтернету як операторів зв'язку, так і для приватного бізнесу;
- обсяг державних витрат на інформаційно-комунікаційні технології: обсяг ресурсів на придбання апаратного й програмного забезпечення, телекомунікації та цифрову інфраструктуру;
- сума чистого експорту, пов'язаного з інформаційно-комунікаційним обладнанням і чистого експорту, пов'язаного з електронною транскордонною торгівлею.

Кількісна оцінка масштабів цифровізації економіки пов'язана з труднощами, зумовленими відмінностями в підходах до її кількісному вимірюванню. Так, на думку VCG (Бостонська консалтингова група), рівень цифровізації економіки країни повинен розраховуватися через індекс e-Intensity [17]. Він розраховується як середньозважена трьох субіндексів: розвиток інфраструктури, онлайн-витрати, активність користувачів. Субіндекс «Розвиток інфраструктури» відображає ступінь розвитку інфраструктури та наявність і якість доступу в Інтернет (фіксованого та мобільного). Субіндекс «Онлайн-витрати» включає витрати на онлайн-роздріб і рекламу онлайн. Субіндекс «Активність користувачів»

розраховується як середньозважене значення субіндексів нижчого рівня: активність компаній, активність споживачів і активність державних установ. Всі субіндекси формуються з середньозважених значень декількох параметрів, що лежать в їх основі. З 2016 року відбулася зміна методології розрахунку індексу BCG e-Intensity: акцент був зміщений на мобільні технології. Також була змінена методологія ранжування країн: абсолютні значення індексу були замінені відносними.

Нещодавно було опубліковано спільну доповідь Huawei Technologies Co. і Oxford Economics під назвою Digital Spillover ( «Безкоштовні блага цифрової економіки»), який повністю присвячений аналізу можливих підходів до вимірюванню цифрової економіки [18].

На думку авторів, цифрове поширення (digital spillover) відбувається, коли цифрові технології прискорюють передачу знань, інновації в бізнесі і підвищують продуктивність всередині компанії через ланцюг поставок галузей промисловості для досягнення стійкого економічного розвитку. Крім того, емпіричним шляхом було доведено, що інвестиції в цифровий актив є більш рентабельними порівняно з традиційні (нецифрові) активи. Кожен долар США, вкладений в цифрові технології, за останні 30 років приносить у середньому додатково 20 дол. США до ВВП. Це величезний дохід в порівнянні з нецифровими інвестиціями, які дають середній дохід в розмірі від 1 до 3 дол. США. Інвестиції в 1 дол. США вигідніше в 6,7 рази для цифрових інвестицій, ніж для нецифрових.

Існують також методики оцінки цифровізації економіки через формування рейтингових індексів (показників) готовності до мережевої економіки, електронної торгівлі, електронного уряду, інформатизації суспільства і т. д. Авторами даного підходу є В. Л. Іноземцев [19], Т. Стоуньєр [20] і ін. Ключовим критерієм оцінки, на їхню думку, є технологічний. Також існує макроекономічна оцінка цифровізації економіки через три напрямки:

- 1) оцінка цифровізації економіки з позиції цифровізації галузі;

- 2) оцінка рівня розвитку цифрової економіки з позиції телекомунікацій;
- 3) оцінка цифрової економіки через призму рівня розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в країнах світу.

Перший напрямок передбачає оцінку наступних показників: індекс інституційного режиму, індекс ведення бізнесу, індекс освіти, індекс технологічних досягнень, індекс трансформацій фонду імені Бертельсмана, індекс економічної свободи, індекс розвитку людського потенціалу, індекс глобальних послуг, Google public data.

Розглянемо більш докладно оцінку галузі в процесі цифровізації. Індекс інституційного режиму характеризує умови розвитку економіки і суспільства, правового середовища, якість регулювання, розвиток бізнесу і приватної ініціативи, здатність суспільства і його інститутів до ефективного використання існуючого і створення нового знання.

Індекс ведення бізнесу відображає рейтинг країни за різними параметрами, що впливає на ведення справ в бізнесі за напрямками: відкриття бізнесу, процедури отримання дозволу створення логістичної бази, прийом на роботу співробітників, реєстрація майна, отримання кредиту, захист інвестицій, виплата податків, торгівля з зарубіжними партнерами, складання контракту, закриття бізнесу [21].

Індекс освіти характеризує досягнутий прогрес як в підвищенні грамотності серед дорослого населення, так і в збільшенні сукупної загальної частки учнів всіх навчальних закладів [22].

Індекс трансформації Бертельсманна вимірює рівень розвитку демократії і ринкової економіки, а також якість державного управління в країні. Отримані результати покликані сприяти вдосконаленню стратегій політичного управління трансформаційними процесами [23].

Індекс розвитку людського потенціалу (HDI) - це сукупний показник рівня розвитку людини, вимірює досягнення країни з точки зору стану здоров'я, отримання освіти і фактичного доходу її громадян за трьома основними напрямками, для яких оцінюються свої індекси:

1) індекс очікуваної тривалості життя: здоров'я та довголіття, вимірювані показником середньої очікуваної тривалості життя при народженні;

2) індекс освіти: доступ до освіти, вимірюваний середньою очікуваною тривалістю навчання дітей шкільного віку та середньою тривалістю навчання дорослого населення;

3) індекс валового національного доходу: гідний рівень життя, вимірюваний величиною валового національного доходу (ВНД) на душу населення в доларах США за паритетом купівельної спроможності [24].

Google public data є відкритий онлайн-сервіс для отримання оцінки по різних баз даних світу [25].

Оцінка рівня розвитку цифрової економіки з позиції телекомунікацій передбачає наступну оцінку: індекс рівня глобалізації, індекс залученості країн в міжнародну торгівлю, індекс економіки знань Світового банку, індекс рівня глобалізації міст. Оцінка цифрової економіки через призму рівня розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в країнах світу здійснюється через наступні індекси: індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, індекс розвитку електронного уряду, індекс інформаційного суспільства, індекс мережевої готовності та ін.

Не менш важливим чинником, що характеризує рівень цифровізації в країні є показники його впливу на соціальну сферу країни. Адже від того наскільки цифрові технології впроваджені в суспільстві залежить опосередковано і рівень цифровізації в усій економіці, адже економіка буде вимушена підлаштовуватись під потреби споживачів. Отже, від того наскільки «цифровізоване» суспільство буде впливати і те, наскільки цифровізована уся економіка, яка повинна постійно задовольняти попит.

Також важливим критерієм цифровізації економіки є загальні критерії того чи іншого напрямку розвитку технологій в рамках економіки країни чи усього світу. В рамках саміту G20 у 2018 році був вироблений звіт з оцінки та прогнозування таких загальних критеріїв [26]. Як зазначено у преамбулі:

«Дорожня карта для цифровізації G20 – це інструментарій для вимірювання цифровізації економіки, що об'єднує різні методичні підходи та показники, які можуть бути використані для моніторингу цифрової трансформації, та висвітлює критичні прогалини та проблеми, які мають країни G20. Замість того, щоб створювати новий вміст, документ зосереджується на існуючих показниках та методиках, намагаючись скласти основні, стандартизовані та порівнянні показники про цифровізацію економіки в країнах G20, зробити їх легко доступними та дозволяти їм слугувати посібниками для здійснювати вимірювальні заходи. Показники були обрані на основі раніше опублікованих статистичних даних цифровізації економіки та постійних зусиль щодо розробки порівняльних показників провідними міжнародними організаціями, що діють у цій галузі.»

Далі будуть розглядатись декілька прикладів загальних показників приведених у дослідженні G20.

Інтернет речей (IoT) відноситься до екосистеми, в якій додатки та послуги керуються даними, зібраними з пристроїв, які діють як датчики та взаємодіють із фізичним світом. Ця екосистема може незабаром скласти загальну частину повсякденного життя людей у країнах G20 та за її межами. Важливі сфери застосування Інтернету речей охоплюють майже всі основні галузі економіки, включаючи сферу охорони здоров'я, освіту, сільське господарство, транспорт, виробництво, електромережі та багато іншого.

Також у звіті приділяється увага тому, як цифровізація економіки спонукає бізнес використовувати нові технологічні досягнення для збільшення прибутку, кращого обслуговування, раціоналізації та спрощенню управління процесами (документообіг, менеджмент активностей). Одним із таких прикладів сучасних технологій, який вже набули великого поширення навіть на рівні окремої людини – це хмарні технології. Зараз все більше людей переносять свої дані з локальних сховищ у хмар. Повертаючись до бізнесу, технологія «електронного бізнесу» (електронний бізнес) може допомогти стимулювати зростання бізнесу за рахунок розширення охоплення

ринку, заощадження витрат та задоволення індивідуального попиту. Хмарні обчислення, зокрема, відкривають безліч нових бізнес-процесів, оскільки вони дозволяють фірмам, особливо молодим, користуватися та оплачувати обчислювальні послуги на вимогу. В середньому 25% підприємств у країнах G20, про які доступні дані, повідомляли про використання таких послуг у 2016 році, порівняно з 23% у 2014 році. Інтенсивність використання хмарних обчислень значно відрізняється між країнами та секторами, а також між малими та великими фірми. В середньому лише 21% малих фірм у цих країнах G20 користуються хмарними послугами, порівняно з 30% середніх та 43% великих. Відмінності між секторами і між одним і тим же сектором у різних країнах також можуть бути великими. Понад 40% підприємств Бразилії та Японії використовують послуги хмарних обчислень; більш ніж удвічі більша частка підприємств у Франції, Німеччині, Кореї, Туреччині та Мексиці. У Франції виявляється найбільша невідповідність між використанням бізнесу різних розмірів: 48% великих фірм користуються хмарними послугами у Франції порівняно з лише 14,5% малого бізнесу.

Використання таких загальних критеріїв дозволяє, що були приведені вище ще раз показують, що цифровізація економіки с кожним роком грає все більшу і більшу роль. Про те у таких загальних критеріїв, як наприклад описані в звіті G20, певні недоліки. Так, вони можуть використовуватись як додаткове джерело даних до тієї чи іншої методики оцінки цифровізації економіки, але по-перше зібрання даних для такого загального критерію є процесом дуже важким, по друге, вони, як виходить з назви, є дуже загальними та специфічними для однієї тієї чи іншої сфери і не дозволяють дати загальну оцінку цифровізації економіки. Як зазначено у роботі Романа Фрідріха [27], велика кількість дослідницької літератури, що вимірює соціальний та економічний вплив ІКТ, зосереджена на досліджень лише одного чи декількох тих чи інших факторів цифровізації, але автор вважає, що цілісне впровадження та використання інформаційних технологій призводить до більш посиленних ефектів на економіку, що виходять за рамки



впливу одного фактору. Саме тому метрика вимірювання, запропонована автором, заснована на оцінюванні кумулятивного ефекту від впровадження та використання інформаційно-комунікаційних технологій в цілому. Автор у своїх розрахунках оперує показниками як покриття бездротової телефонії, доступ до Інтернету та широкосмуговий послугам та багато іншими.

### 1.3. Поставка задачі моделювання до оцінювання та прогнозування рівня цифровізації економіки

Узагальнюючи вищезгадані підходи, з метою проведення дослідження з прогнозування рівня цифровізації, найбільш доцільно проводити дослідження на основі формування інтегрального показника та прогнозування його значення, тому що такий показник дасть можливість оцінити та спрогнозувати рівень економіки в цілому, а не лише в розрізі тієї чи іншої сторони цифровізації економіки.

Доцільно зазначити, що оскільки фактори цифровізації економіки є величинами, що можуть бути виражені у числовому значенні, то й виходячи з цього, інтегральний показник теж може бути вираженим у числовому значенні.

Перед тим, як математично описати модель та виконати розрахунки, необхідно сформулювати загальну схему, яка буде віддзеркалювати механізм проведення дослідження.

По-перше необхідно які критерії цифровізації повинні бути у використанні у розрахунку інтегрального показника і потім зробити відбір найбільш релевантних факторів на основі того чи іншого математичного методу.

По-друге треба нормалізувати отримані дані та розрахувати вагові коефіцієнти для обраних факторів цифровізації

І на решті по-третє, визначити інтегральний показник та спрогнозувати його значення у майбутньому.

Модель повинна адекватно відображати рівень цифровізації економіки, що досліджується, і відповідати таким критеріям як достовірність, оперативність, можливість контролю результатів, відповідністю рівня керівництва та системність.

Модельні розрахунки будемо виконувати, використовуючи табличний процесор MS Excel, статистичний пакет «Statistica» Зазначені програми зручні у використанні та завдяки вбудованим функціями, інструментам дослідження полегшить процес проектувальних розрахунків.

Таким чином, метою цього дослідження є вироблення математичної моделі розрахунку інтегрального показника рівня цифровізації економіки і прогнозування значення цього показника на основі отриманих даних.

## 2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ.

### 2.1. Загальні вимоги до моделі

У сучасному контексті вивчення кількісних закономірностей економічних явищ і процесів за допомогою математичних методів передбачає побудову економетричних моделей. Актуальність їх створення виникає у випадку аналізу, вивчення та оцінки складних об'єктів і процесів, системоутворюючі компоненти яких мають взаємопов'язані зв'язки між причинами та наслідками. Саме за таких обставин виникає необхідність використовувати економічні та математичні моделі, за допомогою яких дослідник отримує інструменти для проведення своїх досліджень.

Практичне використання розроблених чи адаптованих до наявних задач економіко-математичних моделей, які достовірно описують економічні процеси, а також трудові ресурси мають значимість для достовірного проведення дослідження. Використовуючи економічно-математичну модель, яка є аналогом вже існуючого об'єкта, можна проаналізувати та перевірити достовірність, яка є недоступною при аналітичних (теоретичних) дослідженнях. Так, для моделювання рівня цифровізації національної економіки на основі побудови інтегрального показника та проведенню факторного аналізу необхідно побудувати модель, яка дозволяла б визначити найбільш вагомі фактори моделі для подальшої побудови цього інтегрального показника.

Таким чином, до основних вимог, котрі були поставлені для побудови моделі та розробки відповідної методики розрахунків – це надати найбільш точну оцінку значущості факторів, які застосовуються у розрахунках моделі, адже саме завдяки результатам оцінки такої значущості, ми зможемо виявити

найменш вагомі фактори і ухвалити рішення, щодо їх вилучення з розрахунків. Тому, досить важливою є вимога якісно провести таку оцінку, адже її результати відіграють важливу роль при подальшому розрахунку інтегрального показника цифровізації економіки та його прогнозуванні.

Важливою вимогою є точність моделі, яка відображає правильність відображення усіх характеристик та закономірностей модельованих процесів, щоб бути прийнятними в розрахунку інтегрального показника та його моделюванні на наступних етапах.

Можливість контролю результатів є також важливою вимогою до моделі, для того, щоб у особи, що приймає рішення, була можливість контролювати проміжні та кінцеві результати, які можуть бути викликані різними помилками при проведенні розрахунків.

Оскільки модель рівня цифровізації розробляється на основі існуючих методик, вона повинна задовольняти вимозі системності, тобто повинна бути узгодженою з існуючою методологією.

Оскільки модель буде представлена в окремих підрозділах (етапах) для підвищення ефективності розробки моделі, а також і для підтвердження адекватності моделі, вона повинна виконувати вимогу модульності.

Отже, підводячи підсумок, схематично зобразимо всі виокремлені нами вимоги (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Загальні вимоги до побудови математичної моделі

Вимоги	Зміст вимог
1. Точність	Достатньо точне відображення найбільш значущих процесів, що моделюються, та притаманних їм закономірностей
2. Можливість контролю результатів	Можливість контролю результатів у разі ситуації з помилками в моделі, в її програмі, чи в вхідних даних, в роботі ЕОМ та у зв'язку з можливістю виходу за межі прийнятих гіпотез.
3. Відповідність рівню керівництва	Відповідність по наявності вхідних даних в установі, що виконує моделювання, по ступені деталізації, по точності процесів моделювання.
4. Системність	Узгодження з іншими розробленими моделями за метою, призначенням, показникам та критеріям ефективності, складом факторів та інше.
5. Модульність	Організація окремих функцій або груп функцій окремими модулями ефективності розроблення та супроводу моделі

## 2.2 Опис вхідних даних

У даному дослідженні для визначення рівня цифровізації національної економіки проаналізовано показники певних форм статистичної звітності Світового Банку, Національного банку України, Державної служби статистик України.

Отже, для того, щоб правильно розрахувати модель, необхідно згрупувати та подати у систематизованому вигляді вхідні змінні та показники розрахунку запропонованої моделі.

Для цього зобразимо таблицю з вхідними, проміжними та вихідними змінними (табл.2.2-2.4).

Таблиця 2.2 – Опис вхідних змінних

Змінна	Економічний зміст	Одиниця вимірювання	Показник для розрахунку	Формула розрахунку
K1	Кількість дослідників в R&D	тис. на 1 млн. осіб	–	–
K2	Кількість фахівців в R&D	тис. на 1 млн. осіб	–	–
K3	Кількість користувачів Інтернету	% від населення	–	–
K4	Витрати на R&D	% від ВВП	–	–
K5	Кількість абонентів мобільного зв'язку	штук на 100 осіб	–	–
K6	Кількість електронних платіжних засобів	штук	–	–
K7	Кількість платіжних терміналів (загалом по країні)	штук	–	–

Таблиця 2.3 – Опис проміжних змінних

Змінна	Економічний зміст	Одиниця вимірювання	Показник для розрахунку	Формула розрахунку
$\alpha$	Проміжний показник прогнозування	число	$\alpha$	–
$\beta$	Проміжний показник прогнозування	число	$\beta$	$\beta = 1 - \alpha$

## Продовження таблиці 2.3

Змінна	Економічний зміст	Одиниця вимірювання	Показник для розрахунку	Формула розрахунку
$a_0$	Проміжний показник прогнозування	число	$a_0$	$a_{0(t)}$ $= a_{0(t-1)} + a_{1(t-1)}$ $+ (1 - \beta^2)\varepsilon_t$
$a_1$	Проміжний показник прогнозування	число	$a_1$	$a_{1(t)}$ $= a_{1(t-1)} + (1 - \beta^2)\varepsilon_t$
$v$	Ваговий коефіцієнт	число	$v_j$	$v_j = \frac{2(n+1-i)}{n(n+1)}$
$Y$	Нормалізовані значення показників	число	$Y_{ij}$	$Y_{ij} = \frac{K_{ij} - \min K_j}{\max K_j - \min K_j}$
$Yb$	$Y_{ij}$ з врахуванням вагових коефіцієнтів	число	$Yb_{ij}$	$Yb_{ij} = Y_{ij} \times v_j$
$\tau$	Проміжний показник прогнозування	число	$\tau$	–
$\varepsilon_\beta$	Проміжний показник прогнозування	число	$\varepsilon_\beta$	$\varepsilon_\beta = \left  \frac{\varepsilon}{I} \right  100$

Таблиця 2.4 – Опис вихідних показників

Змінна	Економічний зміст	Одиниця вимірювання	Показник для розрахунку	Формула розрахунку
$F$	Показник факторного аналізу	число	$F_{ij}$	–
$I$	Інтегральний показник рівня цифровізації	число	$I$	$I = \sum Yb_j$
$I_p$	Прогнозований рівень інтегрального показника	число	$I_p$	$I_p$ $= a_{0(t-1)}$ $+ a_{1(t-1)}\tau$
$\varepsilon_p$	Середня помилка апроксимації	число	$\varepsilon_p$	$\varepsilon_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_\beta$

Виходячи з вхідних, проміжних та вихідних змінних сформуємо таблицю з описом показників, які будуть використовуватись в подальших розрахунках моделі (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – Опис показників

Показник	Економічний зміст	Шкала вимірювання	Допустимі значення
K1	Кількість дослідників в R&D	тис. на 1 млн. осіб	(0; +∞)
K2	Кількість фахівців в R&D	тис. на 1 млн. осіб	(0; +∞)
K3	Кількість користувачів Інтернету	% від населення	(0; 1)

## Продовження таблиці 2.5

Показник	Економічний зміст	Шкала вимірювання	Допустимі значення
K4	Витрати на R&D	% від ВВП	(0;1)
K5	Кількість абонентів мобільного зв'язку	штук на 100 осіб	(0;+∞)
K7	Кількість платіжних терміналів (загалом по країні)	штук	(0;+∞)
$\alpha$	Проміжний показник прогнозування	число	0,3
$\beta$	Проміжний показник прогнозування	число	(0;1)
$a_0$	Проміжний показник прогнозування	число	(0;1)
$a_1$	Проміжний показник прогнозування	число	(0;1)
$\varepsilon$	Проміжний показник прогнозування	число	(0;1)
$\nu$	Ваговий коефіцієнт	число	(0;1)
$Y$	Нормалізовані значення показників	число	(0;1)
$Y^b$	$Y_{ij}$ з врахуванням вагових коефіцієнтів	число	(0;1)
$\tau$	Проміжний показник прогнозування	число	(1;3)
$\varepsilon_\beta$	Проміжний показник прогнозування	число	(0;1)
F	Показник факторного аналізу	число	(-1;1)
I	Інтегральний показник рівня цифровізації	число	(0;1)
$I_p$	Прогнозований рівень інтегрального показника	число	(0;1)
$\varepsilon_p$	Середня помилка апроксимації	%	(0;1)

Отже, на основі вищезазначених показників будуть сформовані вхідні параметри, котрі дозволять розрахувати змінні для подальших етапів розрахунку ризику банківської установи

## 2.3 Математичний опис моделі

Для того, щоб визначити рівень цифровізації національної економіки, необхідно розробити інноваційний підхід, який би базувався на доступних для використання факторах, враховував значущість цих факторів, і врешті-решт дозволяв би зробити прогноз по цьому рівню на декілька періодів у майбутнє.

Розробка такого підходу буде проводитись у наступні етапи:

На першому етапі відбувається формування інформаційної бази для подальшого дослідження. Проводиться відбір критеріїв, які можуть бути використані у подальших розрахунках.

На другому етапі відбувається визначення найбільш значущих критеріїв на основі методу головних компонент, які має наступні підетапи:

1. Побудова графіку кам'янистого осипу;
2. вилучення характеристичних чисел та внесок кожного із факторів в сумарну варіацію однакової множини;
3. Вилучення факторних навантажень.

На третьому етапі проводиться нормалізація систем показників на основі методу абсолютної нормалізація за для приведення вхідних даних, які мають різні одиниці вимірювання

На четвертому етапі проводиться встановлення вагових коефіцієнтів на основі результатів щодо факторних навантажень, шляхом використання правила Фішберна.

На п'ятому етапі проводиться розрахунок інтегрального показника рівня цифровізації національної економіки на основі методу адитивної згортки.

На шостому етапі необхідно провести прогнозування розрахованого інтегрального показника на основі методу Брауна-Майера, оскільки інші моделі прогнозування, наприклад ARMA чи ARIMA не підходять із-за невеликої діапазону часового ряду. Із-за цього стає неможливим використання цих моделей, тоді як метод Брауна-Майера дозволяє



спрогнозувати це значення при невеликій сукупності даних для вхідних показників.

На (рис. 2.1) зображено етапи проведення моделювання та прогнозування рівня цифровізації національної економіки. Схема опису структури моделі представлена на (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 – Етапи проведення моделювання та прогнозування рівня цифровізації національної економіки

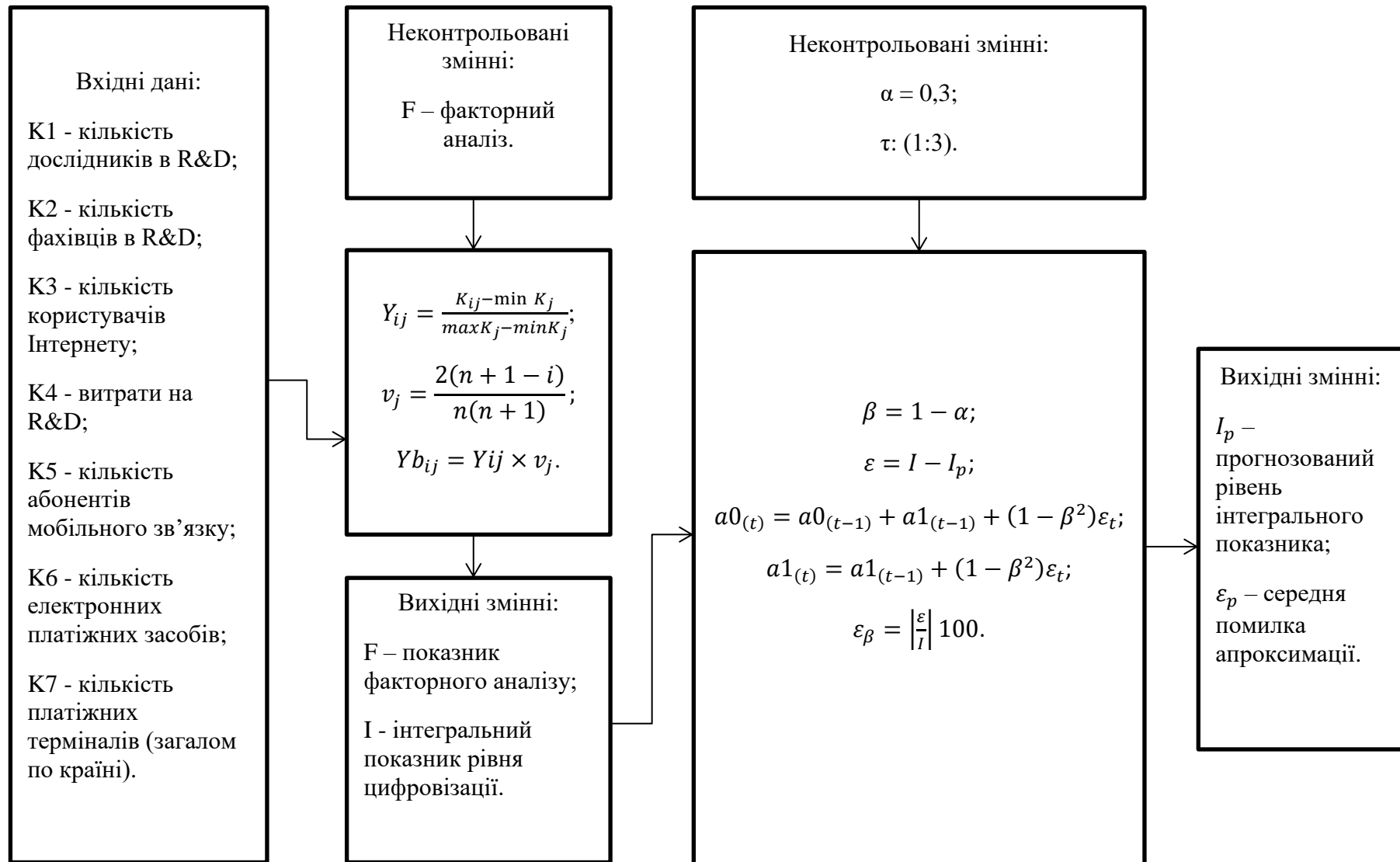


Рисунок 2.2 – Схема опису структури моделі

### 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

#### 3.1 Розрахунок інтегрального показника цифровізації національної економіки

Визначення рівня цифровізації національної економіки буде проводитися на основі науково-методичного підходу розглянутого в попередньому розділі. Відповідно до даного підходу, використовуючи математичний інструментарій, а також застосування факторного аналізу і розрахунок прогнозованого значення дозволить визначити кількісні характеристики рівня цифровізації національної економіки.

Почнемо з першого етапу, згідно з яким необхідно сформувавши інформаційну базу показників. Для початку необхідно створити таблицю, яка буде відображати вибрані для дослідження фактори цифровізації (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Макет заповнення для вхідних даних

Рік	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7

Після формування та заповненню макету вхідними даними, переходимо до наступного етапу, згідно якого нам необхідно відібрати найбільш значущі фактори із обраних вище для розрахунку інтегрального показника на наступних етапах. Отже далі потрібно перенести сформований масив вхідних даних то пакету «Statstica», для проведення факторного аналізу показників.

Але як можна зазначити, оскільки показники мають різні одиниці вимірювання, необхідно привести усіх їх до якоїсь однієї міри, на основі якої у подальшому буде проведений факторний аналіз.

Для цього скористаємося сервісом пакету «Statistica»: «Стандартизировать» - «Стандартизация значений». Використання та результат роботи цієї компоненти зазначено на (рис 3.1) та (рис 3.2)

	1 K1	2 K2	3 K3	4 K4	5 K5	6 K6	7 K7
1	1475,11	354,0879	4,506125	0,94908	105,2768	24780	42361
2	1455,008	324,3411	6,55	0,85319	119,0876	32474	62045
3	1427,43	303,4268	11	0,84644	120,5581	41162	94317
4	1344,918	286,172	17,9	0,85644	119,4564	38576	116748
5	1327,979	285,0423	23,3	0,83346	117,7678	29104	103063
6	1259,13	262,7901	28,70826	0,7378	121,9416	29405	108140
7	1233,862	238,6342	35,27	0,75167	130,859	34850	123540
8	1166,459	217,4716	40,95413	0,76175	138,4411	33106	162724
9	1029,13	191,7991	46,23598	0,65034	144,2788	35622	221222
10	1005,997	186,697	48,88464	0,61477	143,9837	33042,5	203810
11	1037,241	178,1109	53	0,48384	135,1957	30837,75	194478
12	994,0774	159,5548	58,88948	0,44853	133,4908	32389,05	219241

Рисунок 3.1 – Компонента «Стандартизировать» - «Стандартизация значений»

	1 K1	2 K2	3 K3	4 K4	5 K5	6 K6	7 K7
1	1,355202	1,664564	-1,42741	1,398561	-1,85517	-1,87342	-1,55584
2	1,244195	1,193335	-1,31839	0,779994	-0,70372	-0,10822	-1,23442
3	1,091909	0,862025	-1,08103	0,736451	-0,58112	1,885034	-0,70744
4	0,636272	0,588685	-0,71298	0,800959	-0,67297	1,291738	-0,34116
5	0,542734	0,57079	-0,42494	0,652719	-0,81375	-0,88138	-0,56463
6	0,162542	0,218284	-0,13646	0,035635	-0,46577	-0,81233	-0,48172
7	0,023008	-0,16438	0,213546	0,125108	0,277709	0,436898	-0,23025
8	-0,3492	-0,49962	0,516739	0,190132	0,909855	0,036779	0,40959
9	-1,10754	-0,90631	0,798475	-0,52855	1,396566	0,614014	1,364817
10	-1,23528	-0,98713	0,939756	-0,75801	1,371955	0,02221	1,080492
11	-1,06275	-1,12315	1,159271	-1,60261	0,639269	-0,48362	0,928108
12	-1,3011	-1,4171	1,473418	-1,83039	0,497132	-0,12771	1,332469

Рисунок 3.2 – Стандартизовані значення факторів

Далі перейдемо безпосередньо до факторного аналізу і першими кроком буде побудова графіку кам'янистого осипу за для визначення того, яку кількість факторів необхідно враховувати при проведенні факторного аналізу для обраних показників цифровізації. Для цього скористаємося

наступною компоненту «Анализ» - «Многомерный анализ» - «Факторный анализ» - «Объясненная дисперсия» - «График каменной осыпи». Використання цієї компоненти зображено на (рис 3.3 - 3.4).

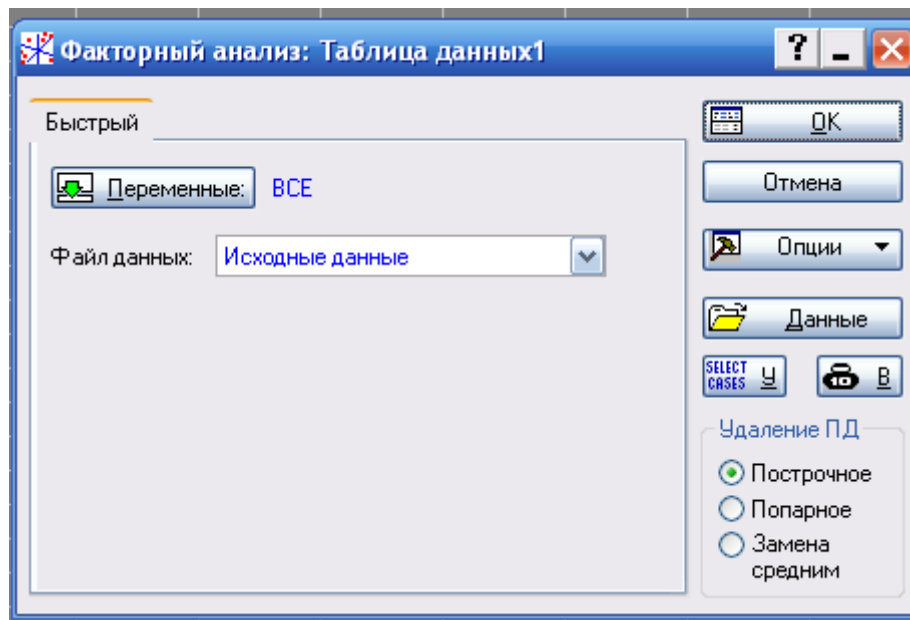


Рисунок 3.3 – Меню компоненти «Факторный анализ»

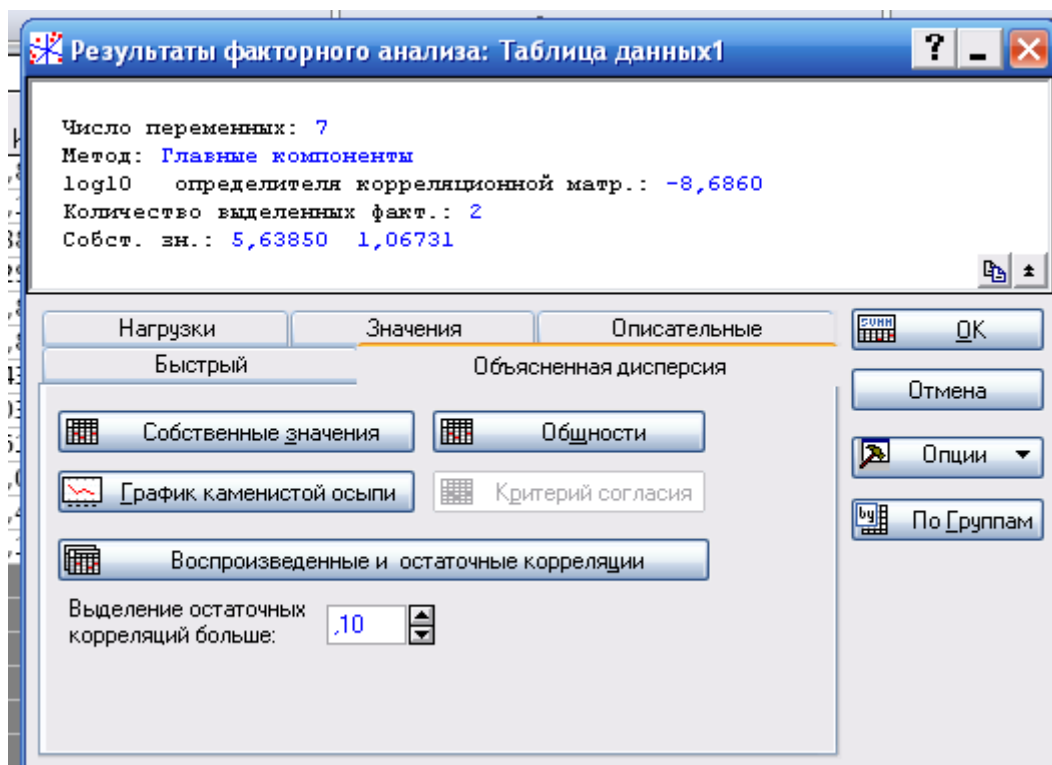


Рисунок 3.4 – Результаты работы компоненти «Факторный анализ»

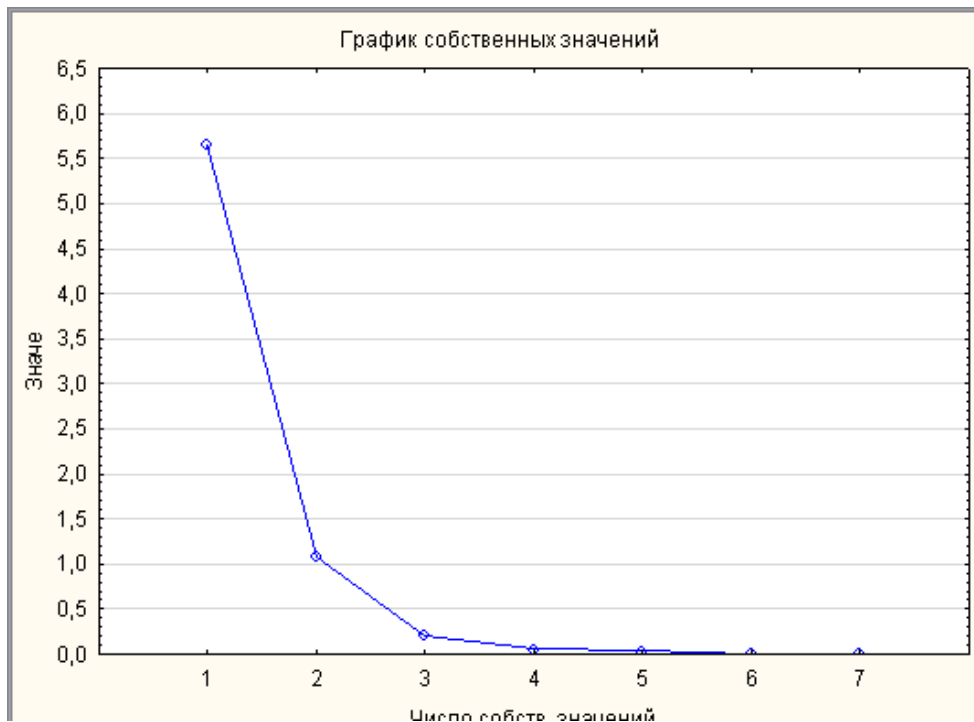


Рисунок 3.5 – Графік кам'янистого осипу

Як бачимо з побудованого вище графіка кам'янистого осипу (рис.3.5), оскільки лише 2 фактори мають значення більше 1, то доцільно буде проводити факторний аналіз для показників цифровізації з врахуванням двох факторів. Для цього перейдемо до меню «Факторный анализ» і оберемо «Максимальное число факторов» = 2 (рис 3.6)

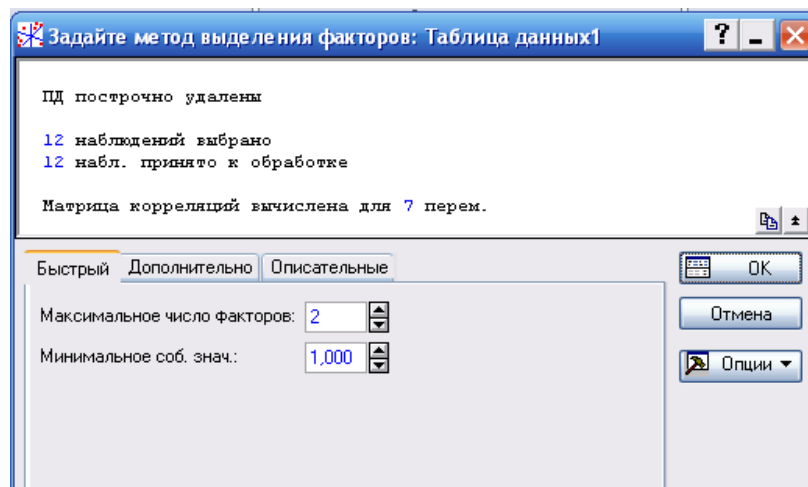


Рисунок 3.6 – Обрання кількості факторів для проведення факторного аналізу

		Фактор.нагрузки (Без вращ.) (Таблица данных1) Выделение: Главные компоненты (Отмечены нагрузки >,700000)			
Перемен.	Фактор 1	Фактор 2			
K1	0,989637	0,105950			
K2	0,996697	0,018504			
K3	-0,983277	-0,134357			
K4	0,928492	0,161374			
K5	-0,919994	0,207854			
K6	-0,149716	0,981735			
K7	-0,983857	0,068134			
Общ.дис.	5,638496	1,067309			
Доля общ	0,805499	0,152473			

Рисунок 3.7 – Результат проведення факторного аналізу

Як бачимо з (рис. 3.7), найменш значущим показником є К6, оскільки його значення по модулі є найменшим серед усіх інших значень, саме тому показник К6 було відкинуто і у подальших розрахунках він використовуватись не буде.

Наступним етапом є проведення нормалізації значень показників. За для цього скористаємося методом абсолютної нормалізації. Варто зазначити, що оскільки показники К1 та К2 є найбільш значущими, мають однакові одиниці вимірювання та описують значення з однієї і тієї ж сторони цифровізації економіки, то буде доцільно їх об'єднати для подальших розрахунків. Тобто у подальших розрахунках показник К1 буде описувати суму двох факторів К1 та К2. Отже переходимо до нормалізації системи показників, яка буде проводитись за наступною формулою:

$$Y_{ij} = \frac{K_{ij} - \min K_j}{\max K_j - \min K_j} \quad (3.1)$$

де  $K_{ij}$  – значення показника в сформованій матриці значень на основі табл. 3.1.



Провівши розрахунки отримуємо наступні нормалізовані значення показників (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Нормалізовані значення показників.

Рік/ Показник	K1	K3	K4	K5	K7
2006	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
2007	0,959	0,038	0,808	0,354	0,110
2008	0,903	0,119	0,795	0,392	0,290
2009	0,729	0,246	0,815	0,364	0,416
2010	0,695	0,346	0,769	0,320	0,339
2011	0,551	0,445	0,578	0,427	0,368
2012	0,500	0,566	0,606	0,656	0,454
2013	0,358	0,670	0,626	0,850	0,673
2014	0,068	0,767	0,403	1,000	1,000
2015	0,021	0,816	0,332	0,992	0,903
2016	0,090	0,892	0,071	0,767	0,850
2017	0,000	1,000	0,000	0,723	0,989

Наступним етапом розрахунку інтегрального показника буде встановлення вагових коефіцієнтів значущості на основі правила Фішберна за наступною формулою:

$$v_j = \frac{2(n+1-i)}{n(n+1)} \quad (3.2)$$

Де  $n$  – кількість факторів;

$i$  – номер значущість показника, встановлена на основі факторного аналізу, тобто, якщо значення показника після проведення факторного є найбільшим, то  $i=1$ , якщо другим, то  $i=2$  і т.д.

У результаті розрахунку, маємо такі вагові коефіцієнти для обраних факторів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Вагові коефіцієнти факторів цифровізації

K1	K3	K4	K5	K7
0,333	0,200	0,133	0,067	0,267

Проведемо розрахунок показника  $Yb_{ij}$  за формулою

$$Yb_{ij} = Y_{ij} \times v_j \quad (3.3)$$

де  $Y_{ij}$  - нормалізовані значення показників  $K_{ij}$

$v_{ij}$  – значення вагового коефіцієнту.

Отримуємо наступні значення, представлені у (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Нормалізовані значення  $K_{ij}$  з врахуванням  $v_{ij}$

Рік/ Показник	K1	K3	K4	K5	K7
2006	0,333	0,000	0,133	0,000	0,000
2007	0,320	0,008	0,108	0,024	0,029
2008	0,301	0,024	0,106	0,026	0,077
2009	0,243	0,049	0,109	0,024	0,111
2010	0,232	0,069	0,103	0,021	0,091
2011	0,184	0,089	0,077	0,028	0,098
2012	0,167	0,113	0,081	0,044	0,121
2013	0,119	0,134	0,083	0,057	0,179
2014	0,023	0,153	0,054	0,067	0,267
2015	0,007	0,163	0,044	0,066	0,241
2016	0,030	0,178	0,009	0,051	0,227
2017	0,000	0,200	0,000	0,048	0,264

Переходимо до розрахунку інтегрального показника, значення якого є сума значень усіх факторів за наступною формулою

$$I = \sum Yb_j \quad (3.4)$$

Отримуємо наступні значення інтегрального показника  $I$  представленні у (табл. 3.5) та графічне зображення на (рис. 3.8)

Таблиця 3.5 – Значення інтегрального показника  $I$  за 2006-2017 роки.

Рік	I
2006	0,467
2007	0,488
2008	0,534
2009	0,536
2010	0,515

## Продовження таблиці 3.5

Рік	I
2011	0,476
2012	0,525
2013	0,573
2014	0,563
2015	0,521
2016	0,496
2017	0,512

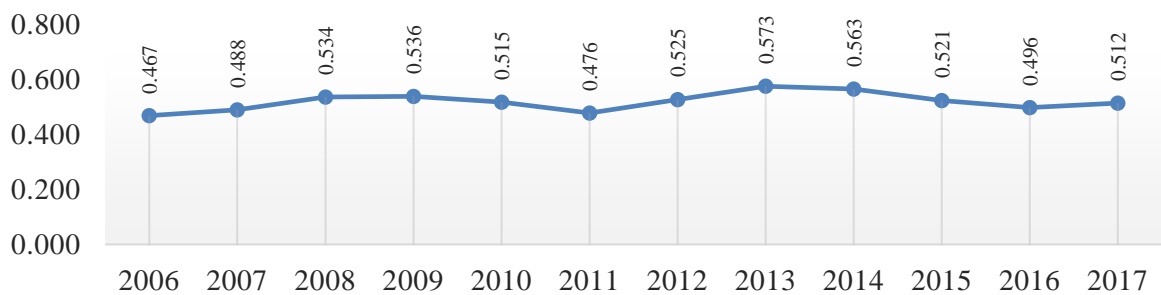


Рисунок 3.8 – Графік значень показника I за 2006-2017 роки.

Як бачимо з побудованого графіку, інтегральний показник цифровізації не має тренду і показує більш-менш рівний рівень цифровізації економіки країни, це обумовлено як, зменшенням одних факторів, так і збільшенням інших.

### 3.2 Прогнозування рівня інтегрального показника цифровізації національної економіки

Наступним етапом розрахунків буде проведення прогнозування інтегрального показника цифровізації економіки на декілька років уперед.

Одним з методів адаптивного прогнозування є експоненціальне згладжування (метод Брауна-Майєра) Його суть в тому, що часовий ряд вирівнюється за допомогою зваженої ковзної середньої, ваги якої

підпорядковані експонентному закону. Зважена змінна середня з експоненціально-розподіленими вагами характеризує значення процесу в кінці досліджуваного проміжку, тобто певною характеристикою рівнів ряду. Саме це властивість і використовується для прогнозування динаміки [28].

Отже, метод експоненціального згладжування є одним з найбільш ефективних, надійних і широко використовуваних методів прогнозування. Він дозволяє отримати оцінку параметрів тренда, що характеризують не середній рівень процесу, а тенденцію, що склалася на момент останнього спостереження, і при цьому відрізняється простотою обчислювальних операцій. Саме цей метод було обрано для прогнозування інтегрального показника.

Перший кроком буде розрахування показника  $\beta$  за формулою

$$\beta = 1 - \alpha \quad (3.5)$$

Де  $\alpha=0,3$ .

Далі розрахуємо показники  $\alpha 0$ ,  $\alpha 1$ ,  $I_p$  та  $\varepsilon$ . За наступними формулами:

$$a0_{(t)} = a0_{(t-1)} + a1_{(t-1)} + (1 - \beta^2)\varepsilon_t \quad (3.6)$$

$$a1_{(t)} = a1_{(t-1)} + (1 - \beta^2)\varepsilon_t \quad (3.7)$$

$$I_p = a0_{(t-1)} + a1_{(t-1)} \quad (3.8)$$

$$\varepsilon = I - I_p \quad (3.9)$$

Отримуємо наступні значення, представлені у (табл. 3.6)

Таблиця 3.6 – Розрахунок проміжних значень прогнозування.

t	I	$\alpha 0$	$\alpha 1$	$I_p$	$\varepsilon$
0		0,464	0,015		
1	0,467	0,473	0,013	0,479	-0,012

## Продовження таблиці 3.6

t	I	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$I_p$	$\varepsilon$
2	0,488	0,487	0,014	0,486	0,002
3	0,534	0,518	0,017	0,501	0,034
4	0,536	0,535	0,017	0,535	0,002
5	0,515	0,533	0,013	0,552	-0,037
6	0,476	0,511	0,007	0,547	-0,071
7	0,525	0,522	0,008	0,518	0,007
8	0,573	0,552	0,012	0,529	0,044
9	0,563	0,563	0,012	0,563	0,000
10	0,521	0,548	0,007	0,575	-0,054
11	0,496	0,524	0,002	0,555	-0,059
12	0,512	0,519	0,000	0,526	-0,014

Зробимо прогноз на 3 роки уперед за допомогою формули:

$$I_p = a_{0(t-1)} + a_{1(t-1)}\tau \quad (3.10)$$

Де,  $\tau$  (1-3).

Отримуємо наступний прогноз на 2018-2020 роки, представлений у таблиці

Таблиця 3.7 – прогнозоване значення  $I$  на 2018-2020 роки.

Рік	Прогнозоване значення
2018	0,5191
2019	0,5194
2020	0,5197



Рисунок 3.9 – Графік прогнозованих значень інтегрального показника

Перевіримо точність прогнозу за допомогою помилки середньої апроксимації починаючи з розрахунку проміжного показника:

$$\varepsilon_{\beta} = \left| \frac{l}{\varepsilon} \right| \times 100 \quad (3.11)$$

І врешті-решт, закінчуючи розрахунком самої помилки середньої апроксимації за формулою:

$$\varepsilon_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_{\beta} \quad (3.12)$$

Середня помилка склала 5,46%. Вона показує, що показує, що розрахункові значення в середньому на 5,46% відрізняються від фактичних даних. Вона менш 10%, що свідчить про достатню точності отриманої моделі і її придатності для використання в прогнозних цілях.

### 3.3 Інтерпретація отриманих значень інтегрального показника цифровізації економіки

Далі необхідно оцінити наші отримані дані. З огляду на кількість рівнів інтегрального показника цифровізації національної економіки, вибрано три рівні діапазону для шкали. Рівні шкали отримано за допомогою правила «3 $\sigma$ », сутність якого полягає в тому, що 97,7-97,8% всіх значень, що мають нормальний розподіл, знаходяться на відстані значення середнього квадратичного відхилення від її середнього значення по обидва боки.

Спершу треба встановити показники середнього арифметичного, середньоквадратичного відхилення та медіани, розрахунок яких

представлений на (рис. 3.10). Значення для ряду І представленні на (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Значення медіани середнього арифметичного та середньоквадратичного відхилення.

Медіана	Середнє арифметичне	Середньоквадратичне відхилення
0,5184	0,5173	0,0324

32			
33			
34	Медіана	Ср. Арифметичне	Ср. квадратичне відхилення
35	=МЕДИАНА(E3:E14)	=СРЗНАЧ(B2:B13)	=СТАНДОТКЛОН.В(B2:B13)
36			
37			

Рисунок 3.10 – Розрахунок статистичних показників в MS Excel

Як ми бачимо, оскільки медіана та середнє арифметичне не дорівнюють друг другу, то присутня асиметрія. Для її розрахування скористаємося пакетом «Statistica» та компонентом «Описательные статистики» - «Асиметрия». Результат роботи зазначено на (рис. 3.11).

Переменная	Описательные статистики (Таблица данных1)		
	Минимум	Максим.	Асимметрия
I	0,466667	0,573025	0,158165

Рисунок 3.11 – Значення асиметрії.

Якщо асиметрія перевищує 0,5, тоді слід асиметрію вважати значною, а якщо ні, то асиметрією розподілу можна знехтувати. В даному випадку дорівнює 0,158, тобто нею можна відкинути та не враховувати при шкалюванні [29].

Важливим етапом побудови шкал є вибір точки відліку вимірювання шкали, тобто критерію усереднення індивідуальних значень показників. Ним може бути мода, медіана або середнє арифметичне значення. Якщо розподіл

значень показників близький до нормального, то таким критерієм може бути середнє арифметичне [30].

Отже шкалювання інтегрального показника цифровізації національної економіки буде відбуватися по трьом категоріям: «низький», «середній» та «високий», інтервали яких, можуть бути розраховані за наступними формулами приведеними у (табл. 3.9)

Таблиця 3.9 – Розрахунок інтервалів.

Рівень	низький	середній	високий
Інтервал	$[0; \bar{X} - 3\sigma]$	$(\bar{X} - 3\sigma; \bar{X} + 3\sigma]$	$(\bar{X} + 3\sigma; 1]$

Отримаємо наступні інтервали (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Інтервали інтегрального показника.

Рівень	низький	середній	високий
Інтервал	$[0; 0,420]$	$(0,420; 0,614]$	$(0,614; 1]$

Таким чином, можна зробити висновок, що рівень цифровізації економіки України на протязі останніх 12 років знаходився завжди на середньому рівні і буде таким залишатись наступні 3 роки згідно прогнозованих значень.



## ВИСНОВКИ

В ході написання даної роботи, було проведено аналіз явища цифровізації економіки України. В ході дослідження, за рахунок виконання основних поставлених задач, була досягнута основна ціль роботи – розробка методу розрахунку інтегрального показника цифровізації економіки та його прогнозування. Для досягнення поставленої цілі було досліджено теоретичну сутність явища, та його трактування різними науковцями.

В ході написання даної роботи, було проведено аналіз явища цифровізації економіки України. В ході дослідження, за рахунок виконання основних поставлених задач, була досягнута основна ціль роботи – розробка методу розрахунку інтегрального показника цифровізації економіки та його прогнозування. Для досягнення поставленої цілі було досліджено теоретичну сутність явища, та його трактування різними науковцями.

Завдання, котрі були поставлені перед дослідженням, були виконані, зокрема було розглянуті фактори цифровізації економіки які були зібрані, оброблені та систематизовано для проведення дослідження, визначено кількісні характеристики рівня цифровізації, проаналізовано існуючі підходи та методики до визначення цифровізації, проведено прогнозування та оцінка отриманих результатів.

Формування вимог дали можливість побудувати математичну модель та описати процес розрахунку рівня цифровізації національної економіки. В даному дослідженні було проведено моделювання на основі реальних даних показників за 2006-2017 роки.

Визначення рівня цифровізації національної економіки було запропоновано здійснювати використовуючи методи математичного, факторного аналізів, а також на застосуванні прогнозування методом Брауна-Майера.

В результаті, отримано методику, та було досягнуто поставленої мети завдання, що, в свою чергу, дозволяє проаналізувати та кількісно визначити рівень цифровізації економіки України, та в подальшому на її основі, модернізувати та застосувати дану методику для дослідження на основі інших факторів, або дослідженні рівня цифровізації інших країн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий / [Добринін А.П] — International Journal of Open Information Technologies, 2016. — 15-27 с.
2. Advancing the Digital Economy into the 21st Century / [Ніл Лейн]. — Information Systems Frontiers, 1999. — 317 с.
3. Measuring of the Digital Economy / [Томас Месенбург]. — The Netcentric Economy Symposium, 2001. — 34-56 с.
4. G20 Digital Economy Ministerial Conference / 2017. — Режим доступу: [https://unctad.org/meetings/en/Contribution/dtl\\_eWeek2017c02-G20\\_en.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Contribution/dtl_eWeek2017c02-G20_en.pdf)
5. Digital Economy Innovations and Impacts on Society / [Олена Друїка]. — Бухарестський університет, 2012. — 326 с.
6. Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research / [Роб Клінг, Роберт Лемб]. — The MIT Press, 2002. — 334 с.
7. Доклад о мировом развитии: цифровые дивиденды / 2016. — Режим доступу: <http://documents.worldbank.org/curated/en/224721467988878739/pdf/102724-WDR-WDR2016Overview-RUSSIAN-WebRes-Box-394840B-OUO-9.pdf>
8. Цифровизация экономики Китая: риски и возможности для общества / [Томайчук Л.В.] — Северо-Западный институт управления, 2019. — 33 с.
9. Digitization and its impact on economy / [Саима Хан] — 2017. — Режим доступу: [http://www.ijodls.in/uploads/3/6/0/3/3603729/vol-5\\_issue-2.138-149.pdf](http://www.ijodls.in/uploads/3/6/0/3/3603729/vol-5_issue-2.138-149.pdf)
10. Доклад о цифровой экономике / 2019. — Режим доступу: [https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019\\_overview\\_ru.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_overview_ru.pdf)

11. Google's market share of global digital ad revenues 2016-2019 / 2019 — Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/193530/market-share-of-net-us-online-ad-revenues-of-google-since-2009/>
12. Uber Business Model | How does Uber make money / 2019. — Режим доступа: <https://bstrategyhub.com/uber-business-model-how-does-uber-make-money/>
13. Оцифрованный мир денег / [Катасонов В.А]. — 2017. — Режим доступа: <https://kv-journal.su/content/ocifrovanny-mir-deneg>
14. Electronic Trading in Stock Markets / [Ханс Стоул]. — Journal of Economic Perspectives — Volume 20, 2006. — 151-173 с.
15. House of Commons: The Digital Economy / 2017. — Режим доступа: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmbis/87/87.pdf>
16. GDP Cannot Explain The Digital Economy / [Эндрю Шейхи]. — 2016. — Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/andrewsheehy/2016/06/06/gdp-cannot-explain-the-digital-economy/>
17. The 2015 BCG e-Intensity Index / 2015. — Режим доступа: <https://www.bcg.com/publications/interactives/bcg-e-intensity-index.aspx>
18. Digital Spillover: How Digital Transformation Affects the Digital Economy / [Диана Адамс]. — 2017. — Режим доступа: <https://www.convergetechmedia.com/digital-spillover-how-digital-transformation-affects-the-digital-economy/>
19. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы / [Иноземцев В.Л.]. — Москва: "Логос", 2000. — 304 с.
20. Информационное богатство: профиль постиндустриальной экономики / [Томас Стоуньер]. — М.: Прогресс, 1996. — 201 с.
21. Ease of Doing Business rankings / 2019. — Режим доступа: <https://www.doingbusiness.org/en/rankings>
22. Education index / 2013. — Режим доступа: <http://hdr.undp.org/en/content/education-index>

23. Transformation Index (BTI) / 2018. — Режим доступу: <https://www.bti-project.org/en/about/project/methodology/>
24. Human Development Index (HDI) / 2018. — Режим доступу: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
25. Google Public Data Explorer / 2011. — Режим доступу: <https://www.dataone.org/software-tools/google-public-data-explorer>
26. Toolkit for measuring the digital economy / 2018. — Режим доступу: <http://www.oecd.org/g20/summits/buenos-aires/G20-Toolkit-for-measuring-digital-economy.pdf>
27. The Next Wave of Digitization Setting Your Direction, Building Your Capabilities / [Роман Фрідріх]. — Режим доступу: <https://static1.squarespace.com/static/5481bc79e4b01c4bf3ceed80/t/54876c25e4b03672f1599dd2/1418161189604/Next-Wave-of-Digitization.pdf>
28. Аналіз та прогнозування часових рядів динаміки значень досліджуваної величини за допомогою експоненціального згладжування методом Брауна / [Козачок Л.М.] . — Вип. 12, 2017. — 146-150 с.
29. Теория статистики: учебник для вузов / [Шмойлова Р., Мінашкін В.]. — Москва: Финансы и статистика, 2004. — 656 с.
30. Субъективные шкалы пространства и времени / [Лупандин В.]. — Свердловск: изд-во Уральского ун-та, 1991. — 122 с.

ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

## SUMMARY

Shytikov Y. S. Modeling and forecasting of digitalization level of national economy. Sumy state University, Sumy, 2019

The master's thesis focuses on researching of digitalization level of national economy and forecasting of that level in the future. The main aim of this research is to develop model of digitalization integral index calculation and its forecasting for Ukraine's economy.

Keywords: digitalization, integral index, forecasting, scaling.

## АНОТАЦІЯ

Шитіков Є.С. Моделювання та прогнозування рівня цифровізації національної економіки – Кваліфікаційна магістерська робота. Сумський державний університет, Суми, 2019 р.

У роботі досліджено рівень цифровізації національної економіки, а також прогнозування цього рівня у майбутньому. Основною метою цього дослідження є розробка моделі розрахунку та прогнозування інтегрального показника рівня цифровізації економіки України.

Ключові слова: цифровізація, інтегральний показник, прогнозування, шкалювання.