

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

"На правах рукопису"
УДК 004.094:368

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Наталія АУШЕВА
“ ” 2024 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою “Цифрові технології в енергетиці”
зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”

на тему Ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки

Виконав: студент 2 курсу, групи ТР-32мп

Журавель Вячеслав Ігорович
(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент кафедри цифрових технологій в енергетиці, к.е.н., доцент, Наталія КАРАЄВА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент доцент кафедри теплової та альтернативної енергетики, к.т.н., доцент, Олександр СІРИЙ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Н.контроль доцент кафедри цифрових технологій в енергетиці, д.ф., Артем ГУРІН

(посада, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студент _____
(підпис)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АТОМНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра

ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

Освітньо-професійна програма “Цифрові технології в енергетиці”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЦТЕ

Наталія АУШЕВА

«__» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

ЖУРАВЛЮ Вячеславу Ігоровичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Ранжирування ризиків сталого розвитку на основі
методів експертної оцінки

керівник роботи Караєва Наталія Веніамінівна, к.е.н., доцент

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «11» листопада 2024 р. № 5040-с

2. Термін подання роботи студентом 06.12.2024 року

3. Вихідні дані до роботи: мова програмування Javascript, бібліотеки React,
Express, Material UI, база даних MongoDB, середовище розробки Visual Studio Code

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

- надати характеристику ризиків сталого розвитку;
- обґрунтувати методичне забезпечення ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- проаналізувати функціональні можливості сучасних програмних рішень в задачах ранжирування ризиків;

- спроектувати архітектуру системи ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- розробити систему ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- провести апробацію розробленого програмного забезпечення, експериментально довести її коректність.

5. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу: поділ ризиків сталого розвитку, алгоритм експертного оцінювання, діаграма архітектури системи, діаграма прецедентів, діаграма активності, приклади роботи з інтерфейсом програми

6. Дата видачі завдання «15» вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення та аналіз задачі	02.09.24р.-15.09.24р.	
2.	Розробка архітектури та загальної структури системи	16.09.24р.-22.09.24р.	
3.	Розробка структур окремих підсистем	23.09.24р.-6.10.24р.	
4.	Програмна реалізація системи	07.10.24р.-23.10.24р.	
5.	Оформлення пояснювальної записки	17.10.24р.-28.11.24р.	
6.	Захист програмного продукту	23.10.24р.	
7.	Передзахист	28.11.24р.	
8.	Захист	19.12.24р.	

Студент

(підпис)

Вячеслав ЖУРАВЕЛЬ

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Наталія КАРАЄВА

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. На сьогоднішній день, досягнення цілей сталого розвитку для збереження економічно-соціально-екологічного балансу є одним із ключових завдань для світової спільноти. Проте, при втіленні поставлених завдань у реальність, суспільство зіштовхується із потенціальними ризиками різного характеру. В умовах невизначеності критично важливим стає впровадження автоматизованих систем в управлінні ризиками. Одними з найбільш ефективних методів для вирішення подібних проблем є методи експертних оцінок. Ці методи дозволяють використовувати досвід, знання та ідеї експертів з різних сфер діяльності для ранжирування ризиків за рівнем їхньої значущості. Такий підхід допомагає при визначенні найбільш вірогідних ризиків, формуванні стратегій в умовах нестачі кількісних даних та прискорює процес досягнення сталого розвитку.

Мета роботи полягає у створенні програмного інструментарію для ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки.

Завдання дослідження:

- надати характеристику ризиків сталого розвитку;
- на основі огляду методів ранжирування в задачах ризик-менеджменту обґрунтувати методичне забезпечення ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- проаналізувати функціональні можливості сучасних програмних рішень в задачах ранжирування ризиків;
- спроектувати архітектуру системи ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- розробити систему ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки;
- провести апробацію розробленого програмного забезпечення, експериментально довести її коректність.

Об'єкт дослідження – комп'ютерні інформаційні системи і технології.

Предмет дослідження – комп’ютерні інформаційні технології ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки.

Практична цінність отриманих результатів роботи полягає в розробці системи для ранжирування ризиків різних типів на основі методів експертної оцінки, яка спрощує процес надання необхідної інформації особам, які приймають управлінські рішення.

Апробація результатів дисертації. Основні положення даної роботи доповідались та обговорювались на III Міжнародній науковій та практичній конференції “Scientific research: modern challenges and future prospects”, 21-23 жовтня, 2024 м. Мюнхен, Німеччина.

Дисертація складається зі вступу, п’яти розділів та висновків. Повний обсяг дисертації складає 105 сторінок, у тому числі 90 сторінок основного тексту, 27 таблиць, 33 рисунки, 4 сторінки списку використаних джерел у кількості 41 найменування, додатки – 10 сторінок.

Ключові слова: *ризики сталого розвитку, ранжирування, методи експертної оцінки, коефіцієнт конкордації, REST архітектура.*

ABSTRACT

Relevance of the topic. Nowadays, achieving sustainable development goals to maintain economic, social and environmental balance is one of the key tasks for the global community. However, when implementing these goals, society faces potential risks of various kinds. In the face of uncertainty, the introduction of automated risk management systems becomes critical. One of the most effective methods for solving such problems is the expert assessment method. These methods allow you to use the experience, knowledge and ideas of experts from various fields of activity to rank risks by their significance. This approach helps to identify the most likely risks, formulate strategies in the face of a lack of quantitative data, and accelerates the process of achieving sustainable development.

The aim of the research is to create a software toolkit for ranking the risks of sustainable development based on expert assessment methods.

Research tasks:

- provide a characterization of sustainable development risks;
- justify the methodological support for ranking sustainable development risks based on expert evaluation methods, drawing on a review of ranking methods in risk management tasks;
- analyze the capabilities of modern software solutions in risk-ranking tasks;
- design the architecture of a sustainable development risk-ranking system based on expert evaluation methods;
- develop a system for ranking sustainable development risks using expert evaluation methods;
- conduct testing of the developed software and experimentally demonstrate its accuracy.

Object of research – computer information systems and technologies.

Subject of research – computer information technologies for ranking sustainable development risks based on expert evaluation methods.

The practical value of research is the development of a system for ranking risks of various types using expert evaluation methods, which simplifies the process of providing necessary information to decision-makers.

Approbation the results of the thesis. The main findings of this work were presented and discussed at III International Scientific and Practical Conference “Scientific Research: Modern Challenges and Future Prospects”, October 21–23, 2024, Munich, Germany.

The dissertation consists of an introduction, five chapters, and conclusions. The full volume of the dissertation comprises 105 pages, including 90 pages of main text, 27 tables, 33 figures, 4 pages of references with 41 sources, and 10 pages of appendices.

Keywords: *sustainable development risks, ranking, expert assesment methods, concordance coefficient, REST architecture.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
1 АКТУАЛЬНІСТЬ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ.....	11
1.1 Сталий розвиток: сутність поняття, ризики	11
1.2 Методи ранжирування в задачах ризик-менеджменту.....	17
1.3 Функціональні можливості сучасних програмних рішень в задачах ранжирування ризиків	26
2 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ	30
2.1 Оцінювання компетентності експертів	30
2.2 Методичні аспекти ранжирування ризиків.....	33
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ	38
3.1 Вибір засобів реалізації системи.....	38
3.2 Опис програмної реалізації системи	44
4 МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ....	54
4.1 Інсталяція та системні вимоги	54
4.2 Сценарії роботи користувача з системою	55
5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ	71
5.1 Опис ідеї стартап-проекту	71
5.2 Технологічний аудит стартап-проекту.....	73
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	74
5.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту	82
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	86
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	91
ДОДАТОК А.....	95

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ВЕФ – Всесвітній економічний форум

БД – База даних

ПЗ – Програмне забезпечення

API – Application Programming Interface

JSON – JavaScript Object Notation

UI – User Interface

UX – User Experience

ВСТУП

Сталий розвиток є однією з ключових концепцій сучасного суспільства, яка спрямована на досягнення гармонійного співіснування людей і природи, забезпечення довгострокового добробуту людства та збереження планети для майбутніх поколінь [1].

У сучасних умовах реалізації багатьох глобальних екологічних, економічних, соціальних, геополітичних, технологічних загроз і ризиків, цілеспрямовані зусилля урядів країн щодо зниження вищезазначених ризиків мають систематично інтегруватися у політику, плани і програми сталого розвитку.

Визначення та ранжирування цих ризиків є критично важливими речами для забезпечення сталого розвитку. Для вирішення задачі ранжирування ризиків доволі часто використовуються статистичні методи оцінки. Проте, такі методи вимагають великої кількості статистичних даних для отримання точних результатів. Ризики сталого розвитку здебільшого мають якісний характер, який важко виміряти та оцінити за допомогою суто статистичних методів. Саме тому, одним із найефективніших ранжирування таких ризиків є метод експертних оцінок.

Метою магістерської дисертації є створення програмного інструментарію для ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки. Такий підхід дозволить забезпечити якісний аналіз ризиків, автоматизувати процес оцінювання, враховуючи характер ризиків, а також оптимізувати процес прийняття рішень у різних сферах.

Досягнення мети передбачає вирішення таких завдань: характеристика ризиків сталого розвитку, огляд методів ранжирування в задачах ризик-менеджменту, обґрунтування методичного забезпечення ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки, проектування архітектури та створення програмного забезпечення для ефективного ранжирування ризиків сталого розвитку, а також апробацію розробленого інструменту шляхом доведення коректності роботи.

Система, розроблена в ході виконання дисертації дозволить залучити до аналізу спеціалістів з різних галузей, що буде сприяти більш об'єктивній і всебічній оцінці ризиків. Експерти можуть враховувати такі якісні аспекти, як соціальні тенденції, політичні ризики, культурні фактори та екологічні зміни, які важко формалізувати в кількісних даних. Це вплине на розуміння та формування стратегій мінімізації ризиків, що важливо при прийнятті управлінських рішень, незалежно від сфери діяльності.

Результати дисертації можуть бути застосовані як на рівні урядових структур, так і в корпоративному секторі чи громадських організаціях для підвищення ефективності управління ризиками. Дослідження не лише сприятиме вдосконаленню методології управління ризиками, але й зробить внесок у стратегії досягнення цілей сталого розвитку, що мають критично важливе значення для забезпечення сталого розвитку України та світу.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ

У розділі розглянуто ключові аспекти сталого розвитку, а також потенційні глобальні ризики досягнення цілей сталого розвитку. Також описано існуючі методи експертної оцінки та функціональні можливості сучасних програмних рішень в задачах ранжирування.

1.1 Сталий розвиток: сутність поняття, ризики

Термін “сталий розвиток” офіційно використовується в українській мові як еквівалент англійського терміну “sustainable development”, дослівний переклад якого з урахуванням контексту може бути “життєздатний” або “тривкий розвиток”, а розширене його тлумачення – самопідтримуваний розвиток [1]. Сталий розвиток – це концепція, що виникла в середині 20 століття, яка визначає необхідність задоволення поточних потреб людства, при цьому, не ставлячи під загрозу добробут майбутніх поколінь та їх можливість задовольняти власні потреби.

В умовах глобальних викликів ця концепція є основою для формування політик, стратегій та практик, що сприяють не лише економічному зростанню, а й поліпшенню якості життя та збереженню навколишнього середовища. Досягнення цілей сталого розвитку є критично важливим чинником для виживання людства.

Як показано на рисунку 1.1, концепція сталого розвитку ґрунтується на формуванні цілісного “соціо-еколого-економічного середовища” та досягненні рівноваги між задоволенням потреб сьогодення та збереженням потенціалу для розвитку майбутніх поколінь [2 – 7].



Рисунок 1.1 – Сутність концепції сталого розвитку

Слід зазначити, що поняття сталого розвитку досить тісно пов'язане з проблематикою глобалізації сучасного світу. Глобалізація – це процес формування цілісного світового господарства, глибокої взаємозалежності національних економік, у результаті посилення міжнародного поділу і кооперації праці, лібералізації економіки, а також активною діяльністю транснаціональних корпорацій [2, 3]. Такий процес впливає на всі аспекти життя людей, включаючи економіку, політику, культуру, технології та соціальні відносини. Це складний і багатогранний процес, який змінює планету і має як позитивні, так і негативні наслідки.

Процес глобалізації, який розширює можливості для міжнародної співпраці, одночасно посилює деякі глобальні ризики, що ставлять під загрозу досягнення цілей сталого розвитку. За даними міжнародної організації Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ) поняття “глобальний ризик” визначається як невизначена подія чи стан, яка у разі виникнення може спричинити значний

негативний вплив для кількох країн або галузей промисловості протягом наступних 10 років [4].

Глобальні ризики – це доволі складне явище, яке характеризується високим ступенем невизначеності та взаємозв'язку. Вони можуть виникнути раптово і мати непередбачувані наслідки. Такі ризики поділяються на 5 груп: економічні, соціальні, екологічні, технологічні та геополітичні.

Специфічна властивість глобальних ризиків полягає у тому, що вони формуються і аналізуються на глобальному рівні, проте їх вплив проявляється на макроекономічному рівні конкретної країни [5, 6]. При цьому ступінь впливу одного й того ж глобального ризику на макроекономіку різних країн може варіюватися. Глобальні ризики розглядаються, як поєднання ймовірності і наслідків настання несприятливих подій, здатних завдати шкоди. Основні типи глобальних ризиків за даними ВЕФ наведено в таблиці 1.1 [4 – 6].

Таблиця 1.1 – Опис глобальних ризиків за даними ВЕФ [4]

Глобальний ризик	Опис ризику
<i>Економічні ризики</i>	
Роздмухування економічних “бульбашок”	Нераціонально завищена вартість активів, такі як ресурсні товари, житло, акції тощо у великих економіках або регіонах.
Дефляційні процеси	Тривала майже нульова інфляція або дефляція.
Дефолт головного фінансового механізму чи системи	Крах фінансової установи та / або неефективна робота фінансової системи, що впливає на світову економіку.
Відмова / дефіцит критичної інфраструктури	Нездатність адекватно інвестувати в модернізацію та / або захист інфраструктурних мереж (наприклад, енергетики, транспорту та зв'язку), що призводить до відмов або настання загальносистемних наслідків.
Фіскальні кризи в ключових економіках	Тягар надзвичайної заборгованості, що породжує суверенну боргову кризу і / або кризу ліквідності.
Високе структурне безробіття або неповна зайнятість	Хронічно високий рівень безробіття або недовикористання можливостей працездатного населення.

Продовження таблиці 1.1

Незаконна торгівля	Широкомасштабна діяльність поза законодавчою базою, зокрема: незаконні фінансові потоки, ухилення від сплати податків, торгівля людьми, організована злочинність, що підриває соціальну взаємодію, регіональне чи міжнародне співробітництво та глобальне зростання.
Шоківі стрибки ціни на енергію (збільшення або зменшення)	Значне підвищення або зниження ціни на енергію, що створює подальший економічний тиск на енергозалежні галузі та споживачів.
Некерована інфляція	Некероване зростання загального рівня цін на товари та послуги.
<i>Екологічні ризики</i>	
Екстремальні погодні явища (наприклад, повені, шторми тощо)	Збитки майну, інфраструктурі та / або навколишньому середовищу, а також людські втрати, що спричинені екстремальними погодними явищами.
Недотримання заходів щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них	Неможливість урядів та підприємств вжити ефективні заходи щодо пом'якшення наслідків зміни клімату, захисту населення та допомоги підприємствам адаптуватися до зміни клімату.
Значні втрати біорізноманіття та колапси екосистем	Незворотні наслідки для навколишнього середовища, що призводить до зменшення вичерпаних ресурсів як для людства, так і для промисловості.
Природні катастрофи	Основна шкода майну, інфраструктурі та / або навколишньому середовищу, а також людські втрати, спричинені геофізичними катастрофами, такими як землетруси, вулканічна активність, зсуви, цунамі або геомагнітні бурі
Техногенні збитки навколишньому середовищу і стихійні лиха (наприклад, розливи нафти, радіоактивне забруднення тощо)	Нездатність запобігти великим техногенним збиткам і катастрофам, в тому числі екологічну злочинність, заподіяння шкоди життю та здоров'ю людей, інфраструктурі, майну, економічній діяльності та навколишньому середовищу.
<i>Геополітичні ризики</i>	
Неспроможність національного управління	Нездатність управління державою (нацією), що має геополітичне значення, в результаті слабкого верховенства права, корупції чи політичного глухого кута.

Продовження таблиці 1.1

Неспроможність регіонального чи глобального управління	Неможливість регіональних чи глобальних установ вирішувати питання економічного, геополітичного чи екологічного значення.
Міждержавний конфлікт з регіональними наслідками	Двостороння або багатостороння суперечки між державами, які переростає в економічні (наприклад, торговельні / валютні війни, націоналізація ресурсів), військові, кібер-, соціальні чи інші конфлікти.
Масштабні терористичні атаки	Окремі особи або недержавні групи з політичними чи релігійними цілями, які успішно завдають великомасштабні збитки або їх діяльність призводить до людських жертв.
Державний колапс або криза	Державна криза геополітичного значення внаслідок внутрішнього насильства, регіональної чи глобальної нестабільності, військового перевороту, громадянського конфлікту, недієздатності держави тощо.
Зброя масового ураження	Впровадження ядерних, хімічних, біологічних та радіологічних технологій та матеріалів, що створює міжнародні кризи та потенціал для значного руйнування.
<i>Соціальні ризики</i>	
Нездатність міського планування	Погано сплановані міста, розростання міст та супутньої інфраструктури, що створює соціальні, екологічні проблеми та проблеми здоров'ю населення.
Продовольча криза	Недостатній, недоступний за коштами або ненадійний доступ до належної кількостей та якості харчових продуктів.
Широкомасштабна вимушена міграція	Широкомасштабна вимушена міграція, що спричинена конфліктами, стихійними лихами, екологічними чи економічними причинами.
Значна соціальна нестабільність	Значні соціальні рухи або акції протесту (наприклад, вуличні заворушення, соціальні заворушення тощо), які руйнують політичну або соціальну стабільність, негативно впливають на групи населення та економічну діяльність.
Швидке та масове поширення інфекційних хвороб	Бактерії, віруси, паразити або гриби, які спричиняють неконтрольоване поширення інфекційних захворювань (наприклад, внаслідок стійкості до антибіотиків, противірусних препаратів та інших видів лікування), що призводить до широких летальних наслідків та економічних потрясінь.
Водна криза	Значне зниження наявної якості та кількості прісної води, що призводить до шкідливого впливу на здоров'я людини та / або економічну діяльність.

Кінець таблиці 1.1

<i>Технологічні ризики</i>	
Несприятливі наслідки технологічного прогресу	Передбачувані або ненавмисні несприятливі наслідки таких технологічних досягнень, як штучний інтелект, геоінженерія та синтетична біологія, що спричиняють соціальні, екологічні та економічні збитки.
Руйнування критичної інформаційної інфраструктури та мережі	Кіберзалежність, яка збільшує вразливість до відключення критично важливої інформаційної інфраструктури (наприклад, Інтернету, супутників тощо) та мереж.
Масштабні кібератаки	Масштабні кібератаки або шкідливе ПЗ, що спричиняють значні економічні збитки, геополітичну напруженість або широку втрату довіри в Інтернеті.
Масові випадки шахрайства / крадіжки даних	Неправомірне використання приватних чи офіційних даних, що відбувається у безпрецедентному масштабі.

Глобалізація, яка створює сприятливі умови для розвитку та співпраці, в свою чергу робить світ більш вразливим перед різноманітними загрозами. Заради забезпечення сталого розвитку, одним з основних завдань міжнародної спільноти є розробка та впровадження ефективних стратегій управління ризиками, та водночас їх ранжирування. Головна ідея – при можливості зменшити або ж унеможливити ймовірність виникнення ризиків. Проте є випадки де потрібно зменшити вплив вже існуючих ризиків на людство.

Як зазначено вище вплив глобальних ризиків може бути нерівномірним на різних рівнях. Вплив залежить від рівня розвитку країни, її економічної структури, а також від рівня підготовленості до управління різноманітними ризиками та вміння прийняття управлінських рішень [7].

Таким чином, важливо аналізувати та оцінювати конкретні сценарії впливу глобальних ризиків на можливості забезпечення сталого розвитку кожної країни, щоб розробляти адаптивні стратегії реагування та забезпечувати умови життя для різних шарів населення. Для формування ефективної політики мінімізації ризиків сталого розвитку в умовах обмежених фінансових, економічних ресурсів актуальним є ранжирування ризиків на основі методів експертної оцінки.

1.2 Методи ранжирування в задачах ризик-менеджменту

В управлінні ризиками, процес ранжування ризиків є важливим етапом, який допомагає визначити пріоритетність управління ризиками. Це сприяє управлінню найбільш критичними ризиками та ефективнішому використанню ресурсів для їхнього зменшення. Критерії для ранжування ризиків можуть включати ймовірність виникнення, вплив на проект чи бізнес, часову чутливість, ступінь контролю та інші фактори, які впливають на підхід до управління ризиками.

Існують різноманітні методи ранжування ризиків, які можуть бути застосовані в залежності від контексту та потреб організації. Нижче наведено кілька найпоширеніших методів.

Статистичні методи грають важливу роль у вивченні ризиків у різних областях, але здебільшого, використовуються при оцінці фінансових ризиків (оцінка ризику інвестицій, управління портфелем і т.п.). Оцінка проводиться на підставі аналізу даних, залежностей та інших статистичних взаємозв'язків. Однофакторні та багатфакторні моделі дозволяють передбачати можливі збитки, визначати різноманітність процесів та оцінювати вплив різних ризикових факторів на проекти. Такі підходи сприяють аналізу потенційних загроз та ухваленню обґрунтованих рішень у умовах невизначеності. Нижче наведено найбільш використовувані статистичні методи:

Модель Марковіца (Mean-Variance Analysis) – фундаментальна концепція в теорії портфельного інвестування, розроблена Гаррі Марковіцем у 1952 році [8]. Вона надає інвесторам інструмент для оптимального вибору набору активів з метою максимізації очікуваної доходності при заданому рівні ризику або мінімізації ризику при заданій очікуваній доходності.

Теорія оптимізації такої моделі передбачає, що інвестор старається сформувати портфель з мінімальним ризиком, при цьому готовий прийняти додатковий ризик лише у випадку, якщо це призведе до збільшення доходу. Ця модель передбачає, що інвестор вибирає між рівнем очікуваного доходу та ризиком, який вимірюється дисперсією або стандартним відхиленням [9].

Хоча модель була розроблена для оптимізації інвестиційних портфелів, її основні принципи – диверсифікація, оцінка ризику та очікуваної віддачі – можуть бути успішно застосовані в багатьох інших сферах. Може бути використана в проектах, де важливо оптимізувати ресурси та мінімізувати ризики.

Модель дисперсії RiskMetrics (також відома як експоненційне згладжування) була створена в 1992 році, компанією JP Morgan. Ця методика базується на використанні історичних даних для прогнозування волатильності та взаємозв'язку між активами [10]. В основу RiskMetrics взято припущення, що ризик активів можна оцінити за допомогою статистичних моделей, таких як коваріаційна матриця та стандартне відхилення.

Щоб краще зрозуміти логіку, нижче наведено покроковий приклад з оцінкою ризиків виробничою аварії на підприємстві:

1. Збір історичних даних: збираються дані про кількість аварій, їхні причини та наслідки за певний період;
2. Розрахунок волатильності: розраховується волатильність кількості аварій за різними періодами;
3. Побудова кореляційної матриці: оцінюється взаємозв'язок між кількістю аварій та іншими факторами, такими як вік обладнання, кількість персоналу тощо;
4. Розрахунок VaR: визначається максимальна кількість аварій, яка може статися за певний період з заданою ймовірністю;

В результаті, після проведення такої оцінки можна ідентифікувати потенційні ризики, виявити фактори, що можуть негативно вплинути на систему або процес, розробити стратегії управління ризиками тощо.

Ще одним популярним статистичним методом є VaR (Value at Risk). Був розроблений в кінці 1980-х тією самою корпорацією JP Morgan. Він вимірює максимальні можливі втрати портфеля за певний період часу з заданою довірчою ймовірністю [11].

Знову ж таки, може застосовуватись не тільки у фінансах, але й в інших сферах, де потрібно оцінити ймовірні втрати або похибки. Метод допомагає організаціям зрозуміти можливі ризики та вжити превентивних заходів для їх

мінімізації, але водночас має певні обмеження у прогнозуванні екстремальних або рідкісних подій.

Основна концепція методу наступна: визначити межу, за якою можливі втрати перевищують певний рівень із визначеною ймовірністю. Наприклад, у контексті ризиків виробництва, кібербезпеки або логістики, VaR може відповісти на питання: “Які найбільші потенційні втрати можуть виникнути за наступний місяць із ймовірністю 95%?” [12]. В такому випадку, основними характеристиками методу виступають:

- часовий горизонт: певний період часу, згідно якого проводиться оцінка (наприклад, день, тиждень або місяць);

- ймовірність: VaR розраховується на певний рівень ймовірності, зазвичай від 95% що означає ймовірність, з якою втрати не перевищать зазначену величину.

Таким чином, правильне використання даного методу забезпечує основу для прийняття ключових рішень щодо управління ризиками, причому як фінансовими, так і промисловими.

Статистичні методи, що описані вище можуть ефективно застосовуватися не лише в фінансовій галузі, а також в інших сферах. Вони надають інструменти для аналізу ризиків і їх прогнозування у різних областях – від виробництва і логістики до керування проектами та кібербезпеки. Використання цих методів допомагає підприємствам мінімізувати ризики, приймати оптимальні рішення та забезпечувати стабільність у умовах невизначеності.

Проте, існують деякі недоліки при використанні цих методів. Наприклад, вони можуть бути чутливими до вхідних даних, що може призвести до спотворених розрахунків ризику внаслідок нестачі історичних даних. Такі методи також можуть призвести до недооцінки певних ризиків або непередбачених сценаріїв, що можуть виникнути у реальних умовах.

Саме тому, станом на сьогодні широко застосовуються методи експертних оцінок, що є необхідними для розв'язання складних завдань, коли обсяг інформації обмежений або коли фактори важко виразити кількісно. Ці методи знаходять своє застосування в різноманітних сферах діяльності. Особливістю таких методів є

відсутність математичних доводів ефективності рішень, прийнятих на їх основі [13]. Експертні оцінки залучають реальних людей – експертів, причому з різних цільових груп, що дозволяє врахувати досить багато сфер. Такий підхід забезпечує провести більш глибокий аналіз проблеми, враховуючи досвід та знання фахівців, що залучені до оцінювання.

Методи експертних оцінок є практично універсальними, через те, що їх можна застосовувати незалежно від кількості та наявності вихідної інформації для оцінки різних типів ризику. Ці методи можуть бути застосовані у різних сферах, таких як економіка, фінанси, екологія, соціальні науки та багато інших. Експерти залучаються для оцінки ймовірності та наслідків ризиків, прогнозування тенденцій, розробки стратегій, прийняття рішень та інших управлінських процесів. Основною перевагою таких методів є можливість отримати якісну інформацію навіть за відсутності повних даних. Загальну технологію проведення експертного оцінювання ризиків наведено на рисунку 1.2.

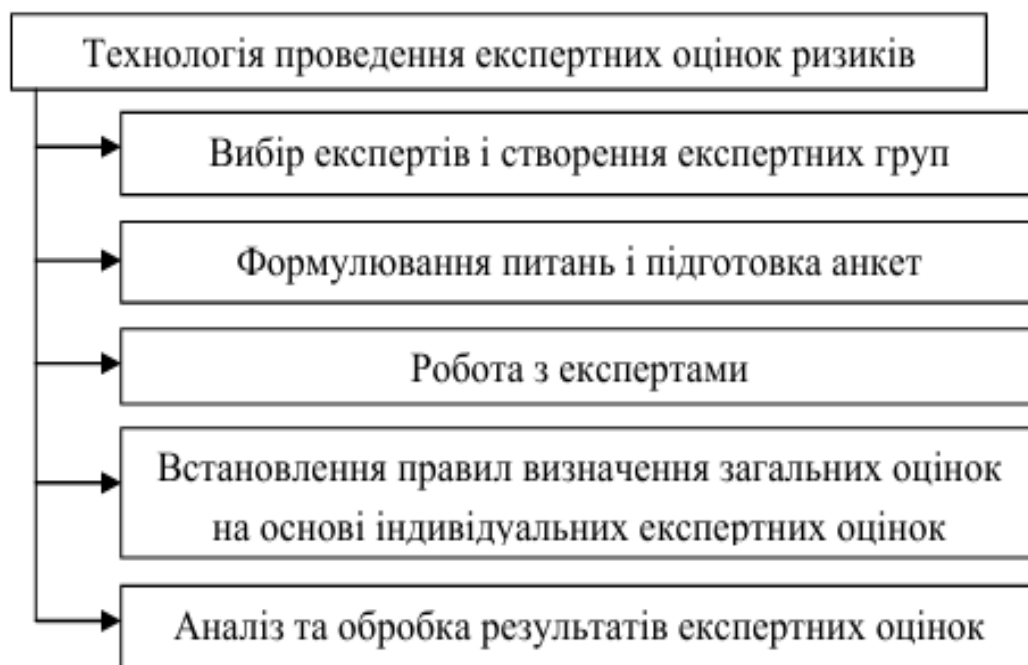


Рисунок 1.2 – Технологія проведення експертного оцінювання ризиків

Проте, при оцінюванні, необхідно враховувати суб'єктивність оцінок експертів, що тягне за собою ймовірність отримання не повністю точних результатів оцінювання. Суб'єктивність є головним недоліком інформації, що базується на подібних методах.

При будь якому методі оцінювання присутня суб'єктивність, проте підвищити об'єктивність оцінок можна шляхом порівняння балів різних експертів, що нівелює вплив певних відхилень, зумовлених суб'єктивними поглядами [14].

Процес експертної оцінки складається з декількох ключових етапів, кожен з яких має важливе значення і впливає на точність та ефективність кінцевих результатів. Важливою складовою є коректне проведення таких етапів.

У таблиці 1.2 наведено основні кроки цього процесу, починаючи від постановки завдання до представлення отриманих результатів.

Таблиця 1.2 – Етапи проведення експертної оцінки

Етап	Опис етапу
Визначення завдання експертної оцінки	Перший крок у проведенні експертної оцінки – це чітко сформулювати проблему або завдання, що потребує оцінки. Це допомагає зорієнтувати експертів та забезпечити конкретні результати
Вибір експертів	Важливо вибрати кваліфікованих експертів з відповідним досвідом та знаннями у відповідній області. Експертами можуть бути фахівці, вчені, практики та інші особи з відповідними знаннями.
Формування питань для оцінки	Питання повинні бути ясними, конкретними та релевантними для цілей дослідження.
Робота з експертами	Як правило, на цьому етапі відбувається визначення конкретного методу оцінки, про які буде згадано нижче, а також безпосередня взаємодія з експертами.
Встановлення правил для визначення загальних оцінок	Цей етап може включати узагальнення результатів, ідентифікацію ключових тенденцій та формулювання рекомендацій. Також проводиться обробка та аналіз оцінок.
Представлення результатів	Остаточні результати експертної оцінки представляються у вигляді звіту, документації або презентації, які можуть бути використані для прийняття рішень або розробки стратегій

Робота з експертами характеризується необхідністю їхньої фахової підготовки та практичного досвіду у відповідній галузі, а також розробкою прозорих і чітких правил для формування узгоджених оцінок на основі індивідуальних відповідей. Обробка та аналіз експертних даних мають здійснюватися із застосуванням сучасних інформаційних технологій, програмування та математико-статистичних методів [15].

Одним з важливих чинників при проведенні експертного оцінювання є кількість експертів. Оптимальна кількість експертів залежить від завдання і умов, але загалом групи від 10 до 20 експертів зазвичай забезпечують баланс між різноманітністю думок та керованістю процесу.

Експерт, залучений до процесу експертної оцінки, повинен відповідати ряду вимог, щоб забезпечити точність, об'єктивність і надійність отриманих результатів. Основні якості та ознаки, якими має володіти експерт, включають:

- високий рівень компетентності, знання та досвід у відповідній галузі;
- аналітичні здібності;
- здатність робити обґрунтовані висновки на основі наявних даних;
- вміння зберігати нейтральність і незалежність від особистих інтересів;
- усвідомлення своєї ролі та відповідальності за прийняті рішення;
- навички тверезого прийняття рішень в умовах невизначеності;
- попередній досвід участі в подібних проектах або завданнях.

Ці якості та ознаки допомагають забезпечити високу якість експертних оцінок, мінімізувати суб'єктивність та упередженість, а також сприяють досягненню більш точних і надійних результатів.

Також доволі важливою складовою процесу є правильний вибір методу експертної оцінки. Характеризуючи за кількістю залучених експертів, ці методи можна поділити на два види: індивідуальні та групові. Більш детальну класифікацію наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Класифікація методів експертних оцінок

Метод опитування обирається залежно від характеру завдання та терміновості отримання відповіді.

Одним з фундаментальних індивідуальних методів експертного опитування є анкетування. При анкетуванні запитання на які відповідатиме експерт подаються у вигляді анкети, складеної заздалегідь. Часто використовують анонімне опитування експертів із використанням механізмів зворотного зв'язку. Такий підхід передбачає багатотурові процедури опитування, зокрема анкетування, серед яких найпоширенішим є метод Делфі та його модифікації [13]. Основним принципом цього методу є припущення, що група незалежних експертів (часто непов'язаних між собою) здатна краще оцінити та спрогнозувати результат, ніж структурована команда чи колектив.

Даний метод включає в себе наступні особливості опитування:

1. Анонімність експертів. Експерти не знають, хто ще бере участь у опитуванні. Це дозволяє мінімізувати вплив авторитету чи домінування окремих осіб і зменшує груповий тиск.

2. Ітеративний процес. Метод передбачає кілька раундів опитувань. Кожен раунд ґрунтується на результатах попереднього, що дозволяє поступово зменшити розбіжності в думках і досягти більш узгоджених оцінок.

3. Виставлення відповіді на питання в балах. Числові дані легко порівнювати між собою, що дозволяє виявляти тенденції та закономірності. Це полегшує аналіз даних і допомагає у виявленні консенсусу або розбіжностей між експертами.

4. Структурованість. Опитування проводяться за чітко визначеними правилами і процедурами. Питання формуються так, щоб максимально розкрити тему та забезпечити повноту відповіді.

5. Обґрунтування відповідей. Допомагає зрозуміти, чому експерти надали певні оцінки, і сприяє досягненню більш узгоджених і обґрунтованих результатів.

Після проведення раунду анкетування публікуються деякі висловлення, які можуть бути обґрунтовані експертами. Крім того, під час цього процесу оприлюднюються анонімні висловлення інших учасників експертної групи. Однією з можливих вимог до учасників є надання не лише своєї думки, але й письмового пояснення до неї.

У такий спосіб, на наступному етапі опитування, експерт може, якщо вважає за необхідне, виправити свою думку або переправити свою оцінку.

Якщо основною метою для організаторів є досягнення згоди між експертами, то на кожному етапі цілеспрямовано розраховують середню оцінку (медіану) та показник розсіювання оцінок (інтервал між крайніми значеннями) і повідомляють про ці значення всіх експертів.

Тих експертів, які дали досить низькі або високі оцінки, просять обґрунтувати свою думку, і доводи що привели експерти оприлюднюються для інших учасників оцінювання [16]. Такі тури закінчують тоді, коли, на думку організаторів опитувальників, буде досягнуто необхідної узгодженості думок.

Якщо досягнення згоди не є основною метою, процедура продовжується кілька раундів, поки оцінки експертів не стануть постійними. Повторне проведення анкетування не тільки призводить до наближення оцінок, але й до їхньої стабілізації. Різниця між різними варіантами методу Делфі полягає у тому, які

думки оприлюднюються, чи їх обґрунтовують, та за яким принципом припиняється експертиза. Далі наведено деякі поширені методи експертного оцінювання.

Інтерв'ю є формою взаємодії між організатором та експертом, коли організатор ставить передбачені попередньо запитання. Запитання можуть змінюватися відповідно до контексту або вимог ситуації.

Діалог з експертом, натомість, є способом отримання знань через неформальну розмову між дослідником та експертом, де не існує жорстко встановленого плану або переліку питань [17].

Щодо експертних ігор, це проведення експериментів, під час яких фахівцеві(експерту) пропонуються ситуації з предметної області. Завданням експерта є розробка рішень щодо виходу з цих ситуацій на основі його особистого життєвого досвіду, фахових знань та уявлень.

До колективних методів в цілому належать методи круглого столу, мозкового штурму та рольові ігри. Розглянемо кожний метод детальніше.

Метод круглого столу – це формат обговорення конкретної проблеми, в якому беруть участь експерти з однаковими правами. Мета такого методу полягає в тому, щоб вивчити проблему з усіх боків, тому важливо залучати експертів що відносяться до різних напрямків [18]. Також важливу роль грає вік, стать, суспільне положенні і т. д. Слід зазначити, що даний метод, як правило, не передбачає знаходження рішення проблеми за короткий час.

Метод мозкового штурму – один з найпоширеніших методів стимулювання творчих ідей. Використовується у випадках, коли потрібно знайти рішення проблеми за обмежений час. Кожен експерт пропонує свої ідеї щодо вирішення завдання або підтримує ідеї іншого учасника. Особливість цього методу полягає у забороні критики ідей інших експертів. Зазвичай “штурм” триває недовго (не більше години), час на висловлення думки кожного учасника – приблизно 5 хвилин. Під час цієї процедури настає такий момент, коли швидко зростає кількість нових ідей. Для участі у такому опитуванні рекомендується залучати не більше 10 осіб.

Рольові ігри (експертні ігри) – це експерименти, в яких колектив експертів вирішує проблемні ситуації з предметної області. Під час відкритого обговорення спеціалісти приймають рішення щодо виходу з подібних ситуацій.

При роботі з такою групою рекомендується фіксувати хід обговорення за допомогою спеціальних засобів (в текстовому форматі, аудіо, відео), щоб в подальшому краще проаналізувати процес та результати експертизи.

Методи експертних оцінок є ключовим інструментом для управління ризиками, оскільки вони дозволяють отримати результати на основі думок стейкхолдерів із різних груп. Такі методи використовуються у випадках, коли немає достатньо кількісних даних або коли ризики мають складний, багатофакторний характер. Застосування цих методів допомагає структурувати процес ранжирування ризиків і забезпечує об'єктивність результатів.

Саме тому, в завданні ранжирування ризиків сталого розвитку, методи експертних оцінок є найбільш придатними. Такий підхід допомагає збалансувати екологічні, соціальні та економічні аспекти при прийнятті стратегічних рішень та сприяє створенню стійкого та ефективного розвитку, який враховує потреби сучасного суспільства, не компрометуючи можливості майбутніх поколінь.

1.3 Функціональні можливості сучасних програмних рішень в задачах ранжирування ризиків

Зі зростанням складності економічних, екологічних і соціальних викликів, особливо в контексті сталого розвитку, постає необхідність у використанні передових інструментів та методів для ефективного ранжирування ризиків. В такій проблематиці програмні засоби відіграють передову роль, надаючи потужні можливості для аналізу і управління ризиками.

Сучасні програмні засоби для ранжирування ризиків пропонують широкий спектр функціональних можливостей, включаючи автоматизацію процесів, інтеграцію даних з різних джерел, використання аналітичних методів та створення

звітів. Деякі з цих програмних продуктів забезпечують комплексний підхід до управління ризиками, тоді як інші спеціалізуються на конкретних типах ризиків або галузях. Нижче наведено існуючі програмні засоби в сфері ризик-менеджменту та ранжирування ризиків.

IBM OpenPages – один з найвідоміших інструментів для ранжирування ризиків, допомагає ідентифікувати, аналізувати, контролювати та оцінювати ризики. Ця платформа інтегрує управління ризиками з бізнес-процесами та сприяє дотриманню регулятивних вимог. Вона також надає функціонал для ранжування ризиків, їх управління, а також аналізу кореляцій ризиків [19]. Серед особливостей платформи є вбудовані алгоритми для оцінки ймовірностей та впливу ризиків на бізнес-процеси, а також функції автоматизації звітів. Вигляд інтерфейсу зображено на рисунку 1.4.

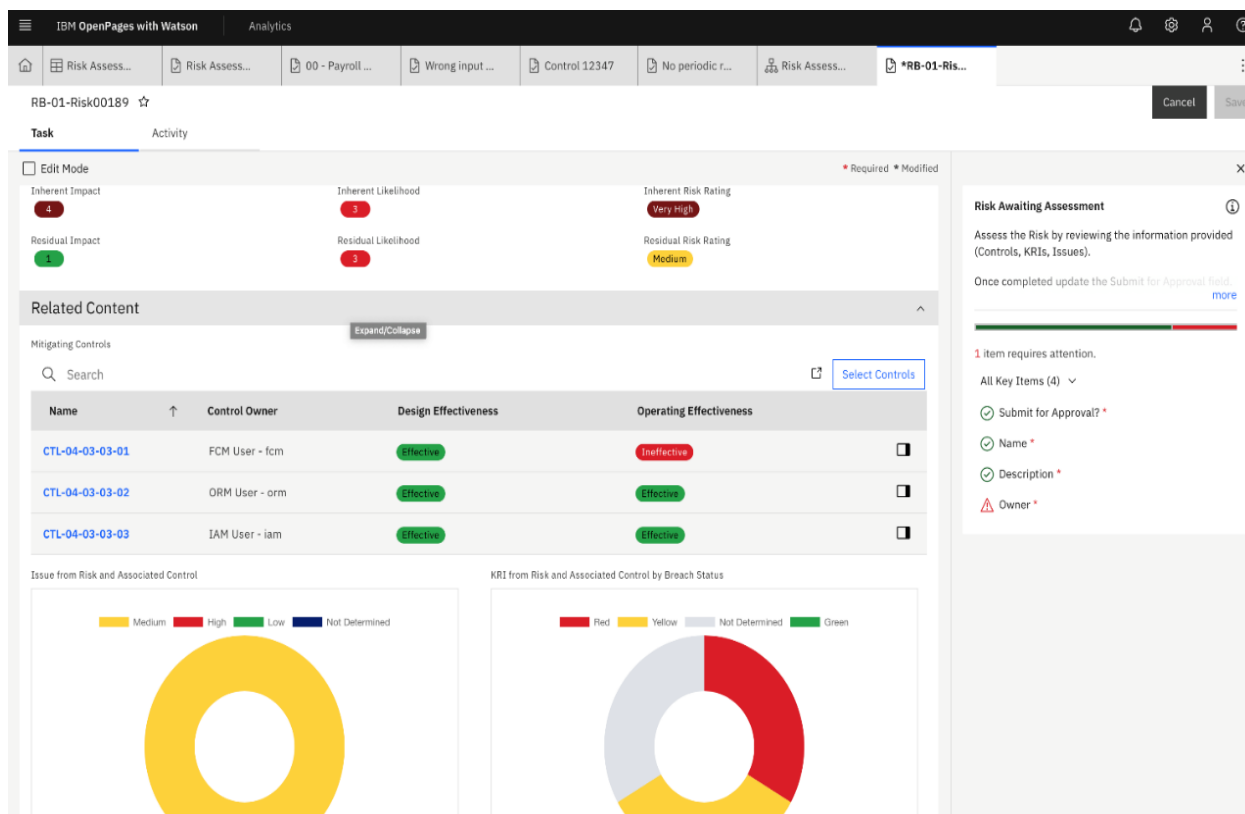


Рисунок 1.4 – Інтерфейс IBM OpenPages

OpenPages використовує різноманітні моделі для кількісної оцінки ризиків, включаючи методи, базовані на ймовірностях і наслідках, які допомагають підприємствам визначити рівень ризику у потрібному контексті, залежно від завдання. Проте, IBM OpenPages є платним програмним забезпеченням та використовує систему підписок. Вартість може коливатися залежно від розміру компанії, кількості користувачів та обсягу функцій, які необхідні. Також, застосунок має певні обмеження в налаштуванні під специфічні потреби користувача.

На ринку існує досить схожий інструмент – SAP GRC (Governance, Risk, and Compliance). Система спрямована на управління ризиками та інтеграцію бізнес-процесів, дозволяє ефективно визначати та керувати ризиками шляхом використання різних модулів, що дозволяє компаніям підвищити рівень безпеки та ефективності своєї діяльності. SAP GRC також надає можливість моніторингу та аналізу ризиків у реальному часі, що дозволяє реагувати на потенційні проблеми та зменшує загрози для бізнесу.

Слід зазначити, що SAP GRC є досить складним в інтеграції інструментом, процес налаштування може бути тривалим і потребує значних ресурсів. Тим більше, якщо замовник/підприємство ще не мають досвіду у використанні інших продуктів SAP. Також, застосування SAP GRC може бути доволі дорогим, що робить його недоступним для малих і середніх підприємств.

Ще одним інструментом, використовуваним в задачах ризик-менеджменту є RiskWatch. Це програмне рішення, яке призначене для комплексної оцінки та управління ризиками. Така система дозволяє здійснювати детальний аналіз і виявляти потенційні загрози у різних сферах діяльності. Основними функціональними можливостями RiskWatch є широкий вибір методів оцінки ризиків, таких як опитування співробітників та залучення експертів для проведення оцінок.

RiskWatch має багато можливостей, але досить складний інтерфейс для нових користувачів, що збільшує мінімальний вхідний рівень обізнаності і призводить до

довшого часу на навчання, або взагалі, неможливості працювати з ПЗ. RiskWatch також є платним рішенням, але дешевшим від конкурентів, згаданих вище.

Існуючі програмні рішення для управління ризиками пропонують широкий функціонал, але мають свої обмеження. Високі витрати, складність інтеграції та витрати на розгортання можуть перешкоджати їх використанню для підприємств.

Додатковим фактором є обмежена адаптивність готових рішень до специфічних потреб, що ускладнює їх застосування в умовах унікальних ситуацій. Також, складний інтерфейс і необхідність у тривалому навчанні є доволі вагомими мінусами.

Саме тому, було прийнято рішення розробити власну систему для ранжирування ризиків, в основі якого використано методи якісного оцінювання, а саме експертна оцінка. Таке програмне забезпечення (ПЗ) дозволить врахувати особливості багатьох організацій в умовах невизначеності та забезпечити зручність використання системи кінцевим користувачем.

2 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ

У розділі наведено основні положення методів експертної оцінки, визначення рівня компетентності експертів, а також опис алгоритмів що використовувались для ранжирування ризиків сталого розвитку.

2.1 Оцінювання компетентності експертів

Компетентність експерта – це показник кваліфікованості експерта, який визначається різними шляхами, але здебільшого шляхом анкетування. Оцінювання компетентності експертів – це процес визначення рівня кваліфікації, знань, досвіду та інших характеристик, які впливають на здатність експерта давати точні оцінки в певній галузі [18, 20]. Цей етап є критично важливим, оскільки від компетентності експертів залежить якість і надійність отриманих результатів.

Також постає питання, для чого потрібен такий показник та його визначення. Нижче наведено чотири основних переваги застосування оцінювання з врахуванням рівня компетентності експертів:

1. Підвищення якості рішень: Компетентні експерти, як правило, надають достатньо точні й обґрунтовані оцінки, що значно підвищує якість прийнятих рішень. Відповідно, чим вищий рівень компетентності експертів, тим більше можна довіряти їхнім судженням.

2. Забезпечення об'єктивності: Визначення рівня компетентності дозволяє обирати експертів, які не мають особистих інтересів, що впливають на їхні рішення. Це важливо для забезпечення неупередженості експертної оцінки.

3. Оптимальний вибір експертів: За допомогою оцінювання компетентності можна обирати експертів, які мають необхідні знання і досвід для конкретної теми або проблеми, що потребує аналізу.

4. Узгодження результатів: Якщо компетентність експертів оцінюється належним чином, їхні оцінки більш схильні бути узгодженими між собою, що підвищує достовірність загальних результатів.

Для оцінки компетентності є досить багато методів, але найбільш ефективним є метод анкетування. Він дозволяє швидко зібрати структуровану інформацію від великої кількості учасників у вигляді зрозумілих таблиць. Такий метод використовується в умовах невизначеності даних або нестачі кількісних даних, турбулентності, біфуркації, коли неможливо використовувати статистичні методи, для формування управлінських рішень [21].

В ході цього методу створюється анкета з різними питаннями, наприклад досвід роботи, рівень наукової підготовки, стаж роботи та інші. Кожне з питань має максимальну оцінку та варіанти відповіді з відповідними оцінками. Як правило, сума всіх максимальних оцінок дорівнює 100 для спрощення оцінювання. Т Для анкетного опитування коефіцієнт компетентності визначається за формулою:

$$K_a = \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{\sum_i Y_i} \quad (1)$$

де Y_{ij} – вага j -ої характеристики (виокремленої експертом), що оцінюється в i -ій градації в балах,

Y_i – максимальна вага i -ої градації в балах.

Слід зазначити, що у випадку коли коефіцієнт компетентності кожного експерта перевищує 0,5, їх участь у подальшому аналізі є цілком виправданою. Такий експерт може бути залучений до подальшого аналізу, адже його думки і оцінки є надійними та ґрунтуються на відповідному досвіді. Цей показник допомагає відфільтрувати тих експертів, чиї знання та кваліфікація можуть бути недостатніми для впливу важливих рішень, тим самим виключивши їх відповіді з кінцевого оцінювання.

Для кращого розуміння того, як виглядає анкета при оцінюванні компетентності у таблиці 2.1 наведено приклад.

Таблиця 2.1 – Приклад анкетування студентів

Оцінювальні категорії	Бали	№ експертів							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Рівень обізнаності	20								
високий	20	20			20	20			20
середній	15		15				15	15	
низький	10			10					
Середній бал	25								
95-100 (А – відмінно)	25						25		25
85-94 (В – дуже добре)	20							20	
75 - 84 (С – добре)	15	15		15					
65 - 74 (D – задовільно)	10		10		10				
60 - 64 (Е – достатньо)	5					5			
Рівень спорідненості навчальної програми	15								
високий	15				15	15	15		
середній	10	10	10					10	
низький	5			5					5
Курс навчання	20								
5	20			20	20		20		
4	15	15						15	
3	10		10						10
2	5					5			
Посада	20								
спеціаліст середнього рівня	20			20	20				
спеціаліст початкового рівня	15	15					15		
стажер	10		10			10			10
безробітний	5							5	
Сума ваги i-ої градації в балах (Y_i)	100	75	75	70	85	55	90	65	65

Використовуючи формулу (1), можна визначити коефіцієнт компетентності для кожного з експертів, наприклад для Експерта №1 коефіцієнт буде наступним:

$$K_{a1} = \frac{75}{100} = 0,75.$$

Повертаючись до прикладу, після того як проведено визначення рівня компетентності для кожного з експертів, можна визначити допустимий рівень, та відкинути експертів що не підходять, або просто не враховувати їх результати в подальшому ранжируванні [22].

Таким чином, оцінка компетентності дозволяє спростити та, водночас, структурувати процес експертного оцінювання, впорядковуючи роботу з експертами за їх рівнем компетентності. Це особливо важливо в ситуаціях, де потрібно приймати стратегічні рішення або визначати пріоритетні напрямки розвитку [18]. Після того, як оцінка компетентності проведена, важливо не лише врахувати результати експертів з високим коефіцієнтом, але й оцінити ступінь узгодженості їхніх думок, що й буде продемонстровано в наступному розділі.

2.2 Методичні аспекти ранжирування ризиків

Після того як експерти надали свої відповіді на питання, що стосуються їх компетентності та керівник проекту визначив рівень компетентності, експерти повинні дати свої відповіді на питання для ранжирування, які попередньо сформував керівник. Оцінки можуть бути дані, використовуючи різні шкали оцінювання. Це може бути надання кожному ризику певного рангу, таким чином, щоб ранги не повторювались. Також, можливе звичайне оцінювання за 5 або 10-ти бальною шкалою.

Після оцінки кожного ризику створюється кінцева таблиця, іншими словами – матриця ризиків де зображено всі відповіді експертів. Це дозволяє візуально зобразити всі відповіді експертів.

Після обробки експертних даних необхідно оцінити ступінь узгодженості експертних думок, іншими словами – коефіцієнт конкордації. Це показник, який використовується для оцінки рівня згоди або розбіжностей між оцінками або думками експертів у процесі експертного оцінювання. Він дозволяє зрозуміти, наскільки експерти дотримуються схожих поглядів на розглянуті питання або

ризика, і є важливим інструментом для підвищення достовірності результатів експертних досліджень [23]. Основні цілі використання коефіцієнта конкордації наведено нижче:

1. Перевірка надійності експертних оцінок. Якщо думки експертів узгоджені, це свідчить про те, що результати оцінювання можна вважати надійними.

2. Виявлення розбіжностей у думках. Якщо коефіцієнт узгодженості низький, це означає, що між експертами є суттєві розбіжності, і для точнішого оцінювання, потрібно провести додатковий аналіз або повторне анкетування.

3. Оптимізація прийняття рішень. Висока узгодженість допомагає швидше приймати рішення, оскільки свідчить про більшу об'єктивність і схожість експертних оцінок.

4. Підвищення довіри зацікавлених сторін. Висока узгодженість думок експертів зміцнює довіру осіб, які впливають на прийняття стратегічних рішень.

Коефіцієнт конкордації (W), визначається за формулою:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)} \quad (2)$$

де S – загальна сума квадратів відхилень,

N – число експертів задіяних в проекті,

n – кількість напрямів ранжирування.

В свою чергу, загальна сума квадратів відхилень розраховується за наступною формулою:

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2 \quad (3)$$

де (Δ_i^2) – квадрат відхилень за кожним напрямом ранжирування.

Квадрат відхилення розраховується як відхилення суми рангів кожного параметру від середньої суми рангів:

$$\Delta_i = R_i - T \quad (4)$$

де R_i – сума рангів кожного параметру,

T – середня сума рангів.

При цьому, середня сума рангів обчислюється за формулою:

$$\frac{n(n+1)}{2} \quad (5)$$

де n – кількість напрямів ранжирування.

Сума рангів кожного параметру, в свою чергу, обчислюється за наступною формулою:

$$R_i = \sum_{l=1}^N r_{il} \quad (6)$$

де r_{il} – поточний бал експерта на відповідне питання.

Слід зазначити, що розрахунок коефіцієнту конкордації базується на оцінках, що надали експерти і дозволяє визначити ступінь їхньої згоди щодо оцінювання певних об'єктів чи напрямів [22]. Коефіцієнт дає змогу кількісно оцінити, наскільки подібними є погляди експертів, що досить сприяє формуванню кінцевих висновків, особливо при умові невизначеності або нестачі кількісних даних про об'єктивність отриманих результатів та доцільність подальшого залучення певних груп експертів до проектів.

Як правило, при ранжируванні ризиків як питання експертам постають самі ризики, в деяких випадках використовуються питання, на основі яких будуть прийняті заходи. Для демонстрації методології та наочності розрахунків було сформовано перелік з 9-ти ризиків сталого розвитку, використовуючи ризики з різних груп (економічні, геополітичні, соціальні, екологічні, технологічні):

1. Дефолт головного фінансового механізму чи системи
2. Некерована інфляція
3. Природні катастрофи
4. Міждержавний конфлікт з регіональними наслідками
5. Державний колапс або криза
6. Широкомасштабна вимушена міграція
7. Швидке та масове поширення інфекційних хвороб
8. Масові випадки шахрайства / крадіжки даних
9. Значна соціальна нестабільність

Приклад даних з оцінками експертів та подальшими розрахунками показано у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Приклад оцінок експертів

№ напрямку	Бали експертів								Сума рангів R_i	Відхилення Δ_i	Квадрат відхилення Δ_i^2
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1.	3	5	4	5	5	4	4	5	40	-5	25
2.	3	–	4	–	–	–	5	5	19	-26	676
3.	5	5	5	5	5	5	5	5	36	-9	81
4.	4	5	4	5	5	4	3	5	26	-19	361
5.	3	4	4	4	–	–	4	–	24	-21	441
6.	2	2	3	3	–	–	–	–	35	-10	100
7.	1	1	4	2	4	–	–	–	12	-33	1089
8.	2	5	4	4	5	4	5	–	20	-25	625
9.	2	5	4	4	–	3	5	–	28	-17	289
Сума	45	45	45	45	45	45	45	45			3687

Також в подібній таблиці може бути присутнім середній бал по кожному з напрямків, проте його буде продемонстровано згодом, в таблиці кінцевого ранжирування.

Суму рангів підраховано згідно формули (6), після цього підраховано відхилення оцінки кожного напрямку від суми рангів використовуючи формулу (4). Після цього, проведено обрахунок квадратів відхилень та їх підсумовування згідно формули (3). Також, в таблиці можна побачити розрахунок середньої суми рангів (нижній рядок таблиці) згідно формули (4): $\frac{n(n+1)}{2} = 45$.

Після того, як всі попередні розрахунки проведено та заповнено таблицю, можна переходити до розрахунку коефіцієнту конкордації. Згідно формули (2):

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3-n)} = \frac{12 \cdot 3687}{8^2(9^3-9)} = 0.96$$

Слід додати про значення коефіцієнту узгодженості думок. Коефіцієнт варіюється від 0 до 1. Чим більше його значення, тим вищий рівень узгодженості

думок експертів [22]. Значення $W = 1$ вказує на повну узгодженість, тоді як при $W = 0$ інформація є повністю неузгодженою. Високе значення є показником того, що експертні оцінки можуть бути надійною основою для подальших рішень або планування дій. Проаналізувавши результати можна зробити висновок, що ступінь узгодженості думок 8 експертів є досить високим.

Кінцевим етапом ранжирування ризиків стає формування кінцевого переліку у порядку спадання, використовуючи середні оцінки по кожному з ризиків. Приклад такого переліку на основі відповідей експертів наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати ранжирування

№ п/п	Напрями	Середній бал
1.	Дефолт головного фінансового механізму чи системи	5,0
2.	Природні катастрофи	4,5
3.	Широкомасштабна вимушена міграція	4,37
4.	Міждержавний конфлікт з регіональними наслідками	3,25
5.	Державний колапс або криза	3,0
6.	Масові випадки шахрайства / крадіжки даних	2,5
7.	Некерована інфляція	2,38
8.	Значна соціальна нестабільність	2,25
9.	Швидке та масове поширення інфекційних хвороб	1,5

В якості загального висновку до розділу слід зазначити, що ключовими етапами загального алгоритму ранжирування ризиків на основі експертних методів є: формування робочої групи експертів (стейкхолдерів із різних груп), враховуючи рівень їх компетентності; розробка технічного завдання (або сценарію) проведення експертизи; ознайомлення експертів з об'єктами експертизи; аналіз рівня узгодженості думок експертів; оцінка та підсумкове ранжування об'єктів експертизи.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ РАНЖИРУВАННЯ РИЗИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ

Досить важливим етапом проектування будь-якого програмного продукту є коректний вибір технологій та інструментів, що визначає майбутні можливості розробки, підтримки та розвитку проекту. Ретельний аналіз альтернатив та обґрунтування вибору конкретних засобів є ключовим моментом у процесі розробки програмного продукту. Після аналізу методів і засобів розробки було вирішено створити веб-додаток з двома ролями – адміністратор і експерт. В цьому розділі продемонстровано вибір засобів та алгоритмів реалізації системи ранжирування ризиків на основі методів експертної оцінки.

3.1 Вибір засобів реалізації системи

Під час моделювання веб-застосунку виникає питання вибору інструментів для реалізації. Провівши аналіз наявних варіантів, було вирішено використовувати мову програмування JavaScript для розробки ПЗ.

Чому саме JavaScript? Ця мова програмування відзначається своєю гнучкістю та є ідеальною для веб-розробки. Здебільшого, JS використовується для динамічної взаємодії з користувачем, забезпечуючи швидкість та дружній UI на веб-сторінках [24]. Серед його сильних сторін – підтримка роботи як на клієнтській, так і на серверній стороні за допомогою платформ, таких як Node.js, а в подальшому – фреймворків на основі Node.js. З плином часу, все більше і більше компанії використовують JS для побудови клієнтської частини сайту, багато хто переходить з інших мов на JavaScript. Сучасний веб неможливо уявити без JavaScript, оскільки він використовується в популярних фреймворках і бібліотеках,

таких як React, Angular та Vue.js, що дозволяють створювати швидкі, але багатофункціональні веб-застосунки.

Хотілось би виділити сильні сторони цієї мови програмування:

1. Робота з Document Object Model: JavaScript має досить зручний API для роботи з HTML елементами та може отримувати доступ і маніпулювати ними на сторінці, що сприяє інтерактивності веб-додатків [25].

2. Асинхронність: одна з ключових переваг, можна виконувати операції, такі як виконання запитів або завантаження даних без блокування основного потоку виконання, грубо кажучи, у фоновому режимі.

3. Широка екосистема і бібліотеки: JavaScript має одну з найбільших екосистем у світі програмування. npm (Node Package Manager) містить мільйони пакетів та бібліотек, які спрощують і пришвидшують розробку.

4. Гнучкість мови: мова підтримує кілька парадигм програмування, таких як об'єктно-орієнтоване, функціональне та імперативне програмування. Це дозволяє розробникам вибирати стиль коду, який найкраще підходить для конкретного проекту.

5. Постійний розвиток: JavaScript постійно оновлюється, використовуючи специфікації ECMAScript, що додає нові можливості та вдосконалює мову.

JavaScript є ідеальним варіантом для розробки веб-додатків. Це одна з небагатьох мов, яка дозволяє інтерфейс користувача та серверну логіку що робить її особливо зручним для повного циклу розробки. При цьому існує досить багато мов, що використовуються для веб-розробки, проте JS розроблялась саме для браузерного інтерфейсу, що доволі позитивно впливає на управління інтерактивністю сторінок в браузері [26].

Також, ця мова активно використовує в собі новітні технології, такими як прогресивні веб-додатки (PWA) та односторінкові додатки (SPA), що дозволяє створювати високопродуктивні, швидкі веб-рішення [27]. Далі буде більш детально розглянуто засоби реалізації клієнтської та серверної частини додатку, а також БД.

Вибір правильної технології на клієнті, особливо в екосистемі JavaScript, є критично важливим етапом у процесі розробки. Вибір оптимального інструменту

досить сильно впливає на загальну продуктивність додатку, можливість подальшого масштабування, зручність розробки та тестування.

Як основний фреймворк на клієнті було застосовано React. React – це популярний інструмент, розроблений компанією Facebook, що використовується для створення інтерфейсу користувача. React дозволяє розробникам створювати динамічні, інтерактивні але при цьому досить обширні та масштабовані користувацькі інтерфейси шляхом створення компонентів, а в подальшому – повторного їх використання [28].

Основна концепція React наступна: фреймворк базується на підході компонентів, які є самостійними, повторно використовуваними шматками коду, що можуть містити логіку, стилі та інше. Це дозволяє розробникам створювати складні інтерфейси, розбиваючи їх на простіші частини.

Однією з ключових переваг React є використання віртуального DOM, що значно оптимізує продуктивність додатку. Завдяки JSX-синтаксису, який поєднує в собі структуру HTML та логіку JavaScript, процес створення інтерфейсу стає більш інтуїтивним та читабельним для розробників. Це сприяє підвищенню якості коду та спрощує його підтримку.

Більш того, React має велику і активну спільноту, а також багато інструментів, які доповнюють його функціональність. У ході розробки веб-застосунку було використано наступні інструменти:

1. React Router: Використовується для маршрутизації. Даний фреймворк служить обгорткою над `window.location` та має досить багато можливостей для розробника. Основною перевагою фреймворку є переміщення між різними компонентами без перезавантаження сторінки [29].

2. Axios: Популярна бібліотека для виконання HTTPS-запитів та конфігурації параметрів таких запитів. Для розробника – забезпечує простий і зручний інтерфейс для роботи з API серверу, дозволяючи легко проводити основні CRUD операції.

3. Material-UI: Інструмент для стилізації компонентів. пропонує компоненти інтерфейсу користувача, які відповідають принципам Material Design від Google

[30]. Дозволяє швидко створювати красиві та адаптивні інтерфейси, заощаджуючи час на стилізацію та дизайн.

4. React MathJax: Ця бібліотека спеціальна адаптована під React та дозволяє виводити математичні формули у форматі LaTeX на веб-сторінці, використовуючи вже відому нотацію для формул.

Такий стек технологій є досить прогресивним та найбільше підходить для створення гнучкого та гарного інтерфейсу. Після того як стек технології для реалізації клієнтської сторони обрано, можна переходити до серверу.

При розробці серверної частини веб-застосунку, було використано Node.js та фреймворк Express. Node.js – це свого роду серверне середовище виконання JS коду. Основний механізм Node.js використовує асинхронну архітектуру, що робить його ідеальним для створення масштабованих і досить продуктивних API. Node.js працює в однопоточному режимі, проте може обробляти тисячі запитів одночасно, використовуючи внутрішні механізми оптимізації [31]. Це знижує витрати ресурсів, пов'язані зі створенням нових потоків під завдання.

Серверну частину, в цілому, можна писати і на чистому Node.js, але набагато зручніше використовувати сторонні фреймворки. Одним з таких фреймворків є Express. Веб-фреймворк, розроблений для платформи Node.js, який спрощує створення серверних додатків і API. Від дати свого запуску у 2010 році, Express зарекомендував себе як один із найбільш використовуваних фреймворків для серверної розробки на JS [32]. Express є легким і не має зайвих залежностей, що є досить корисним та дозволяє розробникам зосередитися на розробці власних функцій навіть на старому обладнанні.

Однією з базових концепцій фреймворку є система маршрутизації, яка дозволяє легко визначати, як сервер реагуватиме на різні HTTP-запити (GET, POST, PUT, DELETE тощо). Розробники можуть визначати маршрути для обробки запитів до конкретних URL-адрес. Також, Express підтримує роботу з різними базами даних, причому на кожному з БД є досить багато сторонніх інструментів для роботи з ними.

Саме тому, серверну частину було розроблено використовуючи цей фреймворк, а також суміжні інструменти:

1. Mongoose: бібліотека для зручної роботи з БД та формування моделей. Забезпечує схеми у форматі, подібному JSON для визначення структури документів у MongoDB, а також підтримує перетворення документів в JavaScript об'єкти, перевірку даних та зв'язування сутностей в базі даних.

2. Bcrypt: бібліотека для обробки паролів користувачів. Вона використовує алгоритм Bcrypt для хешування/розшифрування, та подальшого зберігання паролю в БД, що є досить важливим аспектом безпеки будь-якого ПЗ.

3. Jsonwebtoken: допоміжна бібліотека для аутентифікації, знову ж таки, пов'язана з безпекою веб-додатку. JWT – це стандарт для аутентифікації та передачі інформації між сторонами. Забезпечує безпечний обмін даними.

Також є інструменти які полегшують локальний процес розробки, такі як nodemon та concurrently. Вони допомагають проводити оновлення коду, не перезапускаючи сервер, що покращує швидкість розробки. А також запускати скрипти для старту клієнта та сервера в різних терміналах, що досить зручно для розробника. Але як правило, при розгортанні проекту на віддаленому сервері ці інструменти не потрібні.

Що стосується бази даних, було обрано MongoDB. Це документо-орієнтована база даних типу NoSQL, з відкритим вихідним кодом, яка є досить простою в освоєнні та не вимагає створення жорстких схем таблиць, як це зазвичай робиться у базах даних, що використовують реляційні зв'язки.

MongoDB була випущена у 2009 році компанією 10gen (згодом перейменованою на MongoDB Inc.). Вона була розроблена для того, щоб вирішувати проблеми масштабування, які часто виникали у традиційних реляційних базах даних у великих системах і додатках [33].

Як сказано вище, головною особливістю MongoDB є документо-орієнтована модель даних. Тобто, дані зберігаються у вигляді документів формату BSON (бінарна версія JSON). Такий документ дозволяє зберігати поля різних типів даних,

навіть вкладені об'єкти та масиви. Відмінність зображено на рисунку 3.1. Такий функціонал є досить корисним для додатків, де структура даних є мінливою.

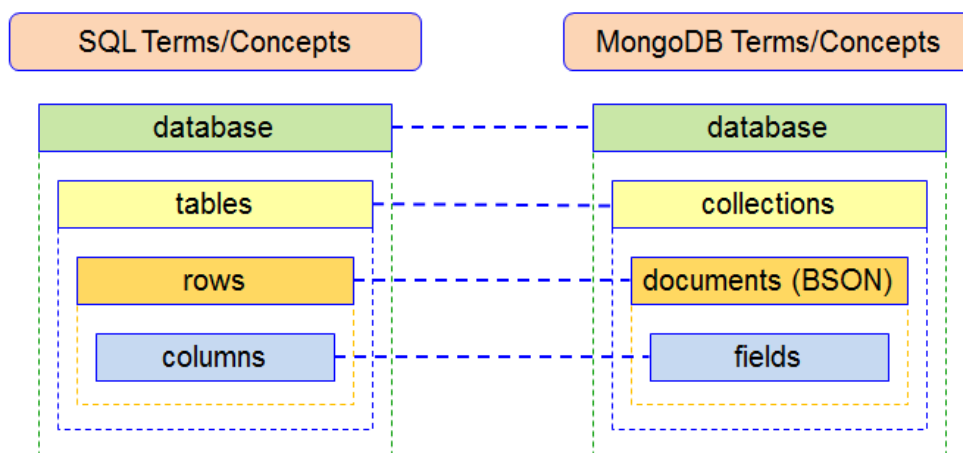


Рисунок 3.1 – Порівняння реляційної та документо–орієнтованої БД

Нижче наведено ще деякі переваги та особливості MongoDB:

1. Простота підключення: зазвичай MongoDB працює як віддалена база даних, і підключення до неї не вимагає складних налаштувань локальної інфраструктури, в документації є вичерпний мануал на підключення.

2. Відсутність фіксованої схеми: на відміну від реляційних баз даних, MongoDB не вимагає попередньо визначених схем сутностей. Тобто модель може видозмінюватись, а може бути взагалі не заданою.

3. Індексация: є можливість створювати індекси на полях документів, що допомагає при обробці запитів.

4. Агрегація: у випадку з складними запитами MongoDB пропонує потужний інструмент агрегації, що дозволяє проводити складні операції з даними, такі як сортування, фільтрація, групування і т.п. Важливо те, що така агрегація є в рази простішою для розробника ніж схожа операція в SQL архітектурі.

Проте, для деяких цілей, така база даних може бути не до кінця оптимізованою. Відсутність фіксованої схеми може ускладнити управління даними та забезпечення однакового вигляду сутностей. Ще один нюанс, для фінансових,

банківських та інших додатків, де потрібна висока точність, можуть бути кращі реляційні бази даних.

Таким чином, вибір БД залежить від конкретної цілі. MongoDB ідеально підходить для застосунків, які змінюються та не потребують жорсткої структури. Документо-орієнтована модель є досить простою в розумінні та подальшій роботі. Саме тому, як базу даних для застосунку обрано саме MongoDB.

3.2 Опис програмної реалізації системи

Як було зазначено в попередньому пункті для реалізації веб-застосунку було обрано мову програмування JavaScript. Почати хотілось би з опису архітектури програмної системи, що зображена на рисунку 3.2.

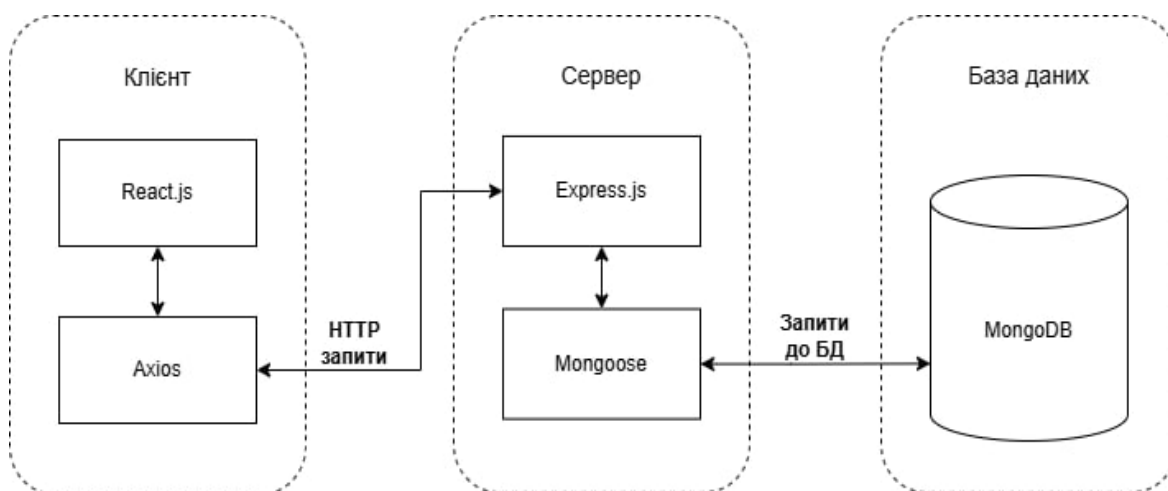


Рисунок 3.2 – Архітектура системи

Як метод комунікації між клієнтом та сервером обрано метод REST API. У сучасному вебі, а саме при розробці на мові JavaScript цей метод є найпоширенішим і зручним для написання та тестування програмного коду [34].

Для кращого розуміння принципу роботи системи, наведено приклад взаємодії всіх складових діаграми з використанням REST. Наприклад,

адміністратор хоче переглянути список всіх експертів. Для цього, на клієнті при переході на сторінку з даними всіх експертів виконується GET-запит, використовуючи бібліотеку Axios та можливості налаштування параметрів запити. Запит відправляється на адресу, що визначена сервером. В даному випадку це “/users”. В залежності від типу запити, також може передаватись тіло, з якого будуть братись дані, наприклад при POST або PUT. Також, як параметр може передаватись будь що в адресі на яку йде запит. Наприклад, для отримання інформації про конкретного експерта потрібно передати в стрічці запити параметр id наступним чином: “/users/:id”.

Сервер, в свою чергу, приймає такий запит, та передає обробку запити бібліотеці Mongoose, яка відповідає за зв'язок з базою даних. Після того як запис знайдено в БД, сервер повертає результат на клієнт. Також, в окремих випадках є перевірка, чи має доступ той користувач, від якого йде запит. Є певний набір HTTP-кодів, для визначення типу помилки (якщо вона є), або для визначення статусу даних. Дані відправляються на клієнт у форматі JSON. Після отримання даних, клієнт відображає їх на сторінці, при цьому не перезавантажуючи саму сторінку, що є досить вагомим плюсом для UX.

Нижче наведено основні HTTP методи що використовуються при роботі з REST архітектурою:

1. GET: Отримання ресурсу. Наприклад, отримати інформацію про експерта.
2. POST: Створення ресурсу. Може бути використаний при реєстрації, або при додаванні проекту або ризику.
3. PUT/PATCH: Оновлення ресурсу. Наприклад, оновити дані експерта. Відмінність між PUT та PATCH, в тому що перший метод повністю оновлює інформацію, а другий лиш частково.
4. DELETE: Видалення ресурсу. Наприклад, видалити проект з системи.

Використання такого типу архітектури дозволяє створити доволі стабільну та при цьому масштабовану архітектуру, яка проста у розумінні та розвитку для розробників. Кожен запит до сервера є незалежним, що підвищує продуктивність

системи. Далі наведено інформацію про всі складові системи, а саме: клієнт, сервер та БД.

При розробці клієнту було використано основну можливість бібліотеки React, а саме концепцію компонентів. Всі компоненти в системі побудовані на основі функцій, а також для управління станом системи, було використано хуки. Вони значно спрощують управління станом компонентів та взаємодію з побічними ефектами (наприклад, запитами до сервера) [28]. На рисунку 3.3 зображено структуру файлів та директорій що використовуються на клієнті.

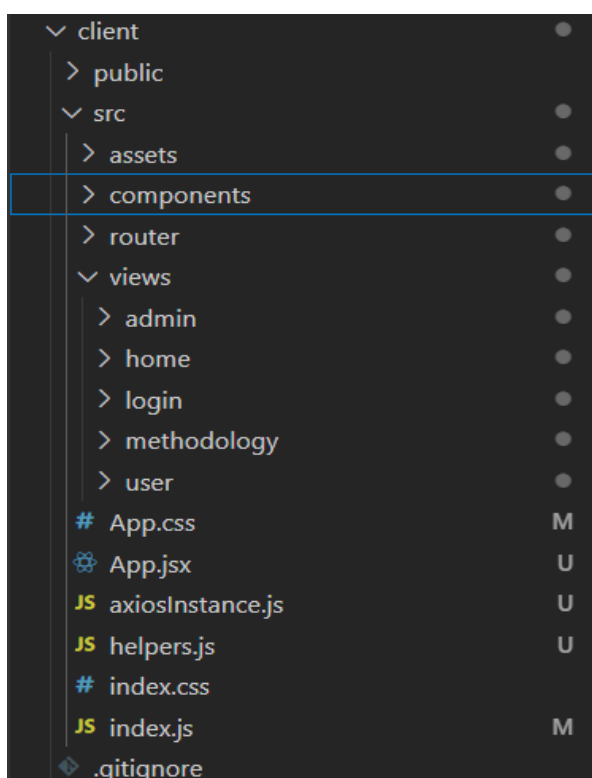


Рисунок 3.3 – Структура клієнт сторони застосунку

Вся логіка для роботи з фронтом знаходиться в папці src. Нижче описано структуру цієї папки:

- assets: в папці знаходяться всі зображення, що використані в системі;
- components: папка що містить в собі компоненти, які використовуються в різних частинах системи;

– router: тут визначено основні URL-адреси, що використовуються на клієнті а також управління доступом до них в залежності від ролі користувача;

– views: ця папка відповідає за представлення окремих сторінок, що формуються з компонентів. Як правило, посилання на сторінки з цієї папки використовуються в router. Більш того, папку розбито на декілька допоміжних, тут є окремі сторінки для експерта та адміністратора, а також загальні сторінки, такі як авторизація, методологія та домашня сторінка.

Також, одним з важливих файлів є axiosInstance.js. Як було сказано вище, для роботи з бекендом, фронтенд використовує бібліотеку Axios. Щоб спростити роботу з API та авторизацією через JWT-токени, в цьому файлі створений спеціальний екземпляр Axios, який автоматично додає токен авторизації до кожного запиту. Також, для коректної роботи з бекендом, в цьому файлі настроєно всі потрібні HTTP заголовки. Що стосується файлової структури бекенду, основні директорії зображено на рисунку 3.4.

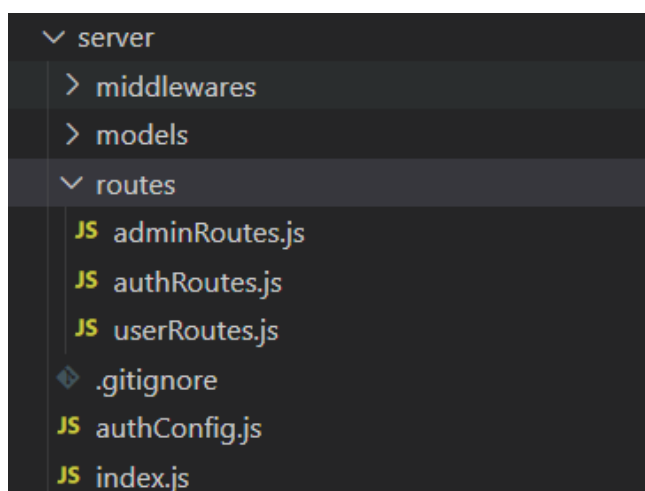


Рисунок 3.4 – Структура серверної сторони застосунку

Бекенд побудований на базі фреймворку Express.js та допоміжної бібліотеки Mongoose. Для такого типу систем наступна структура є базовою:

– middlewares: в даній папці знаходяться функції, які виконуються під час обробки запиту між моментом отримання запиту сервером та його остаточною

відповіддю; в конкретному випадку використовуються для аутентифікації, забезпечуючи доступ до певних ресурсів тільки авторизованим користувачам залежно від ролі;

- `models`: тут знаходяться всі моделі, які було зроблено за допомогою Mongoose, на основі таких файлів будується база даних;

- `routes`: в даній папці знаходяться всі URL адреси та обробники запитів, грубо кажучи основний функціонал бекенду, за допомогою запитів на такі адреси клієнт отримує необхідні дані; всі запити в системі розбиті на 3 файли, а саме, запити користувача, запити адміністратора, та загальні запити для аутентифікації;

- `index.js`: основний файл, в якому відбувається підключення до БД, підключення всіх бібліотек, а також допоміжних файлів з інших директорій.

Також, одним з важливих моментів що постає при реалізації системи є аутентифікація. В розробленому додатку використано аутентифікацію з використанням JWT-токена. Такий підхід дозволяє передавати інформацію між клієнтом і сервером, включаючи в заголовки або cookie-файли токен, що містить зашифровані дані [35]. Процес аутентифікації працює наступним чином:

1. Користувач надсилає запит на сервер для авторизації. В тіло запиту включені логін та пароль.

2. Сервер перевіряє правильність даних. Якщо все добре, генерується JWT-токен за допомогою алгоритму, що визначений на сервері.

3. Токен повертається на клієнт і зберігається (для подальшої відправки в кожному запиті до серверу) в випадку розробленої системи в `localStorage`.

4. Під час кожного подальшого запиту на сервер клієнт додає цей токен у відповідний заголовок. Як зазначено вище, це зроблено за допомогою засобів бібліотеки `Axios`. В подальшому такий токен дозволяє серверу ідентифікувати користувача і визначити його роль.

Що стосується структури самого токена, то вона складається з трьох частин: заголовок, вмісту та підпису. Заголовок містить тип токена і алгоритм, що використовується для його шифрування. Вміст включає інформацію про користувача, що була визначена на сервері, його ідентифікатор, роль та термін дії

токена. Підпис є хешем заголовка та вмісту, згенерованим за допомогою секретного ключа, який зберігається на сервері. Такий ключ є гарантом того що токен не було змінено.

Під час розробки програмного забезпечення для зберігання основних сутностей системи було використано базу даних MongoDB, причому взаємодія з нею здійснюється через віддалене підключення. Такий підхід дозволяє підключатися до віддаленого сервера незалежно від його розташування, що є вагомим плюсом при розробці з різних девайсів, а також при подальшому розгортанні застосунку на сервері [36].

Хоча MongoDB є документо-орієнтованою, для кращого розуміння структури основних сутностей даних, було створено діаграму бази даних, що представлена на рисунку 3.5.

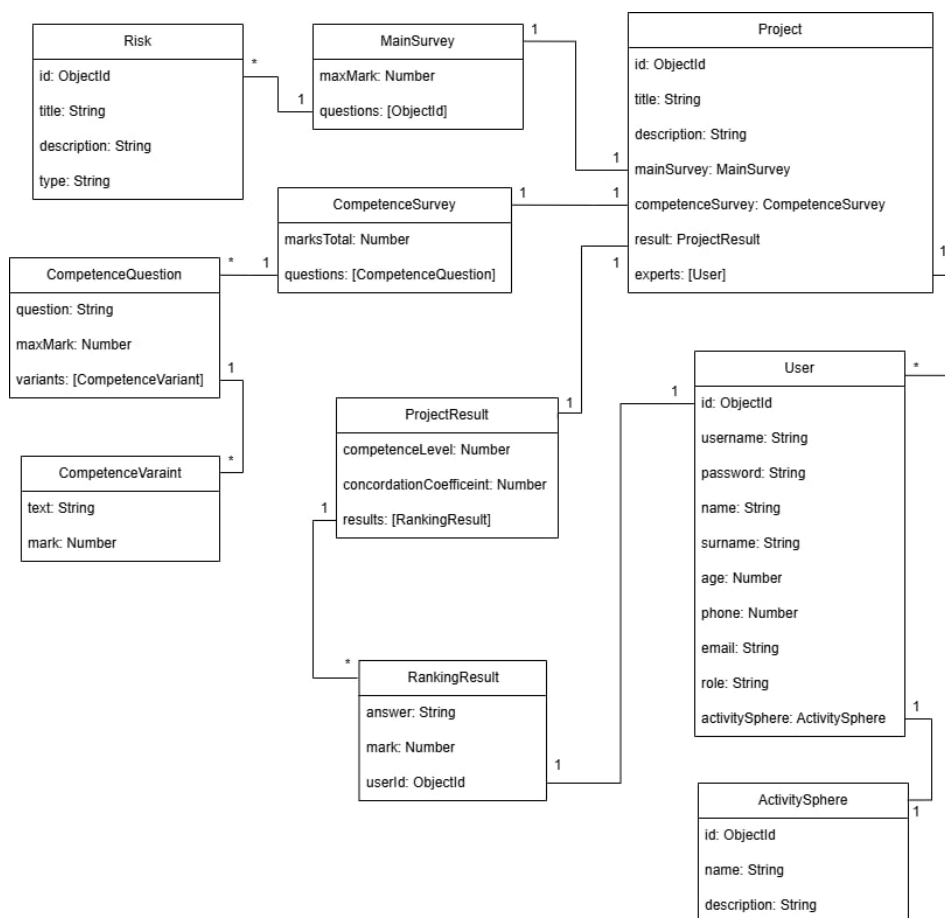


Рисунок 3.5 – Діаграма бази даних

Однією з ключових сутностей в БД є сутність користувача, почати хотілось би з неї. Включає в себе наступні поля: унікальний ідентифікатор (всі ідентифікатори, що зображені на схемі генеруються автоматично базою даних), логін, пароль, ім'я, прізвище, вік, номер телефону, адреса електронної пошти, роль (адміністратор або експерт), та сферу діяльності. В свою чергу, сфера діяльності виступає окремою сутністю, що має назву та опис. На моменті розробки веб-застосунку було прийнято рішення зробити перелік сфер діяльності статичним.

Проте, основною сутністю є сутність проекту ранжирування, що має досить багато вкладених об'єктів. Стосовно простих полів, проект має назву, опис та унікальний ідентифікатор. В проекті також існують опитувальники: основний, та для визначення рівня ранжирування.

Почнемо з сутності опитувальника для визначення рівня компетентності. В такому записі є сума всіх оцінок по кожному з питань та список питань. Кожне з питань, в свою чергу містить в собі максимальну оцінку, назву, а також список з варіантами відповідей (з цих відповідей, експерт в подальшому обирає відповідь на питання). Кожен варіант включає в себе текстове наповнення, а також відповідну оцінку. Дані з опитувальника для користувачів представлені у вигляді таблиці (для адміністратора) або у вигляді списку питань з варіантами відповіді.

Також є основний опитувальник, що має доволі схожу структуру. Сутність містить в собі максимальну оцінку, яка може бути поставлена тому чи іншому ризику або питанню, а також список з ризиками. В залежності від того адміністратор обирає зі списку ризиків, чи створює власні питання, список наповнюється відповідною інформацією. Також існує сутність ризику, створена для автоматичного заповнення проектів, містить в собі назву, опис та тип ризику.

Проект також містить список експертів, що були залучені до опитування, а також результати. Сутність результату включає в себе рівень компетентності (що був визначений адміністратором), а також вирахований коефіцієнт конкордації. Та власне, результати проекту: це відповіді кожного з експертів на питання ранжирування.

В ході опису бази даних, було згадано лише кілька основних можливостей застосунку. Більш детальний опис всіх можливостей, в залежності від ролі зображено на рисунку 3.6 у вигляді діаграми прецедентів.

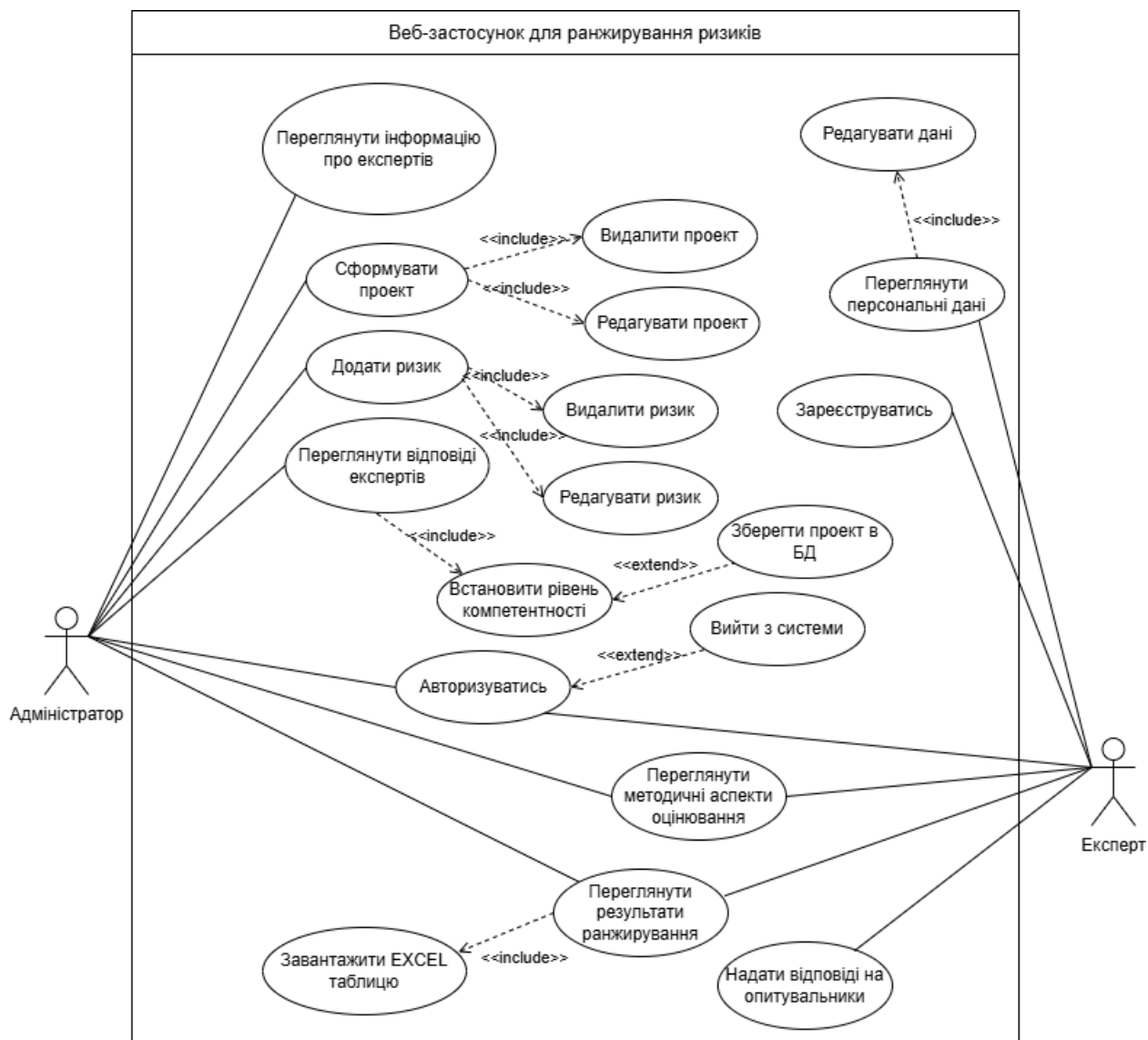


Рисунок 3.6 – Діаграма прецедентів

Діаграма демонструє взаємодію двох типів користувачів системи – адміністратора та експерта, кожен із яких має доступ до різних функціональних можливостей. Обидві ролі мають функціонал авторизації, перегляду алгоритму експертного оцінювання та кінцевих результатів оцінювання і подальшого завантаження їх у форматі *xlsx*.

З відмінностей, експерт має можливість реєстрації в системі, а також перегляду власних даних, та їх редагування, що є досить зручним, наприклад, при зміні паролю. Також, основним завданням та можливістю експерта є надання відповіді на проекти, в яких він залучений. Надання відповідей включає в себе два опитувальники – опитувальник для визначення рівня компетентності, а також опитувальник з ризиками, які потрібно оцінити.

Адміністратор, в свою чергу має розширені можливості управління системою: додавання, редагування, попередній перегляд проектів у вигляді таблиці. Після того як експерти надали свої відповіді, адміністратор повинен визначити бажаний рівень компетентності по проекту, тим самим відфільтрувавши відповіді експертів, що мають недостатній рівень, а також зберегти проект в базу даних, тим самим відправивши результати на перегляд експертам. Також, адміністратор має функціонал перегляду детальної інформації про експертів та поповнення/редагування/видалення визначеного переліку ризиків сталого розвитку.

Основним функціоналом системи є ранжирування ризиків сталого розвитку. З точки зору адміністратора та експерта цей процес має свої ключові етапи. Отже, починаючи з нуля адміністратор створює проект, де заповнює анкету для визначення рівня компетентності, а також основний опитувальник, в який підтягуються ризики сталого розвитку автоматично. Після цього адміністратор додає експертів до проекту, обираючи зі списку, та зберігає проект. Система автоматично відправляє проект на оцінку експертам що залучені до нього.

Експерти в свою чергу дають відповіді на питання, причому поступово, спочатку на питання компетентності, потім на основні. Після того як експерти надали свої відповіді, система вираховує рівень компетентності кожного з них та початковий коефіцієнт конкордації та відправляє проект адміністратору на перегляд.

Адміністратор визначає бажаний рівень компетентності, система відфільтровує відповіді некомпетентних експертів та перераховує коефіцієнти. Після цього адміністратор може зберігати проект. Система відправляє проект на

перегляд всім експертам що були залучені, а також зберігає результати в БД. Діаграма активності процесу, що описаний вище зображена на рисунку 3.7.

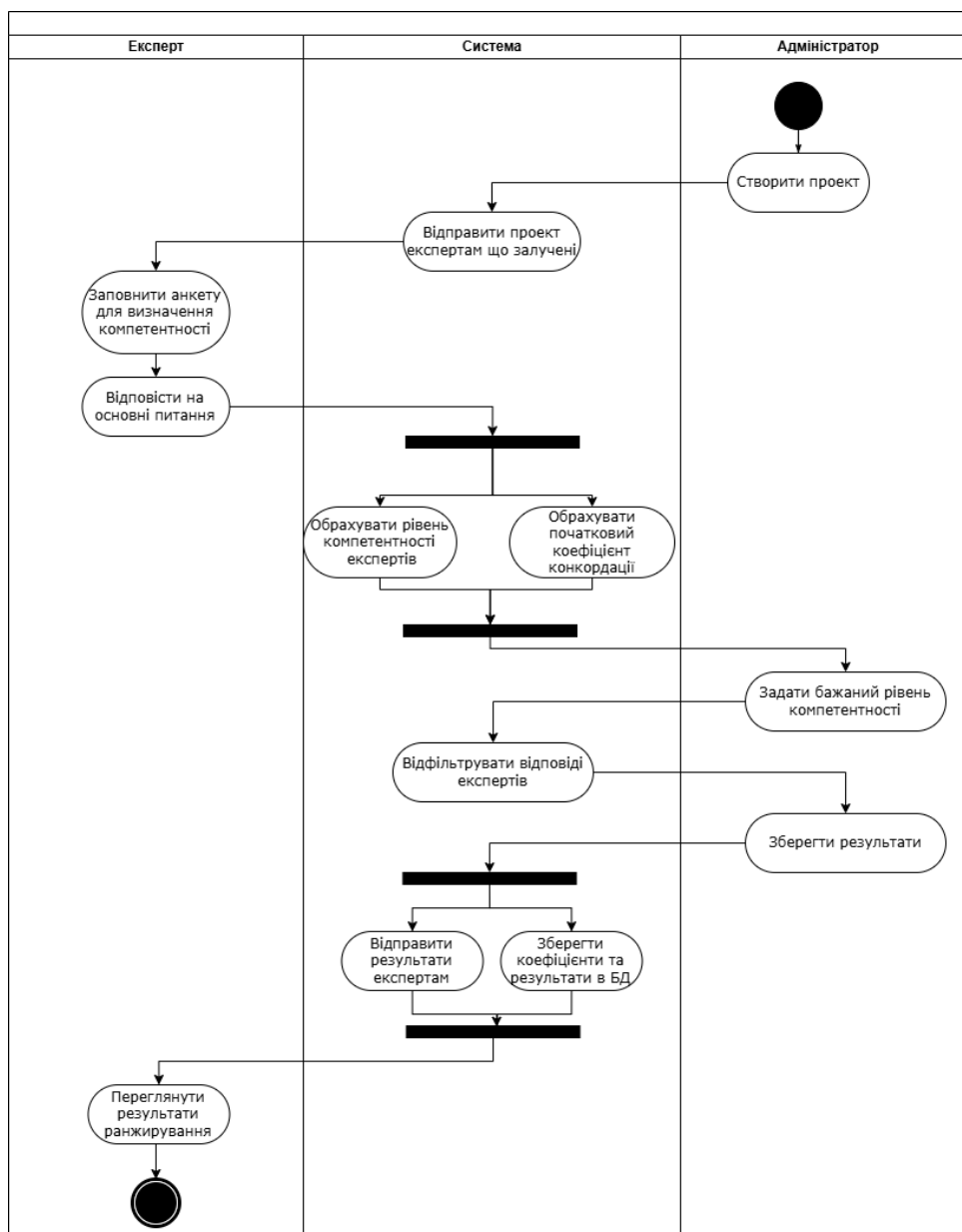


Рисунок 3.7 – Діаграма активності основного процесу системи

Діаграма наочно демонструє логіку виконання ключових етапів оцінки проекту, необхідні дії від адміністратора та експертів, а також механізми автоматизації в рамках роботи з проектами сталого розвитку та роботу системи з базою даних.

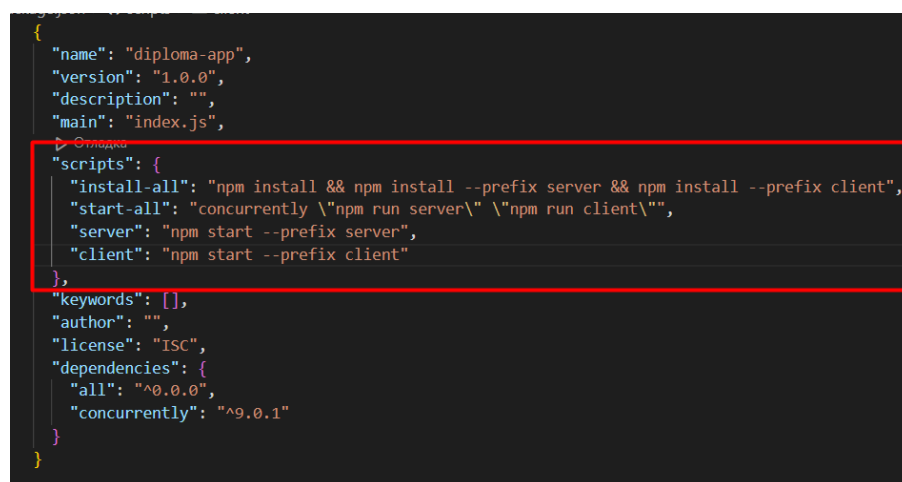
4 МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ

В розділі описані вимоги до системи користувача, кроки інсталяції ПЗ, включаючи налаштування та початкову конфігурацію. Також наведено основні сценарії роботи користувача з системою, включаючи дві ролі: адміністратор та експерт.

4.1 Інсталяція та системні вимоги

Програму розроблено як веб-застосунок, та поки її немає у вільному доступі, тож для отримання основних модулів потрібно завантажити репозиторій з кодом використовуючи команду `git clone`. Важливо: користувач повинен мати встановлену глобально платформу Node.js.

Після того як кодову базу завантажено, потрібно відкрити кореневу папку проекту, в якій знаходяться відповідні папки для клієнту та серверу, а також файл `package.json` з скриптами для встановлення необхідних модулів системи та запуску додатку (рисунок 4.1).



```
{
  "name": "diploma-app",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "install-all": "npm install && npm install --prefix server && npm install --prefix client",
    "start-all": "concurrently \"npm run server\" \"npm run client\"",
    "server": "npm start --prefix server",
    "client": "npm start --prefix client"
  },
  "keywords": [],
  "author": "",
  "license": "ISC",
  "dependencies": {
    "all": "^0.0.0",
    "concurrently": "^9.0.1"
  }
}
```

Рисунок 4.1 – Файл `package.json`, з необхідними скриптами

Для того, щоб встановити всі модулі в терміналі потрібно прописати “npm run install-all”. При бажанні можна встановити залежності для клієнта та сервера окремо, переходячи в кожную папку та прописуючи команду “npm i”.

Після цього, потрібно запустити сам застосунок, це можна зробити також з кореневої папки прописавши команду “npm run start-all”. Для зручності розробки та кращого налаштування, ідентично з інсталяцією, можна запустити сервер та клієнт з різних терміналів, використовуючи “npm start”.

4.2 Сценарії роботи користувача з системою

Початок роботи користувача з програмним забезпеченням починається з головної сторінки, що зображена на рисунку 4.2. На цій сторінці є основна інформацію про систему а також кнопки входу та реєстрації.



Рисунок 4.2 – Домашня сторінка

При натисканні на кнопку входу, користувач перенаправляється на сторінку входу, де потрібно ввести логін та пароль. Сторінка має однаковий інтерфейс як для адміністратора, так і для експерта. Вигляд сторінки зображено на рисунку 4.3.

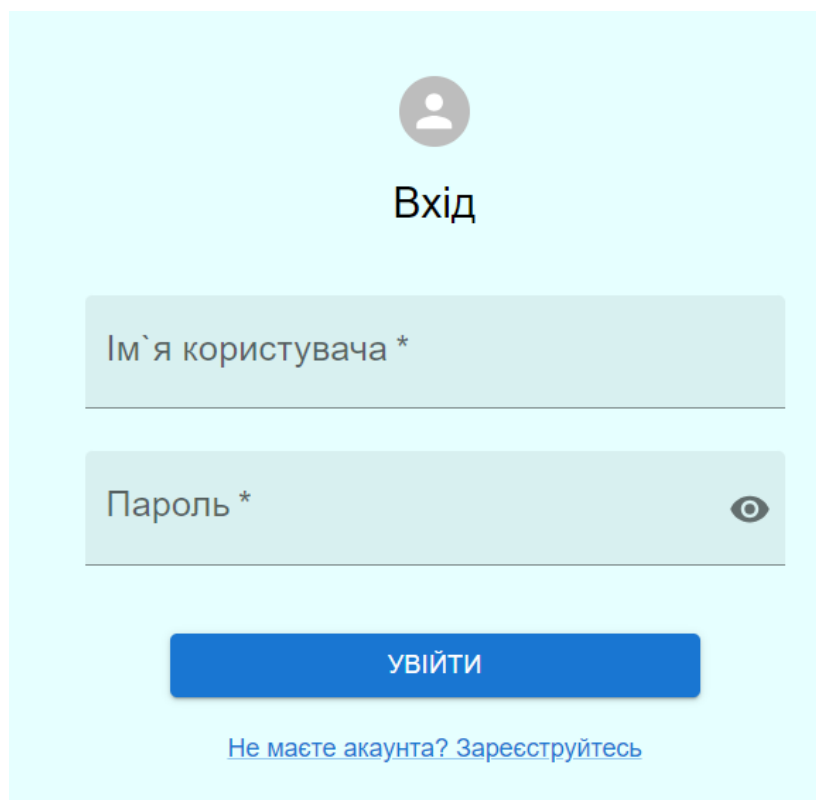


Рисунок 4.3 – Сторінка входу

Слід зазначити, що при вводі невірних даних, наприклад неіснуючого логіну або хибного паролю, користувачу виведеться вікно з помилкою (рисунок 4.4). Така обробка помилок присутня практично в усіх модулях програми.

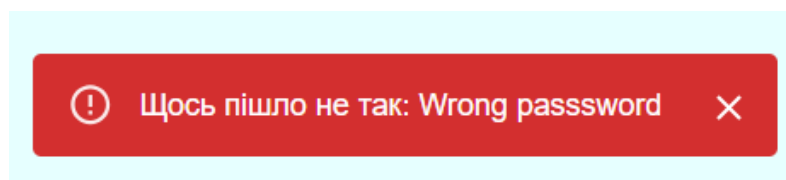


Рисунок 4.4 – Вікно, що повідомляє про помилку

Також, якщо в користувача ще немає акаунту, є можливість зареєструватись натиснувши на посилання на сторінці входу, або на кнопку реєстрації на головній сторінці. Вигляд сторінки реєстрації зображено на рисунку 4.5. Важливо: при реєстрації користувачу автоматичнозначається роль експерта. Для реєстрації потрібно заповнити наступні поля: ім'я, прізвище, вік, номер телефону, електронна адреса, ім'я користувача (логін), пароль, та обрати сферу діяльності з розкривного списку. При вводі паролю також є можливість переглянути його.

The image shows a registration form titled "Регістрація" (Registration) with a user icon. The form is divided into two columns. The left column contains fields for "Ім'я" (Name) with value "Вячеслав", "Прізвище" (Surname) with value "Журавель", "Вік" (Age) with value "22", and "Номер телефону" (Phone number) with value "0509998899". The right column contains fields for "Email" with value "test@gmail.com", "Ім'я користувача *" (Username) with value "user555", "Пароль *" (Password) with masked characters and a visibility toggle, and a dropdown menu for "Сфера діяльності" (Activity sphere) with the selected option "Інвестиційно-консалтингові інституції". Below the form is a blue "Зареєструватись" (Register) button and a link "Вже маєте акаунт? Увійдіть" (Already have an account? Log in).

Рисунок 4.5 – Сторінка реєстрації

Всі сторінки, що наведені вище є доступними для всіх користувачів системи. На цьому, функціонал для неавторизованих користувачів закінчується. Далі в розділі розглянуто можливості кожної з ролей: адміністратора та експерта.

Після входу в систему, адміністратора зустрічає головна сторінка, яку було описано вище, а також з'являється верхня навігаційна панель (рисунок 4.6).

Рисунок 4.6 – Навігаційна панель адміністратора

Натискаючи на кожен з пунктів навігації, адміністратор перенаправляється на відповідну сторінку. Почати хотілось би з пункту “Експерти”, на цій сторінці відображається список всіх експертів, доступних в системі. Вигляд сторінки зображено на рисунку 4.7.

Інформація стосовно всіх експертів, існуючих в системі				
Ім'я	Прізвище	Вік	Сфера діяльності	Інформація
Вячеслав	Журавель	21	Представники науки та освіти	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Іван	Іванов	30	Органи державної влади	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Олександр	Ковальчук	56	Громадські (неурядові) організації	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Олена	Шевченко	30	Представники промислового бізнесу	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Іван	Гончаренко	44	Інвестиційно-консалтингові інституції	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Тетяна	Мельник	27	Представники науки та освіти	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ
Дмитро	Поліщук	60	Представники промислового бізнесу	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ

Рисунок 4.7 – Список всіх експертів, доступних в системі

Тут є базова інформація про кожного експерта. При бажанні, адміністратор може натиснути на кнопку “Дізнатись більше”. Така дія перенаправить на сторінку інформації про конкретного користувача, де адміністратор може побачити більше інформації. Вигляд сторінки зображено на рисунку 4.8.

Інформація про експерта

Ім'я Вячеслав	Сфера діяльності Представники науки та освіти
Прізвище Журавель	Телефон 0981335728
Вік 21	Адреса електронної пошти slavonzhuravel@gmail.com
Дата реєстрації 13 вересня 2024 р.	

Рисунок 4.8 – Інформація про конкретного експерта

Також є сторінка методології експертної оцінки, де описано основний алгоритм експертної оцінки та математичні формули. На рисунку 4.9. зображено частину сторінки. Сторінка також є доступною для експертів.

Для анкетного опитування **коефіцієнт компетентності визначається за формулою:**

$$K = \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{\sum_i Y_i}$$

де Y_{ij} – вага j-ої характеристики (виокремленої експертом), що оцінюється в i-ій градації в балах;
 Y_i – максимальна вага i-ої градації в балах

Коли коефіцієнт компетентності кожного з експертів є більшим за 0,5, то доцільність їх залучення в подальшому аналізі є повністю обґрунтованою. Після того, як експертні дані оброблені, необхідно оцінити ступінь узгодженості експертних думок. Іншими словами, потрібно знайти **коефіцієнт конкордації (W)**, який визначається за формулою:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)}$$

де S - загальна сума квадратів відхилень,
 N - число експертів,
 n - кількість напрямів.

Рисунок 4.9 – Сторінка методології

Однією з головних сторінок адміністратора є сторінка створення, редагування та видалення проекту. На сторінці можна додати новий проект, в подальшому редагувати його, а також видалити проекти які ще не відправлено на оцінку експертам. Вигляд сторінки зображено на рисунку 4.10.

Увага, ви не завершили редагування наступних проектів:

Економічні ризики сталого розвитку

Економічні ризики сталого розвитку охоплюють різноманітні аспекти, які можуть негативно впливати на економічну стабільність і розвиток. Це ризики, що виникають внаслідок зміни клімату, виснаження природних ресурсів, соціальної нерівності та недостатньої інфраструктури. Вони можуть суттєво загрожувати не лише окремим підприємствам, а й цілим країнам

[РЕДАГУВАТИ](#) [ВИДАЛИТИ](#)

Додати новий проект

Назва

Введіть назву проекту

Опис

Введіть опис проекту

СТВОРИТИ

Рисунок 4.10 – Сторінка додавання/редагування/видалення проекту

При вводі необхідних полів, а саме назви та опису, буде створено новий проект який в подальшому можна буде редагувати. Якщо адміністратор бажає видалити проект, при натисканні на кнопку видалення з'явиться модальне вікно, попереджуюче про видалення. Після натискання необхідної кнопки у такому вікні проект буде видалено.

При натисканні на кнопку редагування, користувача буде перенаправлено на сторінку проекту, де можна додати потрібні опитувальники для експертів, редагувати назву та опис проекту, а також додати самих експертів до проекту. При редагуванні проекту є три основні елементи, які потрібно заповнити: анкета компетентності експертів, основна анкета, додавання експертів до проекту.

Почнемо з анкети для визначення рівня компетентності експертів. Її вигляд зображено на рисунку 4.11.

Питання: Науковий рівень підготовки

Максимальна оцінка: 25

РЕДАГУВАТИ

ВИДАЛИТИ

Питання: Роль у попередніх проектах, пов'язаних із сталим розвитком

Максимальна оцінка: 15

ДОДАТИ ВІДПОВІДЬ

Варіант відповіді: стажер

Оцінка варіанту: 5

ВИДАЛИТИ ВАРІАНТ

Варіант відповіді: спеціаліст середньої ланки

Оцінка варіанту: 10

ВИДАЛИТИ ВАРІАНТ

Варіант відповіді: спеціаліст вищої ланки

Оцінка варіанту: 15

ВИДАЛИТИ ВАРІАНТ

ЗБЕРЕГТИ ПИТАННЯ

ДОДАТИ НОВЕ ПИТАННЯ

ЗБЕРЕГТИ ОПИТУВАЛЬНИК

Рисунок 4.11 – Функціонал додавання анкети для оцінювання компетентності експертів

При заповненні анкети потрібно вказати максимальний бал, на основі якого будуть проводитись подальші розрахунки. Після цього потрібно додати питання з максимальною оцінкою, та надати варіанти відповіді на кожне з них з відповідними оцінками. Всі питання та варіанти можна легко додавати, редагувати та видаляти за допомогою спеціальних кнопок. Для збереження анкети потрібно натиснути кнопку “Зберегти опитувальник”.

Наступним кроком при створенні проекту є додавання основного опитувальника. Такий опитувальник може бути сформований на основі попередньо

визначених ризиків сталого розвитку, які автоматично підтягуються в розкривний список з бази даних. Потрібно вказати максимальний бал, що може бути виставлений експертом за питання та додати відповідні питання. Також, при бажанні адміністратор може ввести своє текстове значення, що робить такий опитувальник багатофункціональним. Більш того, у адміністратора є можливість переглядати всі доступні ризики, керувати їх наповненням та видаляти, використовуючи спеціальну сторінку з інформацією про ризики. Після того як все заповнено, потрібно натиснути кнопку “Зберегти опитувальник”. Вигляд цієї вкладки зображено на рисунку 4.12.

Введіть максимальну оцінку

Максимальна оцінка
5

Введіть максимальну оцінку, 5 за замовчуванням

Сформуйте питання для експертів:

Питання/напря...

Економічні ризики

- Роздування економічних «бульбашок»
- Незаконна торгівля
- Шоківі стрибки ціни на енергію (збільшення або зменшення)
- Некерована інфляція

Екологічні ризики

- Екстремальні погодні явища (наприклад, повені, шторми тощо)
- Недотримання заходів щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них

Питання/напря...

Відмова / дефіцит критичної інфраструктури

РЕДАГУВАТИ

ВИДАЛИТИ

РЕДАГУВАТИ

ВИДАЛИТИ

РЕДАГУВАТИ

ВИДАЛИТИ

ЗБЕРЕГТИ ПИТАННЯ

Рисунок 4.12 – Функціонал додавання основної анкети

Після того як всі анкети додано, адміністратор переходить на наступну вкладку – додавання експертів. Тут потрібно вибрати експертів, що будуть залучені до проекту. Вигляд досить схожий зі сторінкою всіх експертів, проте додається спеціальний елемент для вибору експерта, що повинен бути залученим до проекту. При бажанні можна подивитись повну інформацію про експерта на окремій сторінці. Після того як всіх експертів додано, потрібно натиснути кнопку “Додати експертів”. Вигляд цієї вкладки зображено на рисунку 4.13.

Вадим	Хоменко	37	Представники промислового бізнесу	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☐ Додати до проекту
Назар	Сорока	18	Представники науки та освіти	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☐ Додати до проекту
Лідія	Яценко	48	Органи державної влади	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☐ Додати до проекту
Євген	Тимощук	52	Громадські (неурядові) організації	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☐ Додати до проекту
Денис	Струк	24	Громадські (неурядові) організації	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☒ Додати до проекту
Святослав	Панченко	64	Інвестиційно-консалтингові інституції	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☒ Додати до проекту
Тимур	Вовк	27	Інвестиційно-консалтингові інституції	ДІЗНАТИСЬ БІЛЬШЕ ☐ Додати до проекту

[ДОДАТИ ЕКСПЕРТІВ](#)

Рисунок 4.13 – Функціонал додавання експертів

Після цього, біля таблиці з'явиться кнопка – “Переглянути проект”. Натиснувши на неї, можна побачити модальне вікно з виглядом всіх анкет у формі таблиць для перевірки чи все заповнено правильно (рисунок 4.14).

Опитувальники у вигляді таблиць

☐ Змінити вигляд

Питання №	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4	Експерт №5	Експерт №6	Експерт №7	Експерт №8
№1 Роздмухування економічних «бульбашок»								
№2 Дефляційні процеси								
№3 Дефолт головного фінансового механізму чи системи								
№4 Відмова / дефіцит критичної інфраструктури								
№5 Фіскальні кризи в ключових економіках								
№6 Високе структурне безробіття або неповна зайнятість								
№7 Незаконна торгівля								
№8 Некерована інфляція								

Рисунок 4.14 – Попередній перегляд анкет

Також у модальному вікні є вибір – переглянути проект як адміністратор, або як користувач (вигляд користувача показано в наступному підрозділі). Основна анкета має такий самий вигляд як анкета компетентності експертів. Для відправки проекту на оцінку експертам, потрібно натиснути кнопку “Підтвердити”. Після цього проект буде відправлено та сторінка перезавантажиться, тим самим перенаправивши адміністратора на сторінку проектів, на які ще не всі експерти надали свої відповіді. На цій сторінці зображені картки проектів з короткою інформацією, при переході на конкретний проект можна побачити анкети компетентності та ранжирування з відповідями експертів. Детальний вигляд цих таблиць буде розглянуто нижче.

І фінальним елементом функціоналу адміністратора є сторінка завершених проектів, вигляд якої зображено на рисунку 4.15.

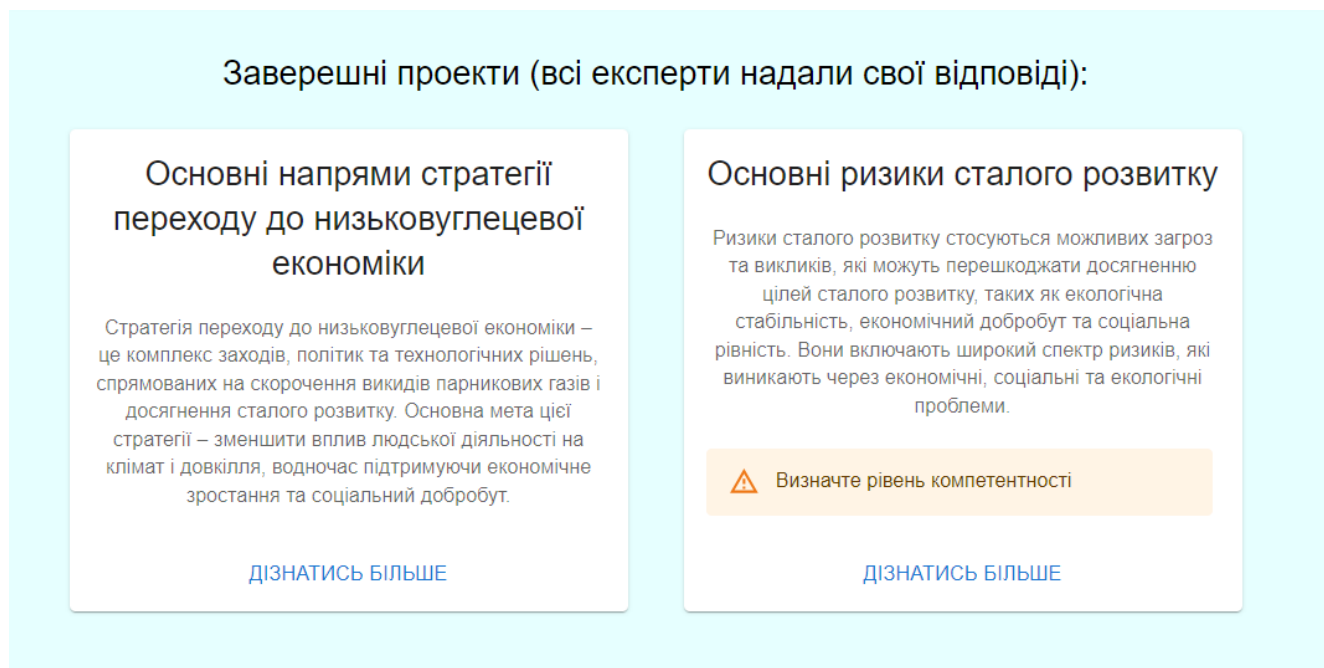


Рисунок 4.15 – Проекти в вигляді карток

На цій сторінці зображені всі завершені проекти у вигляді карток, можна побачити, що на другому проекті є спеціальна інформація про те що потрібно визначити рівень компетентності. Це означає що всі експерти надали свої відповіді,

проте бажаний рівень компетентності ще не визначено. Переглянемо сторінку завершеного проекту на прикладі другого проекту – “Основні ризики сталого розвитку”.

Тут є повністю заповнений опитувальник для визначення компетентності експертів, а також внизу є спеціальне поле де можна ввести бажаний рівень компетентності та побачити які експерти не будуть брати участь в кінцевому ранжируванні (виділено червоним кольором). Вигляд таблиць: верхня – всі відповіді експертів на анкету для визначення рівня, нижня – ранжирування за рівнем компетентності зображено на рисунку 4.16.

Рівень спорідненості професії зі сталим розвитком	15										
низький	5			5	5				5	5	
середній	10	10					10				
високий	15		15			15		15			15
Сума ваги градації	100	60	100	55	75	65	85	85	70	70	55

Результати ранжирування експертів за рівнем компетентності. Введіть бажаний рівень, щоб відфільтрувати експертів та їх відповіді

Введіть рівень компетентності (0.5 - за замовчуванням)
0,65

	Експерт №									
Коефіцієнт компетентності	3	10	1	5	8	9	4	6	7	2
	0.55	0.55	0.6	0.65	0.7	0.7	0.75	0.85	0.85	1

Рисунок 4.16 – Оцінювання компетентності експертів

При зміні рівня компетентності міняються і наступні розраховані поля в основній таблиці для ранжирування, де також є всі відповіді експертів. В залежності від рівня, відповіді тих чи інших експертів вилучаються з розрахунків, та ранжирування проходить лише на відповідях експертів з прийнятним рівнем компетентності. В основній таблиці є сума відповідей експертів по кожному з питань, відхилення цієї суми від середньої суми рангів, а також квадрат цього

відхилення. Також внизу є коефіцієнт конкордації, іншими словами рівень узгодженості думок експертів, чим ближчим коефіцієнт до 1 тим більш узгоджені думки експертів (рисунок 4.17).

Питання №	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4	Експерт №5	Експерт №6	Експерт №7	Експерт №8	Експерт №9	Експерт №10	Сума рангів (Ri)	Відхилення (Δi)	Квадрат відхилення (Δi) ²
№1. Державний колапс або криза	4	5	5	2	5	4	5	4	5	5	30	-25	625
№2. Руйнування критичної інформаційної інфраструктури та мережі	5	5	3	4	2	4	5	3	4	2	27	-28	784
№3. Неспроможність регіонального чи глобального управління	5	2	5	4	4	5	4	2	4	2	25	-30	900
№4. Екстремальні погодні явища (наприклад, повені, шторми тощо)	3	2	5	3	3	2	2	3	5	2	20	-35	1225
№5. Широкомасштабна вимушена міграція	3	4	1	3	3	1	3	2	4	3	20	-35	1225
№6. Масштабні терористичні атаки	3	2	3	2	2	3	5	2	3	5	19	-36	1296
№7. Масштабні кібератаки	2	1	2	2	4	3	2	4	1	3	17	-38	1444
№8. Значні втрати біорізноманіття та колапс екосистем	4	1	1	3	1	2	1	4	2	3	14	-41	1681
№9. Швидке та масове поширення інфекційних хвороб	1	2	1	1	1	4	1	4	1	1	14	-41	1681
№10. Продовольча криза	1	4	1	1	3	1	1	1	2	2	13	-42	1764
Сума	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	550		12825

Коефіцієнт конкордації (W) = 0.765

Рисунок 4.17 – Перегляд відповідей експертів та коефіцієнту конкордації

Після того як адміністратор задав бажаний рівень компетентності, можна переглянути результати ранжирування в порядку спадання оцінок. Є можливість зберегти проект в базу даних, тим самим відправивши результати експертам. Також є можливість завантажити результати в форматі *xlsx*. Вигляд результатів ранжирування зображено на рисунку 4.18.

Також хотілося б додати, що після того як адміністратор зберіг проект в БД, поле для вводу рівня компетентності та можливість повторного збереження в БД стають недоступними, а також пропадає попереджувальне повідомлення на картці проекту.

Результати ранжирування	
Напрямок	Середній бал
№1. Державний колапс або криза	4.29
№2. Руйнування критичної інформаційної інфраструктури та мережі	3.86
№3. Неспроможність регіонального чи глобального управління	3.57
№4. Екстремальні погодні явища (наприклад, повені, шторми тощо)	2.86
№5. Широкомасштабна вимушена міграція	2.86
№6. Масштабні терористичні атаки	2.71
№7. Масштабні кібератаки	2.43
№8. Значні втрати біорізноманіття та колапси екосистем	2
№9. Швидке та масове поширення інфекційних хвороб	2
№10. Продовольча криза	1.86

[ЗАВАНТАЖИТИ EXCEL](#)
[ЗБЕРЕГТИ ДО БД](#)

Рисунок 4.18 – Вигляд таблиці з результатами ранжирування

Загалом, адміністратор має досить багато можливостей та виконує в даній системі основну роботу з формування анкет експертів, а також їх редагування, коригування рівня компетентності та видалення непотрібних проектів. Також, як і експерт, адміністратор має функціонал виходу з системи шляхом натискання клавіші у верхній панелі. Далі перейдемо до функціоналу експерта.

Функціонал експерта в системі багато в чому повторює функціонал адміністратора, проте є суттєві відмінності. Наприклад, користувач має трохи інший вигляд домашньої сторінки, а також верхньої навігаційної панелі. В ньому є пункт методології, який є у адміністратора, проте, експерт в свою чергу має спеціальну сторінку персонального профілю, де він може редагувати свої персональні дані. Вигляд цієї сторінки зображено на рисунку 4.19.

Профіль користувача



Вячеслав Журавель

Дата реєстрації: 13 вересня 2024 р.

[ЗМІНИТИ ПАРОЛЬ](#) 

Власне ім'я
Вячеслав

Прізвище
Журавель

Age
21

Номер мобільного телефону
0507813322

Адреса електронної пошти
testikl@gmail.com

Ім'я користувача *
userwqe

Сфера діяльності
Представники науки та освіти ▼

ЗБЕРЕГТИ

ВІДМІНИТИ

Рисунок 4.19 – Особистий кабінет користувача

Всі поля є можливими для миттєвого редагування, окрім паролю. Для того щоб змінити пароль потрібно ввести старий пароль та двічі ввести новий у модальному вікні (рисунок 4.20).

Зміна паролю

×

Дійсний пароль

Новий пароль

Підтвердіть пароль

Паролі повинні бути однаковими

ЗБЕРЕГТИ

Рисунок 4.20 – Вікно для зміни паролю

Також в користувача є можливість переглянути завершені проекти в яких він приймав участь, проте після того як адміністратор зберіг результати в БД. Вигляд цієї сторінки такий самий як і в адміністратора, але, експерту показано лише таблицю з кінцевими результатами ранжування, також є можливість завантаження таблиці у форматі *xlsx*. Анкети з відповідями всіх експертів приховано.

Також є сторінка з проектами, на які експерт ще не надав свої відповіді. Проекти представлено у вигляді карток, так само як в адміністратора. Також на цій сторінці є проекти на які конкретний експерт надав відповіді, проте проект ще не завершено. В такому випадку, кнопка переходу на проект не відображається.

Отже, при переході на сторінку проекту, є назва та опис проекту, а також експерту пропонується надати свої відповіді на питання для визначення рівня компетентності. Вигляд такої форми зображено на рисунку 4.21.

ПИТАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ОСНОВНІ ПИТАННЯ

Відповісти на питання для визначення рівня компетентності

Науковий рівень підготовки:

Рівень обізнаності:

Досвід роботи:

Посада:

Практичний досвід у впровадженні екологічних технологій:

ЗБЕРЕГТИ ВІДПОВІДІ

Рисунок 4.21 – Форма для визначення рівня компетентності експерта

Відповіді на питання експерт вибирає з розкритих списків. Важливий момент – експерт не знає які бали відповідають варіантам відповідей, що запобігає навмисній фальсифікації результатів, інакше кажучи, перебільшенню своїх досягнень. Після того як експерт заповнив анкету такого роду, та натиснув кнопку

“Зберегти відповіді”, анкета зберігається та експерт автоматично перенаправляється до наступної анкети. При цьому заповнити попередню анкету ще раз неможливо.

Анкета з питаннями для ранжирування має вигляд простої анкети, де потрібно проставити бали на кожне з питань. Зауважу, що є перевірка даних і експерт не може проставити оцінку більше максимальної, або менше мінімальної. Вигляд анкети зображено на рисунку 4.22.

Впровадження систем підвищення енергетичної ефективності виробництв має стати одним з пріоритетних напрямків переходу до зеленої економіки?

Answer *
0

Перехід на маловідходні і безвідходні технології виробництва має стати одним з пріоритетних напрямків переходу до зеленої економіки?

Answer *
0

Нарощування потужностей інженерного захисту екосистем має стати одним з пріоритетних напрямків переходу до зеленої економіки?

Answer *
0

Вдосконалення системи управління водними ресурсами має стати одним з пріоритетних напрямків переходу до зеленої економіки?

Answer *
0

Створення стимулів переходу до моделі економіки замкнутого циклу (циркулярної економіки) має стати одним з пріоритетних напрямків переходу до зеленої економіки?

Answer *
0

ЗБЕРЕГТИ ВІДПОВІДІ

Рисунок 4.22 – Форма для ранжирування ризиків

Коли експерт дав відповіді на всі питання та натиснув відповідну кнопку, його перенаправляє на головну сторінку, а проект залишається в сторінці незавершених проектів, доки всі експерти не дадуть відповіді та адміністратор не збереже результати в БД. Після цього проект буде відображатись на сторінці завершених проектів.

Аналогічно до адміністратора в експерта є можливість виходу з системи.

5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

Розділ присвячений аналізу доцільності застосування методів експертної оцінки в контексті сталого розвитку аналізу на сучасному ринку. На цьому етапі роботи акцент зроблено на конкретних стратегіях та рішеннях, що застосовувалися при трансформації ідеї у реальний продукт. У розділі детально проаналізовано весь процес створення стартап-проекту, включаючи вибір технологій, етапи розробки, маркетингові стратегії та взаємодію із ринком. Також проведено оцінку ринку, вивчення його трендів та цільової аудиторії продукту.

5.1 Опис ідеї стартап-проекту

У таблиці 5.1 наведено основні особливості стартап-проекту, а саме: опис ідеї, напрямки використання продукту а також основні переваги, доступні для потенційного користувача.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Сфери використання	Переваги для користувача
Створення веб-застосунку для ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки.	1. Ранжирування та структурування ризиків сталого розвитку	1. Можливість прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності або нестачі кількісних даних.
	2. Оцінка ризиків у фінансових та інвестиційних проектах	2. Зниження впливу суб'єктивних факторів, врахування думок фахівців з різних цільових груп.

Після цього, необхідно ретельно вивчити ринок та конкурентів. Це дозволяє визначити унікальні переваги та розробити стратегію, яка дозволить виділитися серед інших. Аналіз конкурентів допомагає виявити недоліки інших компаній та скористатися ними для створення інноваційного продукту або послуги [37].

В процесі аналізу проводиться оцінювання якості, функціональності та унікальних особливостей продуктів або послуг конкурентів. Важливим чинником є цінова політика: доцільно порівняти вартість послуг, а також співвідношення якості до ціни. Також, слід оцінити доступність продукту, а також засоби реалізації, якщо це можливо.

Аналіз включає в себе попереднє визначення конкурентів, які вже є на ринку, а також вивчення їх продукції, а саме дослідження сильних та слабких сторін. Більш того, такий процес включає в себе ідентифікацію факторів, які дають конкуренту перевагу на ринку. Порівняння сильних та слабких сторін власного проекту та конкурентів показано у вигляді таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик

No п/п		(потенційні) товари/концепції конкурентів	
		Мій проект	IBM OpenPages
1	W слабка сторона	Обмежений функціонал, націлений лише на залучення експертів	Висока вартість підписки для використання програмного забезпечення
2		Відсутність кількісних методів при ранжируванні ризиків	Складний інтерфейс, що потребує додаткового навчання звичайного користувача
3	N нейтральна сторона	Можливість перегляду методичних аспектів експертного оцінювання	ПЗ має високий рівень інтеграції з іншими рішеннями IBM

Кінець таблиці 5.2

4	S сильна сторона	Можливість фільтрації експертів та їх відповідей за рівнем компетентності	Розширені можливості для побудови аналітики та звітності
5		Простота заповнення та присутність визначених (за даними ВЕФ) ризиків сталого розвитку	Різноманітні моделі для оцінки ризиків, що дозволяє визначити ризики у потрібному контексті, залежно від завдання
6		Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача	

Такий аналіз допомагає в подальшому розробити унікальні пропозиції та створити відповідну стратегію, що дозволить зайняти ключові позиції на мінливому ринку, при цьому враховуючи сильні та слабкі сторони конкурентів та недоліки їх продукції.

5.2 Технологічний аудит стартап-проекту

Технологічний аудит є одним з ключових етапів при розробці стартап-проекту, оскільки така методика дозволяє об'єктивно оцінити технічні аспекти та труднощі реалізації ідеї стартапу. На цьому етапі розглядаються технічні вимоги проекту, аналізуються доступні технології, які можуть бути використані для реалізації ідеї, та оцінюється їх відповідність цілям проекту [38]. Така методика допомагає визначити ключові залежності проекту від зовнішніх чинників (наприклад, постачальників або ліцензій) та спрогнозувати можливі труднощі або затримки в реалізації. Технологічний аудит проекту для ранжирування ризиків сталого розвитку представлено у вигляді таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/ п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Зрозумілий веб- інтерфейс користувача	React.js	Наявна	Доступна безкоштовно
2		Material UI	Наявна	Доступна безкоштовно
3	Серверна частина	Express.js	Наявна	Доступна безкоштовно
4	Асинхронний зв'язок клієнту та серверу	Axios	Наявна	Доступна безкоштовно
5	База даних	MongoDB	Наявна	Доступна безкоштовно
6	Забезпечення механізмів аутентифікації та авторизації	Bcrypt, Jsonwebtoken	Наявна	Доступна безкоштовно
7	Генерація звітності	Бібліотека XLSX	Наявна	Доступна безкоштовно

Використовуючи інформацію, що подана в таблиці 5.3 можна зробити висновки щодо технологій реалізації ідеї стартап-проекту: оскільки всі технології є доступними та безкоштовними, проблем з реалізацією функціоналу не повинно бути.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Для успішної реалізації стартапу після аналізу основних технологій необхідно перейти до поглибленого аналізу ринкових можливостей і загроз, які можуть вплинути на проект. Аналіз ринку охоплює збір даних про конкретний ринковий сегмент. Цей тип дослідження передбачає вивчення динаміки ринку та

обґрунтування основних поведінкових особливостей потенційних споживачів продукту або послуги [37].

Такий аналіз також включає в себе аналіз середовища, оцінку поточних трендів та моніторинг змін у вподобаннях клієнтів. При проведенні маркетингового аналізу, можна визначити які особливості впливають на попит, які продукти та послуги користуються популярністю, а також які інноваційні рішення є цікавими для цільової аудиторії. Завдяки цьому можна більш точно прогнозувати майбутні зміни попиту та модернізувати свої продукти або послуги, щоб задовольняти очікування. Інформацію стосовно аналізу попиту наведено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/ п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	0
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	0
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	—
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутні
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	—

З таблиці 5.4, можна дійти до висновку, що ринок є доволі перспективним для входження, оскільки відсутні головні гравці на ринку та немає потенційних обмежень для входу.

Далі проводиться визначення цільової аудиторії стосовно розробленого програмного забезпечення, що включає аналіз поведінки, вимог клієнтів та їхніх очікувань від продукту. Кожен із сегментів аудиторії має свої ключові особливості, які варто враховувати при подальшій розробці, щоб забезпечити максимальну

відповідність продукту потребам користувачів [38]. Характеристика клієнтів представлена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/ п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Необхідність ранжирування ключових ризиків сталого розвитку України	Державні установи (наприклад Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України)	Зацікавлені саме у ранжируванні ризиків сталого розвитку, та подальшій мінімізації або запобіганню. Також проявляють інтерес в автоматизації процесу експертного оцінювання.	стабільність роботи, наявність документації
2	Ранжирування інших ризиків (фінансові, стратегічні, інформаційні і т.п.)	Приватні підприємства	Зацікавлені саме у гнучкому наповненню та ранжируванні будь-яких ризиків. Звертають увагу на можливість включення експертів з різних груп.	стабільність роботи, наявність документації

Можна зробити висновок, що цільовою аудиторією виступають як державні установи, діяльність яких тісно зв'язана з поняттям сталого розвитку, так і приватні підприємства, причому з будь-якої сфери діяльності. Крім того, очікується, що поведінка цих двох аудиторій матиме мінімальні відмінності, оскільки вони мають на меті однакову ціль – пріоритезувати та мінімізувати ризики, що запобігають розвитку.

Після визначення потенційних груп споживачів здійснюється аналіз ринкового середовища: формуються таблиці факторів, що заважають впровадженню проекту на ринку, та факторів, які сприяють виходу проекту на ринок. Основні фактори подано в таблицях 5.6 та 5.7.

Таблиця 5.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Суть загрози	Потенційна відповідь компанії
1	Зменшення попиту	Відсіювання клієнтів за рахунок привабливості пропозицій конкурентів.	Здійснення онлайн та офлайн рекламних кампаній, налаштування оптимізації в пошуковиках.
2	Обмеженість методів експертного оцінювання	Необхідність використання іншого методу оцінювання	Розширення функціоналу системи, додавання різних алгоритмів оцінювання.

Таблиця 5.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Суть можливості	Варіант потенційної реакції компанії
1	Відсутність конкурентів на внутрішньому ринку	Новий проект має можливість розвиватись та всебічно себе рекламувати.	Пошук нових клієнтів та розширення кола замовників.
2	Розширення функціональності та інтерактивності додатку	Підвищення цінності продукту для користувача	Розробка нових можливостей та діаграм для візуалізації
3	Використання документо-орієнтованої бази даних	Підтримка складних структур даних, часта зміна структури	Пошук потенційних клієнтів.

Проаналізувавши таблиці можна зробити висновок, що відсутність конкурентів саме у визначенні ризиків методами експертної оцінки є ключовою можливістю для розвитку. Також, використання нереляційної бази даних є особливістю, яка дозволить використовувати різні структури даних, а також міняти в залежності від вимог клієнтів. Ці фактори створюють сприятливе середовище для успішного запуску проекту.

Проте, є і ризики, які потрібно враховувати, такі як зменшення попиту за рахунок появи конкурентів, а також необхідність використання інших методів оцінювання для досягнення специфічних цілей. При правильній стратегії запуску, такі ризики не мають стати перешкодою, а лише можливістю для вдосконалення продукту.

Далі, в таблиці 5.8 представлено аналіз загальних характеристик конкуренції на ринку. Для проведення цього аналізу необхідно вивчити існуючі форми конкуренції та описати можливі дії підприємства.

Таблиця 5.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції – монополія/олігополія/монополістична/чиста	чиста	Прямі договори з стартапами, онлайн-оголошення, просування в державних структурах
2. За рівнем конкурентної боротьби – локальний/національний	національний	Публікація статей на міжнародних ресурсах
3. За галузевою ознакою – міжгалузева/внутрішньогалузева	міжгалузева	Розвивати напрямки, нерозвинуті конкурентами
4. Конкуренція за видами товарів: – товарно–родова – товарно–видова – між бажаннями	товарно–родова	Зосереджувати увагу на своїх перевагах порівняно з конкурентами в цій галузі.
5. За характером конкурентних переваг – цінова / нецінова	нецінова	Підтримання високої конкуренції за рахунок унікальних переваг для користувача
6. За інтенсивністю – марочна/не марочна	марочна	Надання функцій, які не надають конкуренти

З таблиці можна зробити висновок, що на ринку є рівні можливості, ринок національний та міжгалузевий, де успіх залежить від унікальності пропозицій, брендингу та нецінових характеристик. Просування через міжнародні ресурси та розширення співпраці із державними структурами доволі позитивно вплинуть на просування проекту. Після того як визначено загальні характеристики конкуренції, проведено більш детальний аналіз, використовуючи модель Портера (таблиця 5.9).

Таблиця 5.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Елементи аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Користувачі	Товари-замінники
	Відсутні	IBM OpenPages	Мінімізація витрат часу постачальників	Контроль якості	Лояльність споживачів
Висновки:	Конкурентна боротьба відсутня	Є можливості виходу на ринок, оскільки існуючі рішення не надають потрібних переваг	Постачальники адаптуються до ринкових умов	Клієнти диктують вимоги згідно з умовами експлуатації	Обмеження для участі на ринку через наявність товарів-аналогів.

Згідно з аналізом конкуренції, проведеним у таблиці 5.9, а також з урахуванням основних технічних характеристик ідеї (таблиця 5.2), вимог цільових користувачів до продукту (таблиця 5.5) та факторів загроз та можливостей (таблиці 5.6–5.7), визначається набір елементів, що забезпечують конкурентоспроможність проекту на ринку. Такі елементи являють собою унікальні фактори, які вирізняють продукт серед аналогів, а також особливості, що впливають на привабливість продукту для цільової аудиторії. Ключові фактори конкурентоспроможності наведені в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Елемент конкурентоспроможності	Обґрунтування, включаючи фактори, які роблять цей елемент важливим для порівняння між конкуруючими проектами
1	Використання безплатної версії	Існуюча програма IBM OpenPages є комерційним продуктом, що потребує придбання платної підписки.
2	Інтуїтивно зрозумілий та простий інтерфейс користувача	Існуюча програма IBM OpenPages має складний інтерфейс та вимагає суттєвих специфічних знань та навичок для роботи.
3	Визначення рівня компетентності та фільтрації експертів	Існуюча програма IBM OpenPages більше спеціалізується на статистичних методах ранжирування.

Відповідно до визначених факторів конкурентоспроможності здійснюється аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (таблиця 5.11)

Таблиця 5.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1–20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з програмою аналізу рівня ризику недосягнення цілей сталого розвитку						
			–3	–2	–1	0	1	2	3
1	Інтерфейс користувача	20			+				
2	Передзаповнені ризики сталого розвитку	15		+					
3	Використання методу експертного оцінювання з визначенням рівня компетентності	10			+				
4	Застосування сучасних засобів програмування (React, Express, MongoDB)	5				+			
5	Цінова політика	5				+			

Завершальним етапом аналізу ринкових можливостей для впровадження проекту є проведення SWOT-аналізу (матриці, що враховує сильні (Strength) і слабкі (Weak) сторони, загрози розвитку (Threats) та можливості розвитку (Opportunities)). Перелік ринкових загроз і можливостей формується на основі аналізу чинників, що визначають загрози та можливості в маркетинговому середовищі [39]. На відміну від них, ринковими загрозами і можливостями виступають очікувані результати впливу факторів, які ще не реалізовані на ринку, і їхня реалізація має певну ймовірність.

Таблиця 5.12 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони (S): зручний інтерфейс користувача; використання ефективних методів; оцінювання та передових технологій;	Слабкі сторони (W): відсутність кількісних методів оцінювання; обмежений фінансовий ресурс;
Можливості (O): розширення клієнтської бази; модифікація функціоналу застосунку;	Загрози (T): зростання конкурентної боротьби; непередбачувані зміни тенденцій на ринку;

Після проведення SWOT-аналізу можна виділити основні переваги, недоліки та складнощі проекту, який потрібно реалізувати. Проект має значні переваги завдяки зручному інтерфейсу та використанню якісних методів оцінювання, а також можливості модифікації функціоналу, та водночас розширення цільової аудиторії. Проте, відсутність кількісних методів оцінювання, обмеження фінансування та зміни ринкових тенденцій можуть негативно вплинути на розвиток проекту.

Далі потрібно визначити альтернативні варіанти ринкового впровадження проекту (таблиця 5.13).

Таблиця 5.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап–проекту

№ п/ п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Орієнтація веб-застосунку щодо застосування в державних установах	80 %	1 рік
2	Орієнтація веб-застосунку щодо застосування в приватних підприємствах	60 %	2 роки

Орієнтація на державні установи має більшу ймовірність успіху і потребує одного року для реалізації. Згідно з результатами аналізу, хорошим вибором є поступове впровадження веб-застосунку на ринок, починаючи з державних установ. Після цього планується розширення функціоналу для приватних підприємств та інших установ. Такий поетапний підхід дозволяє спочатку зосередитись на виході продукту на ринок, а в подальшому вдосконалювати його, спираючись на відгуки державних установ.

5.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Початковим етапом розробки ринкової стратегії є сегментація ринку та ідентифікація потенційних клієнтів. На основі цього аналізу вибираються цільові сегменти, для яких буде розроблена спеціальна пропозиція, а також визначаються найефективніші способи доступу до цих сегментів. Опис цільових груп споживачів представлено у вигляді таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України	Готові	Високий	Відсутня	Просто
2	Енергетичні компанії	Потребують переговорів	Високий	Відсутня	Просто
3	Приватні підприємства	Потребують переговорів	Середній	Низька	Просто
Які цільові групи обрано: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Енергетичні компанії					

Згідно з таблицею, найбільш перспективним споживачем є Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, а вже потім енергетичні компанії. Обидві цільові групи мають високий попит та відсутню конкуренцію, проте енергетичні компанії потребують переговорів, що робить впровадження дещо складнішим. Стосовно приватних підприємств, вони мають середній попит та мінімальну конкуренцію, що теж доволі добре.

Після визначення цільових сегментів необхідно розробити детальний план дій для ефективного впровадження продукту для обраних цільових груп. Такий план визначає, як стартап буде досягати своїх цілей на обраних сегментах ринку. Це своєрідна дорожня карта, яка направляє компанію до успіху [40]. У таблиці 5.15 наведено огляд альтернативних шляхів розвитку проекту, з деталізацією ключових аспектів кожного з них.

Таблиця 5.15 – Альтернативи розвитку проекту

№ п/ п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкуренто- спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Орієнтація поточної моделі на міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України	Стратегія диференційованого маркетингу	Обрана державна установа проявляє інтерес у ранжируванні ризиків опираючись на оцінки залучених експертів.	Стратегія спеціалізації (спирається на диференціацію)
2	Орієнтація поточної моделі на енергетичні компанії	Стратегія диференційованого маркетингу	Компанії такого роду часто потребують використати нестатистичні методи оцінювання, як для ризиків сталого розвитку, так і для фінансових ризиків.	Стратегія спеціалізації (спирається на диференціацію)

Оскільки програмний продукт забезпечує оцінку різних ризиків (є можливість конфігурації та додавання нових ризиків), обрано стратегію диференційованого маркетингу, яка включає в себе модифікації одного продукту для різних сегментів ринку. Такий підхід дозволяє максимально адаптувати продукт під потреби кожної з цільових груп, враховуючи особливості роботи в різних галузях.

Наступним етапом є аналіз для визначення стратегії конкурентної поведінки, основи якого наведено в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	шукати нових споживачів	Ні	Стратегія заняття конкурентної ніші

Можемо побачити, що проект має на меті зайняти конкурентну нішу, так як на ринку немає підходящих аналогів під таку вузьку задачу. Після того, як визначено стратегію конкурентної поведінки, наступним етапом є розробка стратегії позиціонування. (таблиця 5.17) Цей процес полягає в створенні чітких характеристик бренду, які дозволяють користувачам легко впізнавати проект [41].

Таблиця 5.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Стабільність роботи Невисока ціна Наявність пробного періоду Наявність документації	Стратегія спеціалізації (спирається на диференціацію)	Зручний графічний інтерфейс для користувача. Можливість фільтрації експертів за рівнем компетентності.	Стабільність роботи, наявність пробного періоду, наявність графічного інтерфейсу.

Підсумовуючи інформацію наведену в таблицях 5.14 – 5.17, можна зробити висновок, що стартап-проект позиціонується як доволі зручний, та водночас доступний веб-застосунок для ранжирування ризиків або питань, оскільки продукт є багатофункціональним. Основною особливістю є використання методів експертної оцінки при ранжируванні. За допомогою стратегій, описаних вище проект може бути впроваджений на ринок, навіть в умовах конкуренції.

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап–проекту

Розробка маркетингової програми є останнім етапом у реалізації проекту. Для цього потрібно узагальнити результати аналізу конкурентоспроможності, що дозволить визначити основні переваги товару. Деталі наведено в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18 – Визначення переваг концепції потенційного товару

Но п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	Зручне використання програми, відсутність необхідності у попередньому навчанні	Аналоги на ринку мають досить складний інтерфейс, для нових користувачів необхідно досить багато зусиль щоб почати працювати продуктивно.
2	Можливість налаштування коефіцієнту компетентності	Фільтрація результатів експертного оцінювання за показником компетентності	Аналоги на ринку спеціалізовані на статистичних методах оцінки, що робить таку можливість основною перевагою продукту.

З таблиці можна побачити основні вигоди, як пропонує проект та порівняння цих переваг з аналогами. Основними перевагами виступають наявність зручного інтерфейсу, а також можливість фільтрації за рівнем компетентності.

Після цього потрібно розробити трирівневу модель продукту, що включає в себе ідею продукту, його складові та особливості процесу надання подальших послуг. Трирівнева модель представлена у вигляді таблиці 5.19.

Таблиця 5.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Веб-застосунок для ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки експертного оцінювання впливу глобальних ризиків на соціально-економічний розвиток України		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	можливість оптимізації витрат часу	М	Тл
	можливість оптимізації витрат коштів	М	Вр
	відповідність актуальним технологіям	Нм	Тх
	Пакування: готовий до використання застосунок на віддаленому сервері		
	Марка: SustainableDev ExRanking		
III. Товар із підкріпленням	Потенційний користувач може ознайомитись з поточним товаром з наукових публікацій у наукометричних та фахових виданнях, а також наукових конференцій, на яких була представлена інформація про даний продукт, а також з офіційною документацією даного продукту.		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Назва і контент захищені ліцензією MIT; захист інтелектуальної власності			

М/Нм – монотонні або немонотонні;

Вр/Тх/Тл/Е – вартісні, технічні, технологічні, ергономічні

Після формування трирівневої моделі потрібно визначити цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (таблиця 5.20).

Таблиця 5.20 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/ п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	0 грн	0 грн	25000...100000 грн	20000...100000 грн

Рівень доходів цільової групи є доволі високим та адекватним для купівлі послуг за встановленою ціною, що є плюсом. Це дозволяє компанії визначити оптимальну цінову політику, враховуючи платоспроможність споживачів та відсутність конкурентів.

Наступним етапом є визначення оптимальної системи збуту (таблиця 5.21)

Таблиця 5.21 – Формування системи збуту

№ п/ п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Застосунок повинен працювати в режимах “пробний” та “повний”. Сплата має проходити через банк.	Простота у встановленні програмного продукту, наявність документації по роботі з програмним забезпеченням	4: Розробник даного продукту – Тестувальник– Веб-сайт – Користувач.	Проводити своїми силами.

З таблиці бачимо, що застосунок має працювати в двох режимах для забезпечення потреб різних груп, сплата повинна здійснюватися через банк. Також, ознайомлення з програмним продуктом має бути простим та за необхідності, супроводжуватись документацією. Завершальним етапом маркетингової програми є розробка стратегії комунікації (таблиця 5.22).

Таблиця 5.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Придбання програмного комплексу через офіційний сайт або зв'язавшись з представником.	Веб-сайти, менеджери, соціальні мережі, академічні портали	Модульність, попередньо налаштовані дані, зручний інтерфейс.	Довести, що програмний продукт здійснює ефективне ранжирування будь-яких ризиків.	Ранжирування ризиків на основі методів експертної оцінки

Розроблений план для впровадження продукту на ринок демонструє конкурентні переваги, оскільки потрібних аналогів на внутрішньому ринку не існує. У сучасних умовах, що склалися у світі, а саме в умовах невизначеності та обмеженості даних, попит на рішення, що використовують методи експертних оцінок зростає щоденно. Причому, такий метод може бути використаний практично в будь-якій сфері, залежно від завдання, що робить продукт багатofункціональним.

Проведені дослідження ринку, включаючи аналіз цільової аудиторії та конкурентів, свідчать про хороший потенціал проекту та подальшу прибутковість при впровадженні веб-застосунку.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу літературних джерел ідентифіковано ризики сталого розвитку. Визначено, що для формування ефективної політики мінімізації економічних, соціальних, екологічних, технологічних та геополітичних ризиків сталого розвитку в умовах обмежених фінансових, економічних ресурсів актуальним є ранжирування ризиків на основі методів експертної оцінки.

2. На основі розглянутих методів ранжирування в задачах ризик-менеджменту обґрунтовано методичне забезпечення методів експертної оцінки. Ключовими етапами загального алгоритму ранжирування ризиків на основі експертних методів є: формування робочої групи експертів (стейкхолдерів із різних груп), враховуючи рівень їх компетентності; розробка технічного завдання (або сценарію) проведення експертизи; ознайомлення експертів з об'єктами експертизи; аналіз рівня узгодженості думок експертів; оцінка та підсумкове ранжування об'єктів експертизи.

3. На основі аналізу існуючих програмних засобів, що використовуються в задачах оцінки та аналізу ризиків, визначено що в таких інструментах не передбачено ефективних функціональних можливостей проведення ранжирування ризиків за запропонованим у роботі алгоритмом.

4. Спроектовано архітектуру системи для ранжирування ризиків сталого розвитку. Проаналізовано основні архітектурні підходи до розробки веб-застосунків та обрано REST як базову архітектурну концепцію.

5. Розроблено систему ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки. Побудовано веб-застосунок, з двома ролями – адміністратор та експерт. В якості основних технічних засобів використано мову програмування JavaScript та базу даних MongoDB. Створена система дає можливість пріоритезувати ризики у відповідності з оцінками експертів із різних сфер, а також вимогами адміністратора. Це дозволяє значно знизити час, необхідний для оцінки ризиків, а також підвищити точність і ефективність процесу прийняття рішень у різних сферах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стратегія сталого розвитку : підручник / В. М. Боголюбов та ін. 2-ге вид. За редакцією професора В. М. Боголюбова. Київ : ВЦ НУБІПУ, 2018. 446 с.
2. Караєва Н. В. Еколого-економічна оптимізація виробництва. Сталий розвиток: теорія, практика [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Караєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,69 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 96 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62844>
3. Караєва Н. В. Сталий інноваційний розвиток: Створення інтелект-карти. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Караєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 24,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 70 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/e1268ef0-7f79-4c27-8d17-575e4d63e3bb/content>
4. World Economic Forum. The Global Risks Report 2021. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021> (assessed: 10 September 2024)
5. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the UN General Assembly (2015). URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (assessed 14 September 2024).
6. Paris Agreement on Climate Change. – UN (2015). URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (assessed 17 September 2024).
7. Караєва Н. В. Проблеми управління сталим розвитком – крізь призму теорій лінійної і нелінійної парадигм. *Ефективна економіка*. 2022. № 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.9.27>.
8. Суторміна В. М. Фінанси зарубіжних корпорацій : підручник. Київ : КНЕУ, 2004. 566 с.

9. Бланк І. О., Ситник Г. В., Андрієць В. С. Управління фінансами підприємств : підручник. 2-ге вид., переробл. і доповн. Київ : нац. торг.-екон. ун-т, 2017. 792 с.

10. Zumbach G. A gentle introduction to the RM 2006 methodology, New York: RiskMetrics Working Paper, November 2006.13 p.

11. Dowd K. Measuring Market Risk. John Wiley & Sons, 2005. 410 p.

12. Аранчій В. І., Томілін О. О., Дорогань-Писаренко Л. О. Фінансовий менеджмент : навч. посібник. РВВ ПДАУ, 2021. 300 с.

13. Посохов І. М. Дослідження методів оцінки ризиків корпорацій. *Європейський вектор економічного розвитку*. Видання №2. 2013. С.211–217.

14. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.

15. Ярошук Л. Д. Експертні методи в автоматизованих системах керування : Формування та напрями використання експертних знань : [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. Д. Ярошук. – 2-ге вид., допов. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,90 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 43 с.

16. Chumachenko S. M. Peculiarities to choice of method for expert evaluation of the efficiency of the aviation search and rescue system. *Engineering of nature management*. №17. PP. 126 – 132.

17. Данченко О. Б. Практичні аспекти реінжинірингу бізнес-процесів. Київ : Університет економіки та права «КРОК», 2017. 238 с.

18. Групове експертне оцінювання та компетентність експертів : Величко О. М. та ін. За загал. ред. д-ра техн. наук Величка О. М. Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2015. 286 с.

19. IBM Open Pages Official Documentation URL: <https://www.ibm.com/docs/en/openpages/9.0.0?topic=user-guide> (assessed 26 September 2024).

20. Караєва Н. В. Еколого-економічний ризик-менеджмент: методи оцінювання ризиків : [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Н. В. Караєва; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 540Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. URL: <https://eco-risk.kpi.ua>

21. Караєва Н. В., Войтко С. В., Сорокіна Л. В. Ризик-менеджмент сталого розвитку енергетики: інформаційна підтримка прийняття рішень : навчальний посібник. К. : Альфа Реклама, 2013. 308 с.

22. Karaieva N., Zhuravel V. Expert assessment in tasks of sustainable development risks ranking// Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2024. Pp. 155-161. URL: <https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-modern-challenges-and-future-prospects-21-23-10-2024-myunhen-nimechchina-arhiv/>.

23. IEC 31010:2009. Risk management. Risk assessment techniques. URL: <https://www.iso.org/standard/72140.html> (assessed 2 Octobr 2024).

24. Haverbeke M. Eloquent JavaScript: A Modern Introduction to Programming. 3rd ed. San Francisco: No Starch Press, 2018. 472 p.

25. Мельник Р. А. Програмування веб-застосунків (фронт-енд та бек-енд) : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 248 с.

26. JavaScript Documentation. URL: <https://javascript.info/> (assessed 10 october 2024).

27. Mendez M. F. Single Page Web Applications: JavaScript end-to-end. O'Reilly Media, 2014. 224 p.

28. React Documentation. URL: <https://reactjs.org/docs.html> (assessed 15 october 2024).

29. React Router Documentation URL: <https://reactrouter.com/en/main> (assessed 20 october 2024).

30. Material-UI Documentation. URL: <https://mui.com/getting-started/installation/> (assessed 21 october 2024).
31. Young A., Meck B., Cantelon M. Node.js in Action, Second Edition. Manning, 2017. 392 p.
32. Higgins M. Express.js: The Complete Guide to Building Web Applications with Node.js. Packt Publishing, 2020. 345 p.
33. MongoDB Documentation. URL: <https://www.mongodb.com/docs/manual/> (assessed 28 october 2024).
34. Михайлюк І. RESTful веб-сервіси. Основи інтеграції. Вінниця : Універсум, 2021. 288 с.
35. JSON Web Token guide. URL: <https://jwt.io/introduction> (assessed 1 november 2024).
36. Giamas A. Mastering MongoDB. Birmingham: Packt Publishing, 2017. 374 p.
37. Гавриш О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 188 с.
38. Каплун О. В. Стартапи як основа інноваційної економіки: навчальний посібник. Харків : ХНУ, 2019. 210 с.
39. SWOT analysis ultimate guide. URL: <https://www.voiptime.net/uk/swot-analysis-guide.html> (assessed 5 november 2024).
40. Thiel P. Zero to One: Notes on Startups, or How to Build the Future. New York: Crown Business, 2014. 224 p
41. Смоляр Л. Г., Бояринова К. О., Кам'янська О. В. Управління процесом розробки і створення виробництва нових продуктів: навч.посіб. Київ : Кондор, 2015. 492с.

ДОДАТОК А

ПУБЛІКАЦІЯ

Ранжирування ризиків сталого розвитку на основі методів експертної оцінки

III Міжнародна наукова та практична конференція “Scientific research: modern challenges and future prospects”, 21-23 жовтня, 2024, Мюнхен, Німеччина.

Аркушів 10

Київ – 2024

SCI-CONF.COM.UA

**SCIENTIFIC RESEARCH:
MODERN CHALLENGES
AND FUTURE PROSPECTS**



**PROCEEDINGS OF III INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
OCTOBER 21-23, 2024**

**MUNICH
2024**

24. *Гайдайчук В. В., Котенко К. Е., Клименко М. О.* 124
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ КОНІЧНИХ ОБОЛОНКОВИХ
СТРУКТУР ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ
25. *Домнічев А. О.* 131
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДИФІКОВАНОЇ
БЕТОННОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ З КОМПОЗИЦІЙНОГО
ЦЕМЕНТУ
26. *Павлишко А. В., Якименко О. О., Торопенко О. В.* 135
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІЩЕННЯ СІТКИ БАГАТОКУТНИКІВ НА
РІЗНОМАНІТНИХ ПОВЕРХНЯХ
27. *Плясунова О. О., Долженко С. О., Клименко Ф. В., Пенєв О. В.* 140
ВПЛИВ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ НА ЯКІСТЬ І
БЕЗПЕКУ МОНТАЖУ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ
АВТОМОБІЛЯХ
28. *Сагун А. В.* 145
ОСОБЛИВОСТІ СИМУЛЯЦІЇ ПРИСТРОЇВ БЕЗДРОТОВОГО
ЗВ'ЯЗКУ В СЕРЕДОВИЩІ WOKWI
29. *Стрікаленко Т. В., Нижник Т. Ю.* 151
ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПА-
ГОТЕЛЮ

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

30. *Karaieva N., Zhuravel V.* 155
EXPERT ASSESSMENT IN TASKS OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT RISKS RANKING
31. *Бараболя М. М., Маранчак В. О.* 162
ФАХОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ В
УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
32. *Долян К. В., Панчук О. В., Мірошніченко М. С.* 168
СТИМУЛЮВАННЯ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ МАТЕМАТИКИ

PEDAGOGICAL SCIENCES

33. *Akhmad I., Chmel V., Lysenko T., Volkova O.* 172
BLENDING INNOVATION AND TRADITION IN TEACHING
NON-LANGUAGE STUDENTS
34. *Андріянова В. А.* 178
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДИХАЛЬНИХ СИСТЕМ: ВІД
КЛАСИЧНИХ СХІДНИХ ДО СУЧАСНИХ
35. *Антонюк О. А.* 191
ОЗДОРОВЧИЙ ТА СИЛОВИЙ ФІТНЕС ЯК ЗАСОБИ
ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ
СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

EXPERT ASSESSMENT IN TASKS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT RISKS RANKING

Karaieva Natalija,
Ph.D., Associate Professor
Zhuravel Viacheslav
master's student

National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky KPI

Introductions. Major international conferences and summits in 2015 – on financing for development, Sustainable Development, and climate change – have defined a new sustainable development agenda for the next 15 years [1]. At all levels, from global to local, attention is turning to implementing this ambitious agenda.

Today natural disasters, new diseases, global pandemics, terrorist attacks and many other conventional risks keep governments around the world on alert; however, they also have to deal with an increasing number of rapidly emerging risks. How to ensure the survival of humanity in the conditions of growing global risks is becoming a relevant scientific direction of research into the problems of sustainable development.

In modern practice, a wide range of techniques and approaches are used, which allow analyzing of sustainable development risks and carrying out their qualitative assessment. This assessment determines the degree of importance of the risk and the choice of the response method. Qualitative assessment of risks is carried out, mainly, with the help of a rating.

The ranking allows the location of the assessed risks in order of increasing or decreasing their qualities. Ranking can be done by several methods, but each of them

is based on expert assessment.

Aim. In connection with the above, the aim is set to consider the methodological aspects of using expert assessment for risks sustainable development ranking. First of all, we are talking about quantitative methods of analysis of expert evaluations and judgments.

Materials and methods. According to the Global Risks Report 2019, the risks of sustainable development can be divided into economic, environmental, social, geopolitical and technogenic. Descriptions of risks sustainable development and trends are listed in the Table 1 [2].

Table 1

Descriptions of risks sustainable development and trends

Sustainable Development Risk Trend	Description
<i>Economic Risks</i>	
Asset bubbles in a major economy	Unsustainably overpriced assets such as commodities, housing, shares, etc. in a major economy or region.
Deflation in a major economy	Prolonged near-zero inflation or deflation in a major economy or region.
Failure of a major financial mechanism or institution	Collapse of a financial institution and/or malfunctioning of a financial system that impacts the global economy.
Failure/shortfall of critical infrastructure	Failure to adequately invest in, upgrade and/or secure infrastructure networks (e.g. energy, transportation and communications), leading to pressure or a breakdown with system-wide implications.
Fiscal crises in key economies	Excessive debt burdens that generate sovereign debt crises and/or liquidity crises.
High structural unemployment or underemployment	A sustained high level of unemployment or underutilization of the productive capacity of the employed population.
Illicit trade (e.g. illicit financial flows, tax evasion, Human trafficking, organized crime, etc.)	Large-scale activities outside the legal framework such as illicit financial flows, tax evasion, human trafficking, counterfeiting and/or organized crime that undermine social interactions, regional or international collaboration, and global growth.
Severe energy price shock (increase or decrease)	Significant energy price increases or decreases that place further economic pressures on highly energy-dependent industries and consumers.
Unmanageable inflation	Unmanageable increases in the general price levels of goods and services in key economies.
<i>Environmental Risks</i>	
Extreme weather events (e.g. floods, storms, etc.)	Major property, infrastructure and/or environmental damage as well as loss of human life caused by extreme weather events
Failure of climate-change mitigation and adaptation	The failure of governments and businesses to enforce or enact effective measures to mitigate climate change, protect populations and help businesses impacted by climate change to adapt.
Major biodiversity loss and ecosystem collapse (terrestrial or marine)	Irreversible consequences for the environment, resulting in severely depleted resources for humankind as well as industries.
Major natural disasters (e.g. earthquake, tsunami, volcanic eruption, geomagnetic storms)	Major property, infrastructure and/or environmental damage as well as loss of human life caused by geophysical disasters such as earthquakes, volcanic activity, landslides, tsunamis, or geomagnetic storms.

Man-made environmental damage and disasters (e.g. oil spills, radioactive contamination, etc.)	Failure to prevent major man-made damage and disasters, including environmental crime, causing harm to human lives and health, infrastructure, property, economic activity and the environment.
Geopolitical Risks	
Failure of national governance (e.g. failure of rule of law, corruption, political deadlock, etc.)	Inability to govern a nation of geopolitical importance as a result of weak rule of law, corruption or political deadlock.
Failure of regional or global governance	Inability of regional or global institutions to resolve issues of economic, geopolitical or environmental importance
Interstate conflict with regional consequences	A bilateral or multilateral dispute between states that escalates into economic (e.g. trade/currency wars, resource nationalization), military, cyber, societal or other conflict.
Large-scale terrorist attacks	Individuals or non-state groups with political or religious goals that successfully inflict large-scale human or material damage.
State collapse or crisis (e.g. civil conflict, military coup, failed states, etc.)	State collapse of geopolitical importance due to internal violence, regional or global instability, military coup, civil conflict, failed states, etc.
Weapons of mass destruction	The deployment of nuclear, chemical, biological and radiological technologies and materials, creating international crises and potential for significant destruction.
Societal Risks	
Failure of urban planning	Poorly planned cities, urban sprawl and associated infrastructure that create social, environmental and health challenges.
Food crises	Inadequate, unaffordable, or unreliable access to appropriate quantities and quality of food and nutrition on a major scale
Large-scale involuntary migration	Large-scale involuntary migration induced by conflict, disasters, environmental or economic reasons.
Profound social instability	Major social movements or protests (e.g. street riots, social unrest, etc.) that disrupt political or social stability, negatively impacting populations and economic activity.
Rapid and massive spread of infectious diseases	Bacteria, viruses, parasites or fungi that cause uncontrolled spread of infectious diseases (for instance as a result of resistance to antibiotics, antivirals and other treatments) leading to widespread fatalities and economic disruption.
Water crises	A significant decline in the available quality and quantity of fresh water, resulting in harmful effects on human health and/or economic activity.
Technological Risks	
Adverse consequences of technological advances	Intended or unintended adverse consequences of technological advances such as artificial intelligence, geo-engineering and synthetic biology causing human, environmental and economic damage.
Breakdown of critical information infrastructure and networks	Cyber dependency that increases vulnerability to outage of critical information infrastructure (e.g. internet, satellites, etc.) and networks, causing widespread disruption.
Large-scale cyber-attacks	Large-scale cyberattacks or malware causing large economic damages, geopolitical tensions or widespread loss of trust in the internet.
Massive incident of data fraud/theft	Wrongful exploitation of private or official data that takes place on an unprecedented scale.

An important element of the sustainable development risk management is the rating of risks according to the probability of occurrence and the significance of possible consequences. Ranking can be done by several methods, but each of them is

based on expert assessment.

Results and discussion. The general algorithm of expert assessment includes the following main stages:

- formation of expert's respondent groups;
- formation of questions and compilation of questionnaires;
- work with experts;
- formation of the rules for determining the total assessment based on the answers of each of the experts;
- analysis and processing of expert assessments.

With the help of quantitative methods, the opinions of experts are most often summarized, the statistical significance of the obtained results is checked, and the quality of the expertise is confirmed (or questioned) in general.

Let's consider the main provisions that should be taken into account when checking the quality of examinations:

- inaccuracy and contradiction of expert assessments. The main reasons for the inaccuracy and inconsistency of expert assessments are the insufficient competence of experts, the insufficient preparation of the expertise, the imperfection of the used expert technologies, the use of unsubstantiated methods of comparing contradictory judgments, the imperfection of the used methods of processing expert information;
- inconsistency during collective examination. Among the reasons for this phenomenon, the insufficient competence of experts, their different understanding of the purpose of the examination, and the opposite interests of experts are most often mentioned.

The ranking system of expert evaluation is usually used when:

- it is difficult to build a reference scale for the assessed quality (group of qualities);
- the final goal is to determine the place of the object among its peers (for example, determining the winners of a certain competition).

The initial stage of the group expert assessment methodology is to determine the level of competence of each of the experts. To determine competence, it is

suggested to use the methods of questionnaire survey and self-assessment. For a questionnaire, the competence coefficient is determined by the formula:

$$K_a = \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{\sum_i Y_i},$$

where Y_{ij} – the weight j -th characteristic (selected by the expert), which is evaluated in the i -th point gradation; Y_i – the maximum weight of the i -th point gradation.

When the coefficient of competence of each of the experts is greater than 0.5, then the expediency of their involvement in the further analysis is fully justified.

After the expert data is processed, it is necessary to assess the degree of consistency of expert opinions. For this, we will use the concordance coefficient (W), which is determined by the formula;

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)},$$

where S – total sum of squared deviations, N – number of experts, n – number of sustainable development risks.

The total sum of squared deviations is determined by the formula:

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2,$$

where $\left(\Delta_i^2\right)$ – the square of deviations for each risk and is calculated as the deviation of the sum of ranks of each parameter (R_i) from the average sum of ranks

(T): $\Delta_i = R_i - T$. The sum of the ranks of each indicator is equal : $R_i = \sum_{l=1}^N r_{il}$.

The total amount of ranks is determined by the formula :

$$R_{ij} = \frac{Nn(n+1)}{2}.$$

The concordance coefficient takes on values from 0 to 1. The higher the concordance coefficient value, the more consistent the experts' opinions are.

When $W = 1$, there is complete agreement of experts' opinions; if $W = 0$, then the information is completely inconsistent.

Also one of the ranking methods is the preference method. It can be used during risk assessment in the following sequence:

1. First, experts number the objects (indicators) in the order of their characteristics, with the least characteristic element receiving number 1, etc.
2. In the process of processing the results, the relative coefficient is calculated importance of the i -th element K_i :

$$K_i = \frac{\sum_{k=1}^n K_{ki}}{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n K_{kj}} .$$

It should be noted that in the case of involving different experts in the evaluation of the same group of objects, as a rule, we get a set of alternative rankings. At the same time, to make a decision, it is important to integrate the judgments of experts and establish a final ranking.

Many methods of obtaining such rankings are described in the literature. In particular, such a ranking can be considered final, the sum of the distances from which to each individual ranking is minimal. The methods of average arithmetic ranks and median ranks are considered the simplest.

Conclusions. Involvement of various experts (representatives of authorities, business, public organizations, investors) in the process of making management decisions in the field of sustainable development can significantly increase the competence and argumentation of these decisions. Scientifically based expert conclusions make it possible to significantly reduce the risk of making inefficient management decisions. This especially applies to decisions made in conditions of uncertainty and global risks.

REFERENCES:

1. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the UN General Assembly (2015). URL:

<https://sdgs.un.org/2030agenda> (assessed 30 August 2024).

2. World Economic Forum. The Global Risks Report 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020> (assessed 30 August 2024).

3. IEC 31010:2009. Risk management. Risk assessment techniques. URL: <https://www.iso.org/standard/72140.html> (assessed 30 August 2024).

CERTIFICATE

is awarded to

Zhuravel Viacheslav

for being an active participant in

III International Scientific and Practical Conference

**“SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN
CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)

MUNICH

21-23 October 2024

sci-conf.com.ua

