

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «магістр»
за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення»
(освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»)

на тему:

**«Додаток для аналізу фінансового планування та
прогнозування бюджету»**

Виконав студент групи ПЗм-21-1
МАРЦИНКОВСЬКИЙ Дмитро Русланович

Керівник роботи:
ЄФРЕМОВ Юрій Миколайович

Рецензент:
ЧИЖМОТРЯ Олена Геннадіївна

Житомир – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

зав. кафедри інженерії
програмного забезпечення
Тетяна ВАКАЛЮК
«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

Здобувач вищої освіти: **МАРЦИНКОВСЬКИЙ Дмитро Русланович**

Керівник роботи: **ЄФРЕМОВ Юрій Миколайович**

Тема роботи: **«Додаток для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету»**,

затверджена Наказом закладу вищої освіти від **«01» жовтня 2024 р. № 520/с**

Вихідні дані для роботи: **Предмет дослідження – методи прогнозування фінансових показників компаній за допомогою сучасних інформаційних технологій та інструментів аналізу даних. Об'єкт дослідження – веб-додаток для прогнозування бюджету компанії, який забезпечує облік фінансових даних, аналіз ризиків та генерацію прогнозів із рекомендаціями.**

Консультанти з магістерської кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
1	Єфремов Ю.М.	02.10.2024р.	02.10.2024р.
2	Єфремов Ю.М.	02.10.2024р.	02.10.2024р.
3	Єфремов Ю.М.	02.10.2024р.	02.10.2024р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота освітнього ступеня «магістр» присвячена автоматизації процесу прогнозування фінансових показників компаній для покращення прийняття управлінських рішень. Пояснювальна записка складається зі вступу, трьох розділів та списку використаної літератури. Пояснювальна записка до кваліфікаційної магістерської роботи містить 59 сторінок, 31 ілюстрацій, 12 таблиць, 3 додатки та 24 посилань на зовнішні джерела.

Метою роботи є розробка веб-додатку для прогнозування бюджету компаній, який включає облік фінансових даних, аналіз ризиків, прогнозування фінансових показників та надання рекомендацій для оптимізації витрат.

В роботі описано процес створення веб-додатку, що об'єднує інструменти аналізу фінансових даних із зручним інтерфейсом для користувачів. Досліджено методи прогнозування, включаючи лінійну регресію, ковзне середнє та експоненційне згладжування. Особливу увагу приділено підготовці даних, розробці архітектури додатку та тестуванню його функціональності. Також розглянуто алгоритми аналізу ризиків для виявлення фінансових аномалій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОГНОЗУВАННЯ БЮДЖЕТУ, АНАЛІЗ РИЗИКІВ, ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ, КОВЗНЕ СЕРЕДНЄ, ВЕБ-ДОДАТОК.

ABSTRACT

The master's thesis is devoted to automating the process of forecasting financial indicators of companies to improve managerial decision-making. The explanatory note consists of an introduction, three chapters, and a list of references. The explanatory note contains 59 pages, 31 illustrations, 12 tables, 3 appendices, and 24 references to external sources.

The purpose of the work is to develop a web application for company budget forecasting, which includes financial data management, risk analysis, financial indicator forecasting, and recommendations for expense optimization.

The work describes the process of creating a web application that integrates financial data analysis tools with a user-friendly interface. Forecasting methods, including linear regression, moving averages, and exponential smoothing, were studied. Particular attention was paid to data preparation, application architecture development, and testing its functionality. Additionally, risk analysis algorithms were explored to identify financial anomalies.

KEY WORDS: BUDGET FORECASTING, RISK ANALYSIS, LINEAR REGRESSION, MOVING AVERAGE, WEB APPLICATION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Аналіз проблем і особливостей фінансового планування та прогнозування	8
1.2. Аналіз наявних методів автоматизації процесу фінансового планування та прогнозування бюджету.....	10
1.3. Постановка задачі дослідження	14
1.4. Вибір засобів реалізації	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ДОДАТКУ ТА МОДЕЛІ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	20
2.1. Проектування бази даних додатку для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету.....	20
2.2. Архітектура та узагальнена структура додатку прогнозування бюджету.	32
2.3. Розробка методів прогнозування	35
РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	41
3.1. Графічний інтерфейс	41
3.2 Підготовка даних для створення статистики та прогнозування.	46
3.3 Відображення результатів аналізу	47
ДОДАТКИ.....	56
Додаток А.....	57
Додаток Б.....	58
Додаток В	59

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах динамічного розвитку економіки та зростаючої конкуренції на ринку, ефективне фінансове планування та прогнозування бюджету стають невід’ємними складовими успішного функціонування будь-якої організації. Здатність передбачати майбутні фінансові показники, оптимізувати витрати та розподіляти ресурси є ключовими факторами, що визначають конкурентоспроможність та стійкість підприємства. В умовах невизначеності та швидких змін на ринку, традиційні методи фінансового аналізу часто виявляються недостатньо гнучкими та ефективними для своєчасного реагування на нові виклики.

Інформаційні технології, зокрема розробка спеціалізованих додатків для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету, дозволяють автоматизувати процеси збору та обробки фінансових даних, забезпечуючи більш точний та оперативний аналіз. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності управління фінансовими ресурсами, зменшенню ризиків фінансових втрат та покращенню стратегічного планування. Впровадження сучасних програмних рішень у сфері фінансового аналізу дозволяє підприємствам не лише відстежувати поточні фінансові показники, але й здійснювати прогнози на основі історичних даних, що значно підвищує якість прийняття рішень.

Мета роботи - розробка інтерактивного додатка для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету, який дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та візуалізації фінансових даних компанії. Система повинна забезпечувати користувачам можливість ефективно планувати фінансові ресурси, аналізувати витрати та доходи, а також здійснювати прогнозування майбутніх фінансових показників на основі історичних даних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- Аналіз існуючих методів фінансового планування та прогнозування.
- Вибір технологічного стеку для розробки додатка.

- Проектування архітектури системи та бази даних.

Об'єктом дослідження є процеси фінансового планування та прогнозування бюджету у підприємствах, зокрема використання інформаційних систем для автоматизації цих процесів.

Предметом дослідження є методи та алгоритми машинного навчання, спрямовані на аналіз фінансових даних, виявлення трендів та аномалій у системах фінансового планування та прогнозування бюджету.

Наукова новизна даної роботи полягає в розробці інтерактивного веб-додатка, який поєднує сучасні методи збору та обробки фінансових даних з передовими технологіями візуалізації та прогнозування. Особливістю розробленої системи є інтеграція алгоритмів машинного навчання для прогнозування майбутніх фінансових показників на основі історичних даних, що забезпечує більш точні та надійні прогнози порівняно з традиційними методами. Крім того, система адаптована для роботи з великими обсягами даних та забезпечує високу продуктивність та масштабованість, що дозволяє використовувати її у різних підприємствах незалежно від їхнього розміру та галузі діяльності.

Практичне значення роботи полягає у створенні ефективного інструменту, який може бути використаний підприємствами для оптимізації управління фінансовими ресурсами. Розроблений додаток дозволяє автоматизувати процеси збору та аналізу фінансових даних, що сприяє підвищенню точності фінансових планів та прогнозів. Інтерактивні графіки та діаграми забезпечують наочне представлення фінансових показників, полегшуючи процес прийняття рішень. Завдяки інтеграції алгоритмів машинного навчання, додаток забезпечує більш точні прогнози майбутніх фінансових показників, що допомагає підприємствам краще планувати свої бюджети та ефективніше розподіляти ресурси.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз проблем і особливостей фінансового планування та прогнозування

Фінансове планування та прогнозування є ключовими елементами управлінського процесу будь-якої організації, забезпечуючи основу для прийняття стратегічних рішень та забезпечення стабільного розвитку підприємства. Однак, ці процеси стикаються з низкою проблем та мають свої унікальні особливості, які впливають на їх ефективність та точність.

Однією з основних проблем фінансового планування є недостатність та якість даних. Для точного планування та прогнозування необхідно мати доступ до достовірних та актуальних фінансових даних. Часто організації стикаються з проблемою розкиданості даних по різних системах, їх неповнотою або неточністю, що суттєво ускладнює процес аналізу. Недостатність даних може призводити до неточних прогнозів, що, в свою чергу, може негативно позначитися на фінансовому стані підприємства.

Складність аналізу великих обсягів даних є ще однією важливою проблемою. Сучасні організації генерують величезні обсяги фінансової інформації, яка потребує ефективних методів обробки та аналізу. Ручне опрацювання таких даних не тільки займає багато часу, але й підвищує ризик виникнення людських помилок. Це особливо актуально для великих підприємств, де кількість транзакцій та фінансових операцій значно перевищує можливості ручного аналізу.

Вплив зовнішніх факторів на фінансові показники також ускладнює процес прогнозування. Економічні зміни, коливання валютних курсів, політичні події та інші зовнішні чинники можуть суттєво впливати на фінансовий стан підприємства, роблячи прогнозування більш складним та невизначеним. Врахування цих факторів вимагає від фінансових аналітиків не лише глибоких знань у сфері економіки, але й здатності швидко адаптуватися до змінних умов.

Обмеженість традиційних методів фінансового планування та прогнозування є ще однією суттєвою проблемою. Традиційні методи, такі як регресійний аналіз або експертні оцінки, часто не враховують складні взаємозв'язки між різними фінансовими показниками та можуть бути менш точними у порівнянні з сучасними технологіями машинного навчання[1]. Крім того, ці методи можуть бути недостатньо гнучкими для адаптації до змінних умов ринку та потреб підприємства.

Недостатня інтеграція систем також ускладнює фінансове планування та прогнозування. Багато організацій використовують різні інформаційні системи для управління різними аспектами своєї діяльності, такі як ERP-системи, CRM-системи та інші. Відсутність ефективної інтеграції між цими системами призводить до розкиданості даних, що ускладнює їхнє об'єднання та аналіз. Це не тільки затримує процеси планування, але й знижує точність прогнозів через можливість виникнення неточностей при передачі даних між системами.

Попри численні проблеми, фінансове планування та прогнозування мають свої унікальні особливості, які роблять ці процеси важливими та необхідними для будь-якої організації. Однією з ключових особливостей є інтерактивність та гнучкість фінансових систем. Сучасні інформаційні системи дозволяють користувачам швидко адаптувати фінансові плани та прогнози у відповідь на змінні умови ринку або внутрішні потреби підприємства. Це забезпечує більш оперативне реагування на виклики та можливості, що виникають у процесі діяльності.

Автоматизація процесів є ще однією важливою особливістю фінансового планування. Використання автоматизованих систем дозволяє зменшити час, необхідний для збору, обробки та аналізу фінансових даних, а також знизити ризик виникнення людських помилок. Автоматизація також сприяє підвищенню ефективності управління фінансовими ресурсами, оскільки дозволяє зосередитися на аналізі та прийнятті рішень, а не на рутинних операціях.

Інтеграція з іншими системами є ще однією важливою особливістю сучасних фінансових систем. Ефективна інтеграція з ERP-системами, CRM-

системами та іншими корпоративними системами забезпечує єдине джерело даних та підвищує точність аналізу. Це дозволяє створювати більш комплексні та точні фінансові прогнози, які враховують всі аспекти діяльності підприємства.

Використання сучасних технологій, таких як машинне навчання та великі дані, значно підвищує точність та ефективність фінансового прогнозування. Алгоритми машинного навчання дозволяють аналізувати великі обсяги даних, виявляти приховані патерни та створювати складні моделі прогнозування, що враховують взаємозв'язки між різними фінансовими показниками[2]. Це робить фінансове прогнозування більш точним та надійним, що є критично важливим для стратегічного планування та управління ресурсами підприємства.

Інтерактивна візуалізація даних також є ключовою особливістю сучасних фінансових систем. Використання інтерактивних графіків, діаграм та інших візуальних інструментів дозволяє користувачам швидко зрозуміти складні фінансові дані, що полегшує процес прийняття рішень. Візуалізація даних робить аналіз фінансових показників більш доступним та зрозумілим для широкого кола користувачів, включаючи керівників, аналітиків та інших зацікавлених сторін.

Таким чином, фінансове планування та прогнозування є складними процесами, що стикаються з рядом проблем, але одночасно мають свої унікальні особливості, які дозволяють ефективно управляти фінансовими ресурсами підприємства. Використання сучасних технологій та інтерактивних систем дозволяє подолати існуючі проблеми, підвищити точність прогнозів та забезпечити більш ефективне управління фінансами[3]. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню конкурентоспроможності та стабільності підприємства на ринку.

1.2. Аналіз наявних методів автоматизації процесу фінансового планування та прогнозування бюджету

Автоматизація процесу фінансового планування та прогнозування бюджету є критично важливою для сучасних підприємств, оскільки дозволяє ефективно управляти фінансовими ресурсами, оптимізувати витрати та

забезпечувати стратегічний розвиток. На ринку існує низка програмних рішень, які пропонують різноманітні функціональні можливості для підтримки цих процесів. У цьому розділі буде проведено аналіз трьох найбільш популярних та широко використовуваних інформаційних систем для фінансового планування та прогнозування бюджету: SAP Business Planning and Consolidation (SAP BPC), Oracle Hyperion Planning та Microsoft Power BI.

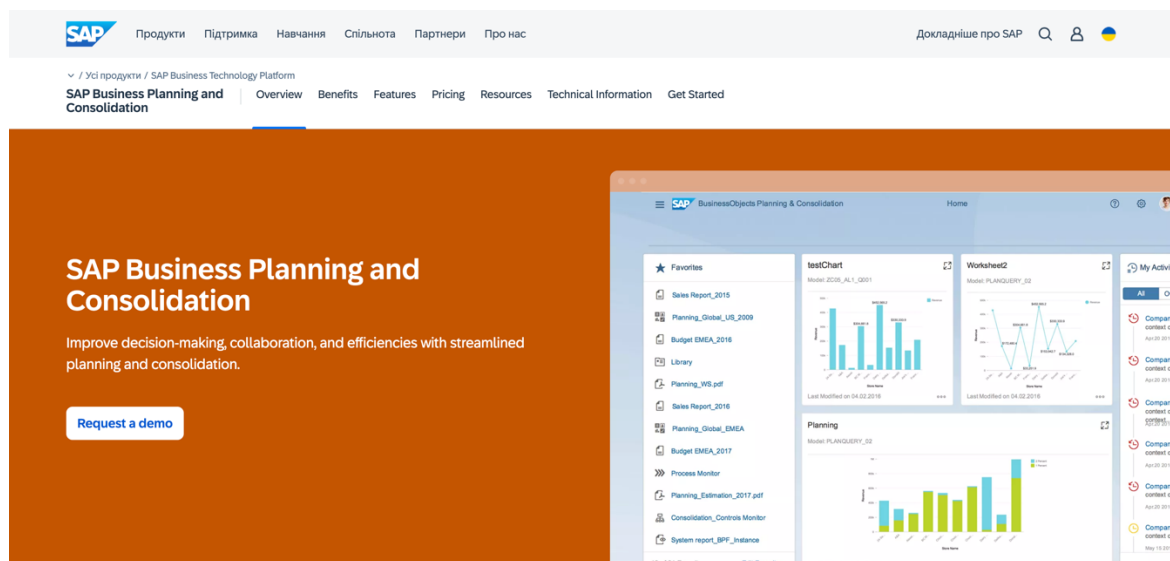


Рис. 1.1. Головна сторінка SAP Business Planning and Consolidation

SAP Business Planning and Consolidation (SAP BPC) є однією з провідних систем для фінансового планування, бюджетування та консолідації фінансових даних у великих організаціях. SAP BPC інтегрується з іншими модулями SAP ERP, що дозволяє створити єдине джерело даних для фінансового аналізу. Це забезпечує високу точність та консистентність даних, що є критично важливим для великих підприємств з комплексною структурою фінансів.

Однією з ключових переваг SAP BPC є її потужні можливості для автоматизації процесів фінансового планування та прогнозування. Система підтримує різні методології бюджетування, включаючи нульове бюджетування, процентне зміщення та інші, що дозволяє адаптуватися до специфічних потреб підприємства. Крім того, SAP BPC пропонує функції для створення сценаріїв “що-якщо”, що дозволяє користувачам аналізувати потенційні наслідки різних фінансових рішень.

Проте, SAP BPC має деякі недоліки. Висока вартість впровадження та обслуговування робить цю систему менш доступною для малих та середніх підприємств. Крім того, складність налаштування та необхідність спеціалізованих знань для ефективного використання можуть стати бар'єрами для організацій, які прагнуть швидко інтегрувати систему у свої бізнес-процеси.

Oracle Hyperion Planning є потужним рішенням для комплексного фінансового планування та прогнозування, призначеним для середніх та великих підприємств. Ця система спеціалізується на бюджетуванні, прогнозуванні та аналізі фінансових даних, надаючи користувачам інструменти для створення детальних фінансових моделей та сценаріїв.

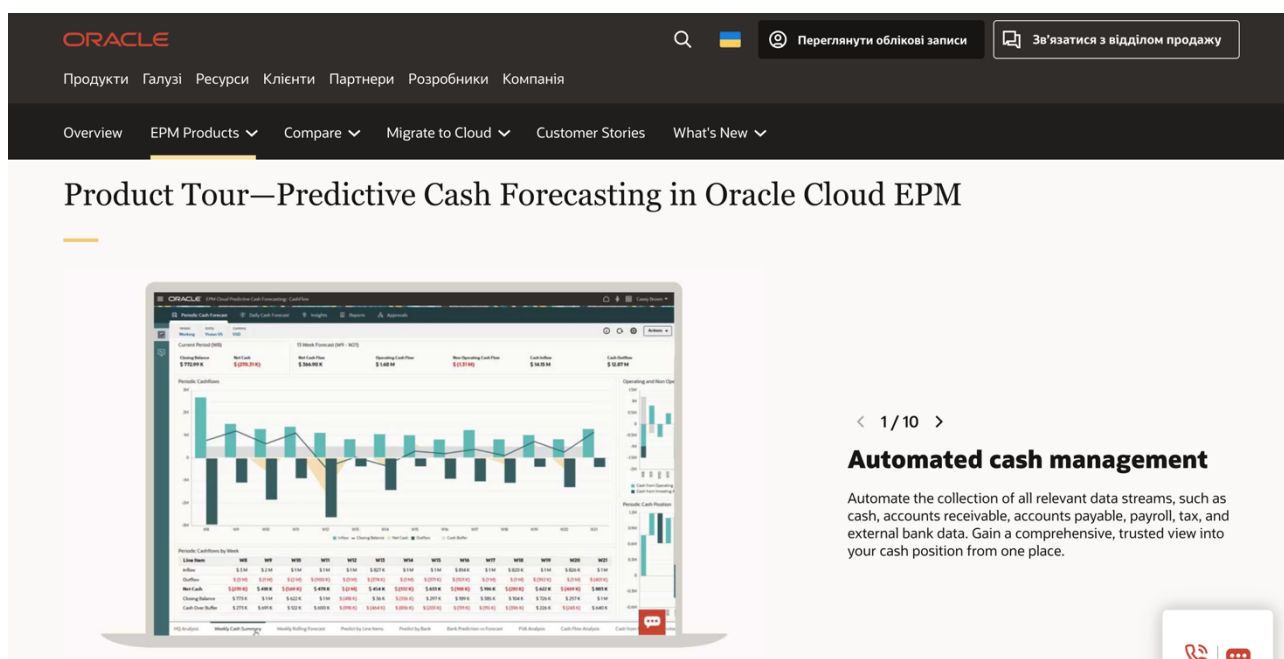


Рис. 1.2. Головна сторінка Oracle Hyperion Planning

Однією з основних переваг Oracle Hyperion Planning є її гнучкість та масштабованість. Система дозволяє легко адаптуватися до змінних вимог бізнесу та підтримує спільну роботу користувачів, що сприяє покращенню комунікації між різними відділами компанії. Крім того, Oracle Hyperion Planning інтегрується з іншими продуктами Oracle, що забезпечує безперебійну роботу та обмін даними між різними системами підприємства.

Проте, подібно до SAP BPC, Oracle Hyperion Planning характеризується високою вартістю впровадження та складністю налаштування. Це робить її менш

привабливою для малих підприємств, які не можуть дозволити собі значні інвестиції у впровадження та підтримку системи. Крім того, для ефективного використання Oracle Hyperion Planning необхідні спеціалізовані знання та навички, що може вимагати додаткового навчання персоналу, що може бути складним для більшості людей.

Microsoft Power BI є сучасним інструментом для візуалізації даних та бізнес-аналітики, який набув великої популярності серед підприємств різного розміру завдяки своїй універсальності та інтеграції з іншими продуктами Microsoft, такими як Excel та Azure. Power BI дозволяє створювати інтерактивні дашборди та звіти, що забезпечують глибокий аналіз фінансових показників та трендів.

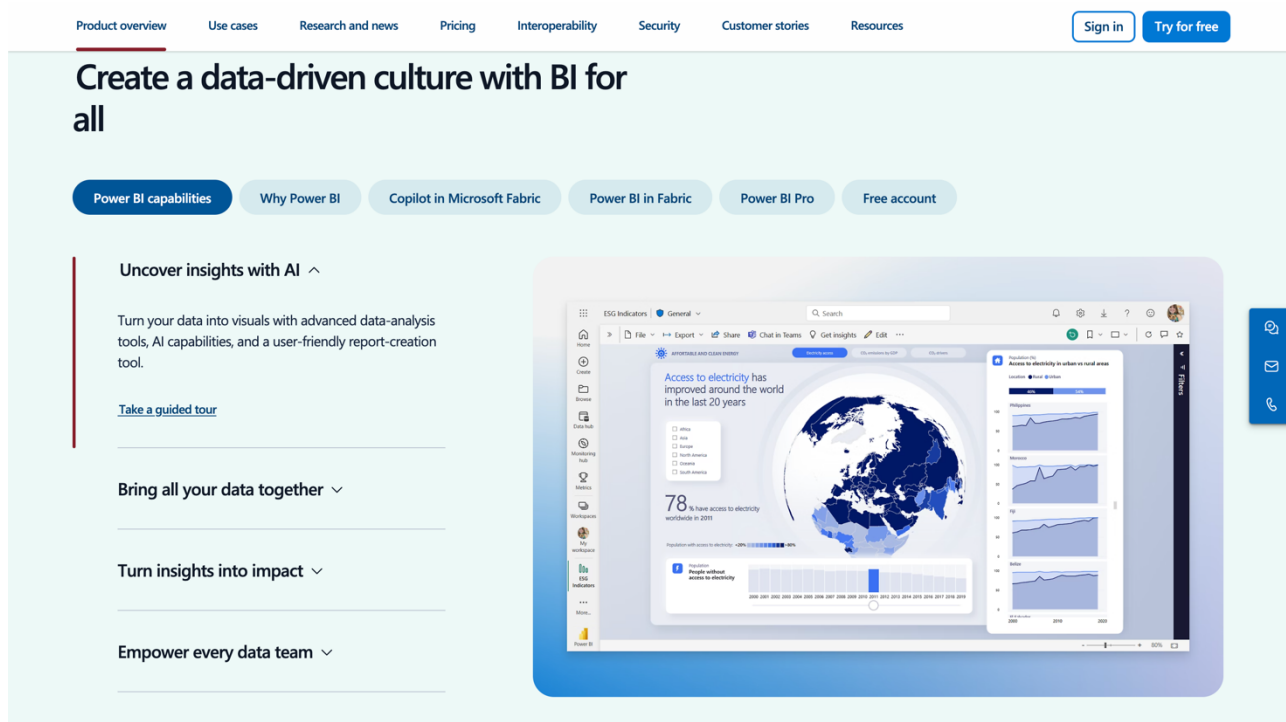


Рис. 1.3. Головна сторінка Oracle Hyperion Planning

Однією з основних переваг Microsoft Power BI є його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам без спеціальних технічних знань швидко створювати та налаштовувати візуалізації. Power BI також підтримує інтеграцію з різними джерелами даних, включаючи хмарні сервіси та

локальні бази даних, що забезпечує гнучкість та адаптивність системи до різних потреб підприємства.

Крім того, Power BI пропонує потужні можливості для аналізу даних, включаючи використання DAX (Data Analysis Expressions) для створення складних обчислень та моделей даних. Це дозволяє користувачам створювати детальні фінансові моделі та здійснювати прогнозування на основі історичних даних.

Таблиця 1.1

Порівняння існуючих систем

Програмне забезпечення	Доступність	Зручність користування	Можливості прогнозування	Вартість
SAP BPC	Внутрішній додаток	Середня	Високі	Висока
Oracle Hyperion Planning	Внутрішній додаток	Низька	Високі	Висока
Microsoft Power BI	Хмарний та локальний додаток	Висока	Середні-високі	Середня-доступна

1.3. Постановка задачі дослідження

Провівши детальний аналіз існуючих методів автоматизації процесу фінансового планування та прогнозування бюджету, було виявлено низку ключових аспектів, які потребують вдосконалення та покращення у майбутньому програмному додатку. Найбільш суттєвим недоліком сучасних програмних рішень є відсутність автоматизованого механізму виявлення аномалій у фінансових даних. Це суттєво обмежує можливості користувачів у своєчасному виявленні нестандартних фінансових подій, які можуть свідчити про потенційні ризики чи помилки у фінансових операціях. Без автоматизованої системи виявлення аномалій користувачі змушені покладатися на ручний аналіз,

що не лише потребує значних витрат часу, але й підвищує ризик пропуску важливих фінансових відхилень.

Крім того, незручність та нелогічність інтерфейсів деяких програмних додатків значно ускладнює процес навчання користувачів та знижує ефективність роботи з системою. Складні та непрозорі інтерфейси можуть призводити до помилок у введенні даних та інтерпретації результатів аналізу, що негативно впливає на загальну продуктивність користувачів. Відсутність інтуїтивно зрозумілого дизайну інтерфейсу може стати серйозним бар'єром для користувачів, особливо тих, хто не має глибоких технічних знань.

Ще одним важливим аспектом є вузька направленість та обмеженість функціоналу деяких програмних додатків, що знижує їхню універсальність та здатність задовольнити потреби різних сфер бізнесу. Багато існуючих рішень орієнтовані на конкретні галузі або типи підприємств, що обмежує їхнє застосування у більш широкому контексті фінансового планування та прогнозування бюджету. Це означає, що підприємства з різними потребами та специфікою фінансової діяльності можуть не знайти у цих системах необхідних інструментів для ефективного управління своїми фінансами.

Враховуючи наведене, постає необхідність у розробці спеціалізованого додатку для фінансового планування та прогнозування бюджету, який би усунув виявлені недоліки та відповідав сучасним вимогам ринку. Такий додаток повинен мати інтуїтивно зрозумілий та зручний інтерфейс, який дозволить користувачам легко освоїти систему та ефективно використовувати її функціональні можливості без необхідності тривалого навчання. Крім того, додаток повинен бути універсальним, тобто здатним адаптуватися до різних потреб підприємств незалежно від їхнього розміру та галузі діяльності. Це досягається за рахунок гнучкої архітектури системи, яка дозволяє інтегруватися з різними фінансовими системами та забезпечувати єдине джерело даних для всебічного фінансового аналізу.

Одним із ключових завдань майбутнього додатку є впровадження методів машинного навчання для автоматизованого виявлення аномалій у фінансових

даних[16]. Використання передових алгоритмів штучного інтелекту дозволить створити моделі, які здатні аналізувати великі обсяги історичних даних, виявляти приховані патерни та взаємозв'язки, а також прогнозувати майбутні фінансові показники з високою точністю[9]. Це не лише підвищить ефективність фінансового планування, але й дозволить підприємствам своєчасно реагувати на потенційні ризики та можливості, забезпечуючи стабільний розвиток та конкурентоспроможність на ринку.

Для досягнення поставленої мети, розробка додатку буде поділена на кілька етапів. Перший етап передбачає розробку механізму збору, структурування та очищення фінансових даних з різних джерел. Це включає інтеграцію з існуючими фінансовими системами, забезпечення якості даних та їх стандартизацію для подальшої обробки. Другий етап зосереджений на створенні зручного інтерфейсу користувача, який дозволить ефективно організовувати структуру фінансових станцій, облікувати різні фінансові системи та керувати ними. Третій етап включає розробку та інтеграцію моделі машинного навчання для виявлення аномальних фінансових показників, що дозволить автоматично ідентифікувати відхилення від нормальних трендів та сигналізувати про потенційні ризики.

Таким чином, постановка задачі дослідження спрямована на створення сучасного, ефективного та універсального інструменту для фінансового планування та прогнозування бюджету, який відповідає сучасним вимогам ринку та потребам підприємств різного масштабу та галузей діяльності.

1.4. Вибір засобів реалізації

При розробці додатку для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету було необхідно ретельно підійти до вибору технологічного стеку, який забезпечить ефективну реалізацію поставлених задач, високу продуктивність та зручність у використанні для кінцевих користувачів. Після детального аналізу різних варіантів, було прийнято рішення використовувати РНР з фреймворком

Laravel для бекенд-розробки, а також інтегрувати нейронні мережі OpenAI для автоматизованого виявлення аномалій у фінансових даних[4].

PHP з фреймворком Laravel обрано завдяки його стабільності, гнучкості та широким можливостям для розробки веб-додатків. Laravel забезпечує структуровану архітектуру додатку, що полегшує підтримку та масштабування системи[21]. Крім того, Laravel надає потужні інструменти для управління базою даних, маршрутизації, аутентифікації та безпеки, що є критично важливими аспектами при розробці фінансового додатку[5].

Для обробки фінансових даних та реалізації алгоритмів машинного навчання було обрано нейронні мережі OpenAI. Інтеграція з OpenAI дозволяє використовувати передові методи штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних, виявлення аномалій та прогнозування фінансових показників з високою точністю. Використання OpenAI API через бібліотеку GuzzleHTTP забезпечує надійний та ефективний спосіб взаємодії між бекендом додатку та сервісами машинного навчання[19].

Для візуалізації фінансових даних було обрано бібліотеку Chart.js, яка дозволяє створювати інтерактивні графіки та діаграми. Chart.js інтегрується з фронтендом, розробленим на основі Blade шаблонів Laravel, забезпечуючи користувачам зручний інтерфейс для аналізу та інтерпретації фінансових показників. Інтерактивні візуалізації допомагають користувачам швидко зрозуміти складні дані та приймати обґрунтовані рішення на основі отриманих результатів[6].

Регресійні методи, такі як лінійна регресія, також були впроваджені для створення базових моделей прогнозування фінансових показників. Ці методи дозволяють створювати прості та зрозумілі моделі, які можуть бути використані для первинного аналізу та виявлення основних тенденцій у фінансових даних.

Процес реалізації додатку поділено на кілька етапів. Перший етап включає розробку механізму збору, структурування та очищення фінансових даних з різних джерел. Це передбачає інтеграцію з існуючими фінансовими системами підприємства, забезпечення якості даних та їх стандартизацію для подальшої

обробки. Другий етап зосереджений на створенні зручного інтерфейсу користувача, який дозволяє ефективно організовувати структуру фінансових станцій, обліковувати різні фінансові системи та керувати ними. Третій етап передбачає розробку та інтеграцію моделі машинного навчання для виявлення аномальних фінансових показників, що дозволяє автоматично ідентифікувати відхилення від нормальних трендів та сигналізувати про потенційні ризики[7].

Вибір засобів реалізації був обґрунтований необхідністю створення гнучкої, масштабованої та ефективної системи, яка здатна задовольнити потреби сучасних підприємств у сфері фінансового планування та прогнозування бюджету. Використання PHP з Laravel забезпечує надійну та стабільну основу для розробки, OpenAI нейронні мережі дозволяють впровадити передові методи машинного навчання для автоматизованого аналізу фінансових даних, а Chart.js забезпечує високоякісну візуалізацію даних, що полегшує процес прийняття рішень[8].

Таким чином, обраний технологічний стек дозволяє створити сучасний, ефективний та універсальний інструмент для фінансового управління, який відповідає вимогам сучасного ринку та потребам різних підприємств.

Висновки до розділу 1

У розділі 1 було проведено всебічний аналіз предметної області фінансового планування та прогнозування бюджету, що дозволило визначити ключові проблеми та особливості цих процесів у сучасних організаціях. Було виявлено основні труднощі, з якими стикаються підприємства при фінансовому плануванні, зокрема недостатність та якість даних, складність аналізу великих обсягів інформації, вплив зовнішніх факторів, обмеженість традиційних методів прогнозування та недостатня інтеграція інформаційних систем.

Аналіз існуючих програмних рішень, таких як SAP Business Planning and Consolidation (SAP BPC), Oracle Hyperion Planning та Microsoft Power BI, дозволив виявити їхні переваги та недоліки. Хоча ці системи пропонують

потужні функціональні можливості для великих підприємств, вони мають суттєві обмеження, зокрема високу вартість впровадження, складність налаштування та обмежену гнучкість для малих та середніх організацій. Особливо помітним є відсутність автоматизованого механізму виявлення аномалій, що є критично важливим для точного фінансового прогнозування.

На основі проведеного аналізу було сформульовано основні задачі дослідження, спрямовані на розробку спеціалізованого додатку для фінансового планування та прогнозування бюджету. Ключовими завданнями є створення автоматизованого механізму виявлення аномалій за допомогою нейронних мереж OpenAI, розробка інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, забезпечення універсальності додатку для різних сфер бізнесу, інтеграція сучасних технологій візуалізації даних та оптимізація процесу збору та обробки фінансових даних.

Вибір засобів реалізації, включаючи PHP з фреймворком Laravel, нейронні мережі OpenAI та Chart.js для візуалізації, був обґрунтований необхідністю створення гнучкої, масштабованої та ефективної системи[15]. Laravel забезпечує стабільну та структуровану основу для бекенду додатку, нейронні мережі OpenAI дозволяють впровадити передові методи машинного навчання для автоматизованого аналізу фінансових даних, а Chart.js забезпечує високоякісну візуалізацію даних, що полегшує процес прийняття рішень.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ДОДАТКУ ТА МОДЕЛІ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Проектування бази даних додатку для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету

Для ефективного функціонування веб-додатку необхідно розробити ретельно продуману базу даних. Вона забезпечує зберігання, організацію та швидкий доступ до всіх необхідних фінансових даних користувачів. У даному підрозділі розглянемо структуру бази даних, її таблиці, поля та взаємозв'язки між ними[20].

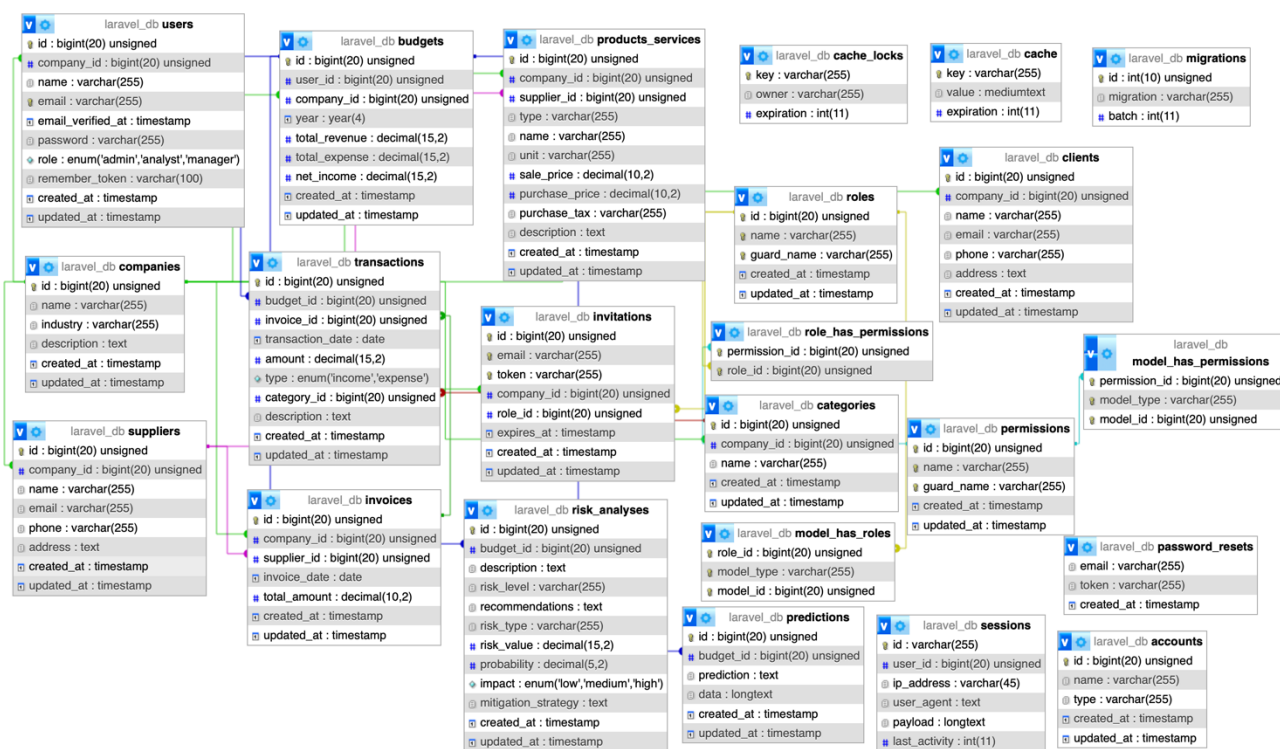


Рис. 2.1. Структура бази даних

База даних додатку реалізована за допомогою **phpMyAdmin**, зручного графічного інтерфейсу для роботи з MariaDB. Нижче наведено опис основних таблиць, їх полів та призначення. Кожна таблиця спроектована з чіткими зв'язками та індексами для оптимізації продуктивності бази даних і підтримки цілісності даних[22].

Ця схема бази даних включає ключові таблиці, такі як accounts, budgets, categories, transactions, users та інші. Вони разом представляють основні об'єкти даних додатку для прогнозування бюджету та фінансового аналізу.

Для збереження інформації про компанії, які володіють бюджетами та фінансовими даними, у базі даних використовується таблиця з назвою “companies”. Ця таблиця містить поля для зберігання назви компанії та унікального ідентифікатора. Структура таблиці наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Таблиця «companies»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор компанії
name	VARCHAR(255)		Назва компанії
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження даних користувачів у базі даних використовується таблиця з назвою “users”. У цій таблиці зберігаються ключові дані, такі як ім'я, електронна пошта, пароль та роль користувача в системі. Крім того, таблиця містить зовнішній ключ “company_id”, який пов'язує користувача з конкретною компанією. Структура таблиці забезпечує можливість розмежування доступу за допомогою поля “role”, яке визначає рівень прав користувача (адміністратор чи звичайний користувач). Структура таблиці “users” наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Таблиця «users»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор користувача
name	VARCHAR(255)		Ім'я користувача
email	VARCHAR(255)	UNIQUE	Електронна пошта користувача
password	VARCHAR(255)		Захищений пароль користувача
company_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор компанії, до якої належить користувач
role	ENUM('admin', 'user')		Роль користувача в системі
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновле

Для збереження інформації про бюджети компаній у базі даних використовується таблиця з назвою “budgets”. У цій таблиці зберігаються дані про прогнозовані доходи та витрати, а також ідентифікатор компанії, якій належить бюджет. Структура таблиці “budgets” наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Таблиця «budgets»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор бюджету
company_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор компанії
total_revenue	DECIMAL(15,2)		Загальний прогнозований дохід
total_expense	DECIMAL(15,2)		Загальні прогнозовані витрати
year	YEAR		Рік, до якого належить бюджет
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження деталей транзакцій, пов'язаних із бюджетами, у базі даних використовується таблиця “transactions”. У цій таблиці міститься інформація про тип транзакції (дохід або витрата), її суму, дату, категорію, а також опис. Поле “budget_id” зв’язує транзакцію з відповідним бюджетом, а “category_id” дозволяє класифікувати транзакцію за категоріями. Часові мітки створення та оновлення записів зберігаються у полях “created_at” і “updated_at”. Структура таблиці “transactions” наведена в таблиці 2.4.

Таблиця «transactions»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор транзакції
budget_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор бюджету, до якого належить транзакція
category_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор категорії витрат або доходів
amount	DECIMAL(15,2)		Сума транзакції (грн)
type	ENUM('income', 'expense')		Тип транзакції: дохід або витрата
transaction_date	DATE		Дата проведення транзакції
description	TEXT		Опис транзакції
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження інформації про категорії витрат і доходів, які використовуються для класифікації транзакцій, у базі даних використовується

таблиця “categories”. У цій таблиці міститься назва категорії та ідентифікатор компанії, що дозволяє розмежовувати категорії між різними компаніями. Поля “created_at” і “updated_at” використовуються для відстеження часу створення та останнього оновлення записів. Структура таблиці “categories” наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Таблиця «categories»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор категорії
name	VARCHAR(255)	UNIQUE	Назва категорії
company_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор компанії, до якої належить категорія
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження даних щодо аналізу ризиків, пов’язаних із фінансовими показниками компанії, використовується таблиця “risk_analysis”. Ця таблиця дозволяє зберігати рівень ризику для кожного бюджету, а також рекомендації щодо мінімізації виявлених ризиків. Поля “created_at” та “updated_at” забезпечують відстеження часу створення та останнього оновлення записів. Структура таблиці “risk_analysis” наведена в таблиці 2.6.

Таблиця «risk_analysis»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор аналізу ризиків
budget_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор бюджету
risk_level	ENUM('Низький', 'Середній', 'Високий')		Рівень ризику
recommendation	TEXT		Рекомендації щодо мінімізації ризиків
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження даних прогнозів чистого доходу, отриманих за допомогою різних методів прогнозування, використовується таблиця “predictions”. Ця таблиця дозволяє відстежувати прогнозні значення для кожного бюджету, а також зберігати інформацію про метод прогнозування та місяць, до якого належить прогноз. Поля “created_at” і “updated_at” забезпечують відстеження часу створення та останнього оновлення записів. Структура таблиці “predictions” наведена в таблиці 2.7.

Таблиця «predictions»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор прогнозу
budget_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор бюджету
forecast_method	ENUM('linear', 'moving_average', 'exponential_smoothing')		Метод прогнозування
forecast_value	DECIMAL(15,2)		Прогнозне значення чистого доходу (грн)
forecast_month	VARCHAR(7)		Місяць прогнозу у форматі YYYY-MM
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для забезпечення контролю доступу та визначення ролей користувачів у системі використовується таблиця “roles”. Ця таблиця зберігає інформацію про можливі ролі, такі як адміністратор чи звичайний користувач, та служить основою для прив’язки ролей до окремих користувачів. Поля “created_at” і

“updated_at” дозволяють відстежувати час створення та останнього оновлення записів. Структура таблиці “roles” наведена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Таблиця «roles»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор ролі
name	VARCHAR(50)	UNIQUE	Назва ролі (наприклад, ‘admin’, ‘user’)
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для збереження інформації про дозволи, які можуть бути призначені різним ролям користувачів у системі, використовується таблиця “permissions”. Вона містить перелік дозволів, таких як доступ до перегляду бюджету чи редагування даних, забезпечуючи гнучке управління правами доступу. Поля “created_at” та “updated_at” дозволяють відстежувати створення і останнє оновлення записів у таблиці.

Така структура забезпечує не тільки зручне управління дозволами, але й масштабованість системи. Це особливо важливо для додатків, де зростає кількість функцій і потребується складна ієрархія доступу для забезпечення ролей, таких як адміністратор, менеджер чи аналітик. Структура таблиці “permissions” наведена в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Таблиця «permissions»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор дозволу
name	VARCHAR(100)	UNIQUE	Назва дозволу (наприклад, 'view_budget')
created_at	TIMESTAMP		Дата та час створення запису
updated_at	TIMESTAMP		Дата та час останнього оновлення запису

Для реалізації багато-до-багатьох зв'язку між ролями та дозволами використовується таблиця “role_permission”. Ця таблиця дозволяє зв'язати кожну роль із відповідними дозволами, забезпечуючи гнучке налаштування прав доступу для кожної ролі. Поля “role_id” та “permission_id” є зовнішніми ключами, які вказують на відповідні записи в таблицях “roles” і “permissions”. Структура таблиці “role_permission” наведена в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Таблиця «role_permission»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
role_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор ролі
permission_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор дозволу

Для забезпечення управління доступом та безпеки у вебдодатку використовується таблиця “sessions”. Ця таблиця зберігає дані про активні сесії

користувачів, включаючи унікальний ідентифікатор сесії, IP-адресу, браузер користувача (user agent), дані сесії, а також час останньої активності. Крім того, таблиця містить зовнішній ключ “user_id”, який дозволяє пов’язати сесію з конкретним користувачем. Структура таблиці “sessions” наведена в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Таблиця «sessions»

Назва поля	Тип даних	Ключ	Опис поля
id	VARCHAR(255)	PRIMARY KEY	Унікальний ідентифікатор сесії
user_id	INT UNSIGNED	FOREIGN KEY	Ідентифікатор користувача, до якого належить сесія
ip_address	VARCHAR(45)	IP-адреса користувача	
user_agent	TEXT	User agent браузера користувача	
payload	TEXT	Дані сесії	
last_activity	INT UNSIGNED	Час останньої активності у секундах з Unix Epoch	
created_at	TIMESTAMP	Дата та час створення запису	
updated_at	TIMESTAMP	Дата та час останнього оновлення запису	

Взаємозв'язки між таблицями:

- Компанії та користувачі:

Таблиця `companies` пов'язана з таблицею `users` через поле `company_id`. Один запис у таблиці `companies` може бути асоційований з кількома користувачами, але кожен користувач належить лише одній компанії.

- Бюджети та компанії:

Таблиця `budgets` пов'язана з таблицею `companies` через поле `company_id`. Кожен бюджет належить лише одній компанії.

- Транзакції та бюджети:

Таблиця `transactions` пов'язана з таблицею `budgets` через поле `budget_id`. Один бюджет може мати безліч транзакцій.

- Категорії та транзакції:

Таблиця `categories` пов'язана з таблицею `transactions` через поле `category_id`. Це дозволяє класифікувати кожну транзакцію за відповідною категорією.

- Прогнози та бюджети:

Таблиця `forecasts` пов'язана з таблицею `budgets` через поле `budget_id`. Це дозволяє зберігати прогнозні дані для кожного бюджету.

- Аналіз ризиків та бюджети:

Таблиця `risk_analysis` пов'язана з таблицею `budgets` через поле `budget_id`. Це дозволяє зберігати результати аналізу ризиків для кожного бюджету.

- Ролі та дозволи:

Таблиця `roles` та таблиця `permissions` пов'язані через таблицю `role_permission`, що реалізує багато-до-багатьох зв'язок між ролями та

дозволами. Це забезпечує гнучке управління доступом користувачів до різних функцій додатку.

– Сесії користувачів:

Таблиця sessions пов'язана з таблицею users через поле user_id. Це дозволяє відстежувати активні сесії користувачів та забезпечувати безпеку доступу.

2.2. Архітектура та узагальнена структура додатку прогнозування бюджету

Архітектура та загальна структура додатку розроблені таким чином, щоб забезпечити зручність користування, модульність та інтеграцію ключових функціональних компонентів. Додаток побудований на основі сучасних підходів до програмування, що дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних і надавати користувачам гнучкий функціонал для аналізу фінансової інформації[10].

Загальна структура додатку організована навколо центрального модуля користувача, через який здійснюється взаємодія з основними функціональними блоками. Система забезпечує швидкий доступ до ключової інформації, включаючи огляд останніх транзакцій, загальну статистику фінансових показників, а також дозволяє додавати нові фінансові операції, переглядати історію транзакцій та редагувати записи. Модуль бюджетів містить функціонал для створення нових бюджетів, прогнозування доходів і витрат, а також проведення аналізу ризиків, пов'язаних із фінансовими планами. Для аналізу і візуалізації фінансових даних передбачений модуль статистики, який надає можливість переглядати тренди за категоріями, розподіл витрат та прогнозування.

Користувач може редагувати особисті дані, змінювати пароль та переглядати інформацію про поточну роль у системі за допомогою модуля профілю. Також додаток дозволяє управляти даними про компанії, включаючи додавання, редагування або перегляд інформації про пов'язані підприємства.

Такий підхід до архітектури забезпечує високу ефективність, зрозумілість та масштабованість системи, що є важливим для аналізу та прогнозування фінансових даних.

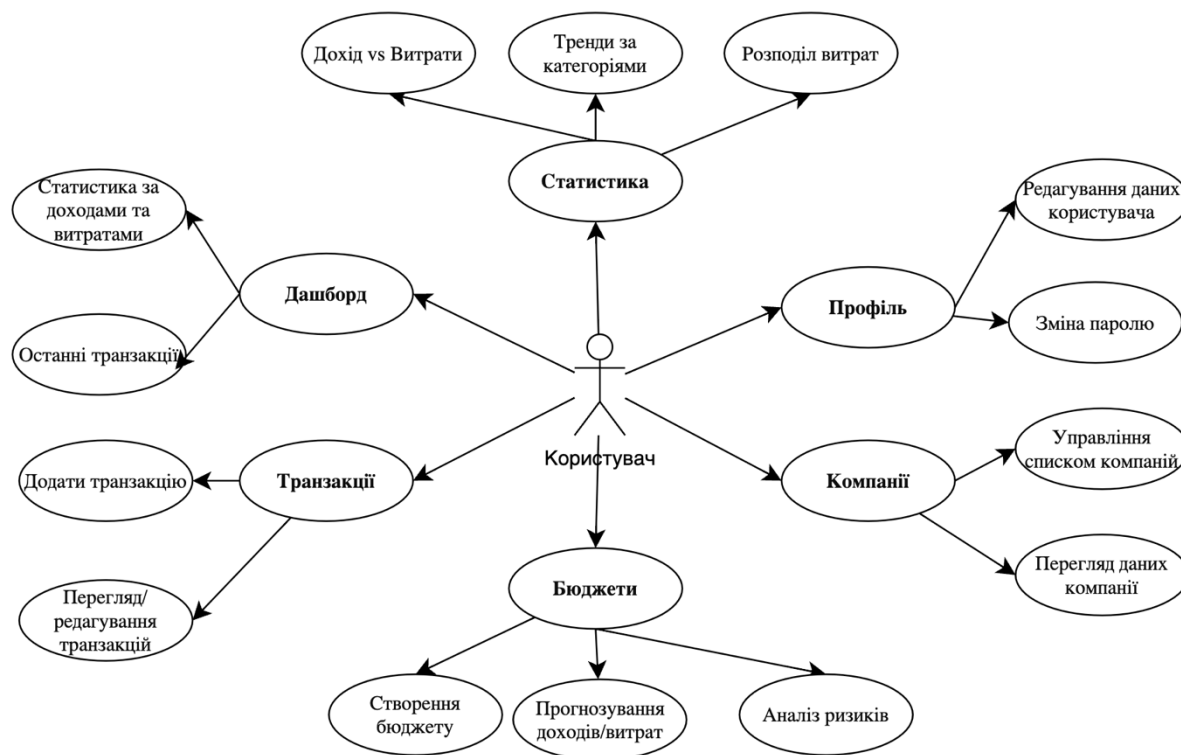


Рис. 2.2. Діаграма варіантів використання

Структура додатку

Додаток реалізований за допомогою React.js, що забезпечує динамічний та інтерактивний інтерфейс користувача. Вся логіка та обробка даних здійснюється на фронтенді, що спрощує архітектуру та забезпечує швидкий відгук системи.

Структура додатку побудована на основі фреймворку Laravel і забезпечує логічне та зручне розташування всіх елементів системи[24]. В корені проєкту знаходяться файли конфігурації та керування залежностями, такі як composer.json і .env, а також інструментальні файли і каталог public, в якому розміщено точку входу для запитів (index.php), статичні ресурси, зображення та інші публічно доступні матеріали. Безпосередньо бізнес-логіка зосереджена у директорії app, де розміщуються контролери (Http/Controllers), моделі (Models),

політики доступу (Policies), посередники (Middleware), сервісні класи та провайдери (Services, Providers).

Контролери обробляють запити користувачів, викликають відповідні моделі та повертають результати через шаблони або API-відповіді, а моделі відповідають за взаємодію з базою даних, яка налаштовується у файлах міграцій у директорії database.

Шаблони сторінок зберігаються у директорії resources/views, яка містить окремі підпапки для різних розділів додатку (budgets, clients, suppliers, статистичні дані тощо), а статичні ресурси, стилі та скрипти розташовані у відповідних підкаталогах resources (css, js, sass). Маршрути програми визначаються у файлах routes, де web.php використовується для веб-інтерфейсу, а інші маршрути можуть забезпечувати роботу консолі або API.

Робота зі станом сесій, кешем та журналами винесена у директорію storage, яка слугує для збереження тимчасових файлів та логів. Для забезпечення якості коду, функціональні та модульні тести розміщуються у директорії tests, що дає змогу перевіряти коректну роботу бізнес-логіки та компонентів системи.

Така структурована організація проєкту, незважаючи на наявність чітких розділів, надає достатньо гнучкості, масштабованості та зручності в підтримці додатку, дозволяючи розробникам легко орієнтуватися в коді, а також швидко вносити зміни та вдосконалення.

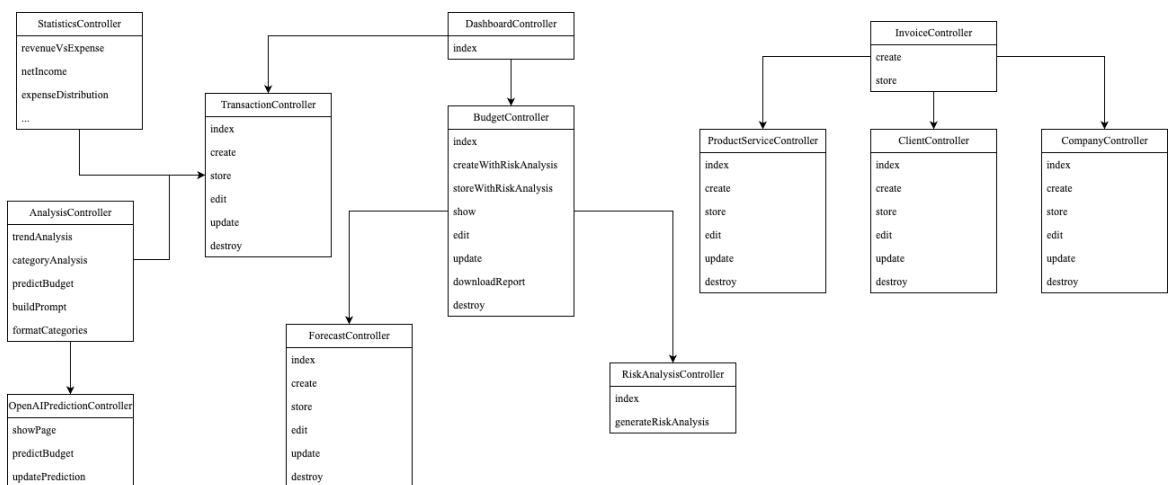


Рис. 2.3. Діаграма класів

2.3. Розробка методів прогнозування

Розроблений веб-додаток поєднує в собі традиційні математичні методи аналізу часових рядів з сучасними інструментами машинного навчання та штучного інтелекту. Основна ідея полягає у створенні системи, що дозволяє керівникам та аналітикам отримати цілісну картину фінансового стану бізнесу, оцінити ризики, побудувати прогнози доходів і витрат, а також отримати рекомендації щодо оптимізації витрат на основі динаміки історичних даних[11].

Загальний підхід до обробки даних

На вхід системи надходять історичні фінансові дані: транзакції, згруповані за категоріями та віднесені до певних бюджетних періодів[22]. Ці дані містять місячні суми доходів та витрат, що дозволяє розглядати часові ряди фінансових показників. Для кожного періоду (місяця) відомі такі ключові величини, як обсяг доходів, обсяг витрат та чистий дохід (різниця між доходами та витратами).

Після первинної обробки (фільтрації за датою, категорією, компанією користувача), застосовуються математичні методи прогнозування та аналізу[18]. Також реалізовано інтеграцію з відкритим інтерфейсом OpenAI (GPT-4), який на основі зібраних показників може генерувати рекомендації та здійснювати якісний аналіз ризику[12].

Математичні основи прогнозування

Прогнозування майбутніх фінансових значень ґрунтується на використанні класичних статистичних методів: лінійної регресії, ковзного середнього та експоненційного згладжування. Додатково застосовується багатомодельний підхід: результати різних методів об'єднуються для отримання середнього прогнозного значення.

Лінійна регресія

Лінійна регресія використовується для моделювання лінійної тенденції у часовому ряді. Якщо позначити x_i — номер місяця (наприклад, $i = 1, 2, 3, \dots$) та y_i — значення чистого доходу в i -му місяці, то ми шукаємо коефіцієнти β_0 і β_1 для рівняння прямої:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

Рис. 2.4. Формула мінімальних квадратів

Обчислення ведеться за класичними формулами мінімальних квадратів:

$$\beta_1 = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad \beta_0 = \frac{\sum y_i - \beta_1 \sum x_i}{N}$$

Рис. 2.5. Формула мінімальних квадратів

В кодї (контролері StatisticsController) це реалізовано через використання класу LeastSquares з пакету Phpml[17]. Після навчання на історичних даних (місячних сумах доходів/витрат), прогноз робиться на місяці. Фрагмент коду:

```
$regression = new LeastSquares();
$regression->train($samples, $targets);
$forecastValue = $regression->predict([[ $nextMonthIndex ]]);
```

Тут \$samples, \$targets містять пари (x_i, y_i) для минулих місяців, а \$nextMonthIndex – індекс місяця, для якого потрібно прогноз.

Ковзне середнє (Moving Average)

Ковзне середнє використовується, щоб згладити випадкові коливання та оцінити загальну тенденцію, припускаючи, що майбутнє значення можна приблизно оцінити за середнім останніх місяців. Формула ковзного середнього:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-(k-1)}}{k}$$

Рис. 2.6. Формула ковзного середнього

Ковзне середнє ефективно тоді, коли немає яскраво вираженого тренду або сезонності. В кодї це реалізується простою операцією: береться масив останніх значень і обчислюється їх середнє.

Фрагмент коду:

```
$slice = array_slice($initialValues, $countValues - $windowSize);
$avg = array_sum($slice) / count($slice);
```

Цей підхід надає простий і стійкий прогноз, особливо корисний при відсутності лінійного тренду.

Експоненційне згладжування

Експоненційне згладжування надає більшу вагу останнім спостереженням.

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$$

Рис. 2.7. Формула експоненційного згладжування

Експоненційне згладжування дозволяє швидко реагувати на останні зміни у даних, водночас згладжуючи шум. На практиці ми обираємо емпірично, наприклад 0.3. В коді:

```
$F = $values[0];
foreach ($values as $i => $v) {
    if ($i > 0) {
        $F = $alpha * $v + (1 - $alpha) * $F;
    }
}
```

Комбінований прогноз

Щоб підвищити надійність прогнозів, використовується комбінація методів. Наприклад, середнє арифметичне прогнозів, отриманих за лінійною регресією, ковзним середнім та експоненційним згладжуванням:

$$\hat{y}_{\text{final}} = \frac{\hat{y}_{\text{linear}} + \hat{y}_{\text{MA}} + \hat{y}_{\text{exp}}}{3}$$

Рис. 2.8. Формула комбінованого підходу

Це забезпечує більш збалансований прогноз, оскільки кожен метод компенсує недоліки іншого.

Оцінка ризику та статистична аналітика

Крім прогнозування, у системі реалізовано оцінку ризику та показників волатильності (наприклад, коефіцієнт варіації). Оцінка ризику полягає у визначенні різниці між доходами та витратами:

- Якщо доходи перевищують витрати, ризик вважається низьким.
- Якщо доходи дорівнюють витратам, ризик середній.
- Якщо витрати перевищують доходи, ризик високий.

Таким чином, ризик визначається логічною умовою:

$$\text{Risk} = \begin{cases} \text{Низький,} & \text{якщо } Income > Expense, \\ \text{Середній,} & \text{якщо } Income = Expense, \\ \text{Високий,} & \text{якщо } Income < Expense. \end{cases}$$

Рис. 2.9. Умова визначення ризику

У випадку, коли ми прогнозуємо майбутні місяці, можна оцінити та таким же чином визначити прогнозований ризик. Це надає корисну інформацію про ймовірний фінансовий стан компанії в найближчому періоді.

Окрім цього, для аналізу рівня розсіювання даних використовується коефіцієнт варіації (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\%,$$

Рис. 2.10. Формула коефіцієнту варіацій

Інтеграція штучного інтелекту

Щоб підсилити наукову складову роботи, розроблено інтеграцію з OpenAI для використання моделі GPT-4. Це дозволяє не лише спиратися на класичні математичні методи, а й отримувати контекстні рекомендації щодо оптимізації витрат, стратегічних рішень та управління ризиками[13].

Модуль OpenAIService взаємодіє з API GPT-4, формує підказки (prompts), що містять поточний фінансовий стан, доходи, витрати та чистий дохід. Далі AI генерує структуровану відповідь у форматі JSON, що містить:

- Детальний опис ризиковості.
- Рекомендації для оптимізації, наприклад: переглянути угоди з постачальниками, оптимізувати витрати в конкретній категорії або проаналізувати можливість інвестування надлишкових коштів[14].
- Інсайти щодо трендів, виявлених у даних.

Приклад звернення до AI:

```
$analysis = $this->openAIService->analyzeRisk([
    'year' => $budget->year,
    'income' => $budget->total_revenue,
    'expenses' => $budget->total_expense,
    'net_income' => $budget->net_income,
```

```
]);
```

AI відповідає у форматі JSON, наприклад:

```
{
  "description": "Останні дані вказують на стабільний ріст доходів...",
  "risk_level": "Низький",
  "recommendations": "Рекомендується збільшити резервний фонд..."
}
```

Цей підхід дозволяє поєднати кількісну (математичну) оцінку з якісною (консультативною) компонентою, що суттєво розширює можливості системи.

Аспекти реалізації та використання коду

У тексті коду контролерів та сервісів, наприклад `StatisticsController`, `OpenAIPredictionController`, реалізовано наступний науково обґрунтований функціонал:

- Обчислення історичних трендів доходів та витрат.
- Застосування формул лінійної регресії для визначення майбутньої тенденції.
- Використання ковзного середнього та експоненційного згладжування для згладження ряду.
- Інтеграція прогнозних значень у історичну шкалу часу для візуалізації на графіках.
- Розрахунок показників ризику та використання AI для якісного аналізу.

Кожен метод супроводжується логікою обробки винятків, логуванням, та фільтрацією даних, що гарантує надійність та повторюваність результатів.

Наукова новизна розробленого підходу полягає у поєднанні класичних математичних методів аналізу часових рядів з можливостями сучасних моделей штучного інтелекту. Це дозволяє не лише отримувати прогнозні значення, а й пояснювати їх з точки зору ризику, а також отримувати якісні консультації від AI.

Практичне значення — у здатності системи підтримувати управлінські рішення: аналізувати історичні тенденції, прогнозувати майбутні фінансові показники, визначати рівень ризику та отримувати рекомендації щодо оптимізації. Такий інструмент може використовуватися в бізнесі для

бюджетування, фінансового планування, оцінки інвестиційних проектів, планування витрат за категоріями та стратегічного розвитку компанії.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було описано наукові підходи та алгоритми, реалізовані в системі для аналізу фінансового планування та прогнозування бюджету. Застосування таких методів, як лінійна регресія, ковзне середнє та експоненційне згладжування, забезпечило можливість точного прогнозування доходів, витрат та чистого доходу на основі історичних даних. Інтеграція штучного інтелекту дала змогу доповнити систему інсайтами та рекомендаціями, підвищуючи її цінність для бізнесу. Важливою особливістю стало впровадження автоматизованої оцінки ризиків і пропонування стратегій їх мінімізації.

Результати розробки підтверджують, що поєднання математичних моделей і AI-рішень сприяє глибшому аналізу даних та формуванню ефективних рекомендацій для управління фінансами. Отримані результати мають практичну цінність для прийняття стратегічних рішень у бізнесі, дозволяючи користувачам не лише аналізувати поточний стан бюджету, а й планувати його розвиток на основі прогнозних моделей і аналітичних даних.

РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

3.1. Графічний інтерфейс

Після запуску веб-додатку користувач автоматично перенаправляється на сторінку авторизації. Ця сторінка забезпечує вхід до системи, дозволяючи доступ лише зареєстрованим користувачам. Для завершення процесу авторизації необхідно натиснути кнопку «Увійти».

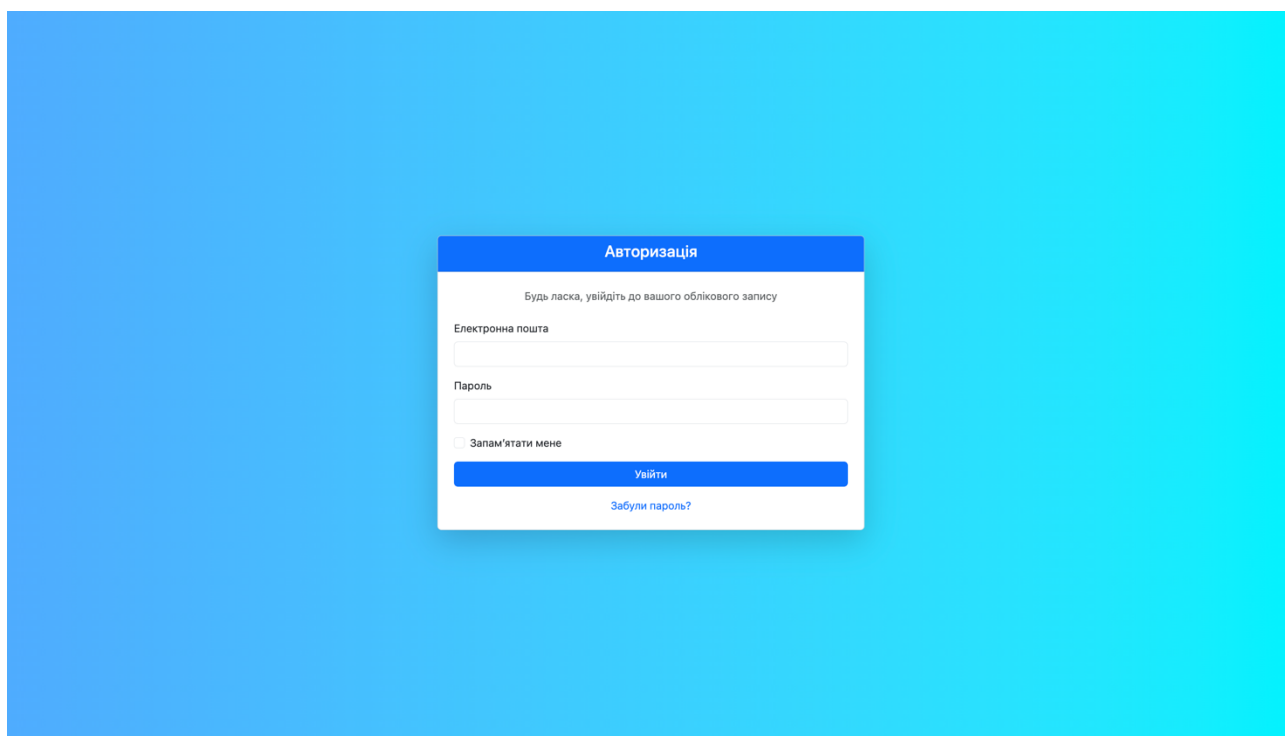


Рис. 3.1. Сторінка авторизації

Після успішного входу в систему користувач потрапляє на головну сторінку додатку, яка відображає основну статистику компанії за поточний рік. На сторінці представлені загальний дохід, загальні витрати та чистий прибуток, що дозволяє одразу оцінити фінансовий стан компанії. Важливими елементами сторінки є інформативні картки з ключовими фінансовими показниками, які автоматично оновлюються на основі введених даних.

Окрім цього, для зручного візуального аналізу фінансової активності реалізовано два інтерактивні графіки. Перший — діаграма розподілу витрат за категоріями, що дозволяє наочно визначити, які категорії мають найбільші витрати та їхній відсотковий розподіл. Другий — лінійний графік трендів

доходів і витрат із прогнозуванням, що відображає історичні дані та прогнозні значення на основі аналізу попередніх періодів

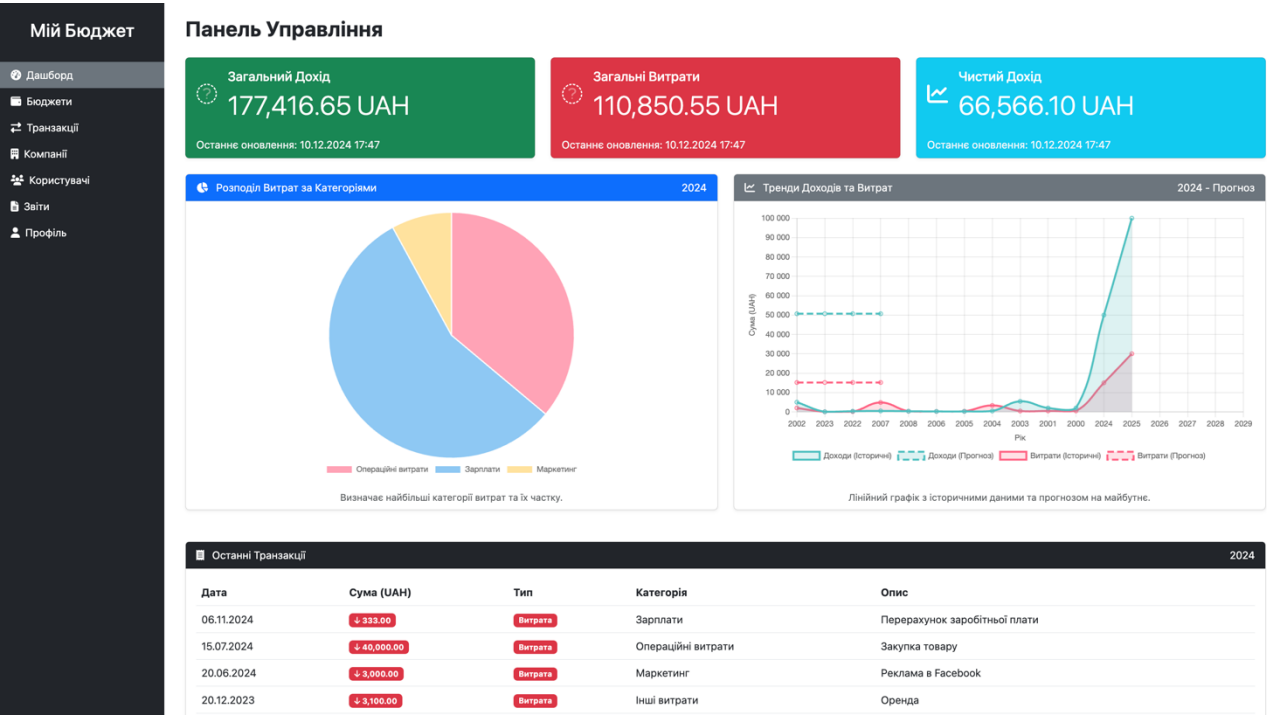


Рис. 3.2. Головна сторінка

Користувач має можливість перейти на сторінку профілю, де відображається його персональна інформація, така як ім'я, адреса електронної пошти, дата реєстрації та назва компанії, якщо вона була вказана. У випадку необхідності користувач може редагувати свої дані, перейшовши до відповідної форми редагування профілю. Також на сторінці доступна опція виходу з облікового запису, яка дозволяє безпечно завершити сеанс.

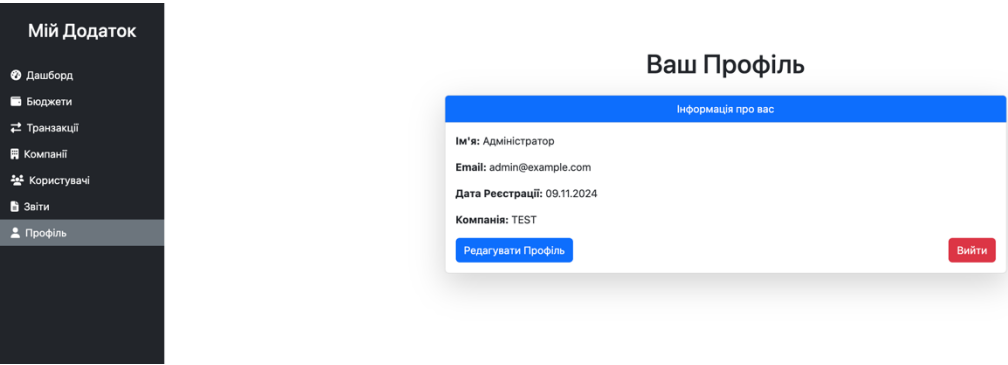


Рис. 3.3. Профіль користувача

Сторінка дозволяє переглядати всі транзакції, здійснені користувачем чи компанією, у вигляді таблиці. У верхній частині сторінки знаходиться панель фільтрів, яка дає змогу сортувати дані за типом (дохід чи витрата), категорією та

діапазоном дат. У таблиці кожна транзакція представлена з такими деталями: порядковий номер, дата, сума, тип, категорія та опис. Для кожного запису передбачені кнопки “Редагувати” та “Видалити”, що дозволяють змінювати чи видаляти відповідні транзакції. Найновіші транзакції розташовані на початку списку, а найстаріші — в кінці.

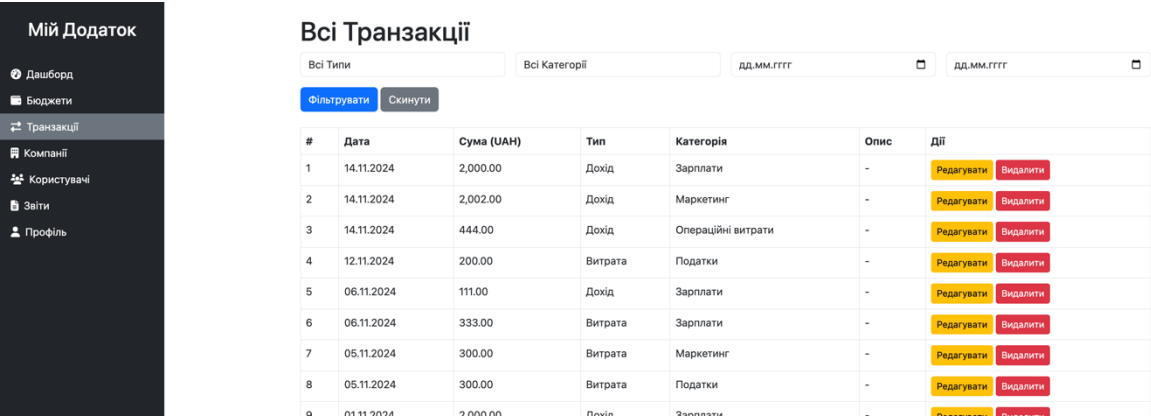


Рис. 3.4. Відображення транзакцій

Ця сторінка дає можливість переглядати список усіх компаній, з якими працює користувач . Таблиця відображає інформацію про назву компанії, її індустрію та опис. Над таблицею розташована кнопка “Додати нову компанію”, яка дозволяє створити новий запис, а також поле пошуку для зручного пошуку компаній за назвою.

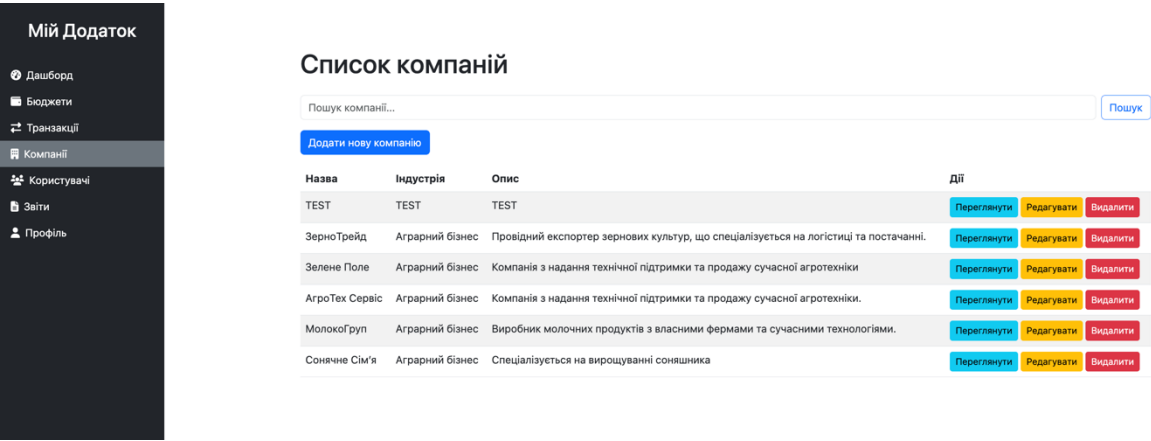


Рис. 3.5. Відображення компаній

На сторінці відображаються всі створені бюджети у вигляді таблиці. Кожен бюджет має такі характеристики: рік, прогнозовані доходи, прогнозовані витрати, прогнозований чистий дохід та аналіз ризику. У колонці «Дії» користувач може виконувати такі дії, як перегляд, редагування чи видалення

бюджету. Над таблицею знаходяться кнопки «Фільтрувати» та «Скинути» для сортування за роками, а також кнопка “Створити Бюджет з Аналізом Ризику”, яка дозволяє додати новий запис.

Мій Додаток

Дашборд

Бюджети

Транзакції

Компанії

Користувачі

Звіти

Профіль

Бюджети

Рік

Фільтрувати

Скинути

Створити Бюджет з Аналізом Ризику

Рік	Прогнозований дохід (UAH)	Прогнозовані витрати (UAH)	Прогнозований чистий дохід (UAH)	Аналіз Ризику	Дії
2003	10,000.00	6,000.00	4,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2004	70,000.00	35,000.00	35,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2005	25,000.00	10,000.00	15,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2006	86,000.00	34,560.00	51,440.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2007	135,000.00	60,000.00	75,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2008	57,000.00	40,000.00	17,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2022	190,000.00	170,000.00	20,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2023	200,000.00	110,000.00	90,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити
2024	5,000.00	4,000.00	1,000.00	Аналіз неавторизовано	Переглянути Редагувати Видалити

Рис. 3.6. Відображення бюджетів

Для створення бюджету, користувачу потрібно ввести рік, прогнозований дохід, витрати та чистий дохід. У кінці форми є кнопка «Створити Бюджет з Прогнозуванням Аналізу Ризику», що дозволяє створити запис бюджету з додатковими інсайтами.

Мій Додаток

Дашборд

Бюджети

Транзакції

Компанії

Користувачі

Звіти

Профіль

Створити Бюджет

Рік

2025

Прогнозований дохід (UAH)

100000

Прогнозовані витрати (UAH)

40000

Прогнозований чистий дохід (UAH)

60000,00

Створити Бюджет з Прогнозованим Аналізом Ризику

Рис. 3.7. Створення майбутнього бюджету

Після створення бюджету на конкретний рік, користувач може переглянути відповідну інформацію. Тут представлені як прогнозовані, так і фактичні дані: дохід, витрати та чистий дохід. Додатково користувач може побачити ключові фінансові показники, такі як валовий прибуток і рентабельність продажів. Блок аналізу ризиків надає рекомендації для покращення фінансового управління. Також реалізовано розділ «AI Інсайти», що надає користувачу додаткові аналітичні поради для ефективного планування.

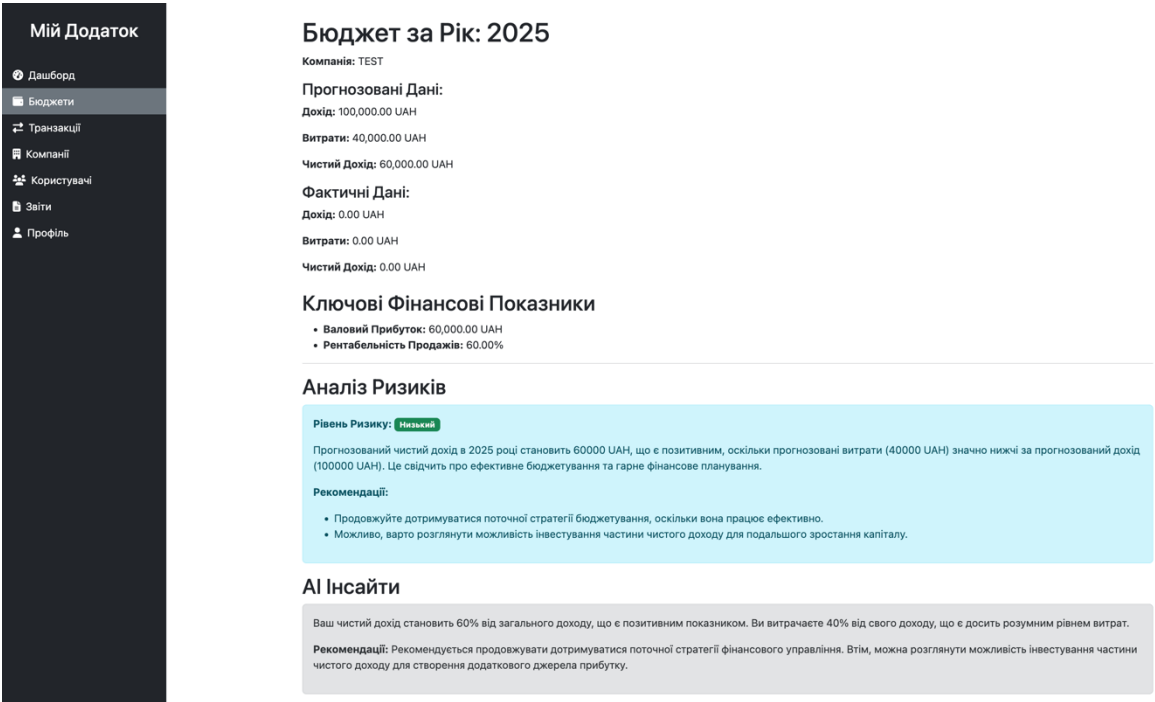


Рис. 3.8. Перегляд створеного бюджету

Нижче на цій же сторінці відображається розділ з графіками, які візуалізують фінансові дані, такі як доходи і витрати, розподіл витрат за категоріями та тренди доходів і витрат. Внизу сторінки розташована таблиця з транзакціями, яка дозволяє переглядати, фільтрувати та редагувати фінансові операції. Також доступні функції завантаження звітів у форматах PDF та Excel.

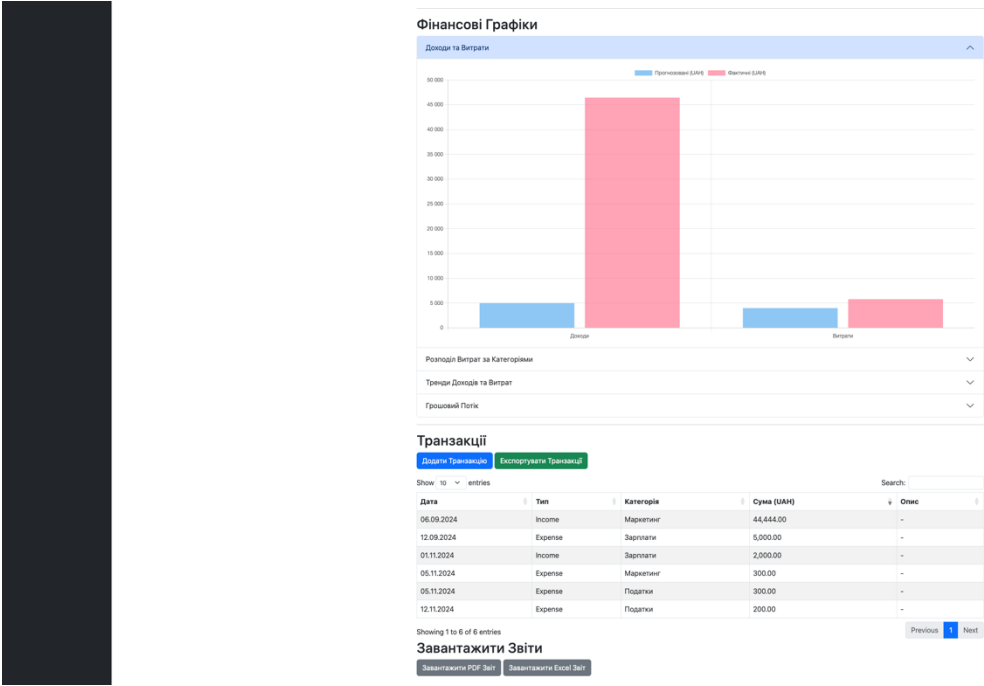


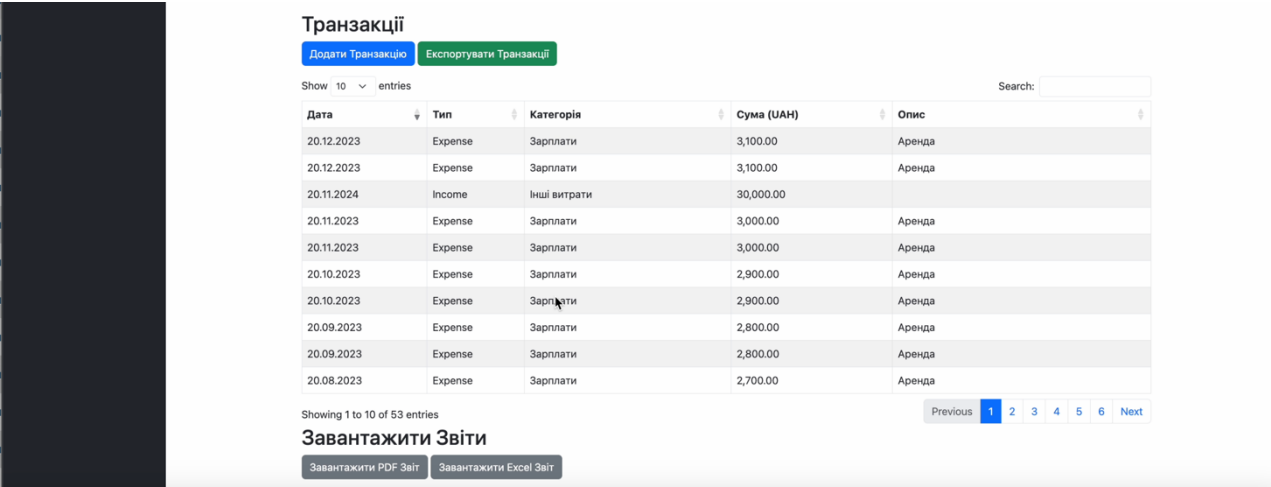
Рис. 3.9. Відображення графіків та наявних транзакцій відповідного бюджету

3.2 Підготовка даних для створення статистики та прогнозування.

Підготовка даних для створення бюджету є важливим етапом в розробці фінансових планів компанії. Однією з ключових складових цього процесу є аналіз транзакцій, які надають вичерпну інформацію про фінансові потоки компанії. Транзакції класифікуються за типами, такими як доходи або витрати, а також за категоріями, що дозволяє визначити, які статті бюджету мають найбільший вплив на загальний фінансовий стан компанії. Завдяки чіткій структуризації даних користувач може отримати повну картину про фінансову діяльність компанії, включаючи суми транзакцій, їх дати та опис.

Для зручності аналізу транзакції можна сортувати за датою або іншими критеріями, а також фільтрувати за категоріями чи типами. Це особливо важливо для великих компаній, які оперують значною кількістю фінансових операцій. На основі отриманих даних формується прогнозовані доходи, витрати та чистий прибуток. Система дозволяє автоматизувати цей процес, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та її обробку. Візуалізація даних у вигляді таблиць або графіків сприяє легкому сприйняттю інформації і допомагає приймати зважені рішення щодо майбутніх бюджетів.

Важливим аспектом підготовки даних є також нормалізація та очищення інформації. Транзакції можуть містити помилки, дублювання або неповні записи, що негативно впливає на точність аналізу.



Транзакції

Додати Транзакцію Експортувати Транзакції

Show 10 entries Search:

Дата	Тип	Категорія	Сума (UAH)	Опис
20.12.2023	Expense	Зарплати	3,100.00	Аренда
20.12.2023	Expense	Зарплати	3,100.00	Аренда
20.11.2024	Income	Інші витрати	30,000.00	
20.11.2023	Expense	Зарплати	3,000.00	Аренда
20.11.2023	Expense	Зарплати	3,000.00	Аренда
20.10.2023	Expense	Зарплати	2,900.00	Аренда
20.10.2023	Expense	Зарплати	2,900.00	Аренда
20.09.2023	Expense	Зарплати	2,800.00	Аренда
20.09.2023	Expense	Зарплати	2,800.00	Аренда
20.08.2023	Expense	Зарплати	2,700.00	Аренда

Showing 1 to 10 of 53 entries

Завантажити Звіти

Завантажити PDF Звіт Завантажити Excel Звіт

Previous 1 2 3 4 5 6 Next

Рис. 3.10. Наявність транзакцій у відповідному бюджеті

3.3 Відображення результатів аналізу

Для відображення динаміки чистого доходу з прогнозами було реалізовано графік, який демонструє історичні зміни та прогнозні дані на наступні шість місяців. Аналіз базується на застосуванні трьох методів: лінійної регресії, ковзного середнього та експоненційного згладжування. Такий підхід дозволяє врахувати як довгострокові тенденції, так і вплив останніх змін, що є особливо важливим для нестабільних ринкових умов.

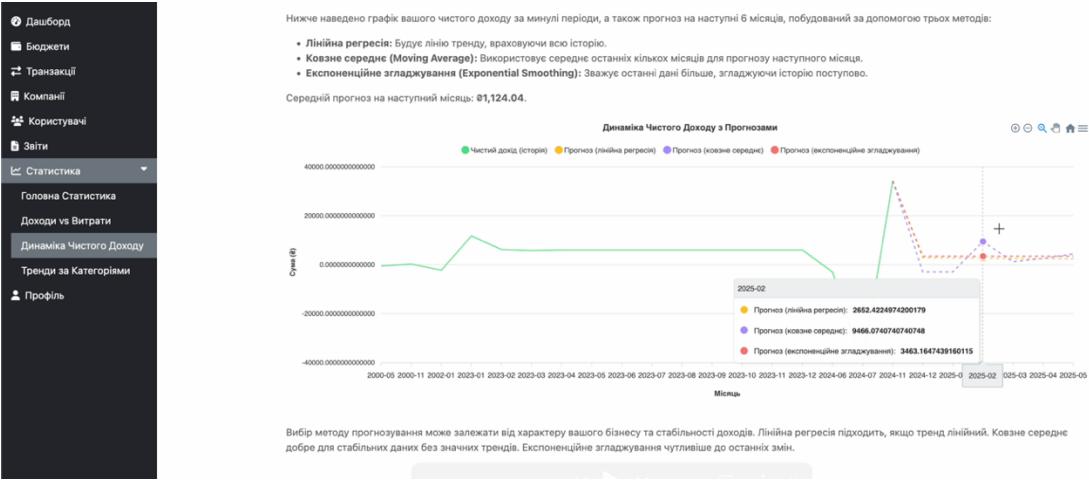


Рис. 3.11. Відображення динаміки чистого доходу

Для аналізу доходів та витрат було використано візуалізацію, яка наочно показує розподіл фінансів за різними категоріями. Це дозволяє виявити основні джерела витрат та оптимізувати бюджет. Наприклад, розподіл по категоріях допомагає побачити, яка частка витрат припадає на маркетинг, операційні витрати чи зарплати.

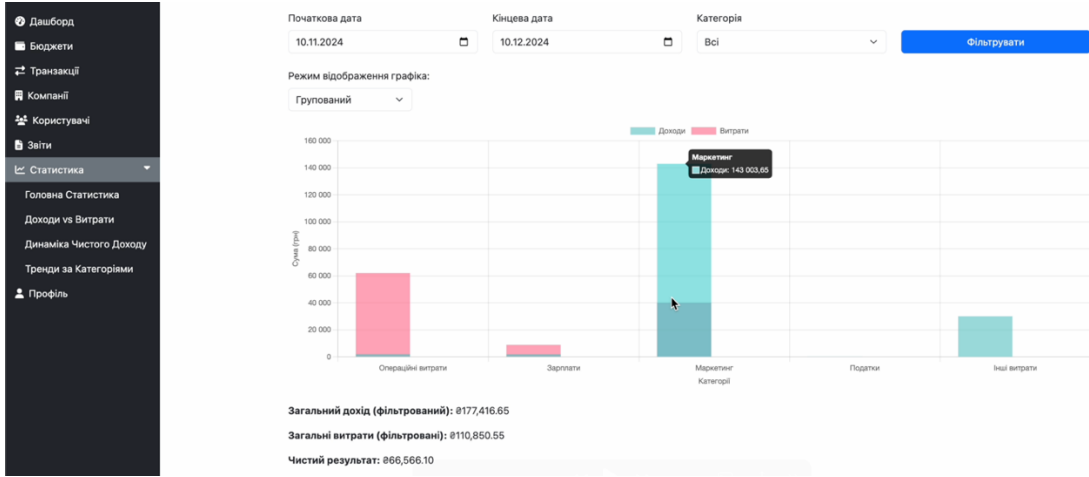


Рис. 3.12. Відображення трендів за категорією

Оцінка ризиків реалізована через таблицю з прогнозованими та фактичними показниками, яка дозволяє зрозуміти рівень стабільності фінансової діяльності. Цей аналіз базується на порівнянні прогнозованих та фактичних доходів і витрат, що допомагає визначити слабкі місця у фінансовій стратегії компанії. Рівень ризику відображається у вигляді індикаторів низького, середнього або високого ризику, що полегшує його інтерпретацію. Такий підхід дозволяє користувачеві швидко оцінити стан компанії та адаптувати плани відповідно до змін.



Рис. 3.13. Відображення аналізу ризику

Розподіл витрат за категоріями ілюструється у вигляді кругової діаграми, яка полегшує аналіз пропорційності витрат. Наприклад, можна побачити, яка частка припадає на зарплати, маркетинг чи операційні витрати, що є важливим інструментом для оцінки ефективності використання ресурсів.

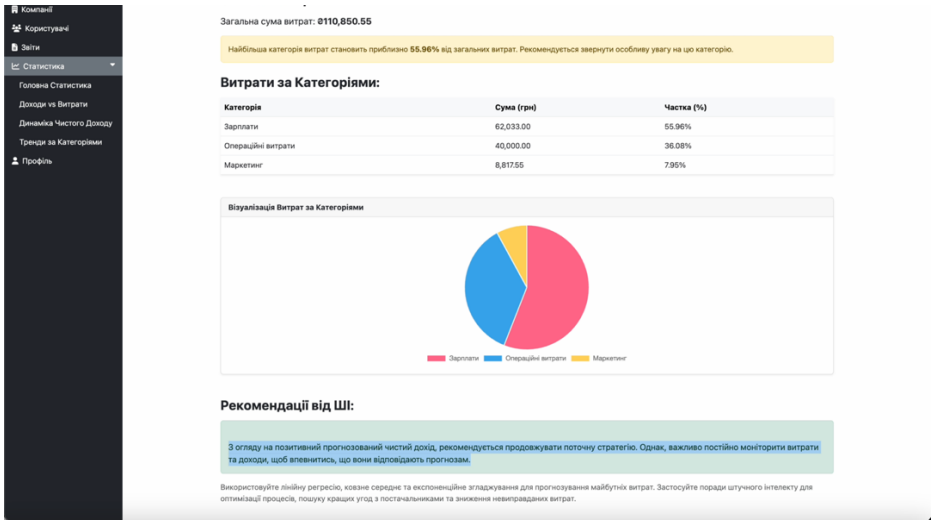


Рис. 3.14. Відображення витрат за категоріями

Для аналізу ризиків було реалізовано систему, яка оцінює фінансовий стан компанії на основі фактичних і прогнозованих показників доходів і витрат. У таблиці представлені дані за роками, де зазначено фактичний дохід, витрати, прогнозовані значення та рівень ризику. Такий підхід дозволяє легко ідентифікувати роки з підвищеними фінансовими ризиками, як, наприклад, рік із “Високим ризиком”. Визначення рівня ризику реалізовано за допомогою формули, яка враховує співвідношення доходів і витрат, що дає змогу оперативно реагувати на зміни. Аналіз допомагає приймати стратегічні рішення, спрямовані на оптимізацію витрат і підвищення фінансової стабільності.

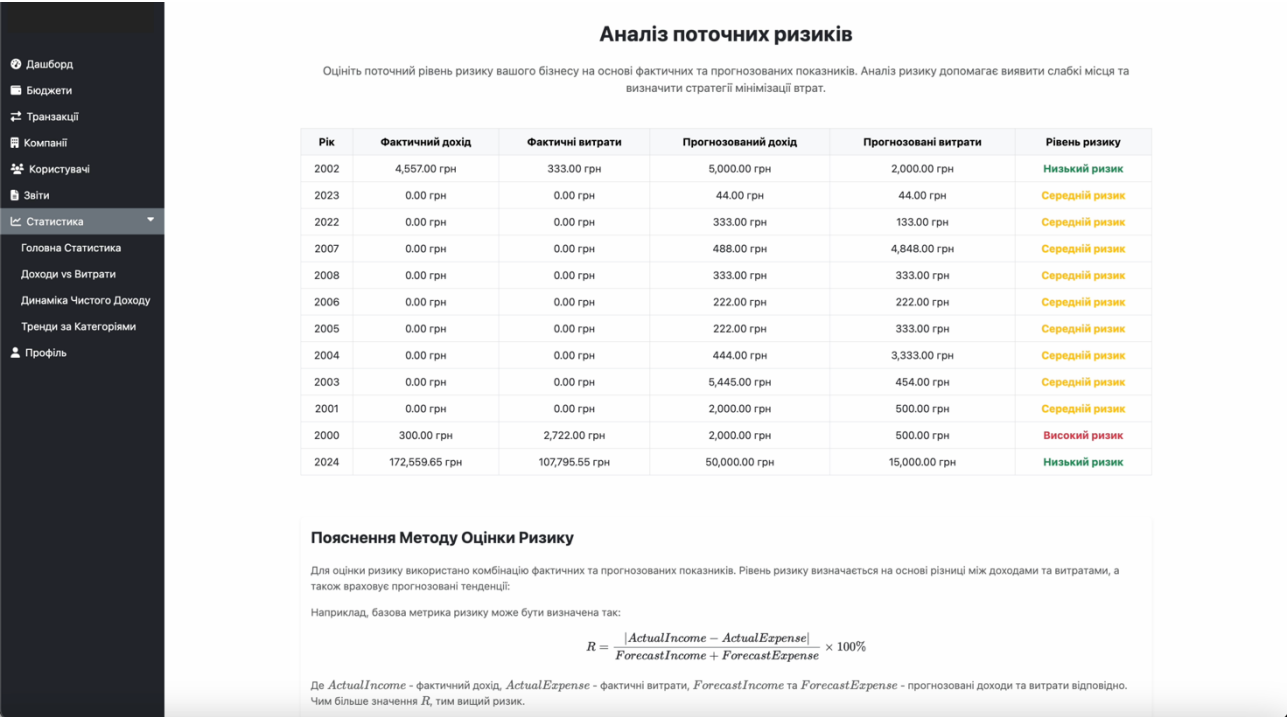


Рис. 3.15. Відображення аналізу ризиків

Після вибору бюджету за певний рік система надає розширений фінансовий аналіз. Відображаються результати розподілу доходів і витрат за категоріями з акцентом на найбільші витрати. Для візуалізації даних представлені гістограми, кругові діаграми та графіки, які допомагають краще зрозуміти фінансову картину. Зокрема, графіки дозволяють порівняти динаміку доходів і витрат у часі, оцінити рівень ризику та отримати рекомендації для оптимізації. У цьому аналізі використовуються результати математичних розрахунків і прогнозів, які допомагають приймати зважені рішення.

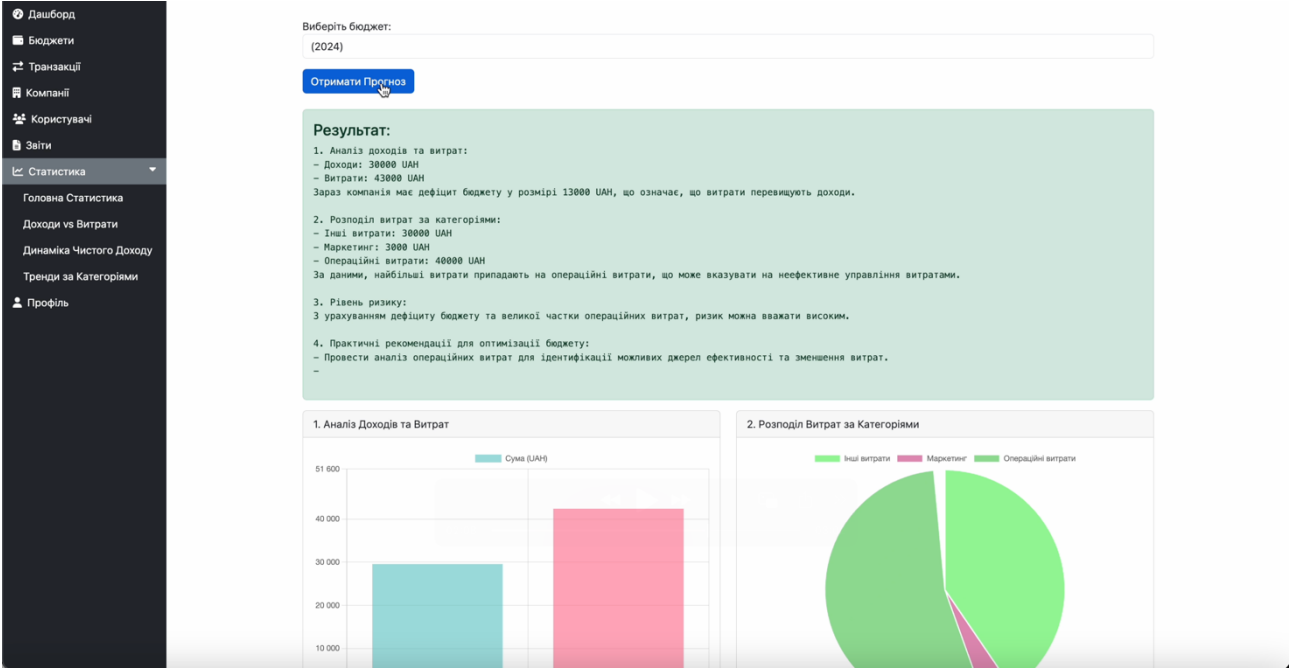


Рис. 3.16. Відображення прогнозу для обраного бюджету

Для виявлення трендів доходів і витрат було створено графіки, які відображають зміни фінансових показників протягом обраного періоду. Прогнози на наступні місяці побудовані на основі історичних даних з використанням методів лінійної регресії, ковзного середнього та експоненційного згладжування. Діаграма витрат за категоріями демонструє, яка частка від загального обсягу витрат належить певній категорії.

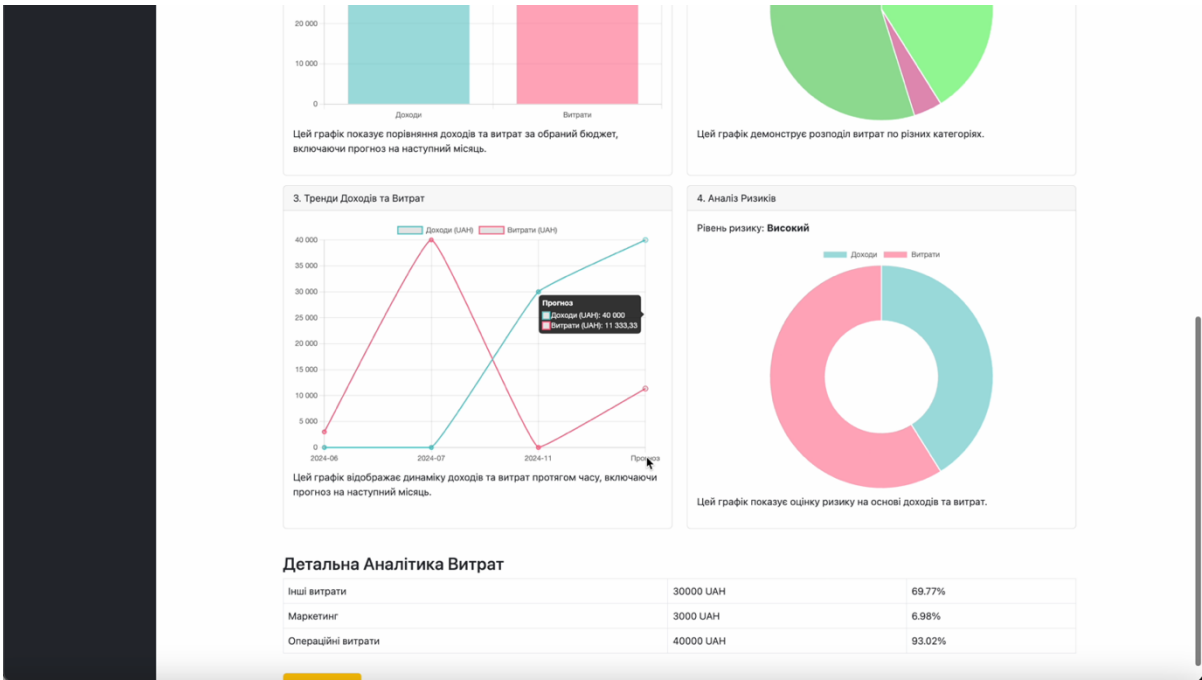


Рис. 3.17. Відображення графіків для обраного бюджету

Прогнозування доходів і витрат реалізовано для оцінки фінансових перспектив на наступні періоди. На основі цих даних користувач може побачити прогнозовані доходи та витрати в найближчі місяці. Для побудови прогнозу використовуються три основних методи, що дозволяє отримати більш точні результати й адаптувати їх залежно від потреб компанії. Це допомагає створити стратегічний план розвитку з урахуванням можливих викликів.

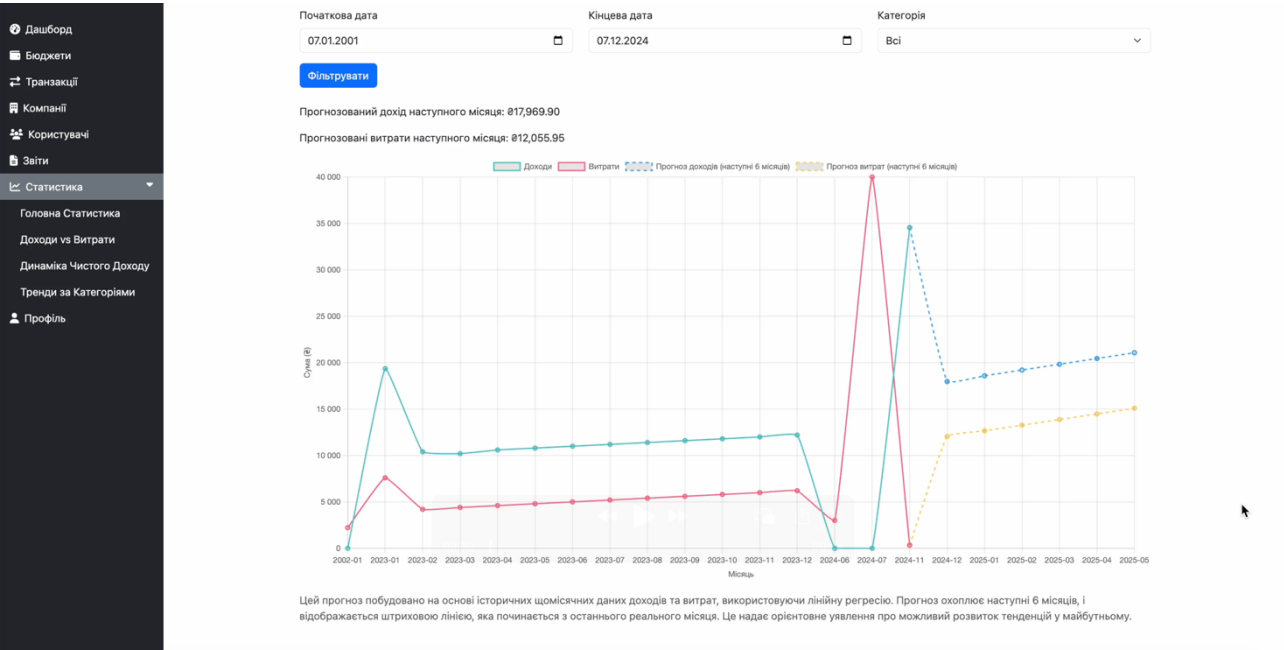


Рис. 3.18. Відображення прогнозів доходу та витрат

Висновок до розділу 3

У третьому розділі було детально описано ключові функціональні можливості та результати роботи розробленого додатку. Система забезпечує ефективний інструмент для аналізу фінансових даних, що включає візуалізацію витрат і доходів, прогнозування показників на майбутні періоди, а також аналіз ризиків.

Побудова графіків, таблиць і діаграм сприяє наочному представленню інформації, що спрощує її аналіз і допомагає користувачам швидше приймати обґрунтовані рішення. Таким чином, розроблений додаток забезпечує користувачів не лише аналітикою, а й практичними рекомендаціями для стабільного розвитку бізнесу.

Висновки

У даній роботі було розроблено веб-додаток для фінансового аналізу та прогнозування бюджету компаній. Реалізований додаток забезпечує зручний інтерфейс, широкий функціонал і високу продуктивність, що дозволяє користувачам ефективно виконувати ключові завдання у сфері управління фінансами. У процесі роботи було виконано повний цикл створення системи: від аналізу вимог до тестування фінального рішення.

У першому розділі роботи було проведено аналіз існуючих аналогів та визначено основні вимоги до функціональності додатку. Було приділено увагу створенню інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, можливості глибокого аналізу фінансових даних і забезпеченню конфіденційності інформації. На основі цього аналізу були обрані відповідні інструменти розробки, які дозволили досягти стабільності та масштабованості програми.

У другому розділі описано розробку архітектури додатку та структури бази даних. Було створено оптимізовану базу даних, яка включає таблиці для обробки даних про транзакції, бюджети, компанії, користувачів і категорії. Основна увага була зосереджена на реалізації алгоритмів прогнозування, які дозволяють проводити точний аналіз динаміки доходів і витрат, а також оцінювати рівень фінансових ризиків. Використання сучасних статистичних методів, таких як лінійна регресія та експоненційне згладжування, забезпечило надійність і точність прогнозів.

У третьому розділі було реалізовано функціональність додатку. Система надає інструменти для аналізу фінансових даних, включаючи графіки, таблиці та інтерактивні звіти. Користувачі мають можливість переглядати та аналізувати витрати і доходи за категоріями, отримувати персоналізовані фінансові рекомендації та оцінювати рівень ризиків. Особлива увага приділялася зручності використання додатку та його стабільності, що було підтверджено під час тестування.

Таким чином, розроблений додаток є надійним інструментом для аналізу фінансових показників, прогнозування ризиків і прийняття обґрунтованих рішень у бізнесі. Додаток демонструє, як сучасні технології, такі як статистичні алгоритми та методи прогнозування, можуть ефективно застосовуватися у фінансовому управлінні. Робота має значний потенціал для подальшого розвитку, включаючи інтеграцію нових функціональних модулів і розширення можливостей аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семенов А.Ю. Використання методів машинного навчання для прогнозування фінансових показників // Молодий вчений. – 5 червня 2021. – №6. – С. 34–41. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6173>.
2. Колісник М. Прогноз продажів компанії в часи сприятливі й не дуже // Журнал «Управління фінансами». – 12 грудня 2020. – №12. – С. 15–22. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e.fin-ua.com/upravlinnya-finansami-2020-12/prognoz-prodazhiv-kompanii-v-chasi-spriyatliviy-ne-duzhe>.
3. Юдіна Н. Бізнес-прогнозування: Навчально-методичний комплекс. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 25 листопада 2020. – 150 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/c3645ae3-c7c7-49b6-94ff-1baf237f7971>.
4. Stauffer M. Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. – 3rd ed. – O'Reilly Media. – 15 липня 2022. – 550 с.
5. Welling L., Thomson L. PHP and MySQL Web Development. – 5th ed. – Addison-Wesley. – 22 березня 2022. – 688 с.
6. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. – 3rd ed. – O'Reilly Media. – 14 квітня 2022. – 880 с.
7. Aggarwal C.C. Neural Networks and Deep Learning: Advances and Applications. – Springer. – 20 травня 2021. – 520 с.
8. Kapoor A., Gulli A., Pal S., Chollet F. Deep Learning with TensorFlow and Keras. – Packt Publishing. – 6 жовтня 2022. – 400 с.
9. Blokdyk G. Convolutional Neural Network: A Complete Guide. – 5STARCooks. – 24 лютого 2022. – 284 с.
10. Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook. – 3rd ed. – Springer. – 18 січня 2022. – 950 с.
11. Zhang J., Adomavicius G. Modern Hybrid Recommender Systems: Techniques and Applications // ACM Transactions on Information Systems. – 28 лютого 2021. – Т. 39, №2. – С. 1–35.

12. Aggarwal C.C., Chen C. Recommender Systems: Advanced Methods and Applications. – Springer. – 20 березня 2022. – 460 с.
13. Zhou K., Liu Z., Wu Q. Advances in Recommender Systems: From Collaborative Filtering to Neural Networks // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. – 15 червня 2021. – Т. 33, №6. – С. 2504–2517.
14. Bharadwaj A., Sharma A. Encyclopedia of Artificial Intelligence: Recommender Systems and Data Mining. – 3rd ed. – Springer. – 22 лютого 2023. – С. 1120–1135.
15. Stauffer M. Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. – 3rd ed. – O'Reilly Media. – 15 липня 2022. – 550 с.
16. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning for Time Series Forecasting: Methods, Techniques, and Applications. – Springer. – 12 березня 2020. – 420 с.
17. Wells J., Goforth M. Modern PHP: New Features and Best Practices. – O'Reilly Media. – 18 червня 2021. – 320 с.
18. Aggarwal C.C. Recommender Systems: The Textbook. – 2nd ed. – Springer. – 20 лютого 2020. – 550 с.
19. Sklar D., Trachtenberg A. PHP Cookbook: Solutions and Examples for PHP Programmers. – 4th ed. – O'Reilly Media. – 10 серпня 2022. – 610 с.
20. Burgess C. Algorithms for Web Development with PHP and MySQL: A Comprehensive Guide. – Packt Publishing. – 22 жовтня 2021. – 368 с.
21. Stauffer M. Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. – 3rd ed. – O'Reilly Media. – 15 липня 2022. – 550 с.
22. Aggarwal C.C. Data Mining: The Textbook. – 2nd ed. – Springer. – 10 квітня 2020. – 734 с.
23. Welling L., Thomson L. PHP and MySQL Web Development. – 5th ed. – Addison-Wesley. – 22 березня 2022. – 688 с.
24. Stauffer M. Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. – 3rd ed. – O'Reilly Media. – 15 липня 2022. – 550 с.

ДОДАТКИ

Код функції прогнозування доходів та витрат для лінійного прогнозу

```
private function linearForecast($data)
{
    $values = array_values($data);
    $n = count($values);
    if ($n < 2) return 0;

    $x = range(1, $n);
    $y = $values;
    $xSum = array_sum($x);
    $ySum = array_sum($y);
    $xySum = array_sum(array_map(fn($x, $y) => $x * $y, $x, $y));
    $xSquareSum = array_sum(array_map(fn($x) => $x ** 2, $x));

    $denominator = ($n * $xSquareSum - $xSum ** 2);
    if ($denominator == 0) return 0;

    $slope = ($n * $xySum - $xSum * $ySum) / $denominator;
    $intercept = ($ySum - $slope * $xSum) / $n;

    return round($slope * ($n + 1) + $intercept, 2);
}
```

Код функції використання зовнішнього API для генерації інсайтів

```
public function predictBudget(Request $request)
{
    try {
        $validated = $request->validate([
            'budget_id' => 'required|exists:budgets,id',
        ]);

        $budget = Budget::findOrFail($validated['budget_id']);
        $transactions = Transaction::where('budget_id', $budget->id)->get();

        $inputData = $this->prepareInputData($budget, $transactions);
        $prompt = $this->buildPrompt($inputData);

        $response = $this->openAIService->createChatCompletion([
            'model' => 'gpt-3.5-turbo',
            'messages' => [
                ['role' => 'system', 'content' => 'Ви є фінансовим аналітиком AI.'],
                ['role' => 'user', 'content' => $prompt],
            ],
            'max_tokens' => 400,
        ]);

        $prediction = $response['content'] ?? null;

        if (!$prediction) {
            throw new \Exception('AI не повернув дійсного прогнозу.');
```

```
        }

        return response()->json([
            'success' => true,
            'prediction' => $prediction,
        ]);
    } catch (\Exception $e) {
        return response()->json([
            'success' => false,
            'error' => 'Сталася помилка: ' . $e->getMessage(),
        ], 500);
    }
}
```

Код функції функції аналізу трендів витрат за категоріями

```

public function trendAnalysisImproved()
{
    $user = Auth::user();
    $transactions = Transaction::whereHas('budget', function ($query) use ($user) {
        $query->where('company_id', $user->company_id);
    })->get();

    $monthlyTrends = $transactions->groupBy(function ($transaction) {
        return Carbon::parse($transaction->transaction_date)->format('Y-m');
    })->map(function ($monthGroup) {
        return $monthGroup->groupBy('category_id')->map->sum('amount');
    });

    $categories = Category::pluck('name', 'id');

    $sortedMonths = $monthlyTrends->keys()->sort()->values();

    $totalByCategory = [];
    foreach ($categories as $catId => $catName) {
        $totalByCategory[$catId] = collect($monthlyTrends)->sum(function($row)
use($catId) {
            return $row[$catId] ?? 0;
        });
    }
    arsort($totalByCategory);
    $topCategoryId = array_key_first($totalByCategory);

    $topCategoryData = collect($monthlyTrends)->map(function($row) use ($topCategoryId)
{
        return $row[$topCategoryId];
    })->values();

    $mean = $topCategoryData->average() ?? 0;
    $sortedCatValues = $topCategoryData->sort()->values();
    $count = $sortedCatValues->count();
    $median = $count > 0 ? ($count % 2 == 1 ? $sortedCatValues->get(intval($count/2))
        : ($sortedCatValues->get($count/2 - 1) +
$sortedCatValues->get($count/2))/2 ) : 0;

    $variance = $topCategoryData->map(function($v) use ($mean) {
        return pow($v - $mean, 2);
    })->average() ?? 0;
    $stdDev = sqrt($variance);
    $cv = $mean != 0 ? ($stdDev / $mean) * 100 : 0;

    return view('statistics.trend_analysis_improved', compact(
        'mean',
        'median',    ));
}

```