

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НН Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу**

До захисту допущено
Завідувач кафедри

Оксана ТИМОЩУК

«__» _____ 2023 р.

Дипломна робота

**на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління»
спеціальності 124 «Системний аналіз»
на тему: «Система підтримки прийняття рішень у бізнес-процесах»**

Виконала:

Студент IV курсу, групи КА-94

Павлюк Софія Віталіївна

Керівник:

старший викладач, к.т.н.

Савченко Ілля Олександрович

Консультант з економічного розділу:

доцент, к.е.н.

Рощина Надія Василівна

Консультант з нормоконтролю:

к.ф.-м.н. Статкевич Віталій Михайлович

Рецензент:

ст. викладач, кафедра ШІ НН ІПСА, к.т.н.

Шаповал Наталія Віталіївна

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 124 «Системний аналіз»

Освітньо-професійна програма «Системний аналіз і управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЩУК

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студентці
Павлюк Софії Віталіївни

1. Тема роботи «Система підтримки прийняття рішень у бізнес-процесах», керівник роботи Савченко Ілля Олександрович, старший викладач, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «___» _____ 2023 р. № _____
2. Термін подання студентом роботи 12.06.2023
3. Вихідні дані до роботи: модель прогнозування, економічні дані та показники з діяльності компаній та їх бізнес-процесів
4. Зміст роботи: дослідження предметної області, математичні основи роботи, опис програмного продукту, функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): метод морфологічного аналізу, морфологічні таблиці, результат роботи СППР.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	Рощина Н.В., к.е.н., доцент		

7. Дата видачі завдання: 13.04.2023 _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження теми ДР	12.04.2023-20.04.2023	виконано
2	Ознайомлення зі структурою БДР згідно з Положенням про державну атестацію студентів НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»	12.04.2023-27.04.2023	виконано
3	Ознайомлення з ДСТУ 3008-95 та стандарти ЄСПД	21.04.2023-27.04.2023	виконано
4	Проведення дослідження за темою БДР під керівництвом керівника	27.04.2023-04.05.2023	виконано
5	Завершення роботи над першим варіантом частини БДР	04.05.2023-11.05.2023	виконано
6	Проведення роботи над експериментальною частиною БДР	04.05.2023-18.05.2023	виконано
7	Проведення роботи над програмним продуктом	18.05.2023-25.05.2023	виконано
8	Оформлення БДР та аналіз отриманих результатів	18.05.2023-25.05.2023	виконано

Студентка

Софія ПАВЛЮК

Керівник

Ілля САВЧЕНКО

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить 109 сторінок, 38 ілюстрацій, 11 таблиць, 2 додатки, 27 посилань.

Ключові слова: МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ, БІЗНЕС-ПРОЦЕСИ, ПРОГНОЗУВАННЯ, СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Об'єкт дослідження: процеси підтримки прийняття рішень у сучасних бізнес-процесах з використанням методу морфологічного аналізу.

Мета дослідження: розробка та дослідження системи підтримки прийняття рішень бізнес-процесів на прикладі морфологічного аналізу фінансових даних.

Використані моделі: адитивна регресійна модель для прогнозування економічних показників, модифікована модель морфологічного аналізу альтернатив.

Отримані результати: розроблена система підтримки прийняття рішень для аналізу та оцінки бізнес-процесів на базі морфологічного аналізу, здатна автоматизувати процес обробки великих обсягів економічних показників та даних.

В рамках виконання подальшого дослідження обраної тематики пропонується застосувати додаткові методи та моделі автоматизації процесу оцінки альтернатив, зокрема нечітко-ймовірнісний підхід на базі м'яких обчислень за алгоритмом Mamdani та метод аналізу ієрархій для більш комплексного аналізу.

ABSTRACT

The qualification work contains 109 pages, 38 figures, 11 tables, 2 appendices, 27 references.

Keywords: MORPHOLOGICAL ANALYSIS, BUSINESS PROCESSES, FORECASTING, DECISION SUPPORT SYSTEMS

Object of research: decision support processes in modern business processes using the method of morphological analysis.

The purpose of the research: development and application of morphological analysis models for evaluating alternatives when making management decisions on various business processes.

We use the following models: additive regression model for forecasting economic indicators, modified model of morphological analysis of alternatives.

We obtain the following results: a decision support system was developed for the analysis and assessment of business processes based on morphological analysis, capable of automating the process of processing large volumes of economic indicators and data.

As a part of the further research of the selected topic, it is proposed to apply additional methods and models for the automation of the process of evaluating alternatives, in particular, a fuzzy-probabilistic approach based on soft calculations using the Mamdani algorithm and the analytic hierarchy process (AHP) for a more comprehensive analysis.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	10
1.1 Актуальність задачі підтримки прийняття рішень	10
1.2 Особливості побудови систем підтримки прийняття рішень	17
1.3 Існуючі аналогічні рішення	23
1.4 Висновки до розділу 1	27
2 МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ	28
2.1 Особливості морфологічного аналізу	28
2.2 Дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу.....	29
2.3 Формулювання процесу досліджень та побудови СППР	37
2.4 Створення проекту системи.....	40
2.5 Висновки до розділу 2	41
3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	42
3.1 Обґрунтування вибору технологій розробки	42
3.2 Розробка програмних скриптів обробки та аналізу даних	47
3.3 Аналіз результатів використання системи	55
3.4 Висновки на основі результатів роботи.....	69
4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	70
4.1 Постановка задачі проектування	70
4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту	71
4.3 Обґрунтування системи параметрів ПП	74
4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів	76
4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій.....	80
4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП.....	81
4.7 Вибір кращого варіанту ПП техніко-економічного рівня.....	85

4.8 Висновки до розділу 4	86
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	88
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ	90
ДОДАТОК Б ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ.....	102

ВСТУП

Всесвітня діджиталізація створює потребу в нових способах структурування та обробки великих обсягів інформації. Обмеженість людських ресурсів і постійне бажання скоротити витрати привели до створення систем, які можуть враховувати різні аспекти, які впливають на вибір того чи іншого варіанту в процесі прийняття рішення, а також розрахувати найбільш привабливі з них.

У сучасному світі в інформаційному середовищі Internet спостерігається стрімке зростання обсягів різномірних даних, що пов'язано з розвитком та розповсюдженням соціальних мереж, інтернет-магазинів, тематичних блогів та інформаційних веб-систем, що істотно відбивається на активності розвитку різних напрямків бізнесу, що виражаються у вигляді окремих бізнес -процесів.

У разі коли обсяги формованих даних перевищують десятки і сотні гігабайт, доцільним є застосування підходів і технологій обробки великих даних, т.к. класичні методи, алгоритми та системи управління базами даних не завжди здатні ефективним чином здійснювати необхідні аналітичні завдання щодо фінансових транзактних процесів.

Актуальність даної роботи полягає у необхідності використання сучасних методів, засобів та систем підтримки прийняття рішень (СППР) для спрощення процесів аналізу даних та зниження тимчасових витрат на аналітичну діяльність. Багато в чому використання СППР в даний час обумовлено високим попитом на ринку інформаційних технологій замовлень на аналіз та підтримку різних прикладних бізнес-процесів, процеси створення яких потребують координації та обліку реалій предметної сфери бізнесу.

Об'єкт досліджень: процеси підтримки прийняття рішень у сучасних бізнес-процесах з використанням методу морфологічного аналізу.

Предмет досліджень: технології, методи та алгоритми реалізації процесів підтримки прийняття рішень по вирішенню прикладних бізнес-завдань з аналізу даних.

Мета роботи: розробка та дослідження системи підтримки прийняття рішень бізнес-процесів на прикладі морфологічного аналізу фінансових даних.

Завдання:

- аналіз актуальності задачі підтримки прийняття рішень;
- аналіз особливостей побудови систем підтримки прийняття рішень;
- огляд існуючих аналогічних рішень;
- аналіз особливостей морфологічного аналізу;
- дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу;
- формулювання процесу досліджень та опис набору даних для аналізу;
- створення проекту системи;
- обґрунтування вибору технологій розробки;
- розробка програмних скриптів обробки та аналізу даних;
- аналіз результатів використання системи;
- функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Актуальність задачі підтримки прийняття рішень

Під прийняттям рішень зазвичай розуміється вибір найкращого рішення (способу досягнення поставленої мети) з безлічі допустимих альтернативних рішень або взагалі деякий впорядкування цього множин. Наслідки вибору різних варіантів альтернативних рішень характеризуються певним ступенем досягнення мети вибору і оцінюються особою, що приймає рішення (ОПР). У нього є свої уявлення про переваги і недоліки окремих випадків, своє власне ставлення до них, а, отже, і до відповідних варіантів рішень, тобто існує система переваг. Тому людина зацікавлена у виборі таких альтернативних варіантів, які представляються йому найкращими відповідно до його системою переваг. Однак в складних реальних ситуаціях уявлення особи, що приймає рішення, про завдання, зазвичай виявляються неповними і нечіткими. Ці обставини не дозволяють йому апріорі повністю проаналізувати різні аспекти наслідків порівнюваних варіантів рішень, встановити їх істотність при виборі, сформулювати цілісне ставлення до альтернативних варіантів, а значить, і сформулювати критерій вибору або цільову функцію [1].

Таким чином, система переваг особи, що приймає рішення, є слабо-структурованою. Такий клас задач прийняття рішень притаманний, як правило, при постановці завдань, особливо на початкових етапах формування систем.

Для вирішення завдань вибору розробляються математичні моделі, Використання моделі дозволяє провести об'єктивний аналіз і порівняння альтернативних варіантів з урахуванням різних аспектів їх наслідків, а також відносини ЛПР, до цих наслідків. структурування вихідної змістовної задачі і сформулювати критерій або, найчастіше, систему критеріїв вибору. У такому вигляді задача прийняття рішень стає багатокритеріальною.

Результати порівняльного аналізу методів прийняття рішень [3] наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація доцільного використання відповідних методів прийняття рішень

Зміст інформації	Тип інформації	Метод прийняття рішень
1. Експертна інформація не потрібна		Метод домінування.
2. Інформація про переваги па безлічі критеріїв	Якісна інформація	Метод на основі глобальних критеріїв.
	Кількісна оцінка перевагу критеріїв	Лексикографічне впорядкування. Порівняння різниці оцінок критеріїв.
	Кількісна інформація про заміщення	Методи «ефективність-вартість». Методи згортки на ієрархії критеріїв. Методи порогів. Методи ідеальної точки.
3. Інформація перевагу альтернатив	Оцінка перевагу парних порівнянь	Метод кривих байдужості Методи теорії цінності
4. Інформація про переваги на множині критеріїв та про наслідки альтернатив	Відсутність інформації про переваги: кількісна та / або інтервальна інформація про наслідки	Методи математичного програмування Лінійна і нелінійна згортка при інтерактивному способі визначення її параметрів
	Якісна інформація про переваги і кількісна про наслідки	Методи з дискретизацією невизначеності

Продовження таблиці 1.1

4. Інформація про переваги на множині критеріїв та про наслідки альтернатив	Якісна (порядкова інформація про переваги і наслідки)	Стохастичне домінування. Методи прийняття рішення в умовах ризику і невизначеності на основі глобальних критеріїв. Метод аналізу ієрархій. Методи теорії нечітких множин.
	Кількісна інформація про переваги та наслідки	Метод практичного прийняття рішень. Методи вибору статистично ненадійних рішень.

Методи і моделі індивідуального прийняття рішень при багатьох критеріях можна розділити на наступні групи:

1. Блоки першої групи: лексикографічні методи, аксіоматичні методи багатокритеріальної теорії корисності, методи порівняння багатовимірних альтернатив (методи домінування, компенсації, порогів непорівнянності).

2. Блоки другої групи: методи побудови узагальненого критерію, вербальні методи, методи теорії нечітких множин, інтелектуальні методи.

Методи прийняття колективних рішень можна розділити на наступні групи:

1. Блоки першої групи: методи колективного безконфліктного вибору, методи групового вибору, методи кооперації (розподіл витрат і прибутку).

2. Блоки другої групи: динамічні методи колективного вибору в конфліктних ситуаціях, задачі про призначення, методи формування колективної поведінки [6].

Прийняття рішень відбувається на кожному етапі ведення бізнесу, переходячи від простих рішень, щодня приймаються лінійними працівниками, до стратегічних виконавчих рішень, які вимагають роки роздумів.

Таким чином, рішення можна розділити на запрограмовані і незапрограмовані. Багато рішень є запрограмованими, що виконуються

співробітником відповідно до якимись інструкціями або правилами компанії. Однак незапрограмовані рішення можуть бути набагато більш важливими.

Рішення, прийняті менеджерами в різні моменти часу, можуть бути класифіковані таким чином:

1. Особисті та організаційні рішення. Рішення дивитися телевізор, вчитися або вийти рано на пенсію є прикладами особистих рішень. Вони впливають на організацію непрямим чином. Наприклад, приватне рішення про покупку автомобіля Toyota, а не Ford, побічно допомагає продажів однієї компанії і шкодить іншій через їх втрати. Особисті рішення не можуть бути делеговані і мають обмежений вплив.

Організаційні рішення приймаються менеджерами в їх офіційному або формальному якості. Ці рішення спрямовані на просування інтересів організації і можуть бути делеговані. Намагаючись принести цінність для компанії, керівники повинні враховувати інтереси всіх зацікавлених сторін, таких як співробітники, клієнти, постачальники, громадськість і т.д.

Менеджерам необхідно ретельно приймати управлінські рішення, щоб усі зацікавлені сторони отримували вигоду з того, що вони роблять (наприклад, правильно оцінювати продукти, не вдаватися до неетичної практики, не продавати товари низької якості і т. д.).

2. Індивідуальні та групові рішення. Індивідуальні рішення приймаються однією людиною. Це в основному повсякденні рішення. З іншого боку, групові рішення - це рішення, прийняті групою осіб, зібраних для цієї мети. Наприклад, приймальна комісія університету, рада директорів компанії.

Групові рішення, в порівнянні з індивідуальними, мають далекосяжні наслідки і впливають на ряд людей і відділів. Вони вимагають серйозного обговорення, обережності і дебатів. Нижче наведено переваги та недоліки групового прийняття управлінських рішень.

Переваги:

Група володіє більшою інформацією, ніж одна людина. Учасники, залучені з різних областей, можуть надати більше інформації та знань про проблему.

Група може генерувати більшу кількість альтернатив. Це може привести до більш широкого досвіду, більшого розмаїття думок і ретельнішого вивчення фактів, ніж окрема людина.

Участь в колективних рішеннях підвищує визнання і прихильність з боку людей, які тепер вважають це рішення власним і зацікавлені в його успіху.

Учасники розуміють рішення краще, тому що брали участь в його зародження і розвитку, а значить докладуть зусиль для безперешкодної реалізації рішення.

Взаємодія між людьми з різними точками зору веде до більшої креативності.

Недоліки:

У групах втрачається багато часу для генерації управлінського рішення.

Групи створюють тиск, щоб дійти згоди. Колективне мислення змушує її членів йти на компроміс, де хороші пропозиції втрачають свій блиск, тому що доводиться підводити їх під загальні інтереси і судження.

Присутність деяких впливових членів групи, може залякати і перешкодити іншим членам вільно генерувати ідеї. Домінування контрпродуктивно і заважає приймати кращі управлінські рішення в групах.

Щоб зібрати разом потрібних учасників групи, деякі рішення обходяться дорого.

Колектив складається з окремих людей і, отже, легко переламати ситуацію і уникнути відповідальності.

3. Запрограмовані і незапрограмовані рішення. Запрограмоване рішення є повсякденним і повторюваним. Правила та умови встановлюються заздалегідь, щоб швидко вирішувати виникаючі проблеми. Наприклад, в лікарні встановлюється процедура прийому нових пацієнтів, і це допомагає

кожному співробітнику швидко і легко вирішувати завдання, навіть коли багато пацієнтів звертаються до лікарні одночасно.

Запрограмовані рішення не залишають місця для повторного розгляду. За ними потрібно слідувати певним чином. Такі рішення зазвичай відбуваються персоналом нижчого рівня відповідно до встановлених правил і процедур.

Незапрограмовані рішення мають справу з унікальними / незвичайними проблемами. Такими, які виникають несподівано, і не існує встановленої процедури або формули для їх врегулювання. Рішення про те, чи варто розформувати команду, як реструктурувати організацію для підвищення ефективності, де розмістити новий склад компанії, є прикладами незапрограмованих рішень.

Спільною рисою цих рішень є те, що вони завжди нові і неповторні, і не існує готових дій, до яких слід вдаватися. Оскільки незапрограмовані рішення часто тягнуть за собою серйозні, довгострокові наслідки для організації, вони приймаються тільки персоналом вищого рівня.

Менеджери повинні знаходити творчий підхід при врегулюванні нестандартної проблеми, і такі ситуації розглядаються по-новому кожен раз, коли вони відбуваються. Незапрограмовані рішення досить поширені в науково-дослідних організаціях, де бувають унікальні ситуації, а прийняті рішення є нестандартними і складними.

Розглянемо характеристики запрограмованих і незапрограмованих управлінських рішень:

- відносяться до рутинних проблем;
- рішення визначаються відповідно до деякої звичкою, правилом або процедурою;
- запрограмовані рішення відносно прості і мають невеликий вплив;
- інформація, що стосується такого типу проблем, легко доступна і може бути оброблена заздалегідь визначеним способом;

- рішення займають дуже мало часу і зусиль, оскільки керуються заздалегідь встановленими правилами і процедурами;
- приймаються керівниками нижчої ланки;
- відносяться до унікальних і нових проблем, де рішення не структуровані, не повторюються і погано визначені;
- немає заздалегідь встановлених методик або процедур, на які можна покластися. Кожна ситуація індивідуальна і вимагає творчого вирішення;
- такі рішення є відносно складними і надають довгостроковий вплив;
- інформація, що стосується цих проблем, недоступна;
- щоб визначитися з потрібним рішенням, необхідно багато часу, обачності і роздумів;
- в компетенції вищого керівництва.

4. Стратегічні, адміністративні та рутинні рішення. Прийняття стратегічних управлінських рішень є обов'язком керівництва. Це ключові, необхідні і найбільш важливі рішення, що впливають на всю компанію. Вони вимагають значного розподілу ресурсів і орієнтовані на майбутнє з довгостроковими наслідками.

Адміністративні рішення стосуються оперативних питань, а саме того, як забезпечити плавне впровадження різних аспектів стратегічних рішень на різних рівнях організації. Вони в основному приймаються менеджерами середньої ланки.

Рутинні рішення носять циклічний характер. Вони не вимагають довгого обмірковування і стосуються короткострокових зобов'язань. Вони мають тенденцію надавати лише незначний вплив на роботу організації. Як правило, менеджери нижчого рівня стежать за такими механічними або операційними рішеннями.

Авторитарний метод - це коли рішення приймаються без участі інших. Найшвидший варіант прийняття управлінських рішень, тому що вас не

затримують інші люди, які висловлюють свою думку або обговорюють інші рішення.

Більшість надзвичайних ситуацій виправдовують авторитарний метод, але безліч управлінських рішень вимагають участі додаткових людей. Приймаючи командні рішення на робочому місці - це особи, які виконують керівні функції. Такі рішення часто найризикованіші, тому що альтернативи часто не розглядаються.

Консультативний метод - це коли керівник запрошує інших людей, щоб вислухати їх думки, але в кінцевому рахунку, він один приймає рішення. Цей варіант займає більше часу, ніж авторитарний, оскільки розглядаються інші думки і можуть бути запропоновані альтернативи, що робить його менш ризикованим.

Це найбільш пасивний спосіб залучення інших і його можна використовувати, щоб змусити людей відчувати, що вони брали участь в розробці рішення (навіть якщо в кінцевому рахунку вони не мають права голосу при прийнятті остаточного висновку). На робочому місці вони поширені серед колег на одній посаді.

Метод голосування - коли варіанти обговорюються в групі, а потім викликається голосування, при якому обирається найбільш сприятливий варіант для більшості людей. Даний метод також називають демократичним, тому що думка кожної людини включено в остаточний висновок.

Кожен, хто бере участь в голосуванні, бере на себе відповідальність за прийняття управлінського рішення в рівній мірі, що ще більше знижує ризик невдачі.

1.2 Особливості побудови систем підтримки прийняття рішень

Ключовими аспектами сучасних інформаційних технологій підтримки прийняття управлінських рішень керівниками є особливості інтерактивної

взаємодії між людиною та комп'ютером. Розробка потрібного рішення для конкретної задачі відбувається шляхом проведення та організації певного ітераційного процесу (рис. 1.1), в якому беруть участь [7]:

— Система підтримки прийняття управлінських рішень (СППР), яка виступає як ключовий обчислювальний компонент та об'єкт управління керівників;

— Керівник (ОПР) як керуючий компонент, зазвичай це МП, функція якого включає визначення вхідних наборів даних та оцінку отриманого результату або рекомендацій, що надаються системою.

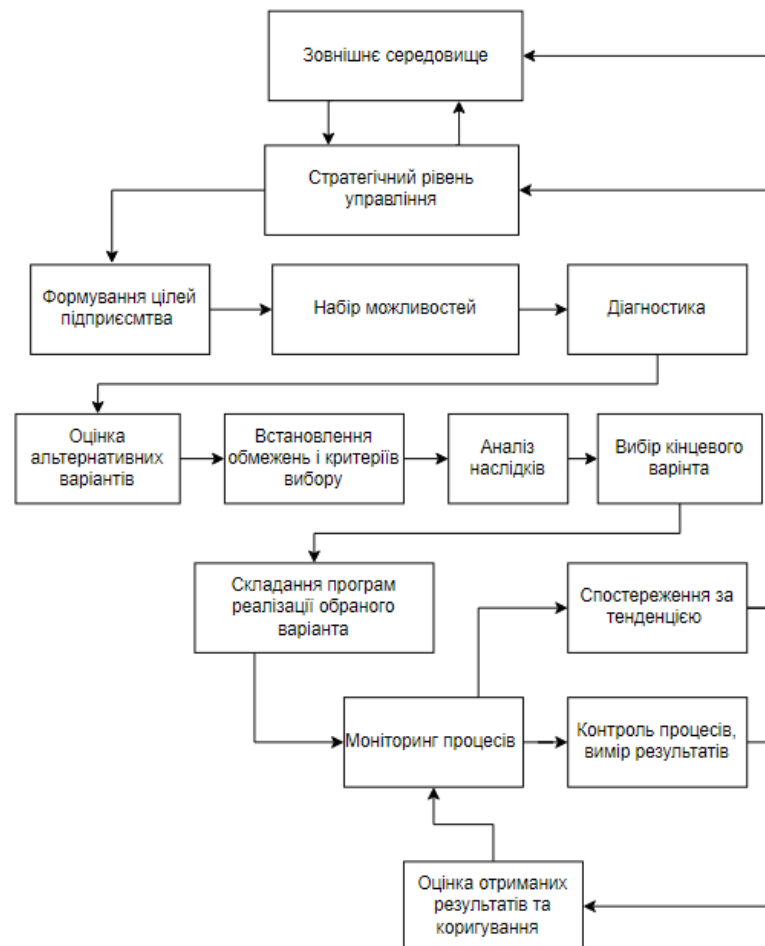


Рисунок 1.1 – Схема завдань, що виконується засобами СППР

Завершення зазначеного процесу відбувається на етапі аналізу керівником результатів роботи СППР. Таким чином, за допомогою взаємодії з СППР користувач може створювати та аналізувати нову інформацію для прийняття управлінських рішень. Додатково можна відзначити кілька відмінних характеристик використання СППР [13]:

- спрямованість подібних систем на розв'язання слабоструктурованих задач;
- поєднання традиційних методів обробки, аналізу та передачі даних шляхом створення математичних моделей та оптимізаційних методів розв'язання задач;
- орієнтація на інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача системи;
- висока адаптивність функціоналу системи, що дозволяє адаптуватися до змін вимог клієнтів, користувачів та розв'язуваних задач.

Типова СППР може використовуватися практично на будь-якому рівні управління виробничими процесами керівників. Ключові прийняті рішення, аналізовані МП на різних рівнях управління, потребують координації. У зв'язку з цим, однією з основних функцій СППР є координація керівників різних рівнів відповідальності, які приймають різні рішення. Розглянемо типову структуру підсистем СППР (рис. 1.2), а також базові функції її складових блоків, що визначають основні технологічні операції.

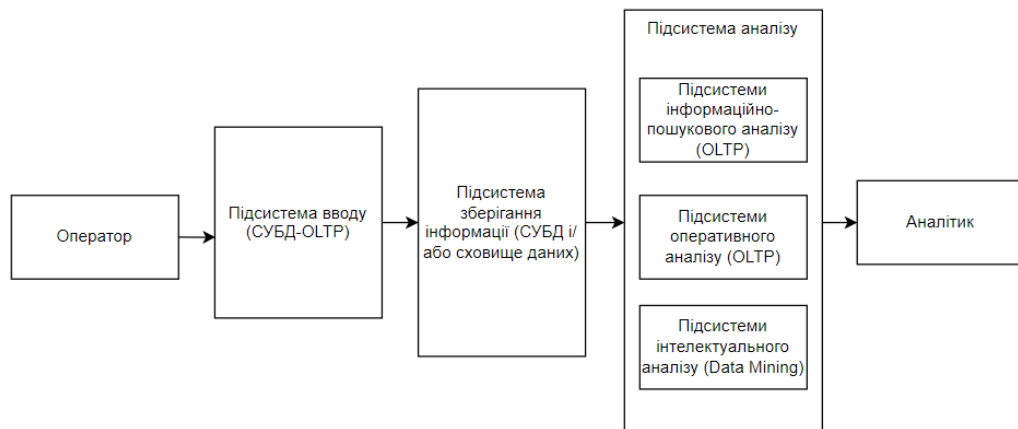


Рисунок 1.2 – Основні підсистеми СППР

В складі СППР зазвичай входять три ключові компоненти: база даних (БД), база моделей (БМ) та програмна підсистема, яка включає системи управління базами даних та моделями (СУБД і СУБМ), включаючи інтерактивний інтерфейс користувача.

На сьогоднішній день в науковому середовищі не існує однозначного та загальноприйнятого визначення СППР, оскільки структура СППР значно залежить від типу задач, для розв'язання яких вона проектується, включаючи доступність оброблюваних даних, знань та інформації.

СППР, у більшості випадків, представляє собою інтерактивну інформаційну систему, що надає керівникам інтерфейс для використання даних та моделей для аналізу і розв'язання необхідних задач з метою формування рекомендацій щодо прийняття управлінських рішень. СППР, зазвичай, інтегрує функціонал роботи з інтерактивними запитам на простій мові.

Подібні інтерактивні системи надають сучасним керівникам організацій та компаній можливість отримувати корисну та актуальну інформацію з вказаних джерел, аналізувати її, виявляти існуючі бізнес-моделі для розв'язання обраних задач.

За допомогою СППР, наприклад, керівник може здійснювати моніторинг інформаційних активів, отримувати та переглядати значення обсягів продажів, формувати прогнозні значення доходів організації, оцінювати та фільтрувати можливі альтернативні сценарії поведінки тощо.

Розвиток сучасних технічних і прикладних програмних засобів частково призводить до формування адаптивного підходу до проектування СППР. Одним з основних аспектів такого підходу є ітеративність процесу створення "кінцевого продукту", в результаті чого керівник проекту, розробники та система взаємодіють між собою [18].

Основним методом побудови і розробки СППР є метод етапного прототипування, заснований на початковому створенні макету інтерфейсу та модулів системи. Таким чином, завдяки спільній роботі всіх учасників досягається прийнятна робота СППР та адекватність прийнятих рішень. Ключовими функціональними можливостями СППР є: введення даних, фільтрація та агрегування даних, виключення дубльованих даних, збереження та аналіз даних [26].

Наведені функції СППР [35] мають наступне значення:

- Допомагають оцінити ситуацію, вибрати критерії і оцінити їх відносну важливість.
- Генерують можливі рішення.
- Здійснюють оцінку дій і обирають найкращий варіант.
- Забезпечують постійний обмін інформацією про ситуацію, прийняті рішення і допомагають згодити групові рішення.
- Здійснюють аналіз можливих наслідків прийнятих рішень.
- Збирають дані та здійснюють оцінку результатів.

Основні компоненти СППР є наступні [38]:

1. Користувацький інтерфейс. Керівник проекту використовує форми інтерфейсів для введення предметної інформації та команд до системи, а також для отримання та відображення вихідної інформації. Команди для

взаємодії з системою можуть включати параметри, які регламентують процес обробки та використання збережених знань. Інформація, що вимагається, надається у формі значень, що зберігаються у визначених колекціях даних [39].

2. База знань містить набори виявлених фактів, які формалізують проблемну область і виявляють логічну взаємозв'язок всіх фактів між собою. Найкритичнішими для бази знань є набори логічних правил. Окреме правило дозволяє однозначно визначити послідовність дій при виникненні конкретної ситуації і містить: умову, яка може бути виконана або невиконана, та дію, яка виконується при заданій умові.

3. Інтерпретатор, який є частиною СППР, здійснює обробку знань, що містяться в базі знань, в певному порядку. Логіка роботи інтерпретатора, як правило, полягає у послідовному аналізі сукупності логічних правил.

У випадку, коли умова, яка міститься в окремому правилі, повністю виконується, виконується задана керуюча дія, а користувач отримує можливість ознайомитися з результатами вибору необхідних рішень задачі.

4. Модуль створення СППР необхідний для створення логічної послідовності ієрархій правил у базі знань. Зокрема, на практиці часто використовується метод аналізу ієрархій (MAI), який представляє математично обґрунтований підхід до розв'язання проблем прийняття рішень керівника проекту на основі системного аналізу. MAI не обмежує керівника проекту жорстко заданим, найбільш пріоритетним рішенням, а надає гнучкі можливості пошуку відповідної альтернативи у інтерактивному режимі, що дозволяє найкращим чином сформувати розуміння процесу прийняття рішення задачі [36].

MAI також може використовуватися для вирішення різноманітних задач управління та прогнозування. Основною перевагою MAI є висока гнучкість та універсальність, завдяки чому метод може застосовуватися для вирішення широкого спектру задач, наприклад: аналізу можливих сценаріїв розвитку

ситуації на виробництві, розподілу працівників або матеріальних ресурсів, складання пріоритетного рейтингу клієнтів, прийняття кадрових рішень та інших.

Недоліком МАІ є витрати часу на отримання структурованої та жорстко формалізованої інформації від експертів, для якої характерні великий обсяг і різноманітність. МАІ найбільш підходить для використання в тих випадках, коли базова частина даних аргументована на основі вподобань керівника проекту в процесі вибору найефективнішого або раціонального варіанту рішення з численних доступних альтернатив.

У рамках МАІ в типовій ситуації прийняття рішень [18]:

- розглядаються одразу декілька варіантів рішень;
- задано числовий критерій, за яким здійснюється перевірка та оцінка прийняття рішення;
- задані логічні умови, в яких відбувається аналіз та розв'язання поставленої проблеми, а також відомі причини, що впливають на вибір конкретного рішення.

1.3 Існуючі аналогічні рішення

Існує чимале число систем підтримки прийняття рішень на базі багатокритеріальних методів, які використовують один метод або власні напрацювання авторів (СППР «Імператор», Expert Choice, Super Decisions та деякі інші) [22].

СППР NooTron містить бібліотеку методів, що містить як відомі методи, так і оригінальні інтегровані методи.

У СППР NooTron методом аналізу ієрархій можна вирішити многокритеріальну завдання, структура якої представлена у вигляді трирівневої ієрархії.

NooTron надає наступні можливості:

1. Вивчення і застосування таких методів багатокритеріального аналізу:

- метод аналізу ієрархій (MAI);
- MAI в абсолютних вимірах;
- метод зважених сум (MBC);
- метод матриці рішень (ММР);
- метод аналізу мереж (MAC);
- інтегрований метод MAI + ММР;
- інтегрований метод MBC + MAI;
- методологія BOCR;
- метод ранжируваних ваг критеріїв.

2. Вивчення і застосування методу розпізнавання образів (МРО), заснованого на штучних нейронних мережах.

3. Проведення системного дослідження із застосуванням методів, вбудованих в СППР NooTron.

4. Отримання результату розв'язання задачі у вигляді таблиць і наочних діаграм.

5. виправлення вхідних даних задачі з подальшим оновленням сторінки результату.

Діалогова система "MPRIORITY 1.0" (My Priority) призначена для підтримки прийняття рішень в різноманітних сферах та аспектах людської діяльності. "MPRIORITY 1.0" може стати незамінним помічником для керівників фірм, підрозділів, лабораторій, всім, хто бажає або змушений за родом своєї діяльності приймати обґрунтовані раціональні рішення у різноманітних галузях.

Програмна система базується на зарекомендував себе на практиці Методі Аналізу Ієрархія (MAI). Основне призначення методу - рішення слабоструктурованих задач прийняття рішень.

В основі МАІ лежать використовувані людиною в процесі пізнання декомпозиція і синтез, за допомогою яких створюється структура завдання прийняття рішення (ПР) - ієрархія.

У вершині ієрархії в МАІ розташовується основна мета, на рівень нижче - підцілі, і, нарешті на самому нижньому рівні - альтернативи, серед яких проводиться вибір або ранжування. Для процесу парного зважування експертом елементів ієрархії в МАІ використовується інтуїтивно обґрунтована якісна шкала.

Систему "MPRIORITY" від своїх аналогів відрізняє діалоговий інтерфейс, адаптований під особливості МАІ і сприйняття будь-якого користувача.

Програма містить діалогові засоби, що дозволяють отримувати найбільш повну інформацію про проведені попарних порівняннях і усувати можливі неузгодженості в матрицях попарних порівнянь [23].

Використання наявного в даній програмній системі механізму різних шаблонів (шаблон - готова ієрархія для однієї із завдань прийняття рішень), дозволяє користувачеві адаптувати програмну систему під область своєї діяльності.

Приклади завдань ПР для яких можливе застосування "MPRIORITY":

- вибір керівником фірми майбутнього ділового партнера;
- раціональний розподіл доходів підприємства по галузях;
- відбір кращих претендентів на робочі місця фірми;
- оцінка роботи персоналу фірми;
- вибір програмного забезпечення для потреб фірми;
- оцінка культурних цінностей (картин, скульптур і т.д.);
- вибір найкращої стратегії;
- вибір найкращої конструкції (варіанти) технічного виробу;
- покупка квартири, дачі, ділянки, автомобіля;
- вибір майбутнього навчального закладу для дитини;

- вибір майбутнього робочого місця.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) «Вибір» - аналітична система, заснована на методі аналізу ієрархій (МАІ), є простим і зручним засобом, яке допоможе [14]:

- структурувати проблему;
- побудувати набір альтернатив;
- виділити характеризують їх чинники;
- задати значимість цих факторів;
- оцінити альтернативи по кожному з факторів;
- знайти неточності і протиріччя в судженнях особи приймає рішення (ОПР) / експерта;
- проранжувати альтернативи;
- провести аналіз рішення і обґрунтувати отримані результати.

Система спирається на математично обґрунтований метод аналізу ієрархій Томаса Сааті.

СППР "Вибір" на основі МАІ може використовуватися при вирішенні наступних типових задач:

- оцінка якості організаційних, проектних і конструкторських рішень;
- визначення політики інвестицій в різних областях; завдання розміщення (вибір місця розташування шкідливих і небезпечних виробництв, пунктів обслуговування);
- розподіл ресурсів;
- проведення аналізу проблеми за методом "вартість-ефективність";
- стратегічне планування;
- проектування і вибір устаткування, товарів;
- вибір професії, місця роботи, підбір кадрів.

Проведений аналіз усіх наведених аналогів є підставою для ствердження, що не один з доступних на сучасному ІТ ринку продуктів не є повноцінно функціональним програмним забезпеченням для підтримки бізнес-процесів, зокрема, у фінансовій сфері. Це є підставою для розробки

власної системи, яка буде здібна здійснювати аналіз та обробку даних за різними алгоритмами для оцінки фінансових бізнес-процесів.

1.4 Висновки до розділу 1

В результаті виконання даного розділу наведено результати обґрунтування актуальності задачі підтримки прийняття рішень, аналіз особливостей побудови систем підтримки прийняття рішень, розглянуто існуючі аналогічні рішення на ринку програмного забезпечення. На базі проведеного аналізу можна стверджувати про актуальність дослідження можливостей використання методів та алгоритмів аналізу даних для їх імплементації в контексті СППР та необхідність більш глибокого аналізу математичних підходів цільових методів, зокрема, методу морфологічного аналізу.

2 МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ

2.1 Особливості морфологічного аналізу

Метод морфологічного аналізу (МА) - це потужний інструмент в наукових дослідженнях для систематизації знаходження всіх можливих варіантів вирішення поставленої задачі, базуючись на аналізі структури досліджуваного об'єкта. Даний метод широко використовується в прогнозуванні складних процесів та створенні принципово нових сценаріїв. Після того як були побудовані всі можливі варіанти рішень, даний метод надає необхідний математичний апарат для ранжування цих варіантів і вибору найкращого з них, який є оптимальним в полі, що розглядається.

Креативна проблема або об'єкт, що розробляється, «розкладаються» на складові елементи, які записуються в лівий стовпець таблиці (матриці), який озаглавлюється, наприклад, «параметри».

Назва "параметри" використовується у загальному випадку. Нижче як найменування рядків записуються, наприклад: форма, колір, розмір, матеріал і т.д.

У шапці таблиці проставляються номери стовпців або нічого не пишеться.

Далі в кожному осередку рядка записуються властивості або характеристики відповідного параметра. Тут можна записати не тільки явні властивості параметра, але й ті, які необхідно отримати.

Результатом виконаної роботи мають стати нові комбінації властивостей, з яких потрібно вибрати найцікавіші та найперспективніші для вирішення даного креативного завдання.

Послідовність дій за методом:

1. Точно описати креативну проблему.

2. Визначити найважливіші елементи завдання чи об'єкта, і занести в лівий стовпець таблиці.

3. Визначити властивості та характеристики кожного елемента та записати їх у відповідні осередки матриці.

4. Вивчити всі можливі варіанти у таблиці.

5. Вибрати найкращі варіанти.

При всіх позитивних властивостях цього креативного методу, у нього є один недолік - це величезна, практично нескінченна кількість комбінацій з осередків. З цієї причини цей морфологічний аналіз не підходить для креативних завдань з великою кількістю елементів і характеристик.

2.2 Дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу

Модифікований метод морфологічного аналізу (МММА) є потужним інструментом якісного аналізу в задачах, де об'єкти характеризуються неточністю, невизначеністю, неповнотою, нечіткістю інформації і через це мають велику кількість альтернативних варіантів реалізації. За допомогою МММА можна описувати і досліджувати такі об'єкти, приймати рішення в умовах невизначеної конфігурації такого об'єкта.

Побудова морфологічних таблиць в МММА є надзвичайно важливим етапом, що забезпечує відповідність результату реальній картині світу. Побудова морфологічних таблиць є творчим процесом, кінцевий результат якого може бути забезпечений тільки людиною-аналітиком.

Об'єкт морфологічного дослідження повинен мати велику кількість конфігурацій, тобто альтернативних варіантів реалізації, що може бути спричинено такими факторами:

– відсутня детальна інформація про конфігурацію об'єкта. Така відсутність інформації може бути зумовлена тим, що об'єкт розглядається в майбутньому – через деякий проміжок часу або після настання певної події; або ОПР і аналітик на момент розв'язання задачі не мають можливості отримати точну інформацію з технічних або інших причин (наприклад, якщо розглядається будова поверхні іншої планети або плани конкуруючої організації);

– необхідно розглянути різноманіття конфігурацій об'єкта у сукупності. В даному випадку за допомогою морфологічної таблиці описується множина об'єктів, характеристики або складові яких можуть бути відомими, а невизначеність полягає у тому, яка саме конфігурація альтернатив параметрів об'єкта з'явиться при наступній реалізації. Прикладом таких об'єктів морфологічного аналізу можуть бути аварії в транспортній системі міста або профілі користувачів деякої системи;

– приймається рішення, яку конфігурацію об'єкта обрати. Формально цей випадок схожий на перший, однак принципова відмінність полягає в тому, що невизначеність не спричинюється зовнішніми факторами, тому тільки вибір рішення ОПР є розкриттям цієї невизначеності. Такий тип об'єктів є найважчим щодо автоматичного видобування морфологічної таблиці, оскільки генерація параметрів і альтернатив в даному випадку часто сама по собі є надзвичайно складною творчою задачею, яка не може бути вирішена за допомогою аналізу великих обсягів даних.

Основним об'єктом ММА є морфологічна таблиця. Вона складається з N характеристичних параметрів $F_i, i \in \overline{1, N}$. Кожному характеристичному параметру F_i відповідає множина альтернатив $a_j^{(i)}, j \in \overline{1, n_i}$.

Під час застосування ММА в задачах технологічного передбачення характеристичними параметрами, як правило, є фактори, стан яких характеризує стан проблеми в цілому; альтернативами характеристичних параметрів є альтернативні стани відповідних факторів, конфігурацією

морфологічної таблиці є сценарій. Для деякої конкретної проблеми структура морфологічної таблиці визначається спеціалістами з технологічного передбачення, можливо, на основі даних, отриманих на етапі попереднього вивчення проблеми.

В залежності від сутностей, якими оперує МММА, морфологічна таблиця може являти собою один із трьох варіантів опису.

1. Опис об'єкта. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис заданого матеріального або нематеріального об'єкта, або системи. Невизначеність притаманна самому об'єкту через один із трьох факторів, зазначених вище. Історично метод морфологічного аналізу застосовувався саме з метою синтезу нових або вдосконалених фізичних об'єктів, зокрема технічних систем.

2. Опис стану. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис стану деякого об'єкта або, частіше, системи. Сам об'єкт або система, як правило, відомі, невизначеність полягає в першу чергу в тому, що саме відбувається або відбуватиметься в об'єкті морфологічного дослідження. Прикладом такого дослідження може бути опис стану економіки країни через проміжок часу. Основними параметрами морфологічної таблиці є показники, що характеризують відповідний об'єкт або систему.

3. Опис дії. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис певної події або взаємодії між об'єктами. Система, в рамках якої взаємодіють об'єкти, як правило, є відомою; невизначеність може полягати у стані цієї системи (контекст події), у об'єктах, які беруть участь у події, і в характеристиках перебігу самої події. Прикладом об'єктів дослідження такої морфологічної таблиці можуть бути аварії або варіанти впровадження продукту компанією на ринок.

Загальний вигляд таблиці наведено на рис.2.1.

F_1	F_2	...	F_N
$a_1^{(1)}$	$a_1^{(2)}$	...	$a_1^{(N)}$
$a_2^{(1)}$	$a_2^{(2)}$	...	$a_2^{(N)}$
...	...	...	...
$a_{n_1}^{(1)}$	$a_{n_2}^{(2)}$	...	$a_{n_N}^{(N)}$

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд таблиці

Для нормального функціонування ММА повинні виконуватись певні правила побудови морфологічних таблиць:

- релевантність параметрів – параметр повинен залежати або впливати на хоча б один інший параметр (в рамках деталізації, яка обрана для задачі). Для цього принаймні одна з альтернатив параметра повинна бути пов'язаною матрицею взаємозв'язків із хоча б однією іншою альтернативою. Це правило не є обов'язковим, однак при невиконанні цього правила утворюється незалежний параметр, наявність якого ніяк не впливає на результат і не несе користі для дослідника, але при цьому збільшує навантаження на експертів і аналітиків, і ускладнює обчислювальні процедури;

- взаємовиключність альтернатив – для роботи алгоритмів МММА, основаних на апараті Байєсівських ймовірностей, стани кожного параметра повинні бути взаємовиключними. Якщо це правило не виконується, необхідно переформулювати множину параметрів та/або альтернатив;

- повнота множини альтернатив – для кожного параметра множина альтернатив повинна бути повною, щоб реалізації параметра у вигляді кожної з альтернатив являли собою повну групу подій. Якщо неможливо або недоцільно сформулювати всі можливі альтернативи, додається альтернатива «інші». Якщо вибір однієї з альтернатив параметра є обов'язковою подією, додається альтернатива «немає»/«не потрібно» тощо.

Для деякої конкретної проблеми структура морфологічної скрині визначається спеціалістами-аналітиками, можливо, на основі даних, отриманих на етапі попереднього вивчення проблеми. Для задач, пов'язаних з аналізом ситуацій, які повторюються багато разів з різними варіаціями або можуть статися в майбутньому, типовими групами характеристичних параметрів МТ є:

- контекстуальні параметри – час події; місце події; обставини, за яких відбулась подія;
- причини виникнення події або характеристики факторів, що призвели до її виникнення;
- специфічні характеристики події – тип події; можливо, характеристики небезпечності або несприятливості події).

Для задач аналізу стану та/або поведінки деякої системи типовими групами характеристичних параметрів МТ є:

- зовнішні фактори впливу на систему, стан яких невідомий;
- характеристики стану і поведінки самої системи, що розглядається.

В процесі сценарного аналізу часто буває доцільним застосування двохетапної процедури ММА. При цьому на першому етапі здійснюється аналіз неконтрольованих факторів, так званих факторів “зовнішнього світу” для об'єкта, проблеми або явища, що розглядається. Другий етап дослідження полягає в синтезі рішень, які найбільш ефективно враховувати в умовах сукупності можливих реалізацій об'єкта, визначених на першому етапі.

Таким чином, будуються дві пов'язані морфологічні таблиці. Морфологічну таблицю першого етапу назовемо морфологічною таблицею сценаріїв, морфологічну таблицю другого етапу назовемо морфологічною таблицею стратегій. Специфіка другого етапу ММА полягає в тому, що вибір альтернатив параметрів МТ стратегій залежить не від випадкових зовнішніх факторів, а від особи, що приймає рішення, тому немає сенсу говорити про ймовірність вибору альтернатив. Тому на другому етапі для оцінки альтернатив і конфігурацій використовується величина очікуваної

результативності, тобто вірогідності того, що вибір цієї альтернативи або конфігурації призведе до бажаних результатів.

Для подальших розрахунків необхідно отримати початкові наближення $p_j^{(i)}$ для ймовірностей альтернатив характеристичних параметрів [9], для чого необхідно скористатися процедурою експертного оцінювання.

Грунтовні знання експертів у тій чи іншій області та їх заснована на багаторічному досвіді інтуїція є основою методів експертного оцінювання.

А вміння узагальнити свій досвід та правильно оцінити вплив того чи іншого фактору на об'єкт дослідження є невід'ємною частиною буденного життя кожного експерта [15].

Експертні оцінки - це попередній етап методу морфологічного аналізу, який, базуючись на досвіді та знаннях спеціалістів надає початкові наближення $p_j^{(i)}$ для морфологічної таблиці, що є важливим етапом у процедурі передбачення.

Початкові наближення можна отримати у такі способи:

- 1) Якщо використання процедури експертного оцінювання не є можливим за будь-яких причин: фінансова недоцільність, нераціональний розподіл ресурсів, брак часу, нестача кваліфікованих осіб у досліджуваній області, то в якості початкових значень для альтернатив можна взяти однакові

$$\text{значення } p_j^{(i)} = \frac{1}{n_i}.$$

Для цього застосовується шкала Міллера (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Шкала Міллера для безпосереднього оцінювання альтернатив морфологічної таблиці

Номер рівня	Якісна характеристика рівня	Кількісна характеристика рівня
1	Практично неможливо	0..0.1
2	Дуже мала ймовірність	0.1..0.25
3	Мала ймовірність	0.25..0.4
4	Середня ймовірність	0.4..0.6
5	Велика ймовірність	0.6..0.75
6	Дуже велика ймовірність	0.75..0.9
7	Практично гарантовано	0.9..1

2) Метод безпосереднього експертного оцінювання полягає в тому, що кожній альтернативі $a_j^{(i)}$, $j \in \overline{1, n_i}$ параметра F , $i \in \overline{1, N}$, кожен експерт надає свою суб'єктивну оцінку $\overline{p_j^{(i)}}$ за деякою оцінювальною шкалою. При цьому найбільш ймовірній альтернативі приписується найбільша кількість балів за прийнятною шкалою. Найпоширеніший діапазон оцінок варіюється від 0 до 1, від 0 до 5, від 0 до 10, від 0 до 100.

3) Метод експертного оцінювання попарними порівняннями. Для кожного параметра експерти оцінюють кожну пару його альтернатив з точки зору переваги однієї альтернативи над іншою. Для пари альтернатив дається оцінка і згідно з фундаментальною шкалою, наведеною в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Шкала визначення оцінки переваги

Кількісна оцінка переваги	Якісна характеристика переваги
1	Однакова ймовірність
3	Помірна перевага
5	Суттєва перевага
7	Дуже сильна перевага
9	Абсолютна перевага
2, 4, 6, 8	Проміжні значення

Для виконання процесу прогнозування фінансових часових рядів доцільно застосування процедура формування адитивних регресійних моделей (Generalized Additive Models, GAM) наступного виду:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

де $g(t)$ і $s(t)$ — функції, що апроксимують тренд ряду та сезонні коливання (наприклад, річні, тижневі тощо) відповідно,

$h(t)$ - функція, що відображає ефекти свят та інших впливових подій, а

ε_t - нормально розподілені випадкові обурення. Для апроксимації перерахованих функцій використовуються такі методи:

- тренд: шматкова лінійна регресія або шматкова логістична крива росту;
- річна сезонність: часткові суми низки Фур'є, кількість членів якого (порядок) визначає гладкість функції;
- тижнева сезонність: представлена у вигляді індикаторної змінної;
- "свята" (наприклад, офіційні святкові та вихідні дні - Новий рік, Різдво тощо, а також інші дні, під час яких властивості тимчасового ряду

можуть суттєво змінитись - спортивні чи культурні події, природні явища тощо) : представлені у вигляді індикаторних змінних.

Оцінювання параметрів моделі, що формує прогноз, виконується з використанням принципів байєсівської статистики (або методом знаходження апостеріорного максимуму (MAP), або шляхом повного байєсовського висновку).

2.3 Формулювання процесу досліджень та побудови СППР

Концепт взаємодії користувача з СППР наступний.

Крок 1. Реєстрація. Збирання особистої інформації: ПІБ, номер, адреса електронної пошти, назва компанії, вид діяльності компанії, ЄДРПО, ідентифікаційний номер, логін, пароль.

Крок 2. Вибір типу бізнесу, наприклад, сервіс чи перепродаж.

Крок 3. Заповнення клієнтом таблиці через форму, тим самим надаючи вхідні дані.

Для сервісу така форма може містити наступні поля:

- назва послуги – ціна;
- звітність щодо останнього місяця чи року щодо продажів (там має бути інформація скільки разів послугу купували);
- розмір витрат на матеріали;
- вартість робочої години;
- розмір витрат на заробітну плату працівникам;
- розмір витрат на рекламу;
- розмір витрат на устаткування;
- розмір витрат на орендну плату;
- інші витрати.

Для перепродажу може бути введені наступні дані:

- назва продукту;
- ціна покупки;
- ціна продажу;
- розмір витрат на заробітну плату працівникам;
- розмір витрат на рекламу;
- розмір витрат на устаткування;
- розмір витрат на орендну плату;
- інші витрати.

Крок 4. СППР оброблює введені користувачем дані на базі означених математичних моделей та алгоритмів.

Крок 5. На екрані з'являються функції на вибір:

- фінансова звітність;
- маркетинговий процесінг.

Крок 6. Орієнтуючись на вибір користувача, як результат роботи програми надається звіт добре оформлений інтерактивний на всі критичні точки у графіках можна клацнути, підтримується функція формування вихідного файлу та його завантаження.

Фінансові показники, які обраховує система: загальна виручка, загальні витрати, прибуток, норму дохідності, чистий прибуток, рентабельність, суму яку потрібно реінвестувати у бізнес, щоб отримати дохід більший (на скільки каже клієнт), скільки коштів можна нарахувати як зп підприємця.

Система дозволяє графічно показати динаміку сегментів у продажах за місяць/рік (час можна встановити, за одиницю місяць). Графічно спрогнозувати витрати використовуючи метод тенденції.

Маркетинговий процесінг здійснюється наступним шляхом.

1. Проводиться аналіз ринку конкурентів, їхніх переваг за параметри: цінова політика, кількість продуктів/сегментів, ринок збуту, наявність джерел збуту (сайт, соц мережі, чат допомоги).

2. Проводить додатковий аналіз інформації на базі перегляду основних компаній-конкурентів. Проводиться аналіз місця знаходження для аналізу фізичних конкурентів, які розташовані поблизу. Формується зведений звіт.

Таким чином здійснюється обробка декількох конкурентів.

Загальна схема етапів роботи системи наведена на рис.2.2.



Рисунок 2.2 – Загальна схема етапів роботи системи

На базі опису концепції системи стає можливим подальше проектування її функціоналу.

2.4 Створення проекту системи

Для об'єктно-орієнтованого моделювання роботи програмної програми скористаємося методологією та нотаціями UML.

Діаграма варіантів використання системи наведена на рис.2.3. Користувач (Actor) може: імпортувати дані з файлу, здійснити ММА (створити морфологічну таблицю, побудувати таблиці конфігурації, розрахувати оцінки альтернатив, очікувані результативності, виконувати аналіз фінансових показників (оцінка виручки, закупок та операційних витрат, а також прогнозувати дані).



Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання системи

Діаграма компонентів наведена на рис.2.4. У системі повинні бути реалізовані програмні компоненти у вигляді окремих модулів, класів чи методів, що імплементують: завантаження даних, їх обробку та аналіз,

прогнозування, експорт даних та візуальне відображення результатів у графічному вигляді.

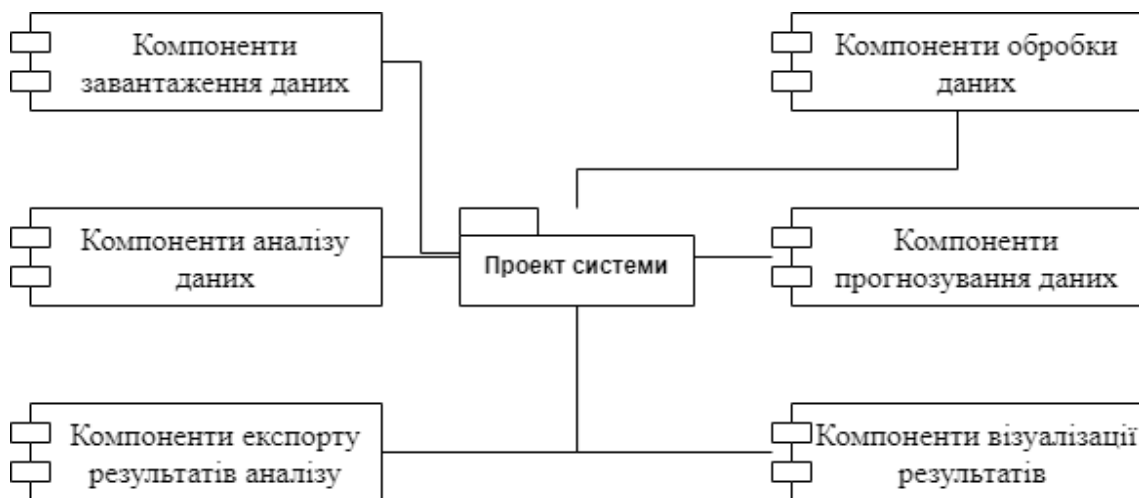


Рисунок 2.4 – Діаграма компонентів

2.5 Висновки до розділу 2

В результаті виконання даного розділу наведено результати аналізу особливостей здійснення морфологічного аналізу, проведено дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу, проведено формулювання процесу досліджень та побудови СППР, створено проектну документацію роботи системи на базі мови моделювання UML. На базі отриманих результатів стає можливим подальша апробація використання системи та опис розробленого програмного продукту, що буде виконано у наступному розділі роботи.

3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

3.1 Обґрунтування вибору технологій розробки

Python — інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня з строгою динамічною типізацією. Структури даних високого рівня разом із динамічною семантикою та динамічним зв'язуванням роблять її привабливою для швидкої розробки програм, а також як засіб поєднання існуючих компонентів. Python підтримує модулі та пакети модулів, що сприяє модульності та повторному використанню коду. Інтерпретатор Python та стандартні бібліотеки доступні як у скомпільованій так і у вихідній формі на всіх основних платформах. В мові програмування Python підтримується декілька парадигм програмування, зокрема: об'єктно-орієнтована, процедурна, функціональна та аспектно-орієнтована. Серед основних її переваг можна назвати такі [30]:

- чистий синтаксис (для виділення блоків слід використовувати відступи);
- переносність програм (що властиве більшості інтерпретованих мов);
- стандартний дистрибутив має велику кількість корисних модулів (включно з модулем для розробки графічного інтерфейсу);
- можливість використання Python в діалоговому режимі (дуже корисне для експериментування та розв'язання простих задач);
- стандартний дистрибутив має просте, але разом із тим досить потужне середовище розробки, яке зветься IDLE і яке написане на мові Python;
- зручний для розв'язання математичних проблем (має засоби роботи з комплексними числами, може оперувати з цілими числами довільної величини, у діалоговому режимі може використовуватися як потужний калькулятор);

– відкритий код (можливість редагувати його іншими користувачами).

Python має ефективні структури даних високого рівня та простий, але ефективний підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Елегантний синтаксис Python, динамічна обробка типів, а також те, що це інтерпретована мова, роблять її ідеальною для написання скриптів та швидкої розробки прикладних програм у багатьох галузях на більшості платформ [31].

Інтерпретатор мови Python і багата стандартна бібліотека[en] (як вихідні тексти, так і бінарні дистрибутиви для всіх основних операційних систем) можуть бути отримані з сайту Python www.python.org, і можуть вільно розповсюджуватися.

Цей самий сайт має дистрибутиви та посилання на численні модулі, програми, утиліти та додаткову документацію. Інтерпретатор мови Python може бути розширений функціями та типами даних, розробленими на C чи C++ (або на іншій мові, яку можна викликати із C). Python також зручна як мова розширення для прикладних програм, що потребують подальшого налагодження [32].

Python підтримує кілька парадигм програмування: структурне, об'єктно-орієнтоване, функціональне, імперативне та аспектно-орієнтоване. У мові є динамічна типізація, автоматичне управління пам'яттю, повна інтроспекція, механізм обробки винятків, підтримка багатопоточних обчислень та зручні високорівневі структури даних. Програмний код Python організовується в функції і класи, які можуть об'єднуватися в модулі, а вони в свою чергу можуть бути об'єднані в пакети. Python зазвичай використовується як інтерпретований, але може бути скомпільований в байт-код Java та в MSIL (в рамках платформи .NET).

По продуктивності інтерпретований Python схожий на всі інші подібні мови, але можливість компіляції в байт-код дозволяє досягти більшої продуктивності.

У порівнянні з Ruby та деякими іншими мовами, у Python відсутня можливість модифікувати вбудовані класи, такі як `int`, `str`, `float`, `list` та інші.

У Python є глобальне блокування інтерпретатора (GIL) - при своїй роботі основний інтерпретатор постійно використовує велику кількість потоково-небезпечних даних. В основному це словники, в яких зберігаються атрибути об'єктів, і звернення до зовнішнього коду, тому, щоб уникнути руйнування цих даних при спільній модифікації з різних потоків, перед початком виконання кількох інструкцій (зазвичай сто) потік інтерпретатора захоплює GIL, а по закінченні звільняє.

Існує кілька реалізацій мови - CPython (основна), Jython, PyS60, IronPython, Stackless, Python for .NET, PyPy, python-safethread, Unladen Swallow, tinypy.

Pycharm IDE - вільна мультиплатформенна середовище розробки, призначена для створення додатків на мові Python. На даний момент середовище є найкращих IDE для розробки проектів на Python [33].

Pycharm IDE володіє всіма основними можливостями, необхідними для сучасної інтегрованої середовища розробки:

- підсвічування синтаксису;
- автоматичне доповнення коду;
- виділення блоків коду з можливістю їх згортання / розгортання;
- інтелектуальна робота з відступами в коді;
- можливості рефакторинга (перейменування класів і методів, автоматична реалізація інтерфейсів в похідних класах);
- зручна навігація по коду (навігація по класах, методам, властивостям);
- створення кількох розкладок інтерфейсу і перемикання між ними;
- робота з базами даних;
- створення програм з GUI, що підтримує декілька мов.

Для вирішення поставленої задачі будуть використані наступні програмні бібліотеки.

2. NumPy - бібліотека, яка дозволяє ефективно обробляти багатовимірні масиви. NumPy призначена для поєднання можливостей високошвидкісних обчислень (як це можна бачити у мовах C та Fortran) зі швидкістю розробки прикладних програм на мові Python. Основною перевагою NumPy є збалансований набір готових математичних функцій, які охоплюють ряд ключових галузей математики. Більшість цих функцій може бути оптимізована під конкретну задачу. Сам механізм трансляції NumPy дозволяє писати компактний код з мінімальною кількістю вкладених циклів [2].

3. Pandas є функціональною бібліотекою для обробки та аналізу даних. У робочому середовищі проекту ця бібліотека використовується для маніпулювання даними, створення гнучких структур і отримання статистичних даних для зрізів або вибірок, що зберігаються в колекціях. Основними структурами даних в Pandas є DataFrame і Series. Об'єкт DataFrame схожий на типові таблиці даних, які містять рядки (елементи даних) та стовпці (об'єкти структури Series). Об'єкт Series є аналогом одновимірного масиву з підтримкою асоційованих міток (індексів) для всіх елементів, що містяться в ньому. Це дозволяє працювати з такими структурами подібно до асоціативних масивів [14].

4. Matplotlib - це бібліотека на мові Python для візуалізації даних. За допомогою неї можна побудувати двовимірні (плоскі) та тривимірні графіки. Matplotlib є альтернативою модуля візуалізації програмного забезпечення для технічних обчислень MatLab. У Matplotlib використовується об'єктно-орієнтований інтерфейс, що означає, що користувач взаємодіє безпосередньо з кожним об'єктом. За допомогою коду можна налаштовувати будь-який елемент діаграми, включаючи підписи та позначки на вісях. Бібліотека містить великий набір інструментів для двовимірної графіки. Модуль matplotlib.pyplot надає процедурний інтерфейс до (об'єктно-орієнтованої) бібліотеки Matplotlib, який в багатьох випадках повторює інструменти пакету MATLAB. Інструменти модуля pyplot фактично є стандартним способом

роботи з бібліотекою Matplotlib [14].

5. Модуль `itertools` надає стандартизований набір швидких та ефективних інструментів з економією пам'яті, які корисні самі по собі або у поєднанні з іншими інструментами. Інструменти, що надаються `itertools`, працюють швидко і ефективно використовують пам'ять. Ці будівельні блоки можна використовувати для створення власних спеціалізованих ітераторів, які прекрасно підходять для ефективного циклу `for/in`. Разом вони утворюють "алгебру ітераторів", яка дозволяє лаконічно і ефективно створювати спеціалізовані інструменти на чистому Python. Модуль надає наступні типи ітераторів: безкінечні ітератори, скінчені ітератори та комбінаторні генератори.

Об'єкт, який повертається, також буде ітератором. Ми можемо пройтися по ітератору за допомогою функції `"next"`, циклу `"for"` або перетворити його на список за допомогою функції `"list()"`.

6. Prophet - це бібліотека з відкритим вихідним кодом від компанії Facebook. Вона призначена для прогнозування часових рядів. Цей інструмент добре працює з рядами, які мають виразно виражені сезонні ефекти, а також мають кілька таких періодів. Prophet є стійким до відсутності даних і добре справляється з викидами. Бібліотека в багатьох відношеннях успадковує стиль `sklearn` з його методами `fit` і `predict`. Для рядів з явною щорічною сезонністю бібліотека показує хороші результати, а в поєднанні з `matplotlib` вона надає гнучкий інструмент для аналізу часових рядів.

Додатковим зручним інструментом розробки на мові Python є Jupyter Notebook, який є уніфікованим веб-додатком, що постачається на ринок під відкритою ліцензією. Він дозволяє створювати інтерактивні документи, що включають програмний код на мові Python, розрахункові формули, графічні візуалізації, діаграми та пояснювальний текстовий опис. Додатковою перевагою є підтримка можливостей обміну створеними документами у форматі `*.ipynb` та їх відкриття на різних платформах.

Використання даного додатка включає процеси очищення, перетворення вхідних даних, чисельне та статистичне моделювання, візуалізацію даних і вирішення задач машинного навчання. Jupyter Notebook підтримує інтеграцію з іншими мовами програмування, окрім Python, що розширює можливості ядра і надає додаткові команди [15].

Отже, після проведеного аналізу і обґрунтування наявних засобів розробки рекомендовано продовжити програмну реалізацію створюваного проекту.

3.2 Розробка програмних скриптів обробки та аналізу даних

Процес створення проекту є типовим, використано середовище PyCharm 2021 та мову Python версії 3.8. Структура проекту складається з ряду модулів (рис.3.1).

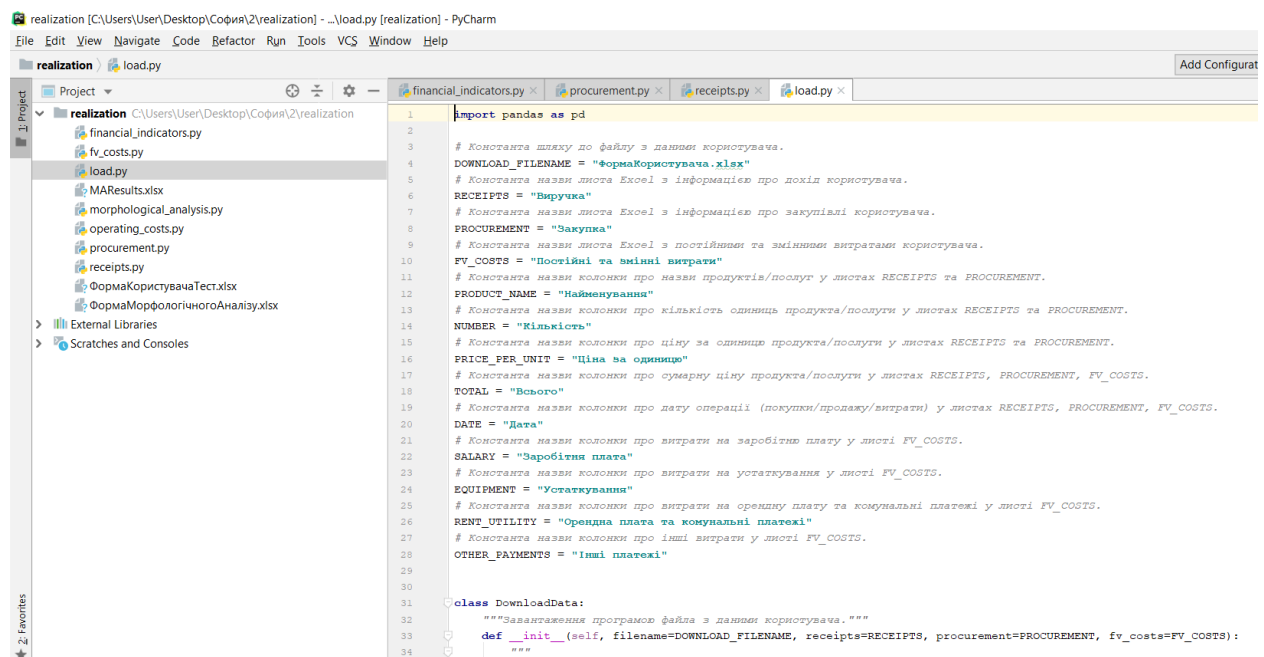


Рисунок 3.1 – Структура проекту в середовищі розробки

Головними модулями системи є наступні:

1. `load.py` – призначений для завантаження даних у програму та збереження даних програми. На поточний момент, модуль містить два класи: `DownloadData` (відповідає за завантаження програмою даних користувача) та клас `UploadTemplate` (відповідає за створення та збереження шаблону для заповнення користувачем). Клас `DownloadData` приймає у якості параметрів шлях до файлу з даними, та назви листів Excel з даними. Після ініціації має три суттєві параметри: дані про виручку, дані про закупку, дані про постійні та змінні витрати. Дані представлені у вигляді таблиць типу `pandas.DataFrame`. Клас `UploadTemplate` приймає у якості параметрів шлях до файлу збереження, назви листів Excel, назви колонок даних. Після ініціації клас дозволяє використати два своїх методи: `_create_template()` та `upload_template()`. Перший метод дозволяє отримати шаблон заповнення даних користувачем у вигляді словника з трьома таблицями типу `pandas.DataFrame`. Другий метод дозволяє зберегти шаблон заповнення даних користувачем у вказаний файл. Структура полів класів для завантаження даних у модуль `load.py` наведена на рис.3.2.

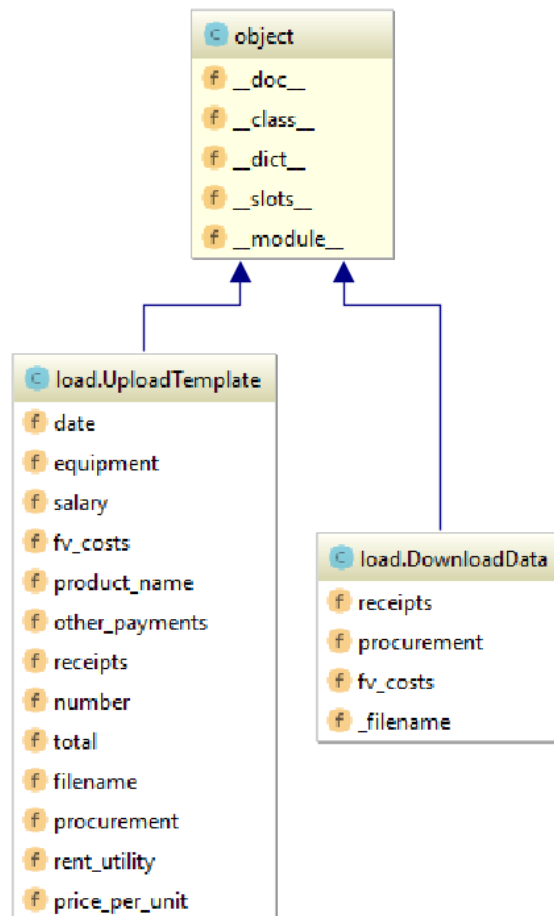


Рисунок 3.2 – Структура полів класів для завантаження даних у модулю load.py

2. fv_cost.py – відповідає за базові операції над виручкою. Клас Receipts приймає у якості аргументів таблицю типу pandas.DataFrame з даними про виручку. Клас має метод `__get_grouped_receipts()`, який дозволяє отримати виручку, згруповану по місяцях. Клас має метод `get_month_top(category)`, завдяки якому можна отримати дані про місяці з максимальною виручкою чи максимальною кількістю продаж—в залежності від значення category. Клас має метод `get_graphic(since, to)`, який будує графік виручки та кількості проданого за період з since до to. Також клас має поле `total_receipts`, де зберігаються дані про суму виручки за весь період. Структура класу модуля fv_cost.py наведена на рис.3.3.

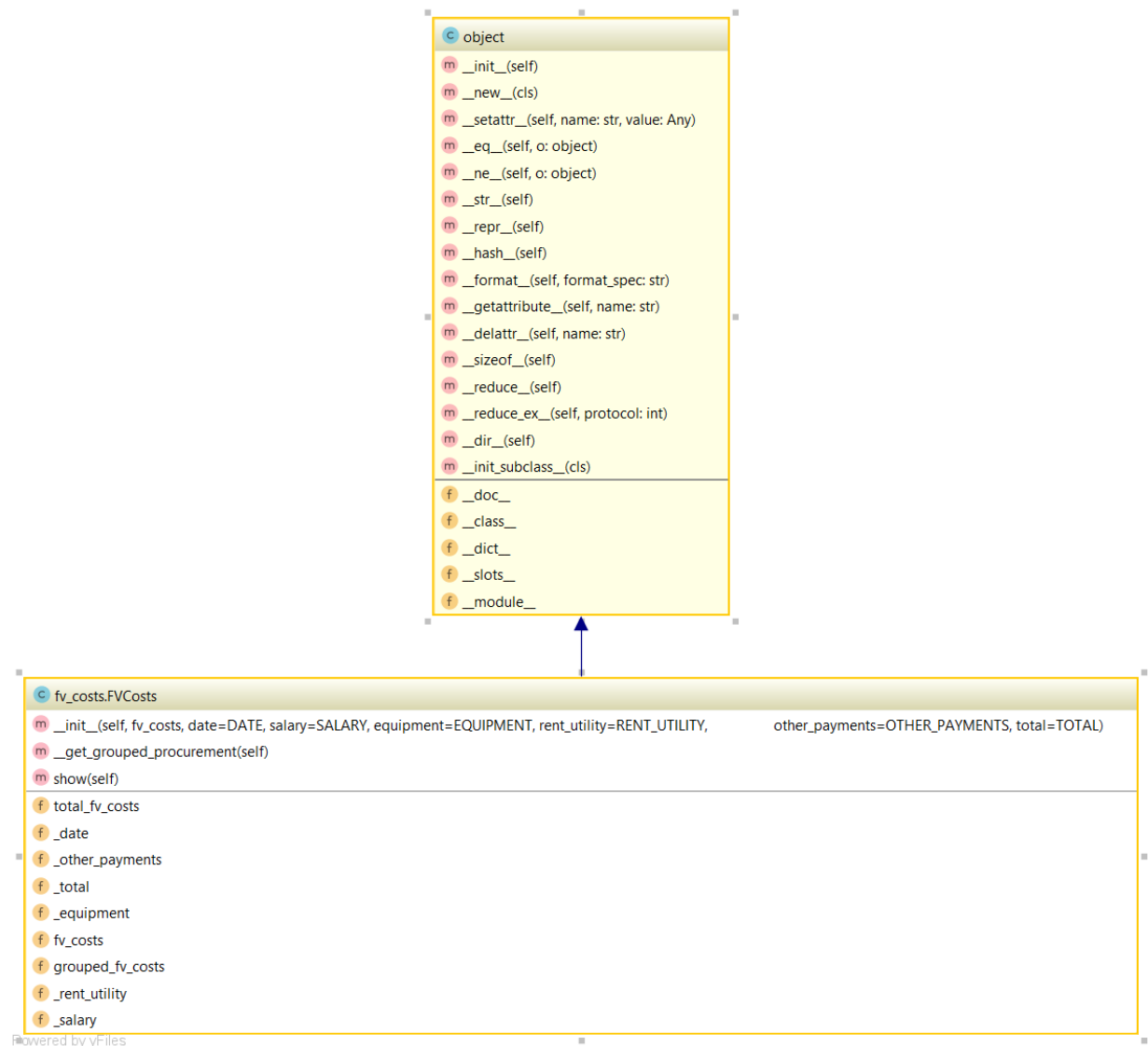


Рисунок 3.3 – Структура класу модуля fv_cost.py

3. `financial_indicators.py` – відповідає за знаходження основних фінансових показників. Клас `FinancialIndicators` приймає в якості аргументів екземпляри класів `Receipts` та `OperatingCosts`. Клас має поле `total_income`, що відповідає за суму доходів за весь період. Клас має поле `total_costs`, що відповідає за суму витрат за весь період. Клас має поле `net_profit`, що відповідає за чистий прибуток за весь період. Клас має поле `profitability`, що відповідає за рентабельність. Клас має метод `reinvestment_amount(desired_profit, annual_rate)`, що дозволяє знайти суму для реінвестування, базуючись на бажаному доході `desired_profit` та річній ставці доходу `annual_rate`. Клас має метод `entrepreneur_salary(reinvestment_amount)`,

що дозволяє знайти чисту заробітну плату підприємця, базуючись на чистому прибутку та витратах на реінвестування `reinvestment`. Структура класу модуля `financial_indicators.py` наведена на рис.3.4.

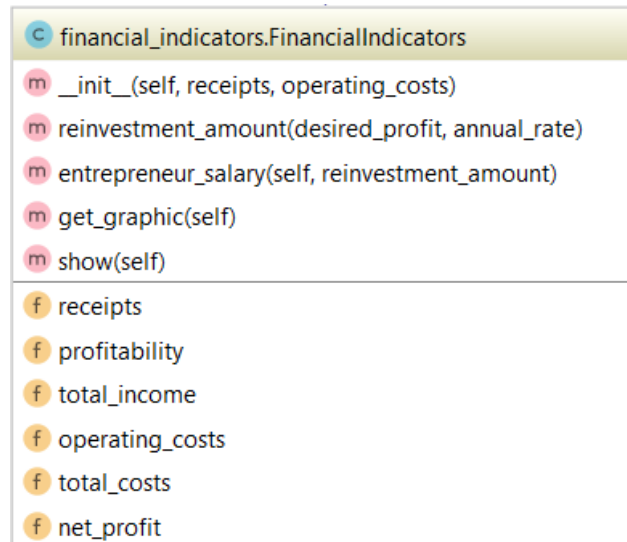


Рисунок 3.4 – Структура класу модуля `financial_indicators.py`

4. `operating_costs.py` – відповідають за знаходження операційних витрат. Клас `OperatingCosts` приймає в якості аргументів екземпляри класів `Procurement` та `FVCosts`. Клас має метод `get_operating_costs()`, який дозволяє отримати розраховані щомісячні операційні витрати. Також клас має поле `total_costs`, де зберігаються дані про суму операційних витрат за весь період. Структура класу модуля `operating_costs.py` наведена на рис.3.5.

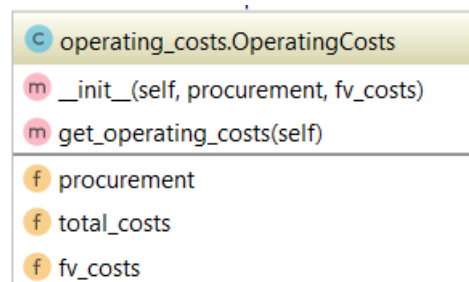


Рисунок 3.5 – Структура класу модуля `operating_costs.py`

5. `procurement.py` – відповідає за базові операції над закупкою. Клас `Procurement` приймає в якості аргументів таблицю типу `pandas.DataFrame` з даними про закупки. Клас має метод `__get_grouped_procurement()`, який дозволяє отримати витрати на закупку, згруповані по місяцях. Клас має метод `forecast_procurement(days)`, який будує передбачення витрат на `days` днів. Також клас має поле `total_procurement`, де зберігаються дані про суму закупок за весь період. Структура класу модуля `operating_costs.py` наведена на рис.3.6.

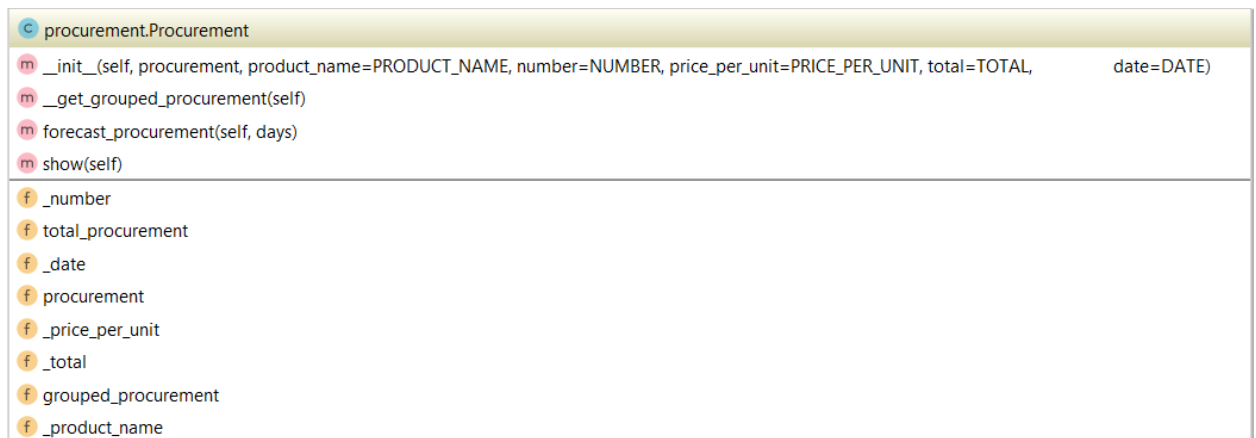


Рисунок 3.6 – Структура класу модуля `procurement.py`

6. `receipts.py` – відповідає за базові операції над виручкою. Клас `Receipts` приймає у якості аргументів таблицю типу `pandas.DataFrame` з даними про виручку. Клас має метод `__get_grouped_receipts()`, який дозволяє отримати виручку, згруповану по місяцях. Клас має метод `get_month_top(category)`, завдяки якому можна отримати дані про місяці з максимальною виручкою чи максимальною кількістю продаж—в залежності від значення `category`. Клас має метод `get_graphic(since, to)`, який будує графік виручки та кількості проданого за період з `since` до `to`. Також клас має поле `total_receipts`, де зберігаються дані про суму виручки за весь період. Структура класу модуля `receipts.py` наведена на рис.3.7.

receipts.Receipts	
m	<code>__init__(self, receipts, product_name=PRODUCT_NAME, number=NUMBER, price_per_unit=PRICE_PER_UNIT, total=TOTAL, date=DATE)</code>
m	<code>__get_grouped_receipts(self)</code>
m	<code>get_month_top(self, category)</code>
m	<code>get_graphic(self, since, to)</code>
m	<code>show(self)</code>
f	<code>receipts</code>
f	<code>_number</code>
f	<code>total_income</code>
f	<code>_date</code>
f	<code>_price_per_unit</code>
f	<code>_total</code>
f	<code>grouped_receipts</code>
f	<code>_product_name</code>

Рисунок 3.7 – Структура класу модуля receipts.py

7. `morphological_analysis.py` – відповідає за виконання розрахунків згідно до морфологічного аналізу даних. Містить клас `MorphologicalAnalysis`, який приймає у конструкторі на вхід таблицю експертних оцінок імовірності подій, таблицю матриці взаємозв'язків альтернатив параметрів характеристик, таблицю матриці взаємозв'язків альтернатив параметрів характеристик та рішень. Реалізує наступні програмні методи: `__characteristics_estimates` здійснює перетворення експертних оцінок імовірностей подій перетворених на список словників, `__characteristics_combinations` повертає список з кортежами всіх можливих комбінацій альтернатив характеристик, `__characteristics_combinations_probability` обчислює добуток початкових імовірностей альтернатив характеристик, `__characteristics_combinations_bounds` формує коефіцієнт взаємовпливу для всіх можливих комбінацій альтернатив характеристик, `characteristics_configuration_evaluate` формує таблицю конфігурацій з розрахованими оцінками імовірностей комбінацій альтернатив характеристик, `characteristics_evaluate` формує розраховані на першому етапі методу морфологічного аналізу оцінки альтернатив, `solution_configuration_evaluate` генерує таблицю конфігурацій для розрахунків другого етапу ММА для рішення `solution`, `__solution_evaluate` повертає оцінки ефективності альтернатив рішення `solution`, `solutions_evaluate` повертає оцінки ефективності

альтернатив рішень, save зберігає дані морфологічного аналізу у один файл "MAResults.xlsx". Структура класу модуля morphological_analysis.py наведена на рис.3.8.

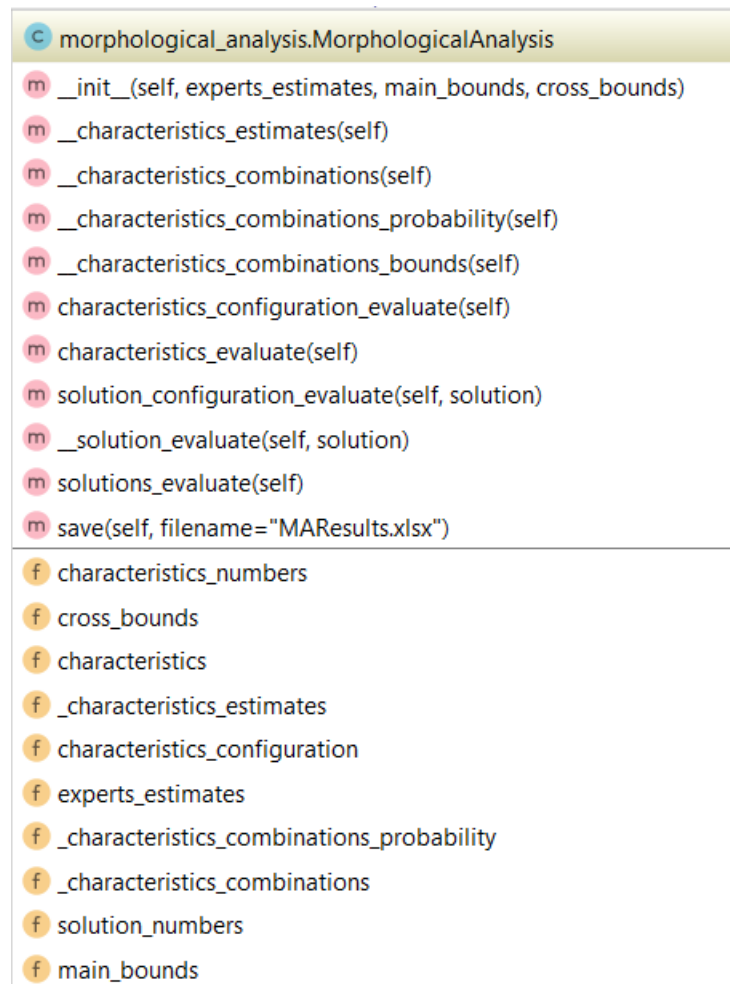


Рисунок 3.8 – Структура класу модуля morphological_analysis.py

На базі створеної структури проекту доцільно провести дослідження роботи СППР у динаміці за описаним концептом її роботи, що буде наведено далі.

3.3 Аналіз результатів використання системи

Для перевірки роботи системи сформовано набір вхідних даних з виручки, закупки, постійних та змінних витрат (фрагменти наведено на рис.3.9-3.11). По кожному з стовбців даних може бути здійснене сортування та фільтрація (з метою вилучення пропущених значень у разі їх наявності).

	A	B	C	D	E
1	Найменування	Кількість	Ціна за один	Всього	Дата
2	HP 146GB 10k SAS	1	7	7	08.02.2021
3	HP 146GB 10k SAS	1	7	7	15.02.2021
4	HP 72GB SAS	5	6	30	15.02.2021
5	HP 146GB 10k SAS	2	20	40	09.03.2021
6	HP 146GB 10k SAS	2	20	40	09.03.2021
7	HP 146GB 15k SAS	3	8	24	11.03.2021
8	HP 146GB 10k SAS	1	20	20	08.07.2021
9	HP 146GB 10k SAS	1	25	25	17.07.2021
10	4GB PC2-5300F	2	6	12	04.08.2021
11	HP 146GB 10k SAS	1	20	20	03.09.2021
12	Intel i350-T4	1	40	40	14.10.2022
13	Intel Xeon E5-2640	1	10	10	17.10.2022
14	Nvidia Geforce GTX960	1	70	70	20.10.2022
15	Samsung 860 EVO 500GB 2.5"	1	40	40	21.10.2022
16	Dell Delta Radiallüfter	1	15	15	31.10.2022
17	Samsung 850 Pro 512GB 2.5"	1	71	71	05.11.2022
18	Noctua NFA-15PWM	1	20	20	14.11.2022
19	Intel X520-DA2 SFP+	1	80	80	19.11.2022
20	Intel X520-DA2 SFP+	1	79	79	22.11.2022
21	Dell Perc H200E SAS	1	15	15	25.11.2022
22	HP 146GB 10k SAS	2	10,5	21	30.11.2022
23	Blu-Ray-Brenner BDRW	1	50	50	02.12.2022
24	Dell perc H710 SAS	1	50	50	05.12.2022
25	Dell 750W 80Plus Plat PSU	4	15	60	05.12.2022
26	Asus Fan Ext. Card	1	10	10	06.12.2022
27	Intel X520-DA2 SFP+	2	100	200	08.12.2022
28	Dell Hotswap Lüfter 90mm	2	10	20	12.12.2022
29	Intel i350-T2	1	22	22	12.12.2022
30	Intel X520-DA2 SFP+	1	110	110	12.12.2022
31	20cm x 15cm ESD Beutel	25	0,2	5	17.12.2022
32	AsRoCK H110M-DVS R3.0	1	42	42	17.12.2022
33	Asus B150M-C LGA 1151	1	21	21	17.12.2022
34	WD RED 4TB NAS HDD	1	46	46	20.12.2022
35	HP BL500 G7	1	188	188	28.12.2022

Рисунок 3.9 – Структура фрагменту набору даних з виручки

	A	B	C	D	E
1	Найменування	Кількість	Ціна за одини	Всього	Дата
2	Intel X520-DA2	8	62,20	497,6	08.12.22
3	FET-10G	10	3,95	39,53	19.12.22
4	HAST 300GB SAS	21	5,25	110,23	23.12.22
5	Intel X520-DA2	10	65,00	650	12.01.23
6	Intel X520-DA2	1	102,89	102,89	16.01.23
7	Low Profile X520	3	3,88	11,64	16.01.23
8	Intel X520-DA2	10	65,00	650	26.01.23
9	Intel X520-DA2	10	60,75	607,5	30.01.23
10	Intel X520-Da2	10	55,00	550	07.05.23
11	320x225x50mm Maxibrief	50	0,37	18,48	07.11.22
12	LJY Anti. Stat. ESD Beutel	75	0,14	10,5	07.11.22
13	Luftpolsterfolie 50m	1	22,65	22,65	07.11.22
14	LJY 30x40cm ESD Beutel	30	0,39	11,76	01.12.22
15	LJY Anti. Stat. ESD Beutel	75	0,14	10,5	01.12.22
16	Luftpolsterfolie 50m	1	22,65	22,65	06.12.22
17	320x225x50mm Maxibrief	100	0,28	27,72	06.12.22
18	LJY Anti. Stat. ESD Beutel	75	0,14	10,5	18.12.22
19	LJY Anti. Stat. ESD Beutel	300	0,14	42	18.12.22
20	3x 30cmx100m, +Tüten	1	55,00	55	27.04.23
21	LJY 60xgross, 50x 21x24cm	1	44,50	44,5	03.05.23
22	LJY Anti Stat. Und Bohrer	1	60,90	60,9	09.05.23
23	PowerEdge R200	1	20,00	20	08.10.22
24	HP DL380 G5	1	2,00	2	08.10.22
25	1GB PC2 5300F	6	0,82	4,9	14.01.21
26	HP DL380 G6	1	32,00	32	17.01.21
27	HP DL360 G5	1	7,00	7	24.01.21
28	ATEN CS1734B KVM Switch	1	34,70	34,7	30.01.21
29	Dell R720	1	65,00	65	12.09.22
30	Dell T620	1	195,00	195	15.09.22
31	Asus Geforce GTX1070	1	122,00	122	23.09.22
32	HP DL380 G5	1	2,00	2	27.09.22
33	Gigabyte GTX1080	1	101,00	101	27.09.22
34	BeckPC Silent	1	204,00	204	04.09.22
35	RAIDON G4454	1	53,00	53	08.10.22

< > | Виручка | **Закупка** | Постійні та змінні витрати | (+)

Рисунок 3.10 – Структура фрагменту набору даних з закупки

	A	B	C	D	E	F
1	Дата	Заробітня плата	Устатку	Оренди	Інші ви	Всього
2	31.01.2021	30	30	400	12	472
3	30.09.2022	30	200	400	12	642
4	31.10.2022	30	100	400	12	542
5	30.11.2022	30	20	400	12	462
6	30.12.2022	30	50	400	12	492
7	03.01.2023	30	18	400	12	460
8	05.04.2023	30	150	400	12	592
9	01.05.2023	30	12	400	12	454
10						

< > | Виручка | Закупка | **Постійні та змінні витрати** | (+)

Рисунок 3.11 – Структура фрагменту даних з постійних та змінних витрат

Для опису об'єкта були обрані такі характеристичні параметри:

1. Ціна: нижче середньої ринкової вартості, у діапазоні середньої ринкової вартості, вище середньої ринкової вартості, унікальна ціна вища за ринкову щонайменше у 10х (за унікальний товар).
2. Асортимент: 1-30 продуктів, 30-500 продуктів, 500-1000 продуктів, 1000-10000 продуктів, більше 10000 продуктів.
3. Якість продукту: дуже низька, низька, середня, вища середньої, добра, преміум.
4. Джерела збуту: прямий продаж, оптова торгівля, роздрібна торгівля, онлайн продаж, експорт.
5. Стратегія бренду: унікальність, лідер, експериментатор, ца бренд, екологічний, цінова стратегія, немає.
6. Формування клієнтського досвіду: персоналізація, відмінний сервіс, онлайн присутність, зворотній зв'язок, постійна комунікація.
7. Розташування: локальне, регіональне, загально-національне, глобальне.

Морфологічна таблиця першого етапу з визначеними характеристичними параметрами наведена на рис.3.12.

Характеристичні параметри						
Ціна	Асортимент	Якість продукту	Джерела збуту	Стратегія бренду	Формування клієнтського досвіду	Розташування
1	2	3	4	5	6	7
1.1 Нижче середньої ринкової вартості	2.1 1-30 продуктів	3.1 Дуже низька	4.1 Прямий продаж	5.1 Унікальність	6.1 Персоналізація	7.1 Локальне
1.2 У діапазоні середньої ринкової вартості	2.2 30-500 продуктів	3.2 Низька	4.2 Оптова торгівля	5.2 Лідер	6.2 Відмінний сервіс	7.2 Регіональне
1.3 Вище середньої ринкової вартості	2.3 500-1000 продуктів	3.3 Середня	4.3 Роздрібна торгівля	5.3 Експериментатор	6.3 Онлайн присутність	7.3 Загально-національне
1.4 Унікальна ціна вища за ринкову щонайменше у 10х (за унікальний товар)	2.4 1000-10000 продуктів	3.4 Вища середньої	4.4 Онлайн продаж	5.4 ЦА бренд	6.4 Зворотній зв'язок	7.4 Глобальне
	2.5 більше 10000 продуктів	3.5 Добра	4.5 Експорт	5.5 Екологічний	6.5 Постійна комунікація	
		3.6 Преміум		5.6 Цінова стратегія		
				5.7 Немає		

Рисунок 3.12 – Морфологічна таблиця першого етапу

З таблиці можна виділити групи параметрів, описані вище:

- зовнішні фактори впливу на систему, стан яких невідомий: параметр 5 (Стратегія бренду);
- характеристики стану і поведінки самої системи, що розглядається: параметр 1 (ціна), параметр 2 (асортимент), параметр 3 (якість продукту), параметр 4 (джерела збуту), параметр 6 (формування клієнтського досвіду), параметр 7 (розташування).

Для дослідження ефективності способів боротьби з конкурентами було виділено дві їх групи:

- 1) Методи приваблення нової цільової аудиторії:
 - Дослідження ринку: ретельно вивчаючи ринок та аналізуючи потреби та побажання потенційної нової аудиторії. Розуміння їхніх характеристик, демографічних даних, інтересів та поведінки допомагає налагодити ефективну комунікацію та маркетингові стратегії.
 - Спрямована реклама: використання рекламних каналів та платформ, які активно використовує цільова аудиторія. Це можуть бути соціальні мережі, блоги, онлайн-медіа, інтернет-реклама тощо. Налагодження таргетованої реклами, яка буде привертати увагу нової аудиторії та створювати цікаві контенти для них.
 - Партнерство та спонсорство: можливість співпраці з впливовими особистостями, блогерами, організаціями або подіями, які вже мають цільову аудиторію, що цікава. Партнерство допомагає залучити увагу нової аудиторії та побудувати довіру до вашого бренду.
 - Контент-маркетинг: цінний та релевантний контент, який буде цікавий новій цільовій аудиторії. Використання блогів, відео, інфографіку, електронні книги та інші формати контенту для розповсюдження інформації, розвитку авторитету та привертання нових споживачів.
 - Активна присутність у соціальних мережах.

2) Методи масштабування компанії: Розширення продуктової лінійки, Освоєння нових географічних ринків, Франчайзинг, Придбання партнерів нижчої або верхньої ланки.

Параметри зведені в морфологічну таблицю, результат наведено на рис.3.13.

Методи приваблення нової цільової аудиторії	Методи масштабування компанії
8	9
8.1 Дослідження ринку	9.1 Розширення продуктової лінійки
8.2 Спрямована реклама	9.2 Нові географічні ринки
8.3 Партнерство та спонсорство	9.3 Франчайзинг
8.4 Контент-маркетинг	9.4 Придбання партнерів нижчої та верхньої ланок
8.5 Активна присутність у соціальних мережах	

Рисунок 3.13 – Морфологічна таблиця

Оцінена морфологічна таблиця на базі експертних оцінок за методом прямого анонімного анкетування наведена на рис.3.14.

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2
	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	
		0,1		0,2		
				0,1		

Рисунок 3.14 – Оцінена морфологічна таблиця

Оцінена МВЗАП наведена на рис.3.15.

		F1				F2					F3						F4					F5							F6					F7					
		a11	a12	a13	a14	a21	a22	a23	a24	a25	a31	a32	a33	a34	a35	a36	a41	a42	a43	a44	a45	a51	a52	a53	a54	a55	a56	a57	a61	a62	a63	a64	a65	a71	a72	a73	a74		
F1	a11					0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,1	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0	0	0	0,2	0	0,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a12					0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0	0	0	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	a13					0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	a14					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,2	0	0,1	0,3	0,2	0,4	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	a21	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0,3	-0,1	0,3	0,3	0,1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a22	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	a23	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a24	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a25	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0,1	0,7	-0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F3	a31	1	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	-0,5	0	0	0,2	0	0,1	0,1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	a32	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	-0,2	-0,2	0	0,3	0	0,3	0,2	-0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	a33	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,4	0,1	0,4	0,3	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a34	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,2	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	0	0		
	a35	0	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	0,3	0,5	0,2	0,3	0,5	0,2	0,1	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0	0		
	a36	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0	0,5	0,6	0,2	0,1	0,6	0,2	0	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0	0	0	0		
	a41	0	0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6	0,2	0,1	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0,8	0,5	0,5	0,5			
F4	a42	0	0	0,2	0	-0	0,2	0,2	0,4	0,7	0	0	0	0	0	0						0	0,3	0	0,5	-0,5	0,5	0,1	0	0,1	0,2	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,4	
	a43	0	0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4	-0,2	0	0	0	0	0	0						0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4		
	a44	0	0	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0	0	0	0	0	0						0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5		
	a45	0	0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0	0	0	0	0	0						0,3	0,6	0	0,4	-0,5	0	0	0	0,1	0	0,2	0	-0,8	-0,8	-0,8	0,8		
	a51	0	0	0,1	0,4	0,8	0,6	0	0	0	-0,5	-0,2	0	0	0	0,3	0,5	0,5	0	0,1	0,5	0,3							0,8	0,6	0,6	0,8	0,7	0,3	0,2	0,2	0,3		
F5	a52	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0,1	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6							0,4	0,3	0,4	0,5	0,1	-0,2	-0,1	0,8	0,7			
	a53	0	0	0,1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,2	0,5	0	0,1	0,5	0						0,9	0,4	0,4	0,9	0,8	0,4	0,4	0	0			
	a54	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4						0,3	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3				
	a55	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	0,5	0,6	0,6	-0,5	0,1	0,5	-0,5					0,3	0,6	0,4	0,9	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6				
	a56	1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3	0,5	0						0	0	0,2	0	0	0,3	0,4	0,4	0,3				
	a57	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,5	0						0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	-0,3	-0,4			
	a61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,3	-0,4	0,1	0,3	0,5	0,5	0	0	0,1	0	0,8	0,4	0,9	0,3	0,3	0	0							0	0	0	0	
F6	a62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,6	0,1	0,3	0,3	0,1	0,6	0,3	0,4	0,8	0,6	0	0							0	0	0	0	
	a63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,8	0	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0							0	0	0	0	
	a64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,6	0	0	0,3	0,5	0,2	0,8	0,5	0,9	0,4	0,9	0	0							0	0	0	0	
	a65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,1	0,3	0	0,7	0,1	0,8	0,3	0,4	0	0							0	0	0	0
	a71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,1	0,3	0,5	-0,8	0,3	-0,2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F7	a72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,4	0,5	-0,8	0,2	-0,1	0,4	0,3	0,5	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,4	0,5	-0,8	0,2	0,8	0	0,2	0,6	0,4	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	a74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,4	0,5	0,8	0,3	0,7	0	0,3	0,6	0,3	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.15 – Оцінена МВЗАП

З таблиці конфігурацій помітно, що деякі пари мають нульове значення, а це означає, що ефективність альтернативи параметра МТ стратегій ніяк не залежить від вибору відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв. Відповідно до цього помітно, що при виборі з характеристичного параметра 1 Ціна ніяк не впливає і не залежить від Розташування, що використовується (параметр 7). Або ж параметр 3 Якість продукту збуту є незалежним від параметру 4 Джерел збуту.

На базі послідовного запуску усіх розроблених програмних модулів стає можливим виконання поставленого завдання з аналізу даних, альтернатив та підтримки прийняття рішень щодо цільових дій. Зокрема, в результаті використання модуля Receipts побудовано та виведено до консолі дані по виручці (рис.3.16).

Просумовані продажі за місяцями:			
	Місяць	Кількість	Всього
0	2021-02	7	44.00
1	2021-03	7	104.00
2	2021-07	2	45.00
3	2021-08	2	12.00
4	2021-09	1	20.00
5	2022-10	5	175.00
6	2022-11	7	286.00
7	2022-12	52	1418.00
8	2023-01	248	3087.00
9	2023-02	44	2172.25
10	2023-03	6	277.00
11	2023-04	21	243.00
12	2023-05	42	1412.00
Місяці з піковими продажами (за виручкою):			
	Місяць	Всього	
8	2023-01	3087.0	
Місяці з піковими продажами (за кількістю):			
	Місяць	Кількість	
8	2023-01	248	

Рисунок 3.16 – Результат використання модуля Receipts у консолі по виручці

Графічна візуалізація набору отриманих даних через Receipts у вигляді аналітичної залежності (тренду по місяцях та обсягах виручки) наведено на рис.3.17.

Для оцінки витрат на закупки по окремих місяцях використовуємо модуль Procurement, результат роботи якого у консолі наведено відповідно на рис.3.18. На базі розрахунків здійснюється прогнозування з часовим горизонтом 6 місяців.

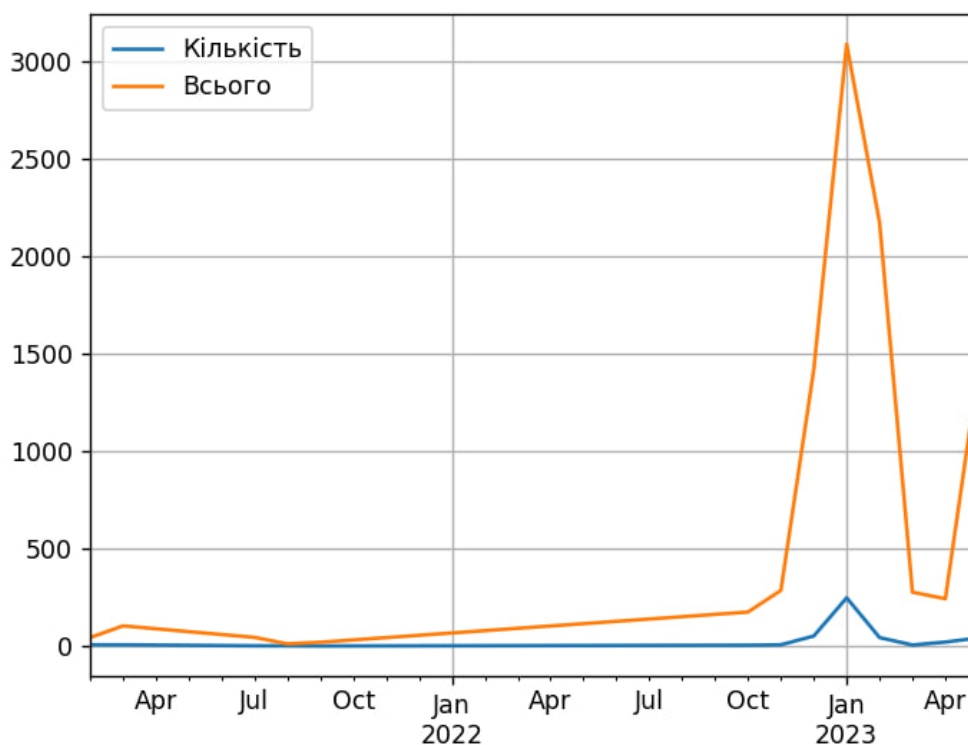


Рисунок 3.17 – Графічна візуалізація набору отриманих даних через Receipts

Просумовані витрати на закупку за місяцями:		
	Місяць	Всього
0	2021-01	78.60
1	2022-09	689.00
2	2022-10	79.00
3	2022-11	51.63
4	2022-12	1529.39
5	2023-01	2022.03
6	2023-04	821.90
7	2023-05	1213.10
Прогноз витрат на закупки на 7 днів:		
19:06:24 - cmdstanpy - INFO - Chain [1] start processing		
19:06:24 - cmdstanpy - INFO - Chain [1] done processing		
	Дата	Всього
38	2023-05-16	232.446456
39	2023-05-17	314.069953
40	2023-05-18	555.143402
41	2023-05-19	705.996101
42	2023-05-20	335.285256
43	2023-05-21	640.299210
44	2023-05-22	454.350518

Рисунок 3.18 – Результат використання модуля Procurement у консольному режимі

Результат консольного виводу аналізу постійних та операційних витрат засобами FVCosts наведено на рис.3.19. Застосування модуля OperatingCosts для розрахунку та аналізу щомісячних операційних витрат наведено на рис.3.20.

Просумовані змінні та постійні витрати за місяцями:		
	Місяць	Всього
0	2021-01	472
1	2022-09	642
2	2022-10	542
3	2022-11	462
4	2022-12	492
5	2023-01	460
6	2023-04	592
7	2023-05	454

Рисунок 3.19 – Результат консольного виводу аналізу постійних та операційних витрат засобами FVCosts

	Місяць	Всього (Закупка)	Всього (Постійні та змінні витрати) \
0	2021-01	78.60	472
1	2022-09	689.00	642
2	2022-10	79.00	542
3	2022-11	51.63	462
4	2022-12	1529.39	492
5	2023-01	2022.03	460
6	2023-04	821.90	592
7	2023-05	1213.10	454
Всього витрат			
0		550.60	
1		1331.00	
2		621.00	
3		513.63	
4		2021.39	
5		2482.03	
6		1413.90	
7		1667.10	

Рисунок 3.20 – Результат консольного виводу розрахунку та аналізу щомісячних операційних витрат засобами OperatingCosts

Розрахунок та оцінка основних фінансових показників (зокрема сума виручки, сума витрат, чистий прибуток, рентабельність, сума реінвестицій та

реальна заробітна плата) здійснюється за допомоги застосування модуля FinancialIndicators, результати його використання у консольному режимі та графічна візуалізація зведених отриманих даних сумісно з прогностичними значеннями наведені на рис.3.21 та 3.22.

```
Сума виручки: 9295.25
Сума витрат: 10600.65
Чистий прибуток: -1305.3999999999996
Рентабельність: -0.14043732013662888
Сума реінвестицій: 66666.66666666667
Реальна заробітна плата підприємця: -67972.06666666667
```

Рисунок 3.21 – Результат оцінки фінансових показників засобами FinancialIndicators

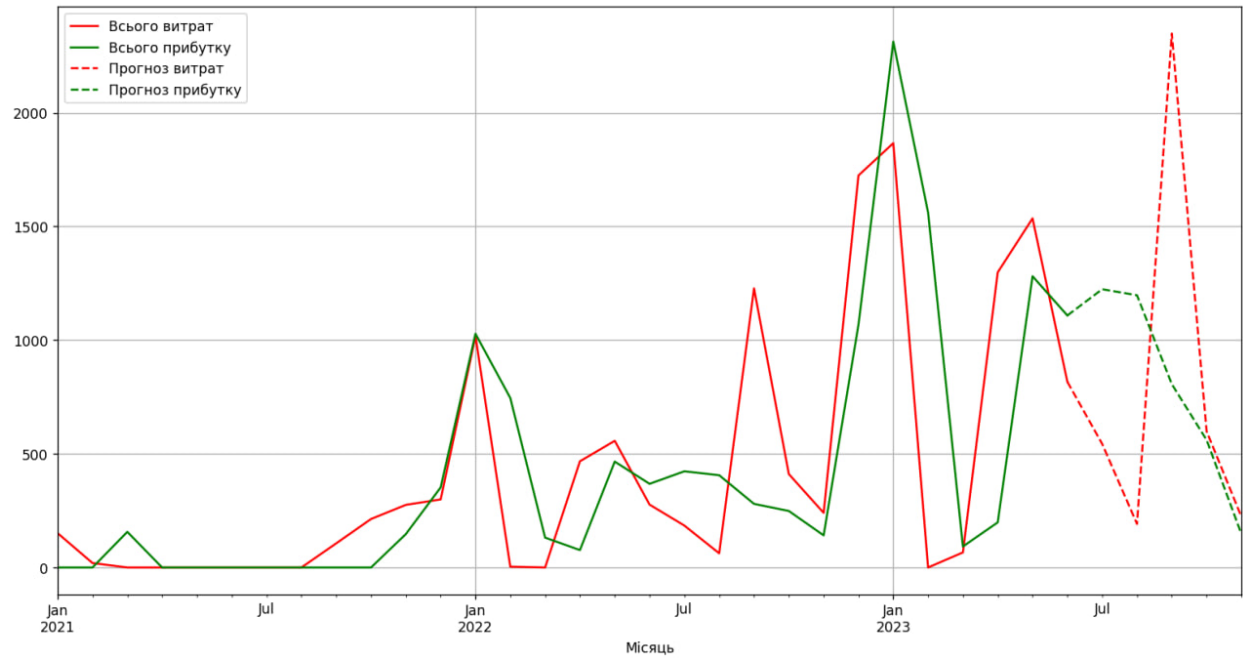


Рисунок 3.22 – Графічна візуалізація результатів роботи модуля FinancialIndicators з прибутків та витрат по місяцях

На базі використання усіх розглянутих модулів стає доцільним проведення остаточного ММА засобами модуля MorphologicalAnalysis, який реалізує консольну обробку даних та формує результати виконаних розрахунків у табличних файлах формату *xlsx* для їх більш зручного перегляду

у табличному процесорі MS Excel чи інших. Результат використання модуля MorphologicalAnalysis для проведення усіх означених етапів розрахунків за MMA у табличному вигляді по F1-F7 та параметрів p , C , pC , $P(s)$ наведено на рис.3.23. Загальний обсяг даних склав біля 84 000 рядків. Таблиця конфігурацій побудована віртуально, за рахунок проходження модулем MorphologicalAnalysis по всіх можливих конфігураціях із розрахунком і накопиченням проміжних результатів.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	p	C	pC	P(s)
2	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a71	4,8E-06	83,67994	0,000402	1,34E-06
3	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a72	4,8E-06	49,51476	0,000238	7,92E-07
4	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a73	3,2E-06	49,51476	0,000158	5,28E-07
5	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a74	3,2E-06	58,11107	0,000186	6,19E-07
6	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a71	4,8E-06	300,908	0,001444	4,81E-06
7	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a72	4,8E-06	178,0521	0,000855	2,85E-06
8	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a73	3,2E-06	178,0521	0,00057	1,9E-06
9	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a74	3,2E-06	208,9639	0,000669	2,23E-06
10	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a71	4,8E-06	117,5422	0,000564	1,88E-06
11	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a72	4,8E-06	69,5516	0,000334	1,11E-06
12	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a73	3,2E-06	69,5516	0,000223	7,41E-07
13	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a74	3,2E-06	81,62653	0,000261	8,7E-07
14	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a71	7,2E-06	148,7643	0,001071	3,57E-06
15	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a72	7,2E-06	88,02624	0,000634	2,11E-06
16	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a73	4,8E-06	88,02624	0,000423	1,41E-06
17	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a74	4,8E-06	103,3086	0,000496	1,65E-06
18	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a71	7,2E-06	132,6941	0,000955	3,18E-06
19	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a72	7,2E-06	78,51723	0,000565	1,88E-06
20	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a73	4,8E-06	78,51723	0,000377	1,26E-06
21	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a74	4,8E-06	92,1487	0,000442	1,47E-06
22	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a71	2,4E-06	20,61647	4,95E-05	1,65E-07
23	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a72	2,4E-06	18,11994	4,35E-05	1,45E-07
24	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a73	1,6E-06	72,47977	0,000116	3,86E-07
25	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a74	1,6E-06	64,65016	0,000103	3,45E-07
26	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a71	2,4E-06	80,90257	0,000194	6,47E-07
27	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a72	2,4E-06	71,10577	0,000171	5,68E-07
28	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a73	1,6E-06	284,4231	0,000455	1,52E-06
29	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a74	1,6E-06	253,6984	0,000406	1,35E-06
30	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a71	2,4E-06	36,6515	8,8E-05	2,93E-07
31	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a72	2,4E-06	32,21323	7,73E-05	2,58E-07
32	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a73	1,6E-06	128,8529	0,000206	6,87E-07
33	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a74	1,6E-06	114,9336	0,000184	6,13E-07
34	a11	a21	a31	a41	a52	a64	a71	3,6E-06	42,07442	0,000151	5,05E-07
35	a11	a21	a31	a41	a52	a64	a72	3,6E-06	36,87347	0,000133	4,13E-07

Рисунок 3.23 – Результат проведення MMA у табличному вигляді по F1-F7 та параметрів p , C , pC , $P(s)$

Результат здійснених розрахунків першого етапу по кожному з F1-F3 у діапазоні $[0,1]$ наведено на рис.3.24.

A1							
	A	B	C	D	E	F	G
1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
2	0,177301	0,120668	0,042732	0,144809	0,328031	0,109115	0,297767
3	0,293065	0,341879	0,118478	0,024417	0,079385	0,16832	0,286843
4	0,304515	0,256312	0,14741	0,077421	0,105734	0,200801	0,196788
5	0,225119	0,188153	0,181253	0,740526	0,205444	0,341402	0,218602
6		0,092988	0,25721	0,012828	0,151154	0,180362	
7			0,252917		0,112593		
8					0,017658		

Рисунок 3.24 – Результат здійснених розрахунків по кожному з F1-F7 у діапазоні [0,1].

Матриця зв'язків альтернатив параметрів першого і другого етапів ММА наведена на рис.3.25.

		F8					F9				
		a81	a82	a83	a84	a85	a91	a92	a93	a94	a95
F1	a11										
	a12										
	a13										
	a14										
F2	a21							0,5			
	a22							0,5			
	a23							0,5			
	a24							0,4			
	a25							0,1			
F3	a31										
	a32										
	a33										
	a34										
	a35										
	a36										
F4	a41										
	a42										
	a43										
	a44		0,8		0,7	0,5					
	a45										
F5	a51	0,7									
	a52	0,6									
	a53	0,9									
	a54	0,8									
	a55	0,3									
	a56	0,3									
	a57	0									
F6	a61										
	a62										
	a63										
	a64										
	a65										
F7	a71							0,8			
	a72							0,6			
	a73							0,5			
	a74							0,1			

Рисунок 3.25 – Матриця зв'язків альтернатив параметрів першого і другого етапів ММА

Слід зазначити, що параметр 8 Методи приваблення нової цільової аудиторії та параметр 9 Методи масштабування компанії у майже всіх

випадках є незалежними від альтернатив інших параметрів. Але, наприклад, альтернатива 8.1 Зменшення Дослідження ринку є залежною від вибору альтернатив параметра 5 Стратегії бренду. А альтернатива 9.2 Освоєння нових географічних ринків впливає на параметр 7 Розташування.

Фрагмент результату здійснення розрахунків по критеріях для другого етапу ММА за F1-F7 для A81-85 по R, R' та добутоків R з P(S) наведено на рис.3.26.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	P(s)	r'(a81)	r'(a82)	r'(a83)	r'(a84)	r'(a85)	r(a81)	r(a82)	r(a83)	r(a84)	r(a85)	r(a81)P(s)	r(a82)P(s)	r(a83)P(s)	r(a84)P(s)	r(a85)P(s)
2	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a71	1,34E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	3,99E-07	2,35E-07	2,35E-07	2,35E-07	2,35E-07
3	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a72	7,92E-07	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	2,36E-07	1,39E-07	1,39E-07	1,39E-07	1,39E-07
4	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a73	5,28E-07	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	1,57E-07	9,26E-08	9,26E-08	9,26E-08	9,26E-08
5	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a74	6,19E-07	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	1,85E-07	1,09E-07	1,09E-07	1,09E-07	1,09E-07
6	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a71	4,81E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	1,43E-06	8,44E-07	8,44E-07	8,44E-07	8,44E-07
7	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a72	2,85E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	8,49E-07	4,99E-07	4,99E-07	4,99E-07	4,99E-07
8	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a73	1,9E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	5,66E-07	3,33E-07	3,33E-07	3,33E-07	3,33E-07
9	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a74	2,23E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	6,64E-07	3,91E-07	3,91E-07	3,91E-07	3,91E-07
10	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a71	1,88E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	5,6E-07	3,3E-07	3,3E-07	3,3E-07	3,3E-07
11	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a72	1,11E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	3,32E-07	1,95E-07	1,95E-07	1,95E-07	1,95E-07
12	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a73	7,41E-07	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	2,21E-07	1,3E-07	1,3E-07	1,3E-07	1,3E-07
13	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a74	8,7E-07	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	2,59E-07	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07
14	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a71	3,57E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	1,06E-06	6,26E-07	6,26E-07	6,26E-07	6,26E-07
15	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a72	2,11E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	6,3E-07	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07
16	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a73	1,41E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	4,2E-07	2,47E-07	2,47E-07	2,47E-07	2,47E-07
17	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a74	1,65E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	4,93E-07	2,9E-07	2,9E-07	2,9E-07	2,9E-07
18	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a71	3,18E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	4,99E-07	5,58E-07	5,58E-07	5,58E-07	5,58E-07
19	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a72	1,88E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	5,62E-07	3,3E-07	3,3E-07	3,3E-07	3,3E-07
20	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a73	1,26E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	3,74E-07	2,2E-07	2,2E-07	2,2E-07	2,2E-07
21	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a74	1,47E-06	1,7	1	1	1	1	0,298246	0,175439	0,175439	0,175439	0,175439	4,39E-07	2,58E-07	2,58E-07	2,58E-07	2,58E-07
22	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a71	1,65E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	4,71E-08	2,94E-08	2,94E-08	2,94E-08	2,94E-08
23	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a72	1,45E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	4,14E-08	2,59E-08	2,59E-08	2,59E-08	2,59E-08
24	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a73	3,86E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,1E-07	6,9E-08	6,9E-08	6,9E-08	6,9E-08
25	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a74	3,45E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	9,84E-08	6,15E-08	6,15E-08	6,15E-08	6,15E-08
26	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a71	6,47E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,85E-07	1,15E-07	1,15E-07	1,15E-07	1,15E-07
27	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a72	5,68E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,62E-07	1,02E-07	1,02E-07	1,02E-07	1,02E-07
28	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a73	1,52E-06	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	4,33E-07	2,71E-07	2,71E-07	2,71E-07	2,71E-07
29	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a74	1,35E-06	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	3,86E-07	2,41E-07	2,41E-07	2,41E-07	2,41E-07
30	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a71	2,93E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	8,37E-08	5,23E-08	5,23E-08	5,23E-08	5,23E-08
31	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a72	2,58E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	7,36E-08	4,6E-08	4,6E-08	4,6E-08	4,6E-08
32	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a73	6,87E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,96E-07	1,23E-07	1,23E-07	1,23E-07	1,23E-07
33	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a74	6,13E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,75E-07	1,09E-07	1,09E-07	1,09E-07	1,09E-07
34	a11	a21	a31	a41	a52	a64	a71	5,05E-07	1,6	1	1	1	1	0,285714	0,178571	0,178571	0,178571	0,178571	1,44E-07	9,01E-08	9,01E-08	9,01E-08	9,01E-08

Рисунок 3.26 – Фрагмент результату здійснення розрахунків по критеріях за F1-F7 для A81-85 по R, R' та добутоків R з P(S)

Результат здійснення розрахунків по критеріях за F1-F7 для A91-95 по R, R' та добутоків R з P(S) наведено на рис.3.27

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	P(s)	r'(a91)	r'(a92)	r'(a93)	r'(a94)	r'(a95)	r(a91)	r(a92)	r(a93)	r(a94)	r(a95)	r(a91)P(s)	r(a92)P(s)	r(a93)P(s)	r(a94)P(s)	r(a95)P(s)
2	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a71	1,34E-06	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	2E-07	5,39E-07	2E-07	2E-07	2E-07
3	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a72	7,92E-07	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	1,24E-07	2,97E-07	1,24E-07	1,24E-07	1,24E-07
4	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a73	5,28E-07	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	8,44E-08	1,9E-07	8,44E-08	8,44E-08	8,44E-08
5	a11	a21	a31	a41	a51	a61	a74	6,19E-07	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	1,1E-07	1,81E-07	1,1E-07	1,1E-07	1,1E-07
6	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a71	4,81E-06	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	7,18E-07	1,94E-06	7,18E-07	7,18E-07	7,18E-07
7	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a72	2,85E-06	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	4,45E-07	1,07E-06	4,45E-07	4,45E-07	4,45E-07
8	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a73	1,9E-06	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	3,04E-07	6,83E-07	3,04E-07	3,04E-07	3,04E-07
9	a11	a21	a31	a41	a51	a62	a74	2,23E-06	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	3,94E-07	6,5E-07	3,94E-07	3,94E-07	3,94E-07
10	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a71	1,88E-06	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	2,8E-07	7,57E-07	2,8E-07	2,8E-07	2,8E-07
11	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a72	1,11E-06	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	1,74E-07	4,17E-07	1,74E-07	1,74E-07	1,74E-07
12	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a73	7,41E-07	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	1,19E-07	2,67E-07	1,19E-07	1,19E-07	1,19E-07
13	a11	a21	a31	a41	a51	a63	a74	8,7E-07	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	1,54E-07	2,54E-07	1,54E-07	1,54E-07	1,54E-07
14	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a71	3,57E-06	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	5,32E-07	1,44E-06	5,32E-07	5,32E-07	5,32E-07
15	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a72	2,11E-06	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	3,3E-07	7,92E-07	3,3E-07	3,3E-07	3,3E-07
16	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a73	1,41E-06	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	2,25E-07	5,07E-07	2,25E-07	2,25E-07	2,25E-07
17	a11	a21	a31	a41	a51	a64	a74	1,65E-06	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	2,92E-07	4,82E-07	2,92E-07	2,92E-07	2,92E-07
18	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a71	3,18E-06	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	4,75E-07	1,08E-06	4,75E-07	4,75E-07	4,75E-07
19	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a72	1,88E-06	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	2,94E-07	7,06E-07	2,94E-07	2,94E-07	2,94E-07
20	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a73	1,26E-06	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	2,01E-07	4,52E-07	2,01E-07	2,01E-07	2,01E-07
21	a11	a21	a31	a41	a51	a65	a74	1,47E-06	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	2,61E-07	4,3E-07	2,61E-07	2,61E-07	2,61E-07
22	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a71	1,65E-07	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	2,46E-08	6,64E-08	2,46E-08	2,46E-08	2,46E-08
23	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a72	1,45E-07	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	2,26E-08	5,43E-08	2,26E-08	2,26E-08	2,26E-08
24	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a73	3,86E-07	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	6,18E-08	1,39E-07	6,18E-08	6,18E-08	6,18E-08
25	a11	a21	a31	a41	a52	a61	a74	3,45E-07	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	6,1E-08	1,01E-07	6,1E-08	6,1E-08	6,1E-08
26	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a71	6,47E-07	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	9,65E-08	2,61E-07	9,65E-08	9,65E-08	9,65E-08
27	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a72	5,68E-07	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	8,88E-08	2,13E-07	8,88E-08	8,88E-08	8,88E-08
28	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a73	1,52E-06	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	2,43E-07	5,46E-07	2,43E-07	2,43E-07	2,43E-07
29	a11	a21	a31	a41	a52	a62	a74	1,35E-06	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	2,39E-07	3,95E-07	2,39E-07	2,39E-07	2,39E-07
30	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a71	2,93E-07	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	4,37E-08	1,18E-07	4,37E-08	4,37E-08	4,37E-08
31	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a72	2,58E-07	1	2,4	1	1	1	0,15625	0,375	0,15625	0,15625	0,15625	4,02E-08	9,66E-08	4,02E-08	4,02E-08	4,02E-08
32	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a73	6,87E-07	1	2,25	1	1	1	0,16	0,36	0,16	0,16	0,16	1,1E-07	2,47E-07	1,1E-07	1,1E-07	1,1E-07
33	a11	a21	a31	a41	a52	a63	a74	6,13E-07	1	1,65	1	1	1	0,176991	0,292035	0,176991	0,176991	0,176991	1,08E-07	1,79E-07	1,08E-07	1,08E-07	1,08E-07
34	a11	a21	a31	a41	a52	a64	a71	5,05E-07	1	2,7	1	1	1	0,149254	0,402985	0,149254	0,149254	0,149254	7,53E-08	2,03E-07	7,53E-08	7,53E-08	7,53E-08

Рисунок 3.27 – Результат здійснення розрахунків по критеріях за F1-F7 для A91-95 по R, R` та добутків R з P(S)

Результат вихідних розрахунків по F8 та F9 (очікувані результативності альтернатив) наведено на рис.3.28.

	A	B
1	F8	F9
2	0,231019	0,16175
3	0,221456	0,353001
4	0,143561	0,16175
5	0,211719	0,16175
6	0,192245	0,16175

Рисунок 3.28 – Результат вихідних розрахунків по F8 та F9

Таким чином в результаті огляду функціоналу усіх модулів створеної СППР слід зазначити їх зв'язну та послідовну роботу при вирішенні аналітичних завдань.

3.4 Висновки на основі результатів роботи

Було проведено процедуру експертного оцінювання та обох етапів двохетапного модифікованого методу морфологічного аналізу. На другому етапі для оцінки альтернатив і конфігурацій використовується величина очікуваної результативності, тобто вірогідності того, що вибір цієї альтернативи або конфігурації призведе до бажаних результатів.

4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

У даному розділі проводиться оцінка основних характеристик програмного продукту, розробленого для вирішення задач прогнозування кредитоспроможності фізичних осіб методами інтелектуального аналізу даних.

Нижче наведено аналіз різних варіантів реалізації модулю з метою вибору оптимальної, з огляду при цьому як на економічні фактори, так і на характеристики продукту, що впливають на продуктивність роботи і на його сумісність з апаратним забезпеченням. Для цього було використано апарат функціонально-вартісного аналізу.

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) – це технологія, яка дозволяє оцінити реальну вартість продукту або послуги незалежно від організаційної структури компанії. ФВА проводиться з метою виявлення резервів зниження витрат за рахунок ефективніших варіантів виробництва, кращого співвідношення між споживчою вартістю виробу та витратами на його виготовлення. Для проведення аналізу використовується економічна, технічна та конструкторська інформація.

Алгоритм функціонально-вартісного аналізу включає в себе визначення послідовності етапів розробки продукту, визначення повних річних витрат та кількості робочих годин, визначення джерел витрат та кінцевий розрахунок вартості програмного продукту.

4.1 Постановка задачі проектування

У роботі застосовується метод ФВА для проведення техніко-економічного аналізу розробки системи підтримки прийняття рішень у бізнес-

процесах. Оскільки рішення стосовно проектування та реалізації компонентів, що розробляється, впливають на всю систему, кожна окрема підсистема має її задовольняти. Тому фактичний аналіз представляє собою аналіз функцій програмного продукту, призначеного для підтримки прийняття рішень у бізнес-процесах.

Технічні вимоги до програмного продукту є наступні:

- функціонування на персональних комп'ютерах із стандартним набором компонентів;
- зручність та зрозумілість для користувача;
- швидкість обробки даних та доступ до інформації в реальному часі;
- можливість зручного масштабування та обслуговування;
- мінімальні витрати на впровадження програмного продукту.

4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту

Головна функція F_0 – розробка програмного продукту, який вирішує задачу прогнозування кредитоспроможності фізичних осіб методами інтелектуального аналізу даних та будує його модель. Беручи за основу цю функцію, можна виділити наступні:

F_1 – вибір мови програмування;

F_2 – вибір алгоритму прогнозування;

F_3 – вибір середовища розробки.

Кожна з цих функцій має декілька варіантів реалізації:

Функція F_1 :

а) Python;

б) Java;

Функція F_2 :

а) Створення власного алгоритму прогнозування;

б) Використання існуючих алгоритмів прогнозування;

Функція F_3 :

а) Текстовий редактор;

б) Інтегроване середовище розробки.

Варіанти реалізації основних функцій наведені у морфологічній карті системи (рис. 4.1).

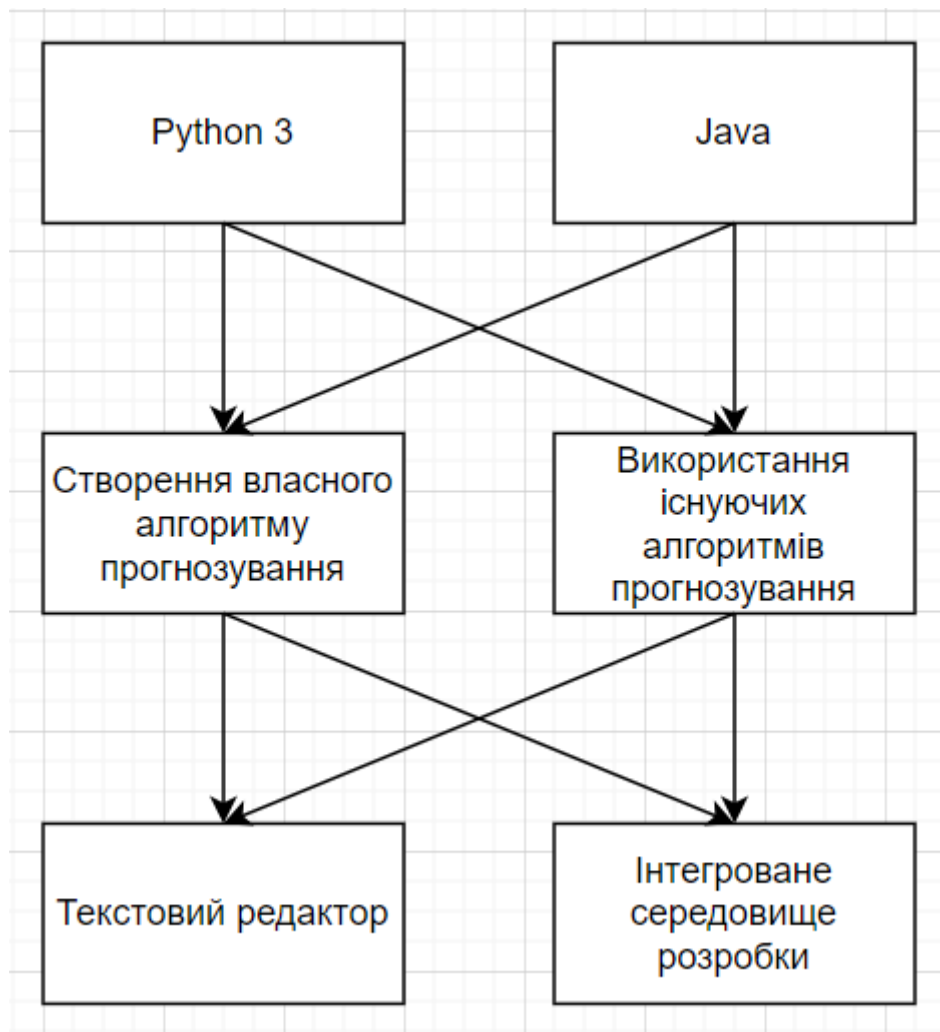


Рисунок 4.1 – Морфологічна карта

Морфологічна карта відображає множину всіх можливих варіанти основних функцій.

Таблиця 4.1 - Позитивно-негативна матриця

Функції	Варіанти реалізації	Переваги	Недоліки
F_1	A	Швидкість розробки програми, велика кількість математичних бібліотек.	Низька швидкість виконання коду. Складно компілювати.
	B	Швидке виконання коду.	Розробка програми займає більше часу.
F_2	A	Створення алгоритму під конкретне завдання	Вимагає багато часу на розробку та впровадження.
	B	Швидке впровадження.	Не ідеально пасує до даних.
F_3	A	Існує у базовому пакеті програм будь-якої операційної системи.	Незручність у використанні, збільшує час розробки.
	B	Зручність у використанні. Пришвидшує написання коду.	Вимагає встановлення додаткового програмного забезпечення. Потребує додаткового місця на жорсткому диску.

На основі цієї карти будуюмо позитивно-негативну матрицю варіантів основних функцій (Таб.4.1). Робимо висновок, що при розробці програмного продукту деякі варіанти реалізації функцій варто відкинути, тому що вони не відповідають поставленим перед програмним продуктом задачам. Ці варіанти відзначені у морфологічній карті.

Функція F_1 :

Обидва варіанти можна використовувати в розробці.

Функція F_2 :

Перевагу варто надати варіанту Б, оскільки навіть існуючі алгоритми прогнозування дозволяють робити передбачення з непоганою точністю, а розробка власного алгоритму може зайняти невиправдано велику кількість часу.

Функція F_3 :

Перевагу варто надати варіанту Б, оскільки при невеликих витратах часу на встановлення інтегрованого середовища розробки, воно значно пришвидшує написання програми.

Таким чином, будемо розглядати такий варіанти реалізації ПП:

$$F_1a - F_2б - F_3б$$

$$F_1б - F_2б - F_3б$$

Для оцінювання якості розглянутих функцій обрана система параметрів, описана нижче.

4.3 Обґрунтування системи параметрів ПП

На основі даних, розглянутих вище, визначаються основні параметри вибору, які будуть використані для розрахунку коефіцієнта технічного рівня.

Для того, щоб охарактеризувати програмний продукт, будемо використовувати наступні параметри:

- X_1 – швидкодія мови програмування;
- X_2 – об'єм пам'яті для обчислень та збереження даних;
- X_3 – потенційний об'єм програмного коду.

Гірші, середні і кращі значення параметрів вибираються на основі вимог замовника й умов, що характеризують експлуатацію ПП як показано у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Основні параметри ПП

Назва Параметра	Умовні позначе ння	Одиниці виміру	Значення параметра		
			гірші	середні	кращі
Швидкодія мови програмування	X1	оп/мс	10^6	10^{12}	10^{18}
Об'єм пам'яті	X2	Мб	30	25	10
Потенційний об'єм програмного коду	X3	кількість рядків коду	8000	2000	500

За даними таблиці 4.3 будуються графічні характеристики параметрів –
рис. 4.2 – рис. 4.4.

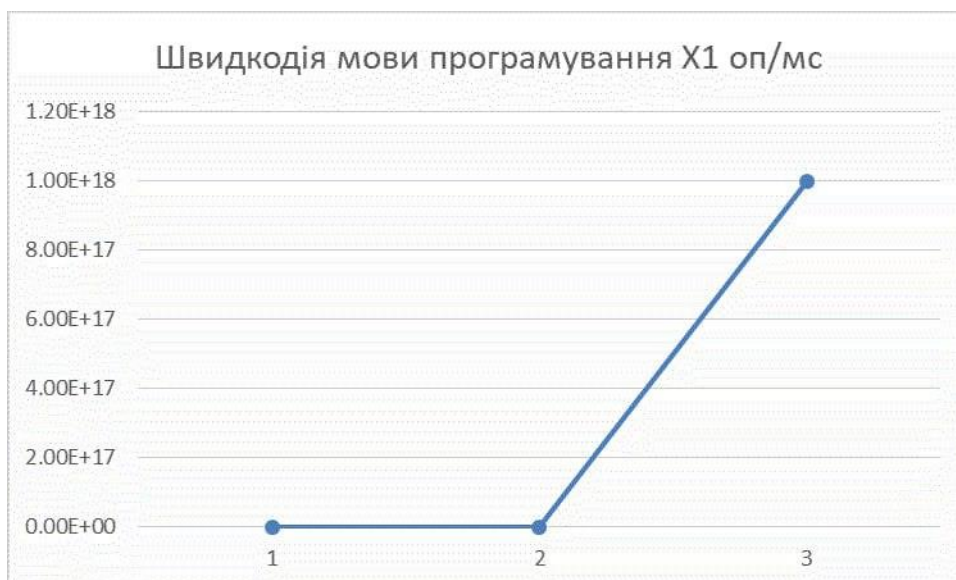


Рисунок 4.2 – X1, швидкодія мови програмування

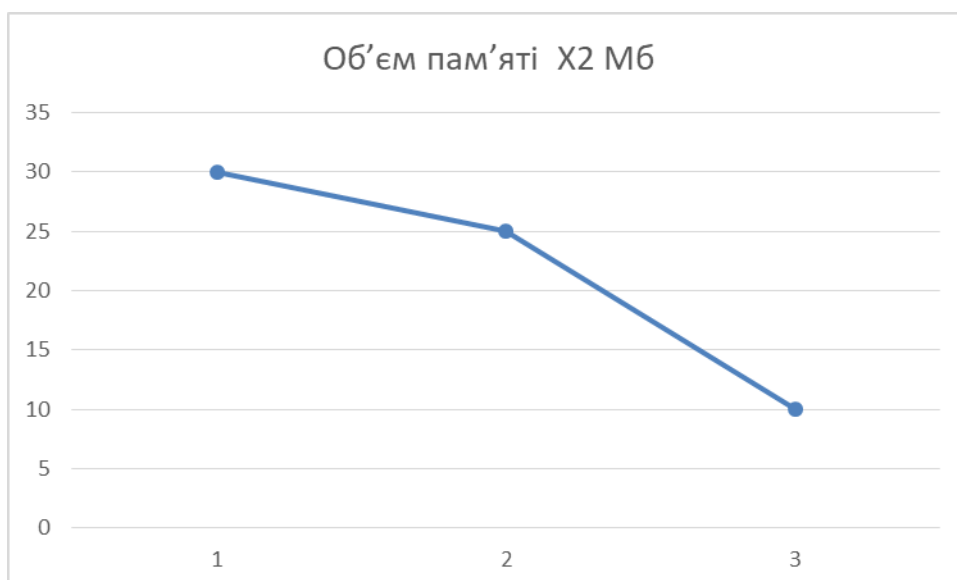


Рисунок 4.3 – X2, об'єм пам'яті

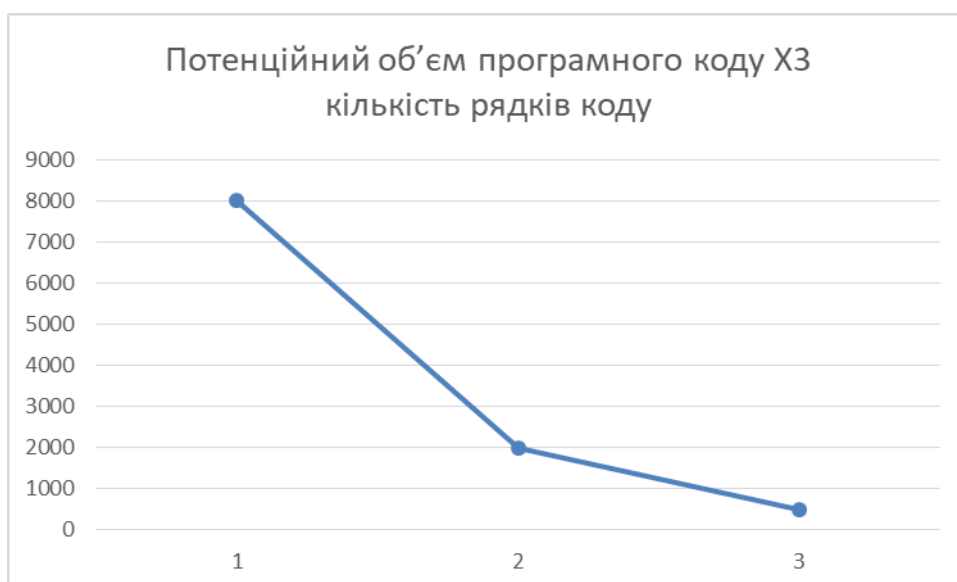


Рисунок 4.4 – X3, потенційний об'єм програмного коду

4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів

Після детального обговорення й аналізу кожний експерт оцінює ступінь важливості кожного параметру для конкретно поставленої цілі – розробка програмного продукту, який надає найкращу підтримку прийняття рішень..

Значимість кожного параметра визначається методом попарного порівняння. Оцінку проводить експертна комісія із 7 людей. Визначення коефіцієнтів значимості передбачає:

- визначення рівня значимості параметра шляхом присвоєння різних рангів;
- перевірку придатності експертних оцінок для подальшого використання;
- визначення оцінки попарного пріоритету параметрів;
- обробку результатів та визначення коефіцієнту значимості.

Результати експертного ранжування наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Результати ранжування параметрів

Позначення параметра	Назва параметра	Одиниці виміру	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума рангів R_i	Відхилення Δ_i	Δ_i^2
			1	2	3	4	5	6	7			
$X1$	Швидкодія мови програмування	Оп/мс	2	3	2	3	3	2	3	18	4	16
$X2$	Об'єм пам'яті	Мб	1	1	1	1	1	1	1	7	-7	49
$X3$	Потенційний об'єм програмного коду	Кількість рядків коду	3	2	3	2	2	3	2	17	3	9
	Разом		6	6	6	6	6	6	6	42	0	74

Для перевірки степені достовірності експертних оцінок, визначимо наступні параметри:

- а) сума рангів кожного з параметрів і загальна сума рангів:

$$R_i = \sum_{j=1}^N r_{ij} R_{ij} = \frac{Nn(n+1)}{2} = 42,$$

де N – число експертів,

n – кількість параметрів;

б) середня сума рангів:

$$T = \frac{1}{n} R_{ij} = 14$$

в) відхилення суми рангів кожного параметра від середньої суми рангів:

$$\Delta_i = R_i - T.$$

Сума відхилень по всіх параметрах повинна дорівнювати 0;

г) загальна сума квадратів відхилення:

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2 = 74.$$

Порахуємо коефіцієнт узгодженості:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 74}{7^2(3^3 - 3)} = 0,76 > W_k = 0,67.$$

Ранжування можна вважати достовірним, тому що знайдений коефіцієнт узгодженості перевищує нормативний, котрий дорівнює 0,67.

Скориставшись результатами ранжирування, проведемо попарне порівняння всіх параметрів і результати занесемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 - Попарне порівняння параметрів.

Параметри	Експерти							Кінцева оцінка	Числове значення
	1	2	3	4	5	6	7		
X1 і X2	>	>	>	>	>	>	>	>	1.5
X1 і X3	<	>	<	>	>	<	>	>	1.5
X2 і X3	<	<	<	<	<	<	<	<	0.5

Числове значення, що визначає ступінь переваги i -го параметра над j -тим, a_{ij} визначається по формулі:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1.5 \text{ при } X_i > X_j \\ 1.0 \text{ при } X_i = X_j \\ 0.5 \text{ при } X_i < X_j \end{cases}$$

З отриманих числових оцінок переваги складемо матрицю $A = \|a_{ij}\|$.

Для кожного параметра зробимо розрахунок вагомості $K_{\text{вi}}$ за наступними формулами:

$$K_{\text{вi}} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

$$b_i = \sum_{j=1}^N a_{ij}$$

Відносні оцінки розраховуються декілька разів доти, поки наступні значення не будуть незначно відрізнятись від попередніх (менше 2%). На другому і наступних кроках відносні оцінки розраховуються за наступними формулами:

$$K_{\text{вi}} = \frac{b'_i}{\sum_{i=1}^n b'_i},$$

$$b'_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j$$

.Як видно з таблиці 4.6, різниця значень коефіцієнтів вагомості не перевищує 2%, тому більшої кількості ітерацій не потрібно.

Таблиця 4.5 - Розрахунок вагомості параметрів

Параметри x_i	Параметри x_j			Перша ітер.		Друга ітер.		Третя ітер.	
	X1	X2	X3	b_i	$K_{\text{вi}}$	b_i^1	$K_{\text{вi}}^1$	b_i^2	$K_{\text{вi}}^2$
X1	1	1.5	1.5	4	0.44	11.5	0.46	11.5	0.46
X2	0.5	1	0.5	2	0.22	5.5	0.22	5.5	0.22
X3	0.5	1.5	1	3	0.33	8	0.32	8	0.32
Всього:				9	1	25	1	25	1

4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій

Визначаємо рівень якості кожного варіанту виконання основних функцій окремо.

Абсолютні значення параметрів X_2 (Об'єм пам'яті) та X_3 (потенційний об'єм програмного коду) відповідають технічним вимогам умов функціонування даного ПП. Абсолютне значення параметра X_1 (швидкість роботи мови програмування) обрано не найгіршим.

Коефіцієнт технічного рівня для кожного варіанта реалізації ПП розраховується так (таблиця 5.7):

$$K_K(j) = \sum_{i=1}^n K_{ei,j} B_{i,j},$$

де n – кількість параметрів;

K_{ei} – коефіцієнт вагомості i -го параметра;

B_i – оцінка i -го параметра в балах.

Таблиця 4.6 - Розрахунок показників рівня якості варіантів реалізації основних функцій ПП

Основні функції	Варіант реалізації функції	Параметри	Абсолютне значення параметра	Бальна оцінка параметра	Коефіцієнт вагомості параметра	Коефіцієнт рівня якості
F1	А	X1	10^{10}	5	0.46	2.3
		X3	1500	40	0.32	12.8
	Б	X1	10^{12}	20	0.46	9.2
		X3	6000	10	0.32	3.2
F2	Б	X3	10	50	0.32	16
F3	Б	X2	25	5	0.22	1.1

За даними з таблиці 4.7 за формулою:

$$K_K = K_{\text{ТУ}}[F_{1k}] + K_{\text{ТУ}}[F_{2k}] + \dots + K_{\text{ТУ}}[F_{zk}],$$

визначаємо рівень якості кожного з варіантів:

$$K_{K1} = 2.3 + 12.8 + 16 + 1.1 = 32.2,$$

$$K_{K2} = 9.2 + 3.2 + 16 + 1.1 = 29.5.$$

Як видно з розрахунків, кращим є перший варіант, для якого коефіцієнт технічного рівня має найбільше значення.

4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП

Для визначення вартості розробки ПП спочатку проведемо розрахунок трудомісткості.

Всі варіанти включають в себе два окремих завдання:

1. Написання програми для проведення аналізу фінансових показників;
2. Написання програми для проведення морфологічного аналізу.

Таблиця 4.7 – Опис завдань розробки ПП

	Завдання 1	Завдання 2
Кількість макетів	3	3
Кількість різновидів форм вихідної інформації	2	2
Ступінь новизни	Б	В
Група складності	1	1
Складність організації контролю вхідної/вихідної інформації	1/3	1/3
Вид інформації, що використовується	Перемінна	Перемінна
Рівень мови програмування	Високий	Високий
Можливість використання стандартних модулів, типових програм, пакетів прикладних програм	Так	Ні

Виходячи з табл. 4.7, маємо наступні коефіцієнти, котрі зображені у табл. 4.8.

Таблиця 4.8. – Коефіцієнти

	Завдання 1	Завдання 2
T_p	64	43
K_{Π}	2,02	1,35
$K_{СК}$	1,16	1,16
K_M	1	1
$K_{СТ}$	0.6	1
$K_{СТ.М.}$	1	1

Проведемо розрахунок норм часу на розробку та програмування для кожного з завдань.

Загальна трудомісткість обчислюється як

$$T_0 = T_p \cdot K_{\Pi} \cdot K_{СК} \cdot K_M \cdot K_{СТ} \cdot K_{СТ.М.},$$

де T_p – трудомісткість розробки ПП;

K_{Π} – поправочний коефіцієнт;

$K_{СК}$ – коефіцієнт на складність вхідної інформації;

K_M – коефіцієнт рівня мови програмування;

$K_{СТ}$ – коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм;

$K_{СТ.М.}$ – коефіцієнт стандартного математичного забезпечення.

$$T_1 = 64 \cdot 2,02 \cdot 1,16 \cdot 1 \cdot 0.6 \cdot 1 = 89,98 \text{ людино-днів.}$$

$$T_2 = 43 \cdot 1,35 \cdot 1,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 67.34 \text{ людино-днів.}$$

Складаємо трудомісткість відповідних завдань для кожного з обраних варіантів реалізації програми, щоб отримати їх трудомісткість:

$$T_I = (89,98 + 67.34) \cdot 8 = 1258,54 \text{ людино-годин.}$$

$$T_{II} = (89,98 + 67.34) \cdot 8 = 1258,54 \text{ людино-годин.}$$

Обидва варіанти мають однакову трудомісткість.

В розробці бере участь один програміст з окладом 60000 грн.

Визначимо середню зарплату за годину за формулою:

$$C_q = \frac{M}{T_m \cdot t} \text{ грн.},$$

де M – місячний оклад працівників;

T_m – кількість робочих днів на місяць;

t – кількість робочих годин в день.

$$C_q = \frac{60000}{21 \cdot 8} = 357,15 \text{ грн.}$$

Тоді, розрахуємо заробітну плату за формулою:

$$C_{зп} = C_q \cdot T_i \cdot K_d,$$

де C_q – величина погодинної оплати праці;

T_i – трудомісткість відповідного завдання;

K_d – норматив, який враховує додаткову заробітну плату.

Зарплата розробників за варіантами становить:

$$\text{I. } C_{зп} = 357,14 \cdot 1258,54 \cdot 1,2 = 539374,29 \text{ грн.}$$

$$\text{II. } C_{зп} = 357,14 \cdot 1258,54 \cdot 1,2 = 539374,29 \text{ грн.}$$

Відрахування на єдиний соціальний внесок становить 22%:

$$\text{I. } C_{вд} = C_{зп} \cdot 0,22 = 539374,29 \cdot 0,22 = 118662,34 \text{ грн.}$$

$$\text{II. } C_{вд} = C_{зп} \cdot 0,22 = 539374,29 \cdot 0,22 = 118662,34 \text{ грн.}$$

Тепер визначимо витрати на оплату однієї машино-години. (C_m)

Так як одна ЕОМ обслуговує одного програміста з окладом 30000 грн., з коефіцієнтом зайнятості 0,2 то для однієї машини отримаємо:

$$C_{\Gamma} = 12 \cdot M \cdot K_z = 12 \cdot 30000 \cdot 0,2 = 72000 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати:

$$C_{зп} = C_{\Gamma} \cdot (1 + K_z) = 72000 \cdot (1 + 0,2) = 86400 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальний внесок:

$$C_{вд} = C_{зп} \cdot 0,22 = 86400 \cdot 0,22 = 19008 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуємо при амортизації 20% та вартості ЕОМ – 30000 грн.

$$C_A = K_{\text{тм}} \cdot K_A \cdot \text{Ц}_{\text{пр}} = 1,15 \cdot 0,2 \cdot 30000 = 6900 \text{ грн.},$$

де K_{TM} — коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача;

K_A — річна норма амортизації;

$C_{ПР}$ — договірна ціна приладу.

Витрати на ремонт та профілактику розраховуємо як:

$$C_P = K_{TM} \cdot C_{ПР} \cdot K_P = 1.15 \cdot 30000 \cdot 0.1 = 3450 \text{ грн.},$$

де K_P — відсоток витрат на поточні ремонти.

Ефективний годинний фонд часу ПК за рік розраховуємо за формулою:

$$T_{ЕФ} = (D_K - D_B - D_C - D_P) \cdot t_3 \cdot K_B = (365 - 104 - 0 - 12) \cdot 8 \cdot 0.8 = 1593,6 \text{ годин},$$

де D_K — календарна кількість днів у році;

D_B, D_C — відповідно кількість вихідних та святкових днів;

D_P — кількість днів планових ремонтів устаткування;

t —кількість робочих годин в день;

K_B — коефіцієнт використання приладу у часі протягом зміни.

Витрати на оплату електроенергії розраховуємо за формулою:

$$C_{ЕЛ} = T_{ЕФ} \cdot N_C \cdot K_3 \cdot C_{ЕН} = 1593,6 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 4,87 = 1241,7 \text{ грн.},$$

де N_C — середньо-споживча потужність приладу;

K_3 — коефіцієнтом зайнятості приладу;

$C_{ЕН}$ — тариф за 1 КВт-годин електроенергії.

Накладні витрати розраховуємо за формулою:

$$C_H = C_{ПР} \cdot 0.67 = 30000 \cdot 0,67 = 20100 \text{ грн.}$$

Тоді, річні експлуатаційні витрати будуть:

$$C_{ЕКС} = C_{ЗП} + C_{ВІД} + C_A + C_P + C_{ЕЛ} + C_H,$$

$$C_{ЕКС} = 86400 + 19008 + 6900 + 3450 + 1241,7 + 20100 = 137099,7 \text{ грн.}$$

Собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

$$C_{М-Г} = C_{ЕКС} / T_{ЕФ} = 145419,6 / 1593,6 = 91,25 \text{ грн/год.}$$

Оскільки в даному випадку всі роботи, які пов'язані з розробкою програмного продукту ведуться на ЕОМ, витрати на оплату машинного часу, в залежності від обраного варіанта реалізації, складає:

$$C_M = C_{M-\Gamma} \cdot T,$$

$$\text{I. } C_M = 91,25 \cdot 1258,54 = 114844,62 \text{ грн.}$$

$$\text{II. } C_M = 91,25 \cdot 1258,54 = 114844,62 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 67% від заробітної плати:

$$C_H = C_{3П} \cdot 0,67,$$

$$\text{I. } C_H = 539374,29 \cdot 0,67 = 361380,77 \text{ грн.}$$

$$\text{II. } C_H = 539374,29 \cdot 0,67 = 361380,77 \text{ грн.}$$

Отже, вартість розробки ПП за варіантами становить:

$$C_{ПП} = C_{3П} + C_{ВІД} + C_M + C_H,$$

$$\text{I. } C_{ПП} = 361380,77 + 118662,34 + 114844,62 + 361380,77 = 956268,5 \text{ грн.}$$

$$\text{II. } C_{ПП} = 361380,77 + 118662,34 + 114844,62 + 361380,77 = 956268,5 \text{ грн.}$$

4.7 Вибір кращого варіанту ПП техніко-економічного рівня

Розрахуємо коефіцієнт техніко-економічного рівня за формулою:

$$K_{\text{ТЕР}j} = K_{Kj} / C_{Фj},$$

$$K_{\text{ТЕР}1} = 32,2 / 956268,5 = 3,37 \cdot 10^{-5},$$

$$K_{\text{ТЕР}2} = 29,5 / 956268,5 = 3,08 \cdot 10^{-5}.$$

Як бачимо, найбільш ефективним є перший варіант реалізації програми з коефіцієнтом техніко-економічного рівня $K_{\text{ТЕР}1} = 3,37 \cdot 10^{-5}$.

Після виконання функціонально-вартісного аналізу програмного комплексу що розроблюється, можна зробити висновок, що з альтернатив, що залишились після першого відбору двох варіантів виконання програмного комплексу оптимальним є перший варіант реалізації програмного продукту. У нього виявився найкращий показник техніко-економічного рівня якості $K_{\text{ТЕР}} = 2,04 \cdot 10^{-5}$.

Цей варіант реалізації програмного продукту має такі параметри:

- мова програмування – Python;
- використання існуючих алгоритмів прогнозування;

– інтегроване середовище розробки;

Даний варіант виконання програмного комплексу дає зручний для аналітиків інтерфейс, гарні результати прогнозування та задовільну швидкодію.

4.8 Висновки до розділу 4

Було проведено повний функціонально-вартісний аналіз програмного продукту. Було визначено та проведено оцінку основних функцій програмного продукту. Було визначено параметри, які характеризують програмний продукт. Проведено експертне оцінювання параметрів та аналіз якості варіантів реалізації функцій.

Проведено економічний аналіз варіантів розробки – трудомісткість, витрати на заробітну плату та інші витрати.

На основі аналізу вибрано варіант реалізації програмного продукту.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання даної роботи досягнуто поставленої мети та вирішено такі завдання:

- проведено аналіз актуальності задачі підтримки прийняття рішень;
- здійснено аналіз особливостей побудови систем підтримки прийняття рішень;
- виконано огляд існуючих аналогічних рішень;
- здійснено аналіз особливостей морфологічного аналізу;
- виконано дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу;
- проведено формулювання процесу досліджень та опис набору даних для аналізу;
- створено проект системи;
- здійснено обґрунтування вибору технологій розробки;
- виконана розробка програмних скриптів обробки та аналізу даних;
- проведено аналіз результатів використання системи;
- здійснено функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.

У рамках розробленої СППР створено можливості автоматизованого аналізу фінансових показників, застосовано та реалізовано програмний код проведення морфологічного аналізу, що дозволяє зменшити витрати часу на аналіз різних обсягів альтернатив та сценаріїв прийняття рішень, зокрема, на базі побудови прогнозу. Створена система може бути використана для різних напрямків та сфер бізнесу, як з надання послуг, так і для продажу окремих товарів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Андрейчик А.В., Андрейчикова О.Н. Аналіз, синтез, планування рішень - К.: Фінанси і статистика, 2020. - 368 с.
2. Блюмин С.Л., Шуйкова І.А. Введення в математичні методи прийняття рішень – В.: МіртВест, 2019. - 100 с.
3. Колесникова С.І. Модифікація методу аналізу ієрархій для динамічних наборів альтернатив // Прикладна дискретна математика. - 2019. - №4 - С. 102-109.
4. Исмагилова Л.А. Багатокритеріальний вибір рішень. – О.: Екологія, 2019. - 261 с.
5. Ларичев О.І. Теорія і методи прийняття рішень. - Д.: Логос, 2020. - 296 с.
6. Моудер Дж. Дослідження операцій: моделі та застосування. - К.: Світ, 2021. - 314 с.
7. Саркісян Р.Е., Мезин С.В. Застосування методу аналізу ієрархій. - К.: КЕІ, 2014. - 312 с
8. Чубукова І.А. Data Mining. - Х.: ХНУРЕ, 2016. - 471 с.
9. Савченко І. О. Еволюція об'єкта дослідження із залученням модифікованого методу морфологічного аналізу // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2015. - №2. – С. 122–130.
10. Казак В. М. Конспект лекцій з дисципліни «Системний аналіз АОТС». - Суми: Сумський державний університет, 2010. – 106 с.
11. Савченко І. О. Методологічне і математичне забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу морфологічного аналізу // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – №3. – С. 18–28.

12. Панкратова Н. Д., Савченко І.О. Стратегія застосування методу морфологічного аналізу в процесі технологічного передбачення // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2009. – №2. – С. 35–44.
13. Петруня Ю. Є., Говоруха В.Б., Літовченко Б.В. Прийняття управлінських рішень. - К.: Центр учбової літератури, 2011. – 216 с.
14. Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання. - Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
15. Гавріков М.М. Теоретичні основи розробки та реалізації мов програмування: Навчальний посібник. - К.: Кнорус, 2016. - 178 с.
16. Камаєв В.А., Костерін В.В. Технології програмування. - К.: Логіка, 2016. - 314 с.
17. Кулямін В.В. Технології програмування. Компонентний підхід. - В.: Ріджест Дайджест, 2016. - 315 с.
18. Міхєєва Є.В., Титова О.І. Інформаційні технології у професійній діяльності. Технічні спеціальності. - К.: Академія, 2014. - 416 с.
19. Могильов О.В., Лістрова Л.В. Методи програмування. Комп'ютерні обчислення. - О.: Екологія, 2013. - 320 с.
20. Склярєв О.М. Розробка програмних продуктів мовами високого рівня. - В.: Глоунас, 2015. - 541 с.
21. Сузі Р.А. Мова програмування Python. - К.: Ранок 2016. - 351 с.
22. Васильєв О.М. Python на прикладах. Практичний курс із програмування. - Д.: Наука та техніка, 2016. - 432 с.
23. Саммерфілд М. Програмування на Python 3. - І.: Символ-Плюс Прінт, 2017. - 718 с.
24. Лутц М. Вивчаємо Python. - К.: Ранок, 2019. - 1280 с.
25. Чан У. Python: створення програм. - О.: Екологія, 2015. - 612 с.

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

```

import itertools as it
import pandas as pd
import numpy as np

class MorphologicalAnalysis:
    """Двоетапний метод морфологічного аналізу."""
    def __init__(self, experts_estimates, main_bounds,
cross_bounds):
        """
        :param pd.DataFrame experts_estimates: таблиця
експертних оцінок імовірності подій
        :param pd.DataFrame main_bounds: таблиця матриці
взаємозв'язків альтернатив параметрів характеристик
        :param pd.DataFrame cross_bounds: таблиця матриці
взаємозв'язків альтернатив параметрів характеристик та рішень
        """
        self.experts_estimates = experts_estimates
        self.main_bounds = main_bounds.fillna(0).droplevel(0,
axis=0).droplevel(0, axis=1)
        self.cross_bounds = cross_bounds.fillna(0).droplevel(0,
axis=0).droplevel(0, axis=1)

        # Множина літер для позначення альтернатив параметрів
характеристик
        self.characteristics_numbers = list(column[1:] for
column in np.unique(main_bounds.columns.get_level_values(0)))
        # Множина літер для позначення альтернатив параметрів
рішень
        self.solution_numbers = list(column[1:] for column in
np.unique(cross_bounds.columns.get_level_values(0)))

        self._characteristics_estimates =
self.__characteristics_estimates()
        self._characteristics_combinations =
self.__characteristics_combinations()
        self._characteristics_combinations_probability =
self.__characteristics_combinations_probability()

        # Таблиця конфігурацій з розрахованими оцінками
        self.characteristics_configuration =
self.characteristics_configuration_evaluate()
        # Розраховані на першому етапі МММА оцінки альтернатив
        self.characteristics = self.characteristics_evaluate()

    def __characteristics_estimates(self):
        """

```

```

        Повертає experts_estimates перетворену на список
        словників.
        :rtype list[dict]:
        """
        characteristics_estimates = list()
        for character in self.characteristics_numbers:
            f = f'F{character}'
            character_estimates =
self.experts_estimates[f].dropna().tolist()
            character_list = list(f'a{character}{idx}' for idx
in np.arange(1, self.experts_estimates[f].count()+1))
            character_dict = dict(zip(character_list,
character_estimates))
            characteristics_estimates.append(character_dict)
        return characteristics_estimates

    def __characteristics_combinations(self):
        """
        Повертає список з кортежами всіх можливих комбінацій
        альтернатив характеристик.
        :return list[tuple]:
        """
        characteristics_estimates =
self._characteristics_estimates
        characteristics_lists = [characteristics.keys() for
characteristics in characteristics_estimates]
        characteristics_combinations = [ac for ac in
it.product(*characteristics_lists)]
        return characteristics_combinations

    def __characteristics_combinations_probability(self):
        """
        Повертає добуток початкових імовірностей альтернатив
        характеристик.
        :rtype list[float]:
        """
        characteristics_estimates =
self._characteristics_estimates
        characteristics_combinations =
self._characteristics_combinations
        p = [np.product([estimates[alternative] for estimates,
alternative in
            zip(characteristics_estimates,
characteristics_combination)])
            for characteristics_combination in
characteristics_combinations]
        return p

    def __characteristics_combinations_bounds(self):
        """
        Повертає коефіцієнт взаємовпливу c для всіх можливих
        комбінацій альтернатив характеристик.
        :rtype list[float]:

```

```

        """
        characteristics_combinations =
self.__characteristics_combinations
        c = list(np.product([1+self.main_bounds.loc[pair] for
pair in it.product(combination, repeat=2)]))
        for combination in
characteristics_combinations)
        return c

    def characteristics_configuration_evaluate(self):
        """
        Повертає таблицю конфігурацій з розрахованими оцінками
імовірностей комбінацій альтернатив характеристик.
        :return pd.DataFrame:
        """
        table =
pd.DataFrame(self.__characteristics_combinations(),
columns=self.experts_estimates.columns)
        p = self.__characteristics_combinations_probability()
        c = self.__characteristics_combinations_bounds()
        table['p'] = p
        table['C'] = c
        table['pC'] = table['p'] * table['C']
        table['P(s)'] = table['pC'] / table['pC'].sum()
        return table

    def characteristics_evaluate(self):
        """
        Повертає розраховані на першому етапі методу
морфологічного аналізу оцінки альтернатив.
        :return pd.DataFrame:
        """
        configuration_evaluate =
self.characteristics_configuration_evaluate()
        characteristics_evaluate = dict()
        for f in self.experts_estimates:
            characteristics_evaluate[f] =
configuration_evaluate[[f,
'P(s)']].groupby(f).sum()['P(s)'].tolist()
        characteristics_evaluate =
pd.DataFrame.from_dict(characteristics_evaluate,
orient='index').T
        return characteristics_evaluate

    def solution_configuration_evaluate(self, solution):
        """
        Повертає таблицю конфігурацій для розрахунків другого
етапу МММА для рішення solution.
        :param str solution: назва рішення у форматі
'F{номер_рішення}'
        :rtype pd.DataFrame:
        """

```

```

        cc = self.characteristics_configuration.drop(['p', 'C',
'pC'], axis=1)
        cross_bounds = self.cross_bounds
        characteristics_combinations =
self._characteristics_combinations
        solution_alternatives = list(filter(lambda x:
x[1:len(solution)] == solution[1:], cross_bounds.columns))

        for s_alternative in solution_alternatives:
            cc[f"r'({s_alternative})"] =
list(np.prod([1+cross_bounds.loc[alternative, s_alternative]
for
alternative in combination])
for combination in
characteristics_combinations)

        r_solution_alternatives = [f"r'({s_alternative})" for
s_alternative in solution_alternatives]
        for rs_alternative in r_solution_alternatives:
            cc[f"r{rs_alternative[2:]}"] = cc[rs_alternative] /
cc[r_solution_alternatives].sum(axis=1)
        for rs_alternative in r_solution_alternatives:
            cc[f"r{rs_alternative[2:]}P(s)"] =
cc[f"r{rs_alternative[2:]}"] * cc['P(s)']
        return cc

    def __solution_evaluate(self, solution):
        """
        Повертає оцінки ефективності альтернатив рішення
solution.
        :param str solution: назва рішення у форматі
'F{номер_рішення}'
        :rtype dict[str, list[float]]:
        """
        configuration_evaluate =
self.solution_configuration_evaluate(solution)
        solution_alternatives = list(filter(lambda x:
x[1:len(solution)] == solution[1:], self.cross_bounds.columns))
        s_evaluate =
list(configuration_evaluate[f"r'({s_alternative})P(s)"].sum()
for s_alternative in
solution_alternatives)
        s_evaluate = {solution: s_evaluate}
        return s_evaluate

    def solutions_evaluate(self):
        """
        Повертає оцінки ефективності альтернатив рішень.
        :rtype pd.DataFrame:
        """
        solutions = dict()
        for solution in self.solution_numbers:

```

```

solutions.update(self.__solution_evaluate(f"F{solution}"))
    solutions = pd.DataFrame.from_dict(solutions,
orient='index').T
    return solutions

    def save(self, filename="MAResults.xlsx"):
        """
        Зберігає дані морфологічного аналізу у один файл
        "MAResults.xlsx".
        :param str filename:
        :return None:
        """
        with pd.ExcelWriter(filename) as writer:
            self.characteristics_configuration.to_excel(writer,
            "Table 8", index=False)
            self.characteristics.to_excel(writer, "Table 9",
            index=False)
            for sn in self.solution_numbers:

self.solution_configuration_evaluate(f"F{sn}").to_excel(writer,
f"Table 11.{sn}", index=False)
            self.solutions_evaluate().to_excel(writer, "Table
12", index=False)

def test():
    ee = pd.read_excel("ФормаМорфологічногоАналізу.xlsx",
"Estimates")
    mb = pd.read_excel("ФормаМорфологічногоАналізу.xlsx",
"MainBounds",
                        index_col=[0, 1], header=[0, 1])
    cb = pd.read_excel("ФормаМорфологічногоАналізу.xlsx",
"CrossBounds",
                        index_col=[0, 1], header=[0, 1])
    ma = MorphologicalAnalysis(ee, mb, cb)
    ma.save()

if __name__ == '__main__':
    test()

import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
from prophet import Prophet
from receipts import Receipts
from procurement import Procurement
from fv_costs import FVCosts
from operating_costs import OperatingCosts

```

```

# Константа назви колонки про назви продуктів/послуг у листах
RECEIPTS та PROCUREMENT.
PRODUCT_NAME = "Найменування"
# Константа назви колонки про кількість одиниць продукта/послуги
у листах RECEIPTS та PROCUREMENT.
NUMBER = "Кількість"
# Константа назви колонки про ціну за одиницю продукта/послуги у
листах RECEIPTS та PROCUREMENT.
PRICE_PER_UNIT = "Ціна за одиницю"
# Константа назви колонки про сумарну ціну продукта/послуги у
листах RECEIPTS, PROCUREMENT, FV_COSTS.
TOTAL = "Всього"
# Константа назви колонки про дату операції
(покупки/продажу/витрати) у листах RECEIPTS, PROCUREMENT,
FV_COSTS.
DATE = "Дата"
# Константа назви колонки про витрати на заробітню плату у листі
FV_COSTS.
SALARY = "Заробітня плата"
# Константа назви колонки про витрати на устаткування у листі
FV_COSTS.
EQUIPMENT = "Устаткування"
# Константа назви колонки про витрати на орендну плату та
комунальні платежі у листі FV_COSTS.
RENT_UTILILITY = "Орендна плата та комунальні платежі"
# Константа назви колонки про інші витрати у листі FV_COSTS.
OTHER_PAYMENTS = "Інші платежі"

```

```

class FinancialIndicators:
    """Знаходження основних фінансових індикаторів."""
    def __init__(self, receipts, operating_costs):
        """
        :param Receipts receipts:
        :param OperatingCosts operating_costs:
        """
        self.receipts = receipts
        self.operating_costs = operating_costs
        self.total_income = receipts.total_income # Сума
        виручки.
        self.total_costs = operating_costs.total_costs # Сума
        витрат.
        self.net_profit = self.total_income - self.total_costs
        # Чистий прибуток.
        selfprofitability = self.net_profit / self.total_income
        # Рентабельність.

    @staticmethod
    def reinvestment_amount(desired_profit, annual_rate):
        """
        Функція знаходить суму реінвестування для отримання
        desired_profit за річної ставки 100*annual_rate%.

```

```

        :param float desired_profit: бажаний прибуток.
        :param float annual_rate: річна ставка прибутку.
        :return float es: сума реінвестицій.
        """
        ra = desired_profit / annual_rate
        return ra

    def entrepreneur_salary(self, reinvestment_amount):
        """
        Функція знаходить суму реальної заробітної плати підприємця.
        :param float reinvestment_amount: сума реінвестицій.
        :return float es: реальна заробітна плата підприємця.
        """
        es = self.net_profit - reinvestment_amount
        return es

    def get_graphic(self):
        # Завантажимо дані про щомісячні прибутки та витрати.
        income = self.receipts.grouped_receipts[['Місяць',
self.receipts._total]]
        income['Місяць'] = income['Місяць'].apply(lambda x:
x.to_timestamp(freq='M'))
        costs =
self.operating_costs.get_operating_costs()[['Місяць', 'Всього
витрат']]
        costs['Місяць'] = costs['Місяць'].apply(lambda x:
x.to_timestamp(freq='M'))
        # Заповнимо пропущені місяці нульовими значеннями.
        min_date = min(income['Місяць'].min(),
costs['Місяць'].min())
        max_date = max(income['Місяць'].max(),
costs['Місяць'].max())
        date = pd.DataFrame({'Місяць':
pd.date_range(start=min_date, end=max_date, freq='M')})
        income = pd.merge(date, income, on='Місяць',
how='outer').fillna(0)
        costs = pd.merge(date, costs, on='Місяць',
how='outer').fillna(0)
        # Зробимо передбачення для прибутків.
        income.rename(columns={'Місяць': 'ds',
self.receipts._total: 'y'}, inplace=True)
        p = Prophet()
        p.fit(income)
        future_month = p.make_future_dataframe(6, freq='M')
        income = p.predict(future_month)[['ds',
'yhat']].rename(columns={'ds': 'Місяць', 'yhat': 'Всього
прибутку'})
        income['Всього прибутку'].clip(lower=0, inplace=True)
        # Зробимо передбачення для витрат.
        costs.rename(columns={'Місяць': 'ds', 'Всього витрат':
'y'}, inplace=True)
        p = Prophet()

```

```

        p.fit(costs)
        future_month = p.make_future_dataframe(6, freq='M')
        costs = p.predict(future_month)[['ds',
'ymat']]
        costs.rename(columns={'ds': 'Місяць', 'ymat': 'Всього витрат'})
        costs['Всього витрат'].clip(lower=0, inplace=True)
        # Зведемо прибутки та витрати у одну таблицю. Створимо графік.
        graphic_frame = pd.merge(costs, income, on='Місяць')
        graphic_frame['Місяць'] = graphic_frame['Місяць'].dt.to_period('M')
        fig, ax = plt.subplots()
        graphic_frame.iloc[:-5].plot('Місяць', ['Всього витрат', 'Всього прибутку'], style=['r', 'g'],
ax=ax, grid=True)
        graphic_frame.iloc[-6:].plot('Місяць', ['Всього витрат', 'Всього прибутку'],
label=['Прогноз витрат', 'Прогноз прибутку'], style=['r--', 'g--'],
ax=ax, grid=True)
        income[income['Всього прибутку'] == income['Всього прибутку'].max()].plot.scatter('Місяць', ['Всього прибутку', ],
ax=ax, color='g')
        costs[costs['Всього витрат'] == costs['Всього витрат'].max()].plot.scatter('Місяць', ['Всього витрат', ],
ax=ax, color='r')
        ax.set_ylabel('Сума')
        return graphic_frame

def show(self):
    print(f"Сума виручки: {self.total_income}")
    print(f"Сума витрат: {self.total_costs}")
    print(f"Чистий прибуток: {self.net_profit}")
    print(f"Рентабельність: {self.profitability}")
    print(f"Сума реінвестицій: {self.reinvestment_amount(10000, 0.15)}")
    print(f"Реальна заробітна плата підприємця: {self.entrepreneur_salary(self.reinvestment_amount(10000, 0.15))}")
    self.get_graphic()
    plt.show()

def test_case():
    filename = 'ФормаКористувачаТест.xlsx'
    r_name = 'Виручка'
    receipts = pd.read_excel(filename, r_name)
    receipts = Receipts(receipts)
    fvc_name = 'Постійні та змінні витрати'
    fv_costs = pd.read_excel(filename, fvc_name)
    fv_costs = FVCosts(fv_costs)
    p_name = 'Закупка'
    procurement = pd.read_excel(filename, p_name)

```

```

procurement = Procurement(procurement)
operating_costs = OperatingCosts(procurement, fv_costs)
fi = FinancialIndicators(receipts, operating_costs)
fi.show()

if __name__ == '__main__':
    test_case()

import pandas as pd

# Константа шляху до файлу з даними користувача.
DOWNLOAD_FILENAME = "ФормаКористувача.xlsx"
# Константа назви листа Excel з інформацією про дохід
користувача.
RECEIPTS = "Виручка"
# Константа назви листа Excel з інформацією про закупівлі
користувача.
PROCUREMENT = "Закупка"
# Константа назви листа Excel з постійними та змінними витратами
користувача.
FV_COSTS = "Постійні та змінні витрати"
# Константа назви колонки про назви продуктів/послуг у листах
RECEIPTS та PROCUREMENT.
PRODUCT_NAME = "Найменування"
# Константа назви колонки про кількість одиниць продукта/послуги
у листах RECEIPTS та PROCUREMENT.
NUMBER = "Кількість"
# Константа назви колонки про ціну за одиницю продукта/послуги у
листах RECEIPTS та PROCUREMENT.
PRICE_PER_UNIT = "Ціна за одиницю"
# Константа назви колонки про сумарну ціну продукта/послуги у
листах RECEIPTS, PROCUREMENT, FV_COSTS.
TOTAL = "Всього"
# Константа назви колонки про дату операції
(покупки/продажу/витрати) у листах RECEIPTS, PROCUREMENT,
FV_COSTS.
DATE = "Дата"
# Константа назви колонки про витрати на заробітню плату у листі
FV_COSTS.
SALARY = "Заробітня плата"
# Константа назви колонки про витрати на устаткування у листі
FV_COSTS.
EQUIPMENT = "Устаткування"
# Константа назви колонки про витрати на орендну плату та
комунальні платежі у листі FV_COSTS.
RENT_UTILITY = "Орендна плата та комунальні платежі"
# Константа назви колонки про інші витрати у листі FV_COSTS.
OTHER_PAYMENTS = "Інші платежі"

class DownloadData:

```

```

        """Завантаження програмою файлу з даними користувача."""
        def __init__(self, filename=DOWNLOAD_FILENAME,
            receipts=RECEIPTS, procurement=PROCUREMENT, fv_costs=FV_COSTS):
            """
            :param str filename: шлях до файлу з даними користувача.
            :param str receipts: назва листа Excel з інформацією про
            дохід користувача.
            :param str procurement: назва листа Excel з інформацією
            про закупівлі користувача.
            :param str fv_costs: назва листа Excel з постійними та
            змінними витратами користувача.
            """
            self._filename = filename
            self.receipts = self.__download(receipts)
            self.procurement = self.__download(procurement)
            self.fv_costs = self.__download(fv_costs)

        def __str__(self):
            return "Дані про виручку:\n" + self.receipts.to_string()
            + "Дані про закупки:\n" + \
                self.procurement.to_string() + "Дані про постійні
            та змінні витрати:\n" + self.fv_costs.to_string()

        def __download(self, sheet_name):
            """
            Функція завантажує дані користувача з відповідного листа
            sheet_name та повертає їх.
            :param str sheet_name: назва листа Excel у файлі
            self.filename
            :return pd.DataFrame: дані користувача з листа
            sheet_name
            """
            data = pd.read_excel(self._filename, sheet_name)
            return data

class UploadTemplate:
    """Створення та збереження шаблону для заповнення
    користувачем."""
    def __init__(self, filename=DOWNLOAD_FILENAME,
        receipts=RECEIPTS, procurement=PROCUREMENT, fv_costs=FV_COSTS,
        product_name=PRODUCT_NAME, number=NUMBER,
        price_per_unit=PRICE_PER_UNIT, total=TOTAL, date=DATE,
        salary=SALARY, equipment=EQUIPMENT,
        rent_utility=RENT_UTILITY, other_payments=OTHER_PAYMENTS):
        """
        :param str filename:
        :param str receipts:
        :param str procurement:
        :param str fv_costs:
        :param str product_name:
        :param str number:
        :param str price_per_unit:

```

```

:param str total:
:param str date:
:param str salary:
:param str equipment:
:param str rent_utility:
:param str other_payments:
"""

self.filename = filename
self.receipts = receipts
self.procurement = procurement
self.fv_costs = fv_costs
self.product_name = product_name
self.number = number
self.price_per_unit = price_per_unit
self.total = total
self.date = date
self.salary = salary
self.equipment = equipment
self.rent_utility = rent_utility
self.other_payments = other_payments

def _create_template(self):
    """
    Функція створює шаблон для заповнення даних користувачем
    та повертає його у вигляді словника з трьома
    pd.DataFrame, де ключами виступають рядки self.receipts,
    self.procurement self.fv_costs.
    :return dict template: шаблон для заповнення даних
    користувачем.
    """
    receipts = pd.DataFrame(columns=[self.product_name,
self.number, self.price_per_unit, self.total, self.date])
    procurement = pd.DataFrame(columns=[self.product_name,
self.number, self.price_per_unit, self.total, self.date])
    fv_costs = pd.DataFrame(columns=[self.date, self.salary,
self.equipment, self.rent_utility, self.other_payments,
self.total])
    template = {self.receipts: receipts, self.procurement:
procurement, self.fv_costs: fv_costs}
    return template

def upload_template(self):
    """
    Функція зберігає шаблон для заповнення даних
    користувачем у файлі self.filename.
    :return None:
    """
    template = self._create_template()
    with pd.ExcelWriter(self.filename) as writer:
        template[self.receipts].to_excel(writer,
self.receipts)
        template[self.procurement].to_excel(writer,
self.procurement)

```

```
        template[self.fv_costs].to_excel(writer,  
self.fv_costs)
```

```
# except FileNotFoundError:  
#     """Неможливо знайти"""  
# except ValueError:  
#     """Помилкові дані"""  
# except PermissionError:  
#     """Доступ заборонено"""  
# except UnicodeDecodeError:  
#     """Помилка кодування"""
```

ДОДАТОК Б ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Виконала: Павлюк Софія

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
старший викладач Савченко І. О.

Система підтримки рішень у бізнес-процесах

Об'єкт досліджень

процеси підтримки прийняття рішень у сучасних бізнес-процесах з використанням методу морфологічного аналізу

Предмет досліджень

технології, методи та алгоритми реалізації процесів підтримки прийняття рішень по вирішенню прикладних бізнес-завдань з аналізу даних

Мета роботи

розробка та дослідження системи підтримки прийняття рішень бізнес-процесів на прикладі морфологічного аналізу фінансових даних



Постановка задачі

- аналіз актуальності задачі підтримки прийняття рішень та особливостей побудови систем підтримки прийняття рішень;
- аналіз особливостей морфологічного аналізу та дослідження методики використання модифікованого методу морфологічного аналізу;
- формулювання процесу досліджень та опис набору даних для аналізу;
- створення проекту системи;
- розробка програмних скриптів обробки та аналізу даних;
- аналіз результатів використання системи;



Актуальність роботи

Актуальність даної роботи полягає у необхідності використання сучасних методів, засобів та систем підтримки прийняття рішень (СППР) для спрощення процесів аналізу даних та зниження тимчасових витрат на аналітичну діяльність.

Використання СППР в даний час обумовлено високим попитом на ринку інформаційних технологій замовлень на аналіз та підтримку різних прикладних бізнес-процесів, процеси створення яких потребують координації та обліку реалій предметної сфери бізнесу.

Існуючі аналоги

- СППР NooTrop містить бібліотеку методів, що містить як відомі методи, так і оригінальні інтегровані методи. У СППР NooTrop методом аналізу ієрархій можна вирішити многокритеріальну завдання, структура якої представлена у вигляді трирівневої ієрархії.
- "MPRIORITY 1.0" (My Priority) призначена для підтримки прийняття рішень в різноманітних сферах та аспектах людської діяльності. "MPRIORITY 1.0" може стати помічником всім, хто бажає або змушений за родом своєї діяльності приймати обґрунтовані раціональні рішення у різноманітних галузях.
- Система підтримки прийняття рішень (СППР) «Вибір» - аналітична система, заснована на методі аналізу ієрархій (МАІ), є простим і зручним засобом, яке допоможе: структурувати проблему; побудувати набір альтернатив; виділити характеризують їх чинники; задати значимість цих факторів; оцінити альтернативи по кожному з факторів.

Метод морфологічного аналізу

«Модифікований метод морфологічного аналізу (ММА) є потужним інструментом якісного аналізу в задачах, де об'єкти характеризуються неточністю, невизначеністю, неповнотою, нечіткістю інформації і через це мають велику кількість альтернативних варіантів реалізації. За допомогою МММА можна описувати і досліджувати такі об'єкти, приймати рішення в умовах невизначеної конфігурації такого об'єкта.

«Основним об'єктом ММА є морфологічна таблиця. Вона складається з N характеристичних параметрів. Кожному характеристичному параметру відповідає множина альтернатив.

«Під час застосування ММА в задачах технологічного передбачення характеристичними параметрами, як правило, є фактори, стан яких характеризує стан проблеми в цілому; альтернативами характеристичних параметрів є альтернативні стани відповідних факторів, конфігурацією морфологічної таблиці є сценарій. Для деякої конкретної проблеми структура морфологічної таблиці визначається спеціалістами з технологічного передбачення, можливо, на основі даних, отриманих на етапі попереднього вивчення проблеми.

Модель прогнозування

Для виконання процесу прогнозування фінансових часових рядів доцільно застосування процедура формування адитивних регресійних моделей (Generalized Additive Models, GAM) наступного виду

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t$$

де $g(t)$ $s(t)$ — функції, що апроксимують тренд ряду та сезонні коливання (наприклад, річні, тижневі тощо) відповідно;

$h(t)$ - функція, що відображає ефекти свят та інших впливових подій;

ε_t - нормально розподілені випадкові обурення. Для апроксимації перерахованих функцій використовуються такі методи: тренд: шматкова лінійна регресія або шматкова логістична крива росту; річна сезонність: часткові суми низки Фур'є, кількість членів якого (порядок) визначає гладкість функції; тижнева сезонність: представлена у вигляді індикаторної змінної.

Система підтримки прийняття рішень у бізнес-процесах (опис роботи програми)

Крок 1. Реєстрація. Збирання особистої інформації

Крок 2. Вибір типу бізнесу, наприклад, сервіс чи перепродаж

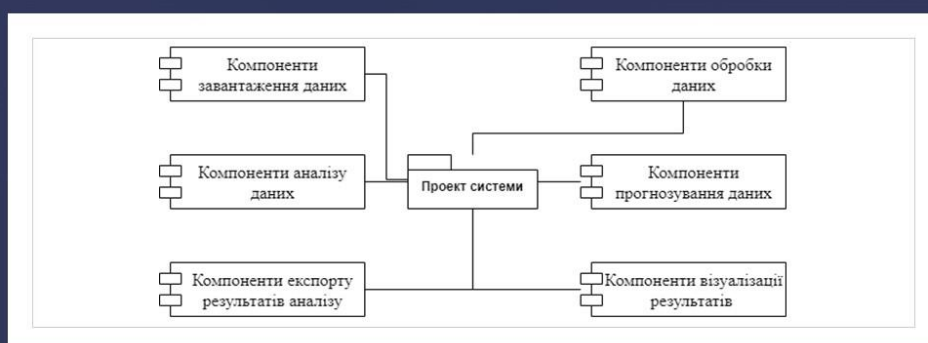
Крок 3. Заповнення клієнтом таблиці через форму, тим самим надаючи вхідні дані

Крок 4. СППР оброблює введені користувачем дані на базі означених математичних моделей та алгоритмів.

Крок 5. На екрані з'являються функції на вибір: фінансова звітність; маркетинговий процесінг.

Крок 6. Орієнтуючись на вибір користувача, як результат роботи програми надається звіт

Загальна схема етапів роботи системи та use case



Діаграма компонентів системи

Засоби розробки

- Інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня **Python**.
- Мультиплатформене середовище розробки, призначена для створення додатків на мові Python - **Pycharm IDE**.
- Бібліотека, яка дозволяє ефективно обробляти багатовимірні масиви - **NumPy**.
- Функціональною бібліотекою для обробки та аналізу даних **Pandas**.
- Стандартизований набір швидких та ефективних інструментів з економією пам'яті на ітераційні дії - **itertools**.
- Бібліотека з відкритим вихідним кодом для прогнозування часових рядів - **Prophet**.

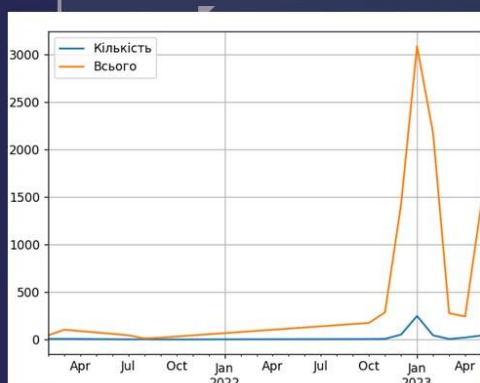
Морфологічні таблиці

Характеристичні параметри						
Ціна	Асортимент	Якість продукту	Джерела збуту	Стратегія бренду	Формування клієнтського досвіду	Розташування
1	2	3	4	5	6	7
1.1 Нижче середньої ринкової вартості	2.1 1-30 продуктів	3.1 Дуже низька	4.1 Прямий продаж	5.1 Унікальність	6.1 Персоналізація	7.1 Локальне
1.2 У діапазоні середньої ринкової вартості	2.2 30-500 продуктів	3.2 Низька	4.2 Оптова торгівля	5.2 Лідер	6.2 Відмінний сервіс	7.2 Регіональне
1.3 Вище середньої ринкової вартості	2.3 500-1000 продуктів	3.3 Середня	4.3 Роздрібна торгівля	5.3 Експериментатор	6.3 Онлайн присутність	7.3 Загальнонаціональне
1.4 Унікальна ціна вища за ринкову щонайменше у 10х (за унікальний товар)	2.4 1000-10000 продуктів	3.4 Вища середньої	4.4 Онлайн продаж	5.4 ЦА бренд	6.4 Зворотній зв'язок	7.4 Глобальне
	2.5 більше 10000 продуктів	3.5 Добра	4.5 Експорт	5.5 Екологічний	6.5 Постійна комунікація	
		3.6 Преміум		5.6 Цінова стратегія		
				5.7 Немає		

Методи приваблення нової цільової аудиторії	Методи масштабування компанії
8	9
8.1 Дослідження ринку	9.1 Розширення продуктової лінійки
8.2 Спрямована реклама	9.2 Нові географічні ринки
8.3 Партнерство та спонсорство	9.3 Франчайзинг
8.4 Контент-маркетинг	9.4 Придбання партнерів нижчої та верхньої ланок
8.5 Активна присутність у соціальних мережах	

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2
	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	
		0,1		0,2		
				0,1		

Результати роботи СППР



Сума виручки: 9295.25
Сума витрат: 18680.65
Чистий прибуток: -1305.3999999999996
Рентабельність: -0.14043732013662888
Сума реінвестицій: 66666.66666666667
Реальна заробітна плата підприємця: -67972.06666666667

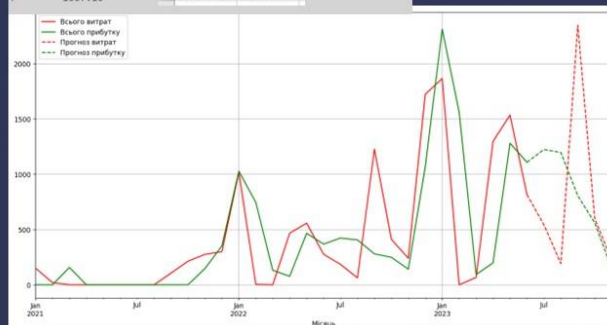
Місяць	Всього (Закупка)	Всього (Постійні та змінні витрати)	Всього (Постійні та змінні витрати) \
0 2021-01	78.60	472	
1 2022-09	689.00	642	
2 2022-10	79.00	542	
3 2022-11	51.63	462	
4 2022-12	1529.39	492	
5 2023-01	2022.03	460	
6 2023-04	821.90	592	
7 2023-05	1213.10	454	

Всього витрат	A	B
0 550.60	1 F8	F9
1 1331.00	2 0,231019	0,16175
2 621.00	3 0,221456	0,353001
3 513.63	4 0,143561	0,16175
4 2021.39	5 0,211719	0,16175
5 2402.03	6 0,192245	0,16175
6 1413.90		
7 1667.10		

Місяць	Кількість	Всього
0 2021-02	7	44.00
1 2021-03	7	104.00
2 2021-07	2	45.00
3 2021-08	2	12.00
4 2021-09	1	20.00
5 2022-10	5	175.00
6 2022-11	7	286.00
7 2022-12	52	1418.00
8 2023-01	248	3087.00
9 2023-02	44	2172.25
10 2023-03	6	277.00
11 2023-04	21	243.00
12 2023-05	42	1412.00

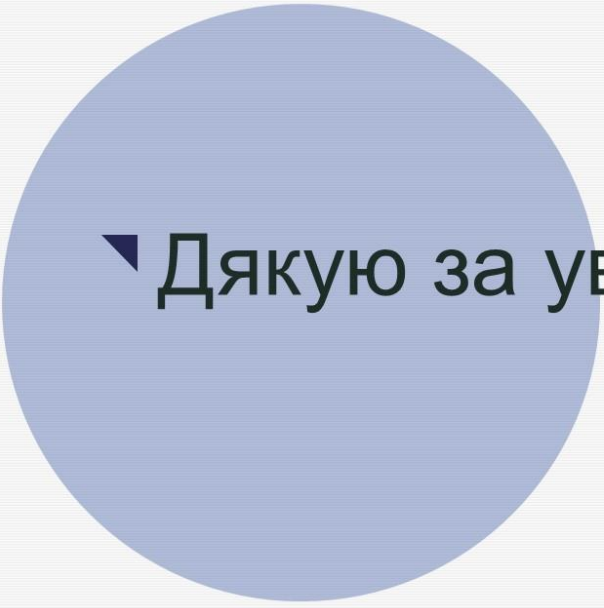
Місяць	Всього
0 2023-01	3087.0

Місяць	Кількість
0 2023-01	248



Висновки

- У результаті виконання даної роботи досягнуто поставленої мети та вирішено усі завдання.
- У рамках розробленої СППР створено можливості автоматизованого аналізу фінансових показників, застосовано та реалізовано програмний код проведення морфологічного аналізу, що дозволяє зменшити витрати часу на аналіз різних обсягів альтернатив та сценарії прийняття рішень, зокрема, на базі побудови прогнозу. Створена система може бути використана для різних напрямків та сфер бізнесу, як з надання послуг, так і для продажу окремих товарів.



Дякую за увагу!