

**ВІТЕНКО Вадим Валерійович**

**Математичне та програмне забезпечення для  
прийняття рішень в управлінні проєктами /  
Mathematical Tools and Software for  
Decision-Making in Project Management**

спеціальність: 121 - Інженерія програмного забезпечення  
освітньо-професійна програма - Інженерія програмного забезпечення

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи ІПЗм-21  
В. В. Вітенко

---

Науковий керівник:  
к.т.н., доцент І. С. Стасів

---

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту:

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ **А. В. Пукас**

**ТЕРНОПІЛЬ - 2022**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ .....	11
1.1. Аналіз проблем та можливих розв'язань задач в управлінні підтримки прийняття рішень .....	11
1.2. Аналіз відомих систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами.....	18
1.3. Постановка задачі дослідження.....	23
Висновки до першого розділу .....	26
РОЗДІЛ 2 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ.....	27
2.1. Аналіз процесу розв'язку активностей проектних завдань.....	27
2.2. Концептуальна модель інформаційного забезпечення підтримки прийняття рішень .....	32
2.3. Моделювання системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами.....	35
2.4. Метод прогнозування успішності виконання задач співробітником при виконанні проектів .....	40
Висновки до другого розділу.....	43
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ .....	44
3.1. Проектування системи зберігання інформації про проекти.....	44
3.2. Реалізація системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами.....	47
Висновки до третього розділу .....	60

ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ СИСТЕМИ .....	<b>Помилка!</b>

**Закладку не визначено.**

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Однією з найважливіших проблем на сучасному підприємстві є проблема прийняття рішень та їх ефекту на управління проектом, яка часто зустрічається через швидкий життєвий цикл проекту або зміну складу учасників.

Для вирішення цієї проблеми необхідний інструмент, що має у своєму функціоналі механізм збору та аналізу даних, а також складання звітів та виведення запропонованих рішень щодо вирішення поточної проблеми на проекті.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю вирішення проблем підвищення якості управління проектом, яка зумовлюється потребою у наочному поданні інформації про завдання співробітників та отримання прогнозування можливих варіантів прийняття рішень.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами*

Напрямок виконаних досліджень безпосередньо пов'язаний з науково-дослідним напрямком кафедри “комп’ютерних наук” Західноукраїнського національного університету.

*Мета і задачі дослідження*

Метою роботи є розробка методів та засобів для прийняття рішень в управлінні проектами.

Відповідно до поставленої мети у роботі потрібно вирішити завдання:

1. Визначити роль та місце системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами та сформулювати основні вимоги до її змісту.
2. Виконати аналіз сучасних систем підтримки прийняття рішень.
3. Розробити модель аналітичної системи підтримки прийняття рішень щодо управління проектами.
4. Спроекувати та реалізувати найбільш продуктивну та доцільну аналітичну систему підтримки прийняття рішень.

5. Протестувати ефективність створеної системи та визначити результативність її запуску.

*Об'єкт дослідження* – прийняття рішень в управлінні проектами.

*Предмет дослідження* – методи та програмні засоби прийняття рішень в управлінні проектами.

*Методи дослідження*

В роботі використовувалися методи статистичного аналізу, методи об'єктно-орієнтованого програмування.

*Наукова новизна одержаних результатів*

Запропоновано метод прогнозування успішності виконання задач співробітником при виконанні проектів, який використовує процедуру екстраполяції. Процедура екстраполяції використовує метод ковзної середньої для здійснення прогнозування та дає можливість вирівнювати динамічний ряд на основі його середніх характеристик.

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

#### 1.1. Аналіз проблем та можливих розв'язань задач в управлінні підтримки прийняття рішень

Можливості апаратних і програмних засобів безперервно покращуються, причому їх ціна або не зростає, або зростає незначно. Корпорації розвивають розподілені системи, щоб забезпечити легкий доступ до інформації, що у різних місцях, і об'єднання їх із іншими інформаційними і управляючими системами. У будь-якій корпоративній системі є звіти, які генеруються для управління низової ланки, середньої ланки та вищої ланки.

У статтях [1-5] йдеться про те, що прийняття рішень практично утруднене через різноманіття та складність процесів, які потребують обліку бізнес-процесів – інвестиційного, виробничого, фінансового, управлінського та ін., а також чисельності характеристик зовнішнього та внутрішнього ринкового середовища бізнес- проекту. Це ставить перед особою, яка приймає рішення складні завдання, ефективно вирішення яких неможливе без використання системного підходу, під реалізацією якого в даному випадку будемо розуміти наявність наступних інструментів [6-9]:

- математичних моделей, які адекватно відображають змістовну сторону бізнес-процесів;
- методів і алгоритмів аналізу зазначених математичних моделей, що допускають автоматизовану обробку інформації, що витягується з них;
- програмних комплексів, що чисельно реалізують зазначені методи та алгоритми аналізу та дають можливість керівнику обробляти та подавати отриману інформацію в автоматизованому режимі.

Проте ухвалення рішень також залежить від індивідуальних якостей людей. Переважно це впливає процес прийняття рішення, ніж результат. При цьому результати та способи прийняття рішень залежать від сукупності всіх якостей людини, ніж якоїсь окремої [10-12].

Зазвичай великі корпорації мають поділ по відділах, які можна розглядати як множину проектів, над кожним з яких є керівник – особа, яка приймає рішення. Зростає кількість транзакцій усередині компанії, однак зовнішні транзакції отримують економію [13,14].

Корпорації мають широкий спектр можливостей роботи з проектами та завданнями, тому делегування є одним з елементів формування організаційних управлінських структур [15]. Необхідно знаходити прийнятне співвідношення централізації та децентралізації залежно від таких факторів як розміри організації, технологія виробництва, зовнішнє середовище. Процес прийняття рішень на нижчих рівнях має доповнювати високу систему управління та бути частиною процесів щоденного прийняття рішень [16-20].

Будь-який проект має власний рівень складності. Ця складність складається з багатьох чинників таких як: мета, яка матиме значення для бізнесу, завершена з певними специфікаціями; певна дата початку та дата закінчення; мати певний ліміт фінансування; мати певні людські та не людські ресурси.

До чого багато ресурсів не доступні керувати проектному менеджеру через те, що є власністю компанії і приймати рішення щодо окремих ресурсів є можливість лише у найвищого рангу співробітників. Для проектного менеджера завжди доступні людські ресурси, зазвичай відкриті в корпоративній системі управління.

Система управління, на основі інформації про стан об'єкта та інформації, що надходить із зовнішнього середовища, визначає цілі функціонування об'єкта та виробляє директиви, що впливають на об'єкт управління [21].

У процесі управління необхідна інформація реєструється, передається, зберігається, накопичується та обробляється. Комплекс цих процедур складає інформаційний процес управління. Системи управління проектами є набори інструментів, методологій, методів і ресурсів, що використовуються в процесі управління, включають засоби для планування завдань, складання розкладу, управління бюджетом, розподілу ресурсів, документування, формування звітів, спільної роботи виконавців [15, 16].

Ці обставини змушують використовувати наявні нині розвинені програмно-технічні засоби. Широке та ефективне застосування цих засобів стало одним із факторів виживання та успіху підприємства в умовах гострої конкурентної боротьби. Набули широкого поширення автоматизовані інформаційні системи - так останніми роками частіше називають інформаційні системи, маючи на увазі, що без автоматизації їх просто неможливо уявити. Зазвичай, це Корпоративні інформаційні системи (Enterprise Resource Planning, ERP, рисунок 1.1).

Основним призначенням ERP-системи є вирішення завдань планування, обліку та управління на різних рівнях укрупнення процесів підприємства. Для дискретного виробництва важливим аспектом, що істотно впливає на модель планування, закладену в систему, є серійність виробництва і асортимент, що випускається. Сучасна тенденція практично у всіх галузях промисловості характеризується поступовим розширенням асортименту продукції та зниженням серійності. З погляду планування це призводить до ускладнення розв'язуваних завдань та збільшення наборів вихідних даних, як за кількістю, так і за номенклатурою [18].

Однак, впровадження корпоративних інформаційних систем досить складний процес, зважаючи на те, що у менеджменту на підприємстві відсутній будь-який процес збору та аналізу даних для прийняття рішень на проектні завдання та проблеми. Тому до вже існуючої системи можна інтегрувати системи підтримки прийняття рішень (СППР). Це підвищить



швидкість обробки та аналізу даних, а також виявлення шляхів рішень та їх вплив на проєкт [18].



Рис. 1.1. Enterprise Resource Planning, ERP системи

У багатьох роботах описується поділ систем підтримки прийняття рішення за кількома рівнями (рисунок 1.2).

1. Рівень користувача.

1.1. Пасивні. Пасивною системою підтримки прийняття рішень називається система, яка допомагає процесу прийняття рішення, але не може винести пропозицію, яке рішення ухвалити.

1.2. Активні. Активна система може зробити пропозицію, яке рішення слід вибрати.

1.3. Кооперативні. Кооперативна система дозволяє особі, яка приймає рішення, змінювати, поповнювати або покращувати рішення, запропоновані системою, посилаючи потім ці зміни до системи для перевірки. Система змінює, поповнює або покращує ці рішення та посилає їх знову користувачеві. Процес продовжується до отримання узгодженого рішення.

## 2. Концептуальний рівень.

2.1. Керовані повідомлення підтримують групу користувачів, які працюють над виконанням спільного завдання.



Рис. 1.2. Рівні системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами

2.2. Керовані дані орієнтуються на доступ і маніпуляції з даними.

2.3. Керовані документи здійснюють пошук і маніпулюють неструктурованою інформацією, заданою в різних форматах.

2.4. Керовані знання забезпечують рішення завдань у вигляді фактів, правил, процедур. Ділиться за рівнями даних.

2.4.1. Оперативні системи підтримки прийняття рішень призначені для негайного реагування зміни поточної ситуації під управлінням фінансово-господарськими процесами компанії.

2.4.2. Стратегічні системи спрямовані на аналіз значних обсягів різномірної інформації, які з різних джерел.

2.5. Керовані моделі базуються на математичних моделях. Для їх побудови можна використовувати OLAP-системи, що дозволяють здійснювати складний аналіз даних, і тоді таку систему підтримки прийняття рішення можна віднести до гібридних систем, які забезпечують моделювання, пошук та обробку даних.

На рисунку 1.3 наведено класифікацію систем підтримки прийняття рішень, проведену за різними класифікаційними ознаками.

Клас систем	Характеристика	Представники на ринку ПЗ
Предметно-орієнтовані аналітичні системи	Використовують нескладний статистичний апарат, але максимально враховують специфіку предметної галузі	MetaStock; Super Charts; Candlestick Forecaster; Wall Street Money
Статистичні пакети	Включають як традиційні статистичні методи (кореляційний, регресійний, факторний аналіз), так і елементи Data Mining.	SAS; SPSS; Statgraphics
Нейронні мережі	Архітектура систем імітує структуру нервової тканини з нейронів. Такий підхід є високоефективним у задачах розпізнавання образів	Deductor Studio BrainMakerPRO; NeuroShppl 2 OWL (HyperLogic); NeuroSolutions; NeuralWorks Professional II/PLUS Virtual Process Advisor
Системи міркувань на основі аналогічних випадків (CBR Case Based Reasoning)	Головним недоліком вважають те, що вони взагалі не створюють яких-небудь моделей або правил, що узагальнюють попередній досвід, у виборі рішення ґрунтуються на всьому масиві доступних історичних даних, тому неможливо сказати, на основі яких конкретно факторів CBR системи будують свої відповіді	KATE tools Pattern Recognition Workbench
Дерева рішень (Decision trees)	Реалізують принцип послідовного перегляду ознак і фіксують окремі складових дійсних закономірностей. Дерево подрібнює дані на велику кількість окремих випадків. Чим більше таких випадків, тим менше ступінь довіри отриманого дерева	Deductor Studio See5/35.0 Darwin Tree Clementine SIPINA IDIS KnowledgeSeeker AnswerTree (SPSS)

Рис. 1.3. Класифікація систем підтримки прийняття рішень

Можна виділити три основні завдання, які вирішуються в системах підтримки прийняття рішень: введення даних, зберігання даних та аналіз даних. У роботах [12, 20] пишуть про те, що система підтримки прийняття рішень є лише інструментом для виконання аналізу даних і для більш ефективного використання користувач повинен мати відповідну кваліфікацію. Також дана система не генерує правильне рішення, а лише дає уявлення про можливі рішення та їх наслідки.

Основні характеристики систем підтримки прийняття рішень [20]:

- СППР гнучкі, адаптовані та швидкі в реакції;
- СППР розроблені таким чином, щоб користувач міг керувати вхідними та вихідними даними;
- СППР практично не вимагають від користувача наявності спеціальних знань та певних навичок;
- СППР застосовують інструментальні засоби моделювання та складний аналіз;
- СППР включають зручне для користувача програмне забезпечення;
- СППР інтерактивні, тобто можуть змінюватись і включати нові дані.

Можна впевнено сказати, що за правильного управління ресурсами проекту буде досягнуто максимальної результативності. Багато в чому людські ресурси саме те, з чим особі, яка приймає рішення, доводиться працювати. Правильне розподіл завдань по кінцевим учасникам проекту є складним завданням, за якої необхідний збір та аналіз даних, а далі вироблення стратегії розвитку проекту і, нарешті, прийняття рішення. Особливу увагу потрібно на початкових стадіях реалізації проекту - ініціації та планування ресурсів.

## **1.2. Аналіз відомих систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами**

На сьогоднішній день ринок ІТ технологій є найбільш конкурентним і ринком, що розвивається. Великі та малі корпорації намагаються використовувати програмне забезпечення для вирішення рутинних задач або тих завдань, які займають багато часу, але є однотипними. Для реалізації нових ідей або проектів у компанії керівництво закупає або створює інтегроване програмне забезпечення для збирання, зберігання та аналізу даних.

Зважаючи на те, що нові проекти завжди є ризикованими, на ринку існують системи підтримки прийняття рішень, які являють собою в більшості випадків програмне забезпечення, інтегроване в корпоративну систему і взаємодіє з нею для збору даних та аналізу даних. Такі системи прогнозують рішення з великою ймовірністю їх здійснення, якщо всі вихідні параметри враховані під час підготовки. Розглянемо найпопулярніші системи підтримки прийняття рішень.

Сучасна система для аналізу та обробки корпоративної інформації – SAP Business Objects (рисунок 1.4). Ця система служить для забезпечення доступу до даних та їх аналізу, які можуть бути у різних базах даних організацій. Ця інформація може зберігатися в будь-якій інформаційній системі, бухгалтерських та фінансових програмах, спеціалізованих корпоративних рішеннях, а також локальних джерел, таких як, наприклад, Access або Excel файли. Ця система робить можливим вирішити такі завдання як: бізнес-аналіз, бюджетування та казначейство, фінанси. Система не безкоштовна, контракт складається залежно від завдань, що надаються клієнту. Використання рекомендується, якщо компанія має більшу частину процесів у компанії пов'язаних чи побудованих на товар-грошовому відношенні.

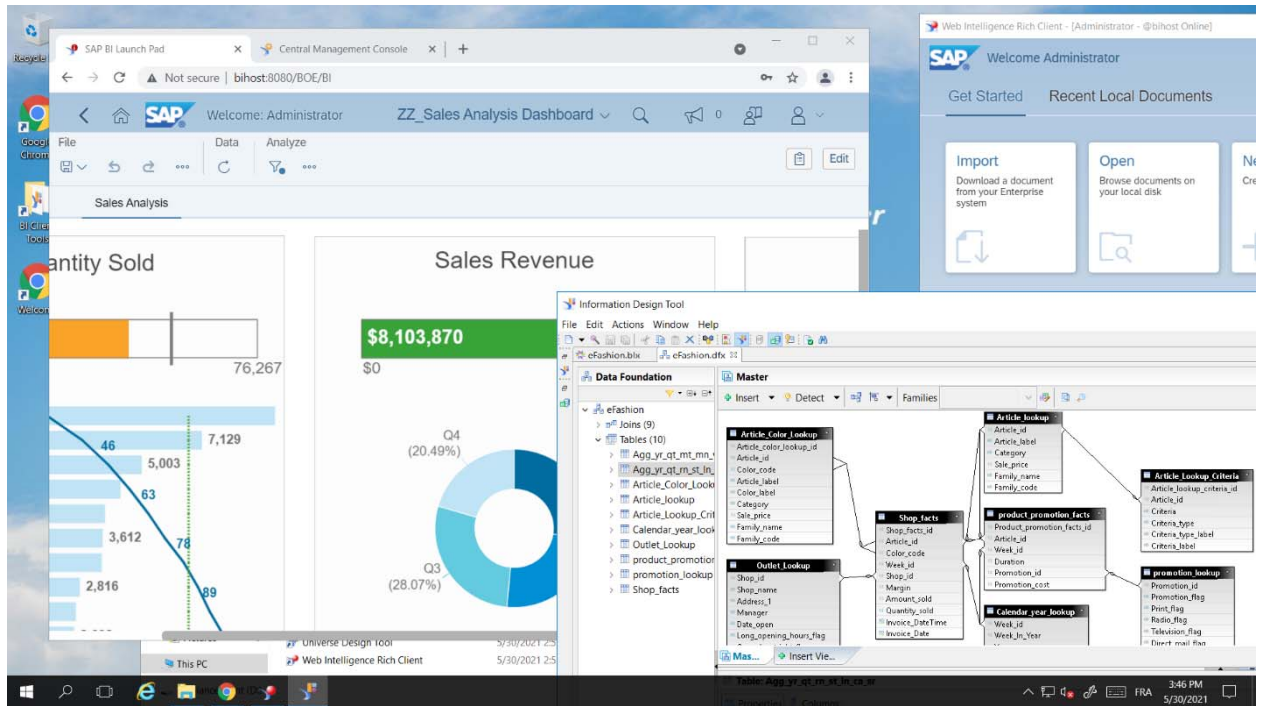


Рис. 1.4. SAP Business Objects

Наступне рішення стосується управління ресурсів проекту та їх зміни – орTEAMmize (рисунок 1.5). Автоматизує вибір та дає оцінку для ІТ-проектів шляхом об'єднання інформації про вартість, потужність та можливості вашої компанії за допомогою розробленого алгоритму вибору команди. Дане рішення працює на локальних даних, однак, є версії взаємодії з іншими системами для збору даних. Початкова версія продукту коштує десять тисяч доларів. Підходить для компаній з великим грошовим оборотом, великою кількістю співробітників і проектами, що постійно виникають.

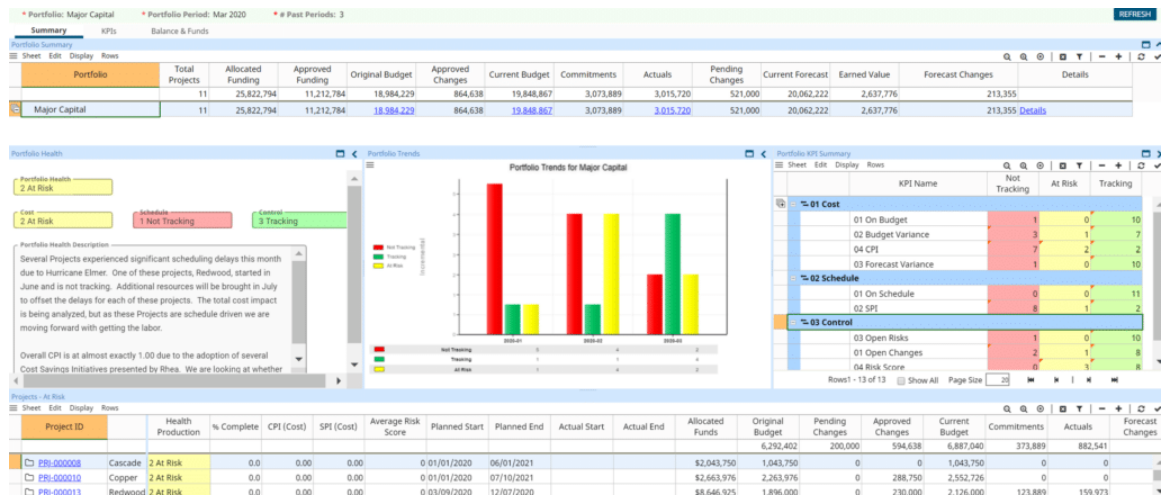


Рис. 1.5. орTEAMmize

Також одна з найвідоміших систем – Analytica (рисунок 1.6). Analytica робить ухвалення рішення прозорим і легким з її діаграмами, що впливають, і потужним вбудованим імовірнісним аналізом. Генерація багатьох сценаріїв та чутливий аналіз дозволяє особам, які приймають рішення знати, які змінні є найважливішими і чому. Продукт є веб-системою, яка вимагає введення всіх вхідних параметрів власноруч. Одна з найбільш гнучких систем, в основному, націлена на прогнозування та генерацію звітів з багатьма різними налаштуваннями та передумовками. Не є вільною для користування та вимагає укладання контракту.

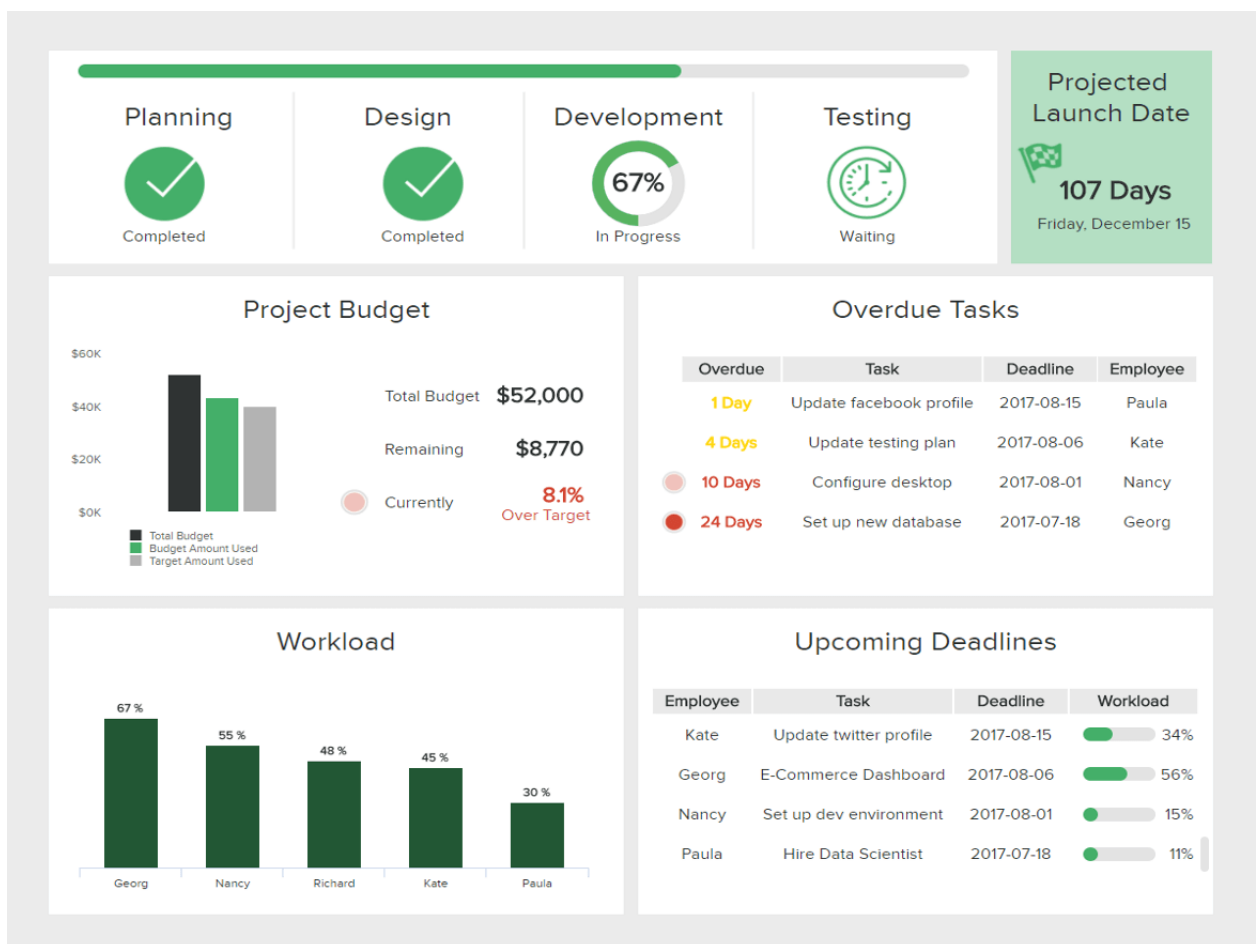


Рис. 1.6. Система Analytica

Сюди можна додати систему – 1000Minds (рисунок 1.7). 1000Minds є інтернет-набір інструментів і процесів, які служать для допомоги конкретним людям у прийнятті рішень, визначення пріоритетів, аналізу користі покупок



та розуміння переваг зацікавленої особи. Система побудована на основі алгоритму PAPRIKA та служить для багатокритеріального прийняття рішень та спільного аналізу шляхом моделювання конкретної ситуації. В основному підходить для фінансових чи економічних процесів та їх обслуговування. Є безкоштовна версія, але вона не дає скористатися з усіх функцій, які потрібні в роботі.

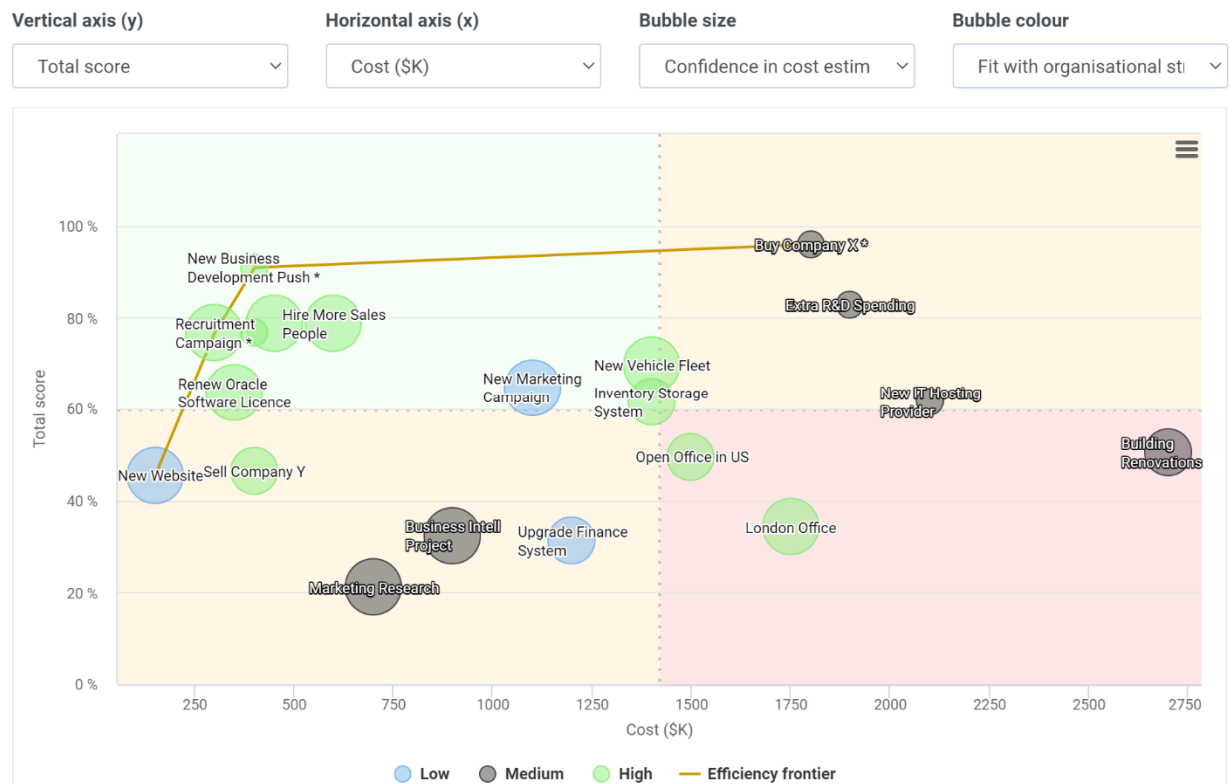


Рис. 1.7. Система 1000Minds

Корпорація TIVCO має своє рішення на ринку, яке називається TIVCO Spotfire (рисунок 1.8). Система є аналітичним програмним забезпеченням. Spotfire дозволяє бізнес-користувачам візуалізувати та аналізувати свої дані без допомоги ІТ-фахівців. Також воно підтримує широкий діапазон варіантів використання, від створення панелей моніторингу складних аналітичних прогнозів та до аналітики в режимі реального часу. Направлена на візуалізацію даних будь-якої сфери діяльності. Використання цього інструменту вимагає укладання контракту на рік із вартістю 650 доларів.



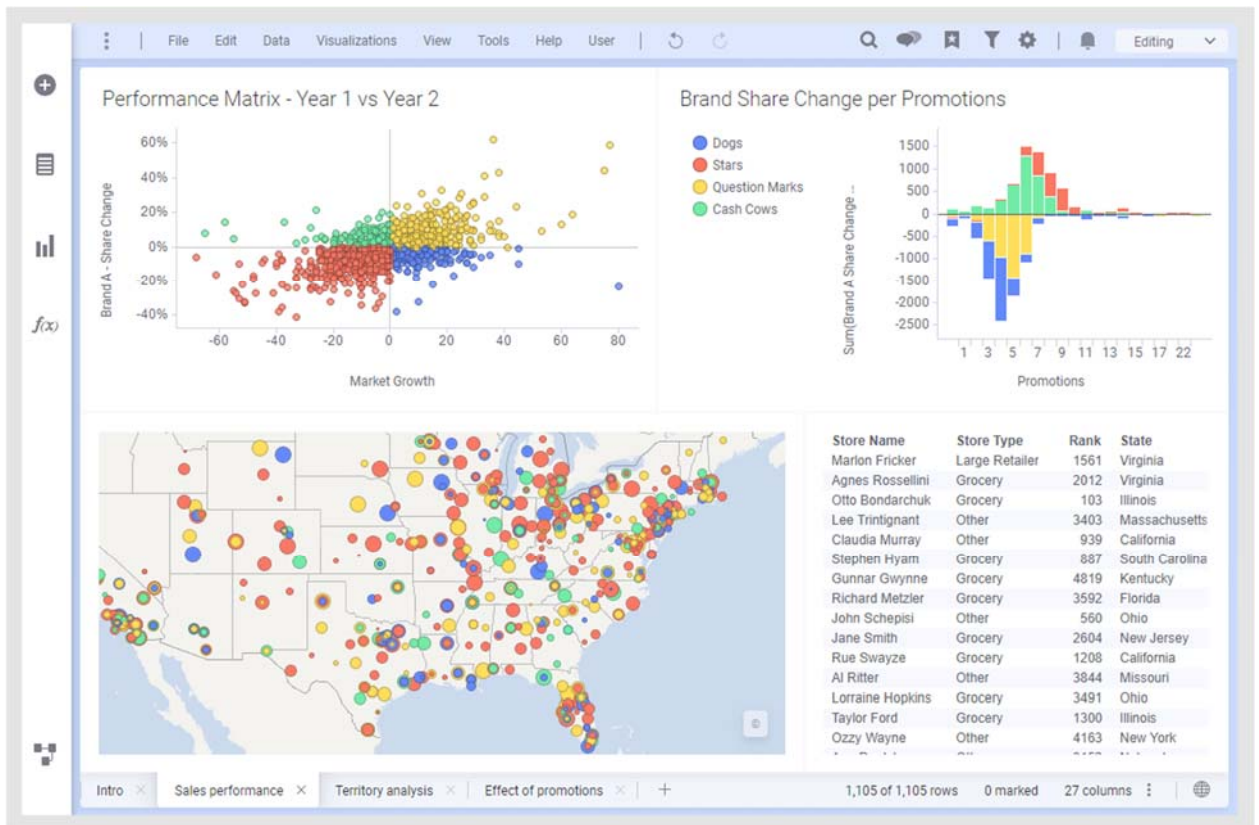


Рис. 1.8. Система TIBCO Spotfire

Можна помітити, що ці системи мають схожі функції, які роблять їх корисними користувачам. До них можна віднести: моделювання та налаштування вхідних параметрів обробки даних; можливість використовувати дані, що вже обернуті в конкретні типи файлів або зберігаються в базі даних; можливість вивантажувати аналітичні діаграми, гістограми для наочності; генерувати та створювати події обробки нових даних; підтримка прийняття рішення за умови, що всі факти були завантажені в систему.

До більш рідкісних функцій можна віднести: взаємодію з готовою корпоративною інформаційною системою; отримання та обробка інформації у режимі реального часу. Для підтримки працездатності даних систем може знадобитися програміст підтримки, без якого налаштувати систему буде достатньо складно, зважаючи на те, що продукти мають складну архітектуру стандартів і методів взаємодії з вхідними даними.

При розгляді цих систем можна помітити їхню різноманітність і унікальність, тим самим підтверджуючи той факт, що ринок систем підтримки прийняття рішень зростає. Складемо порівняльну характеристику розглянутих систем у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

## Порівняльна характеристика розглянутих СППР

Порівняння	SAP Business Objects	opTEAMmize	Analytica	1000Minds	TIBCO Spotfire
Аналіз дерева рішень	Так	Так	Так	Так	Так
Розробка програми	Ні	Ні	Так	Так	Так
Прогнозування	Ні	Так	Так	Так	Так
Показники ефективності	Так	Так	Так	Ні	Так
Контроль версій	Ні	Так	Так	Ні	Ні
Платність	Так	Так	Так	Так	Так
Інтегрування в ІС	Ні	Так	Ні	Ні	Ні
Робота в режимі реального часу	Ні	Ні	Так	Ні	Ні
Генерація звітів	Так	Так	Так	Так	Так

По таблиці 1.1 можна дійти невтішного висновку, що існуючі системи підтримки прийняття рішень забезпечують вирішення не всіх ситуацій, що виникають на фірмі. В даному випадку ми маємо відкриту можливість розробки інформаційного забезпечення систем підтримки прийняття рішень у завданнях управління проектами.

### 1.3. Постановка задачі дослідження

При розгляді систем підтримки прийняття рішень та методів прийняття рішення у попередніх пунктах можна дійти невтішного висновку, що ці продукти орієнтовані на рішення конкретних завдань у конкретних сферах

діяльності. Жоден із продуктів не може вирішувати завдання кількох областей – для цього необхідно буде мати велику кількість баз даних з інформацією та всіма критеріями та нюансами щодо кожної з областей.

В управлінні проектами найскладнішими проблемами є:

- розподіл кадрових ресурсів з активностей (завдань) на проєкті;
- запуск нового проєкту;
- перерозподіл кадрових ресурсів між проєктами.

Це з тим, що менеджер витрачає багато часу на аналіз ефективності кожної людини у кожному проєкті. Час – є той ресурс, який бракує менеджерам адекватно оцінити і передбачити результат свого вибору.

Ризик надання неякісних послуг клієнтам компанії зростає і це спричиняє наслідки, якщо послуга буде надана не такою, якою було описано в замовленні. Фактор швидкості прийняття найбільш корисного і правильного рішення може позитивно позначитися на компанії в цілому, оскільки якщо замовник побачить позитивний результат, шанс укладення додаткового або продовження поточного контракту зростає.

Менеджер може отримати більшу гнучкість в управлінні проєктом, якщо він знатиме який співробітник на що здатний. Це дасть йому розуміння в тому, як потрібно розвивати співробітника і на яких позиціях він принесе користь проєкту та компанії в цілому.

В основному співробітника оцінюють за такими критеріями:

- поточна роль співробітника на проєкті;
- швидкість розв'язання задач;
- складність розв'язуваних завдань;
- можливість працювати над різними типами завдань;
- участь та термін в інших проєктах.

У свою чергу для більш детальної оцінки співробітника слід зібрати дані з проєктів, в яких він брав участь. Тобто потрібні всі завдання кожного конкретного проєкту, щоб проаналізувати його внесок.

Найбільш наближені продукти на ринку для вирішення таких завдань переважно пропонують лише звіти, які може збирати і сам менеджер. Але для менеджера на це витрачається більше часу. Тим не менш, не для кожного керівника ці дані дадуть ясну картину того, як треба вчинити у разі потреби переміщення кадрів між проектами чи виділення їх на новий проект.

Тому, ми можемо сказати, що у сфері управління проектами з роботи з кадровими ресурсами, завданнями та підтримки прийняття рішень є необхідність і можливість покращити цей процес, що дозволить компанії найбільш ефективно використовувати ресурси для досягнення своїх цілей.

Попередньо є такі рекомендації для інформаційного забезпечення:

- повинно мати можливість збору даних із зовнішніх систем та збереження їх на внутрішньому сховищі;
- можливість генерувати звіти за заданими параметрами;
- можливість моделювання зміни кадрових ресурсів проекту;
- можливість моделювання впровадження нового проекту з використанням поточних кадрових ресурсів та наслідок прийняття даного рішення;
- можливість генерації альтернативних рішень щодо змодельованого керівником ситуації;

Для архітектури клієнт-серверної програми краще використовувати тонкий клієнт, де всі завдання виконуватиме сервер, а клієнтський комп'ютер використовуватиме керівник проектів.

Таким чином, є вхідні та вихідні дані, за допомогою яких на вирішення непростих ситуацій буде витрачатися значно менше часу, що дасть нам можливість досягти мети поточної роботи. За наявними рекомендаціями до згаданого рішення надається можливість перейти до розробки моделі інформаційної системи.

## **Висновки до першого розділу**

1. Проаналізовано особливості організації систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами.
2. Виконано аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами, розкрито особливості їх організації, проаналізовано основні переваги та недоліки.
3. Здійснено постановку задачі дослідження, яка полягає у розробці математичного та програмного забезпечення для прийняття рішень в управлінні проектами.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

#### 2.1. Аналіз процесу розв'язку активностей проектних завдань

Існуючий процес роботи над проектними завданнями має такі особливості. По-перше, кожна взаємодія із системою пошуку конкретного проекту чи людини ускладнена через відсутність загального списку всіх активностей. По-друге, щоб зробити пошук і зібрати всю необхідну інформацію, користувач повинен володіти API пошукової системи, який описується через подібність SQL запитів.

По-третє, порівняння будь-яких активностей можливе лише за допомогою власноручного збору всіх матеріалів та подальшого аналізу підручними засобами. Відображення інформації надає лише короткі зведення без можливості розкриття повного опису завдань. По-четверте, повна відсутність можливості моделювання чи прогнозування можливого розвитку подій через те, що система спрямована лише на відображення поточного стану справ. Тим самим користувач повинен сам зробити розрахунки щодо можливого зростання темпів робіт над активностями.

Перша особливість системи є важливим питанням при виникненні критичних ситуацій усередині компанії, де час реагування може стати найгострішим фактором, що дозволяє вирішити ситуацію в позитивний чи негативний бік. При вирішенні таких завдань користувачу буде зручніше бачити можливі варіанти вирішення проблеми та шляхи їх запобігання у майбутньому, а не використання інших внутрішніх ресурсів та об'єднання їх за допомогою доступних інструментів. Таким чином, розробка елемента

взаємодії, з урахуванням збереження та відображення активностей є необхідною умовою інформаційної системи підтримки прийняття рішень.

На рисунку 2.1 зображено поточний процес пошуку релевантної інформації.

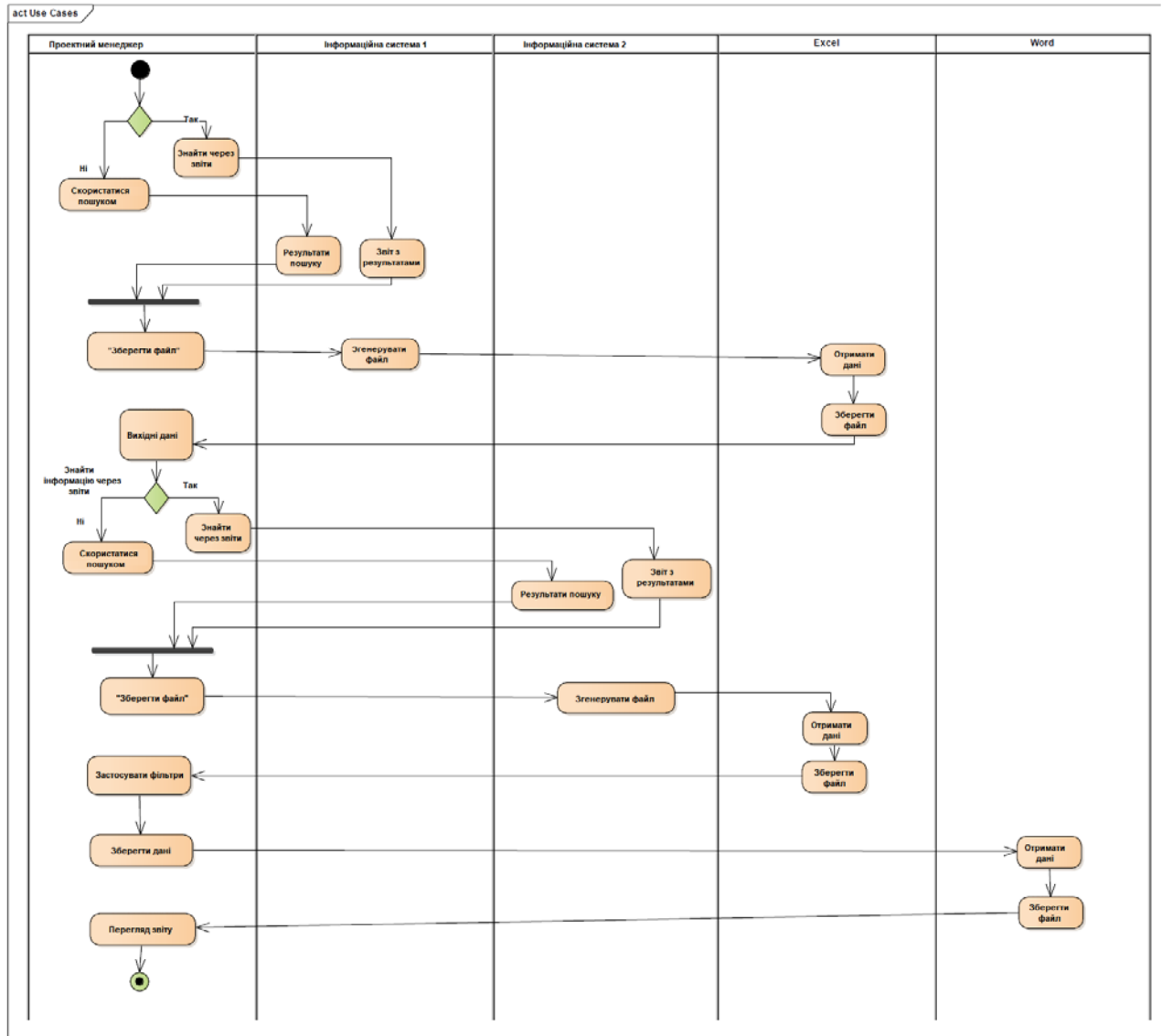


Рис. 2.1. Процес пошуку активностей без інформаційної системи

Щоразу користувач зобов'язаний виконувати дані операції для отримання актуальної інформації для редагування та формування результуючого набору. Використання двох зовнішніх систем, а також двох програмних продуктів ускладнює логіку операцій і тим самим виникають

ризик помилки, що впливатиме на кінцевий результат ухвалення рішення. Дані алгоритми можна перенести в інформаційну систему. Тоді процес отримання результатів можна побачити на рисунку 2.2.

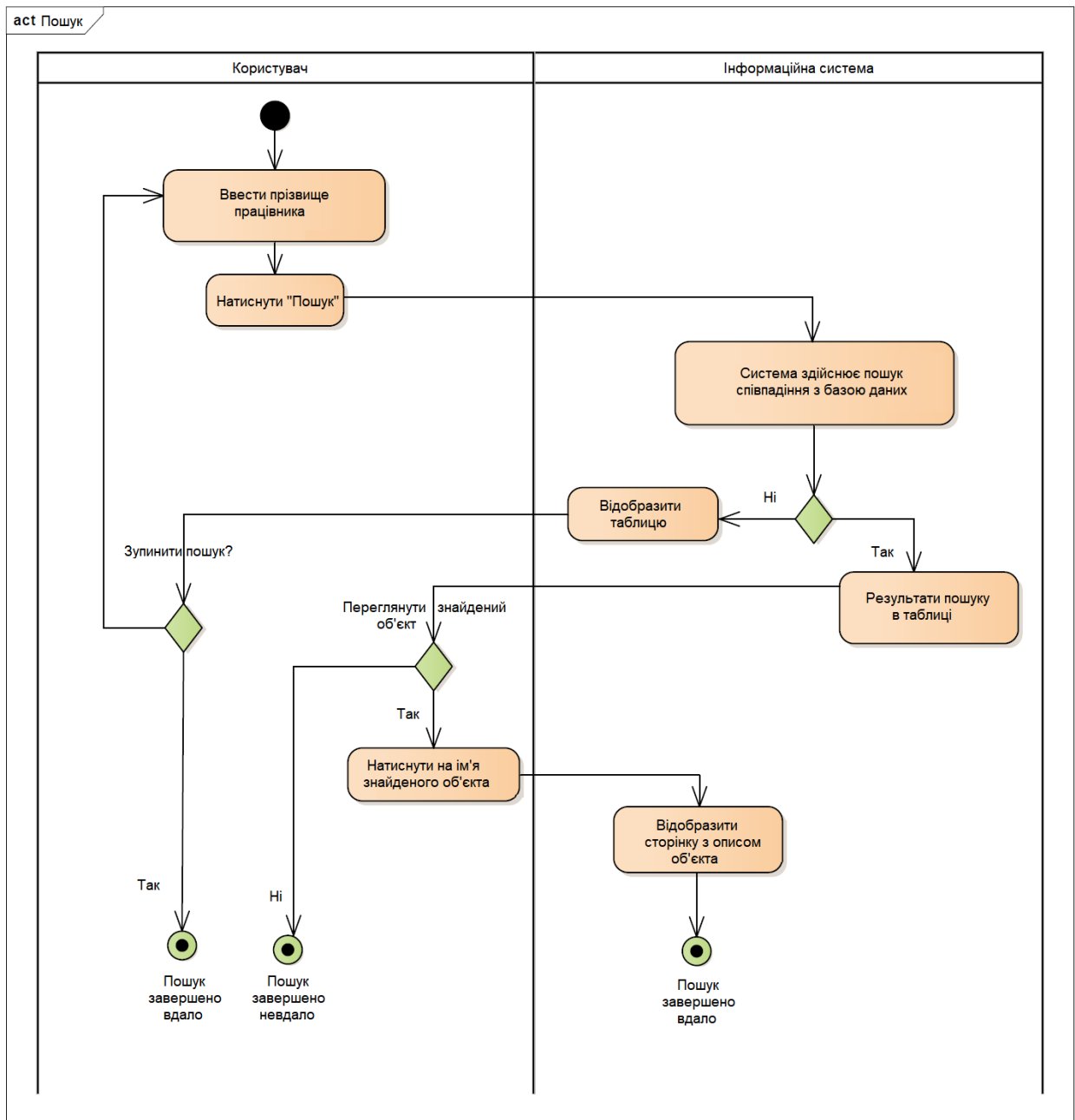


Рис. 2.2. Оптимізований процес отримання інформації з готовими даними

При оптимізації даного процесу ми отримуємо велику вигоду в часі і не займаємо будь-яких ресурсів машини з огляду на те, що вся робота відбувається на стороні інформаційної системи.



Друга особливість змушує користувача вивчити основи SQL запитів, які йому потрібні для отримання інформації із зовнішньої системи, що тягне за собою втрату часу або підключення фахівців, які могли б написати правильний запит. Цей момент пов'язаний з особливістю зовнішньої системи, яка орієнтована більше на технічних фахівців, проте, пошуку будь-якої інформації для нетехнічного користувача здійснено лише в мінімальному функціоналі, де більшу частину роботи доведеться робити вручну.

Такий спосіб пошуку інформації не є простим для багатьох користувачів, які вперше побачили інтерфейс, і може спонукати відмовитись від використання даного функціоналу. Або ж користувачі будуть залучати фахівців, знайомих із системою, для вирішення цього завдання, проте дані фахівці можуть бути вже зайняті іншими активностями.

Даний процес пошуку інформації буде виглядати так само як на рисунку 2.3.

Природно, другий спосіб кращий не тільки тому, що користувачу не потрібно знати SQL, але також і тому, що інтерфейс користувача спрощує сам процес отримання даних і збільшує швидкість відгуку.

Третя особливість спрямована на можливості інструментів користувача. Тобто користувач повинен мати на своєму комп'ютері можливість зберегти дані, вивести їх у графіки та таблиці. Деякі дані можуть займати багато місця, тому зберігати кожен результат пошуку в папки і далі в файли займе у користувача значний час по переміщенню цих даних, а також вільне місце, що займається цими файлами, буде щоразу зменшуватися, що призведе до проблем нестачі пам'яті у комп'ютера користувача. Однак з використанням інформаційної системи ми позбавляємо користувача зберігання всієї інформації на своєму комп'ютері і вирішуємо за нього завдання виведення графіків і таблиць. Крім того, графіки та таблиці доступні для інших користувачів, якщо цього захоче автор. Причому не обов'язково вивантажувати дані і завантажувати їх користувачу, потрібно лише додати до списку конкретного користувача, що переглядаються. У

моделі інформаційного забезпечення передбачається можливість редагувати кінцевий результат іншими користувачами і вводити нові змінні в умови, що дозволить вносити коригування в робочий процес з найбільшою продуктивністю.

Четверта особливість представляє для користувача окрему складність, зважаючи на те, що не всі користувачі мають навички моделювання ймовірних подій виходячи з поточного набору даних. При цьому не всім користувачам це потрібно, тому що одноразові прогнози робити досить складно і цьому потрібно вчитися, коли автоматизована система здатна за короткий проміжок часу врахувати всі змінні і вивести результат. Складемо загальну порівняльну характеристику (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1.

Порівняльна характеристика можливостей користувача без використання інформаційної системи та з використанням.

Показник	Без використання	З використанням
Зберігання інформації	Локальний диск чи внутрішні ресурси користувача	Зовнішнє сховище системи
Швидкість отримання	Повільна. Залежить від швидкості роботи користувача збору інформації	Швидка. З'єднання відбувається до зовнішньої бази даних та отримання даних залежить від швидкості
Пошук інформації	Потребує технічних знань. Запити повинні бути написані на псевдо SQL мові з правильною пунктуацією	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс із підказками. Не потребує технічних знань.
Доступ до даних	Доступ здійснюється через різні ресурси з різномірним інтерфейсом	Доступ здійснюється через однорідний інтерфейс
Отримання повної інформації щодо конкретної активності	Потрібен час на пошук усіх посилань та джерел із різних ресурсів.	Отримання всіх активностей відбувається досить швидко. Усі підзавдання, пов'язані з активністю, відображаються в окремій колонці та можуть бути розкриті для детального перегляду
Оцінювання та прогнозування	Потрібні аналітичні можливості користувача для повного аналізу всіх доступних даних	Здійснюється на основі закладених алгоритмів і не вимагає від користувача жодних обчислень
Відображення графіків та таблиць	Існує, якщо користувач має необхідні інструменти. Займає багато часу.	Формування графічного відображення даних відбувається з допомогою інструментів системи.

За даними, поданими у таблиці, можна дійти невтішного висновку, що робочий процес нині має низку недоліків перед інформаційним забезпеченням. Для вирішення цього завдання слід розробити концептуальну модель з описом всіх компонентів системи.

## **2.2. Концептуальна модель інформаційного забезпечення підтримки прийняття рішень**

На основі особливостей процесу вирішення проектних завдань користувачем розроблено концептуальну модель інформаційної системи. Модель описує повний спектр завдань, необхідний для вирішення питань, що пов'язані з проектною активністю.

Концептуальна модель передбачає вирішення наступних завдань та функцій: побудова звітів за проектами та прогнозованими варіантами розвитку подій при певному наборі вхідних параметрів; створення віртуального проекту із існуючими ресурсами; редагування віртуального проекту та допомога у прийнятті рішень змін ресурсів; побудова оцінок та визначення можливостей конкретних ресурсів, підтримка перерозподілу на найбільш підходящі позиції з урахуванням майбутнього зростання активностей та можливого збільшення прогресу конкретного людського ресурсу.

Слід також враховувати можливість авторизації через те, що проектні завдання не є відкритими інформаційними даними та доступ до них можливий для користувачів з обліковими записами, які мають налаштовані списки перегляду активностей. Ця інтеграція із зовнішньою системою дозволить у майбутньому налаштувати тіснішу роботу з усіма зовнішніми

ресурсами. І для цього необхідно буде розробити зовнішнє API, яке дозволить іншим системам інтегрувати це рішення під свої потреби.

Загалом модель системи підтримки прийняття рішення зображена на рисунку 2.3.

Модель системи будується з компонентів, які будуть з'єднані воєдино:

- 1) компонент взаємодії з користувачем для одержання вхідних параметрів;
- 2) компонент логіки, що описує основні функції та завдання системи;
- 3) компонент взаємодії зі сховищем даних.

Компонент логіки містить наступний набір компонентів і реалізований в серверній частині додатку:

- 1) модуль роботи із проектами;
- 2) модуль створення звітів;
- 3) модуль прогнозування.



Рис. 2.3. Модель системи підтримки прийняття рішень

На рисунку 2.4 зображено розроблену концептуальну модель інформаційної системи.

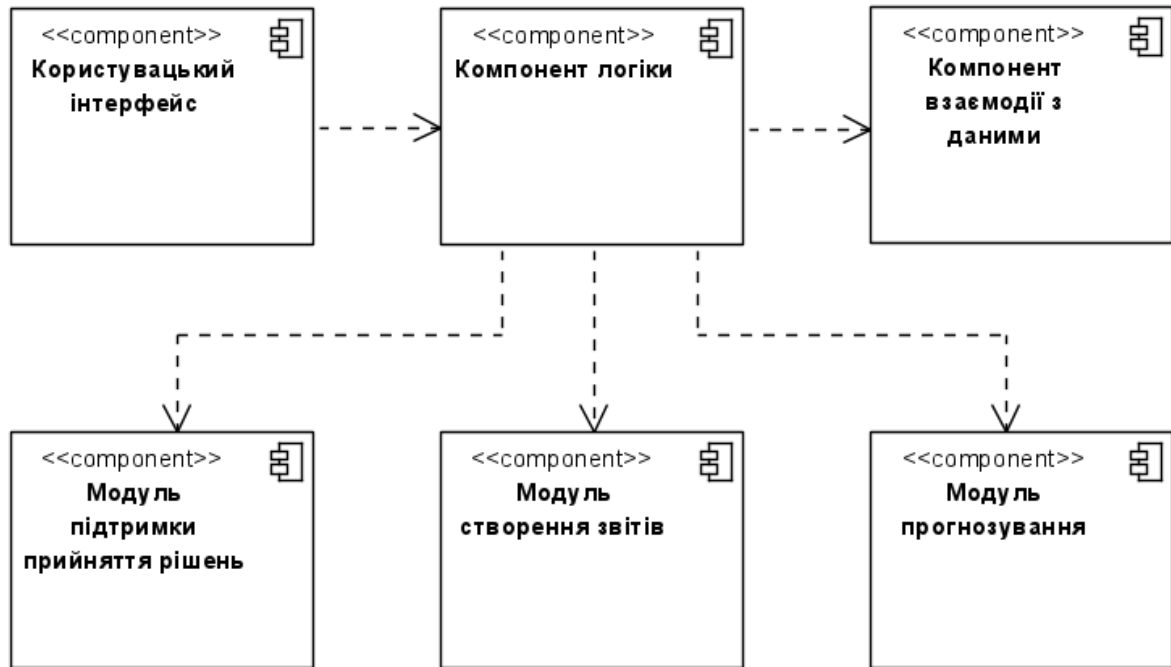


Рис. 2.4. Концептуальна модель інформаційної системи

Для прийому вхідних параметрів та відображення інформації для користувачів використовується веб-інтерфейс, де оновлення даної компоненти ніяк не вплинуть на інші частини моделі. Компонента включає візуалізацію всіх параметрів описаних завдань і надає можливість взаємодії системою через стандартний набір веб-компонентів.

Всю логіку системи слід розділити на кілька частин, щоб збереглася можливість зміни та подальшої підтримки цілісності проекту. Рішення завдань користувача, які являють собою підтримку прийняття рішення, генерування звітів і модуль прогнозування, в інформаційній системі має бути реалізовано в серверній частині даних компонент відповідно.

Для того щоб забезпечити взаємодію компонентів між один одним, система реалізовуватиме стандартизовані методи з набором вхідних параметрів. Даний спосіб забезпечить для системи підтримку поточного

рішення компоненти і при необхідності додавання нового функціоналу не порушить цілісність структури і дозволить досить просто додати зв'язки з новими компонентами системи.

Компонент взаємодії з даними повинен надавати іншим компонентам можливість отримання та редагування даних. Передача даних між компонентами буде здійснюватись через спеціально загальнодоступні функції, однак, взаємодія з даними та доступ до них є лише у поточної компоненти.

Таким чином, доступ до об'єктів, з якими працює користувач повинен бути реалізований в одному місці для того, щоб вся компонента зберегла цілісність структури і модель інформаційної системи не втратила своєї актуальності через те, що будь-який компонент системи має доступ до даних. Крім того, до завдання даного рішення входять здійснення підтримки з'єднання з базою даних і забезпечення цілісності даних.

### **2.3. Моделювання системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами**

При вході в систему користувачі мають можливість вибрати модуль системи для отримання інформації. Реалізацією переміщення між підсистемами служить маршрутизація на рівні інтерфейсу користувача.

Основними переходами із головної сторінки є:

- модуль прогнозування;
- модуль підтримки прийняття рішень;
- модуль звітів.

На рисунку 2.5 зображено діаграму варіантів використання. Дана діаграма відноситься до інтерфейсу користувача і відображає можливості,

доступні користувачеві. Для кожної можливості доступні підзавдання, які надають користувачеві широкий спектр послуг.



Рис. 2.5. Діаграма варіантів використання

На рисунку 2.6 зображено діаграму діяльності використання користувачем системи підтримки прийняття рішень для вибору оптимального типу завдань.

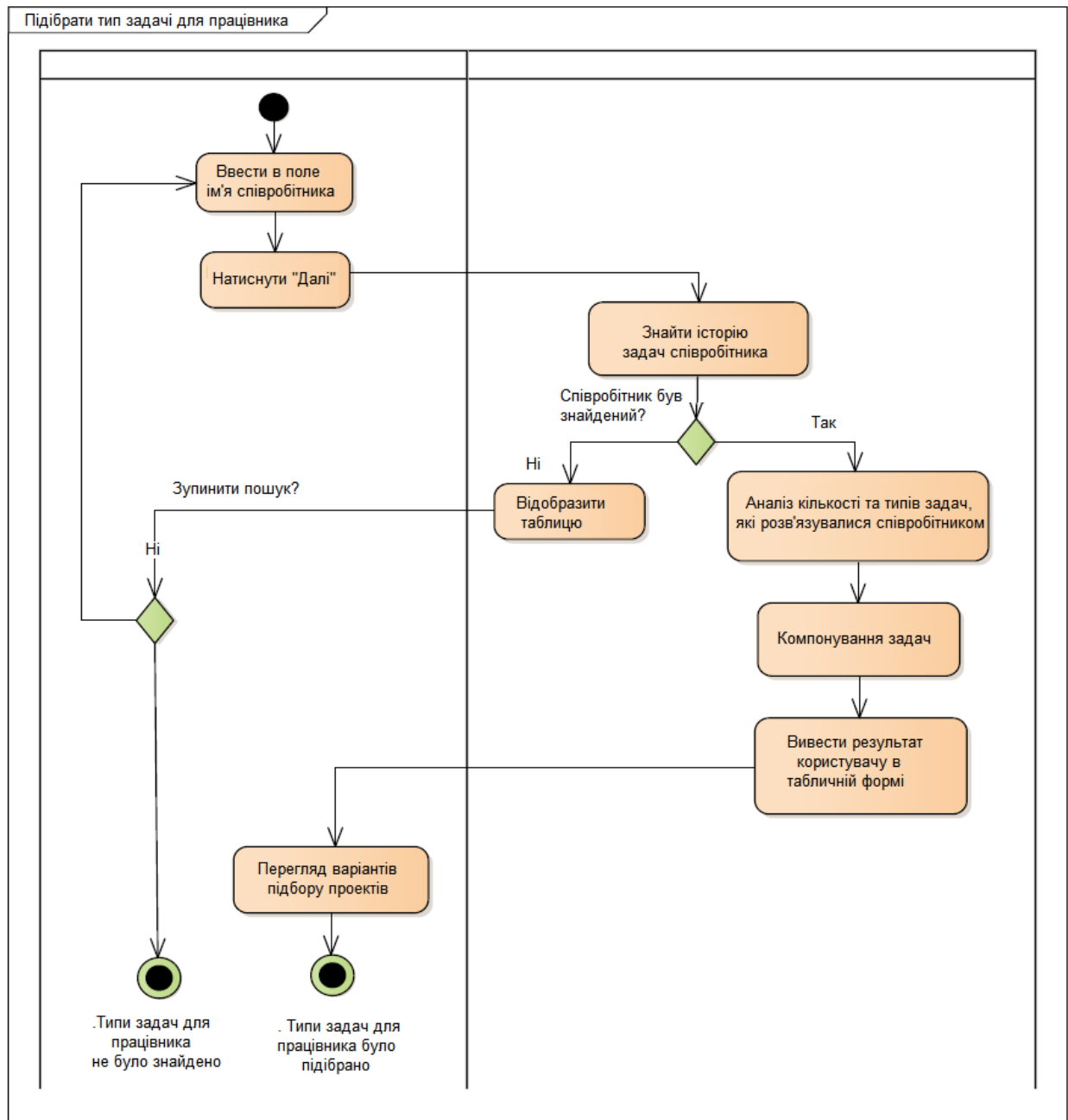


Рис. 2.6. Діаграма діяльності процесу підтримки прийняття рішень щодо підбору оптимального типу завдань

Підтримка прийняття рішень двох видів доступна користувачеві. На рисунку 2.7 зображено діаграму діяльності використання користувачем системи підтримки прийняття рішень для підбору проекту.



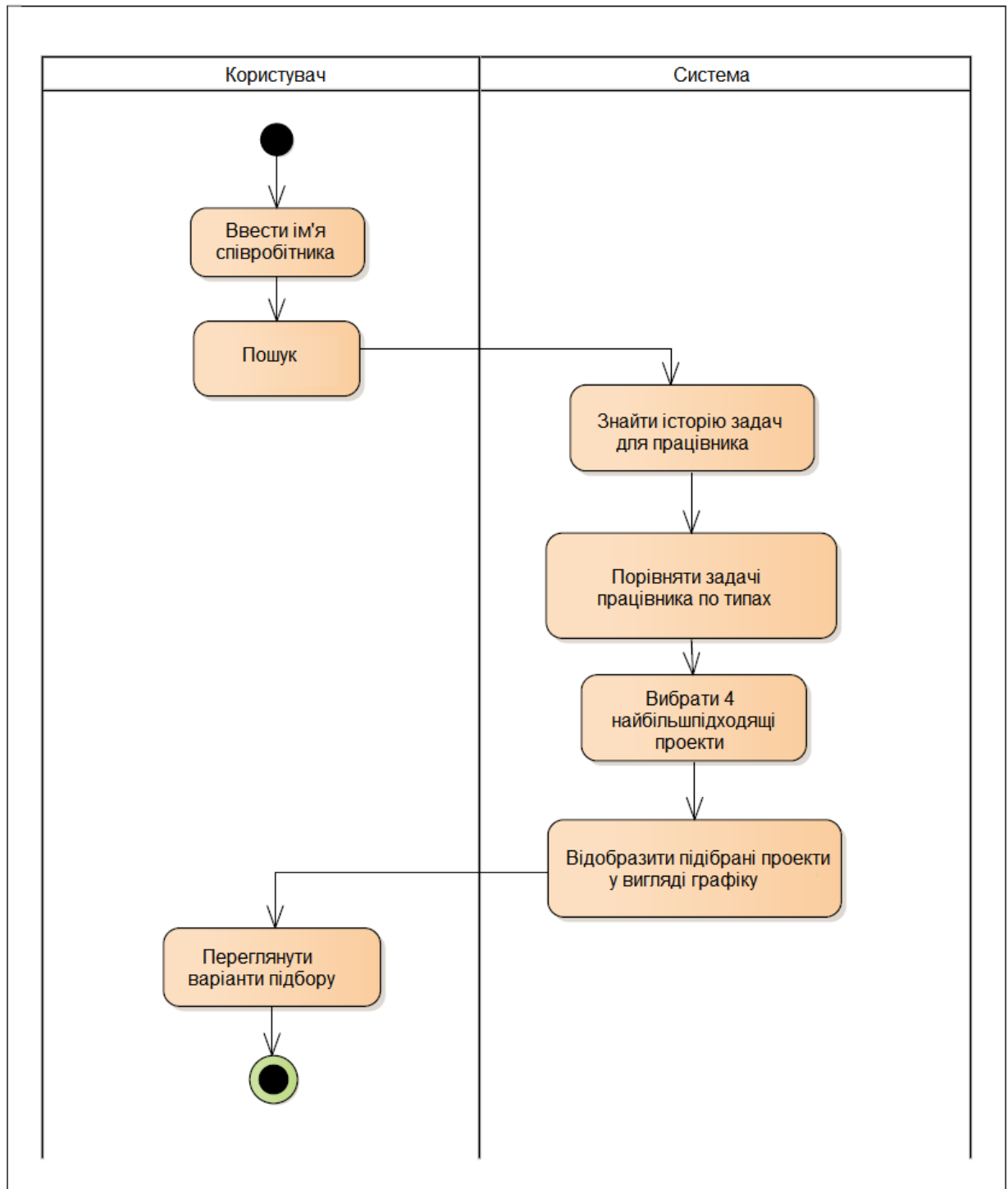


Рис. 2.7. Діаграма діяльності процесу підтримки прийняття рішень щодо підбору оптимального проекту

Пошук оптимального проекту будується на історії виконаних завдань та порівняння їх із проектними завданнями. Пошук оптимальних завдань також використовує статистику для виявлення слабких і сильних сторін, які

вкажуть на можливість роботи з конкретним типом завдань обраного кандидата.

На рисунку 2.8 зображено діаграму діяльності використання звітів у системі.

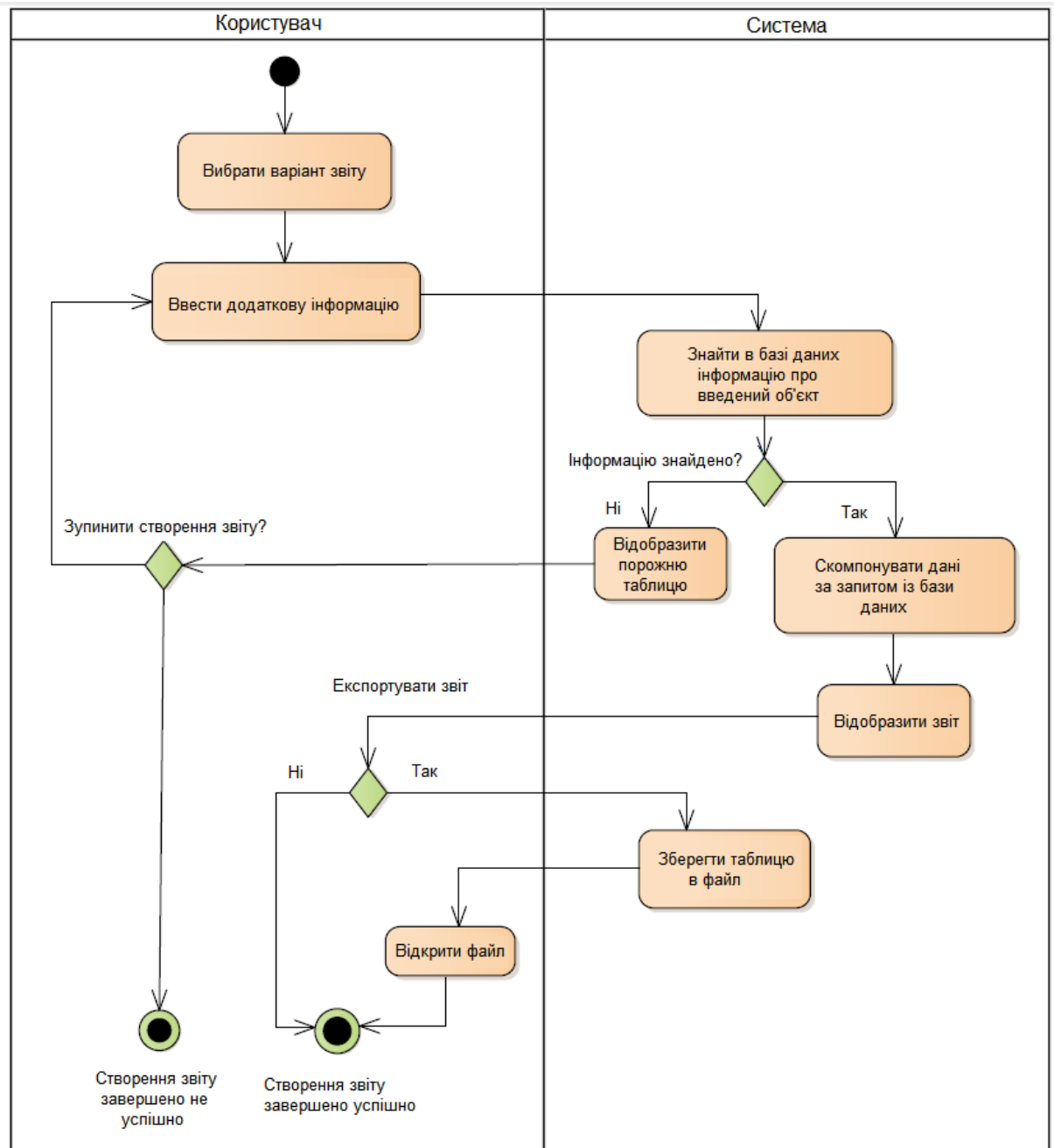


Рис. 2.8. Діаграма діяльності процесу підтримки прийняття рішень щодо підбору оптимального проекту

Користувач може звернутися до звітів системи для довідки та звірки з наявними активами компанії. Це дозволить уникнути виникнення будь-яких помилок у системі та зробить роботу ще зручнішою. Доступні звіти для наступних сутностей у системі: Співробітники, Проекти. Звіти можуть бути спільними або мати свою специфіку.

#### **2.4. Метод прогнозування успішності виконання задач співробітником при виконанні проектів**

Прогнозування в системі засноване на методі, з використанням екстраполяції. Процедура екстраполяції використовує метод ковзної середньої для здійснення прогнозування та дає можливість вирівнювати динамічний ряд на основі його середніх характеристик. У цьому методі екстраполяції використовується принцип, у якому прогнозований рівень приймається рівним середньому значенню рівнів у минулому.

Результатом використання цього методу буде точкова оцінка, яка підходить для вирішення поставлених завдань, оскільки більш ефективно використовується при короткостроковому прогнозуванні. Арифметичне ковзне середнє обчислюється за формулою, яка виражена таким чином:

$$SMA_T = \frac{1^{n-1}}{n_{i=0}} p_{t-1} = \frac{p_t + p_{t-1} + p_{t-i} + \dots + p_{t-n+2} + p_{t-n+1}}{n} \quad (2.1)$$

де  $SMA_T$  - значення простого ковзного середнього в точці  $t$ ;

$n$  - кількість значень вихідної функції для розрахунку ковзного середнього, чим ширше інтервал, що згладжує, тим більше плавним виходить графік функції;

$p_{t-1}$  - значення вихідної функції у точці  $t - i$ .

Використовуючи змодельовані дані таблиці 2.2, з урахуванням критерію кількості розв'язання завдань співробітником, можна побудувати приклад прогнозу, використовує цю методологію.

Таблиця 2.2.

## Приклад прогнозу даних про вирішені завдання співробітника

Тижні	Вирішені завдання	Ковзна середня, $m$ , %
1	6,00	-
2	7,00	5,67
3	4,00	7,00
4	10,00	7,00
5	7,00	8,33
6	8,00	7,89
7	8,67	

Метод був використаний для отримання прогнозу на сьомий тиждень. Значення 8,67 слід округлити, щоб мати чітке уявлення скільки завдань може зробити співробітник за цей тиждень. Побудуємо графік вихідної функції та його ковзну середню.

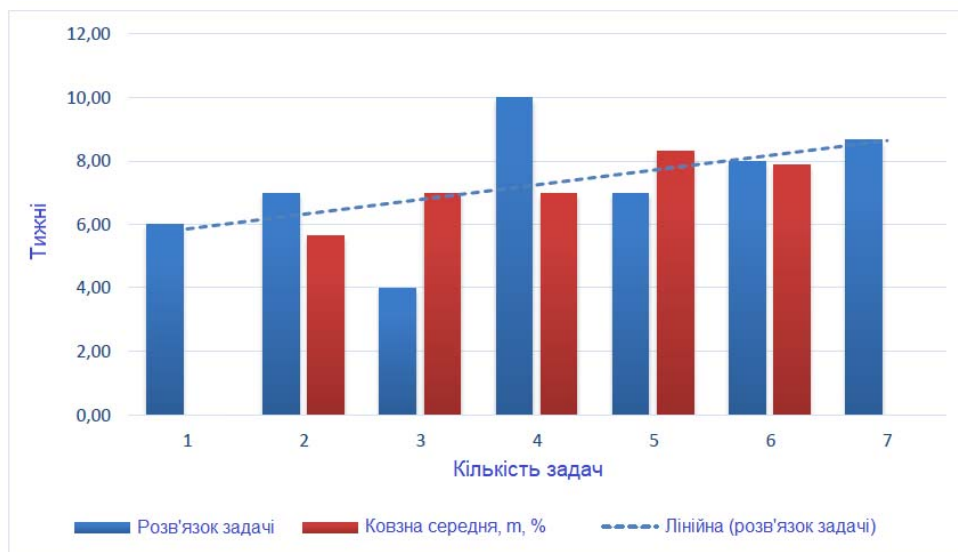


Рис. 2.10. Графік вихідної функції та його ковзна середня з прогнозом на сьомий тиждень

За графіком проведено пунктирну лінію, що показує зростання тренду вирішення завдань співробітником за період у сім тижнів. На рисунку 2.11 зображено діаграму діяльності використання прогнозування розв'язання задач співробітником з використанням системи.

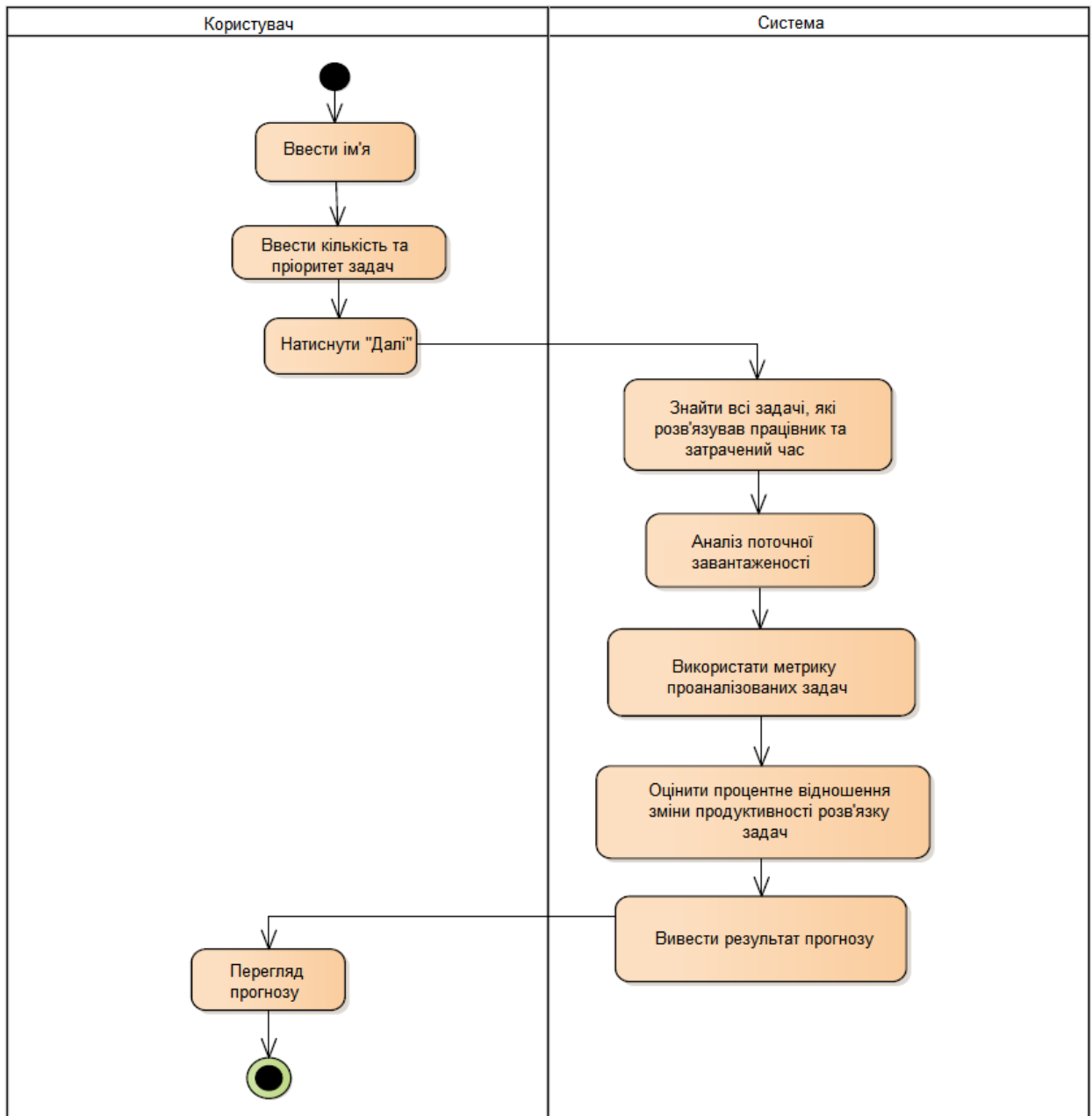


Рис. 2.11. Діаграма діяльності модуля прогнозування вирішення завдань працівником

Цей модуль відображає ймовірну тенденцію при зміні параметрів. Наступний варіант дозволяє використовувати прогнозування проектів. Для

проекту є можливість зміни завдань та конкретних співробітників. Такий інструмент дозволяє користувачеві скласти бачення цілісності сутностей у компанії та їх подальшого розвитку.

Пошук сутностей ведеться за внутрішньою та зовнішньою базами даних з підвантаженням із зовнішнього та подальшим оновленням внутрішньої.

У результаті ми маємо всі необхідні інструменти, що дозволяють розпочати реалізацію програмного продукту, яка описана в третьому розділі магістерського дослідження.

### **Висновки до другого розділу**

1. На основі особливостей процесу вирішення проектних завдань користувачем розроблено концептуальну модель інформаційної системи. Модель описує повний спектр завдань, необхідний для вирішення питань, що пов'язані з проектною активністю.

2. Прогнозування в системі засноване на методі, з використанням екстраполяції. Процедура екстраполяції використовує метод ковзної середньої для здійснення прогнозування та дає можливість вирівнювати динамічний ряд на основі його середніх характеристик. У цьому методі екстраполяції використовується принцип, у якому прогнозований рівень приймається рівним середньому значенню рівнів у минулому.

## РОЗДІЛ 3

### ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

#### 3.1. Проектування системи зберігання інформації про проекти

Поточна модель інформаційного забезпечення має на увазі локальне зберігання даних для швидкого доступу. Таке рішення обґрунтовано тим, що локальна інформація матиме узгоджений вигляд, тим самим зменшуючи час видачі результату користувачеві системою. Оновлення та додавання даних буде здійснюватись при запиті користувача за конкретною активністю. Якщо дані були оновлені у зовнішніх системах, буде зроблено синхронізацію даних з локальною копією.

Для зберігання даних використовується об'єктно-орієнтована база даних. Основними сутностями, які є в системі це: співробітники; проект; завдання; коментар.

Використання об'єктного зберігання даних дозволяє уникнути декомпозиції об'єктів в атрибути та зворотної дії. Для системи прийняття рішень використання об'єктів для моделювання ситуацій є загальноприйнятим підходом, зважаючи на те, що бачити на діаграмах об'єкти та їх дії представляють для людини краще розуміння, ніж атрибут об'єкта. Також об'єктно-орієнтований підхід дозволяє використовувати всі його властивості та підходи програмування: використовується для підтримки прийняття рішень; містить агреговані та атомарні дані; містить поточні та історичні дані; користувачі не можуть змінювати дані; мінімальні витрати на зберігання даних; завантаження даних у сховище відбувається з певною періодичністю; відбувається об'єднання даних із безлічі зовнішніх ресурсів.

На рисунку 3.1 зображена діаграма класів у базі даних.

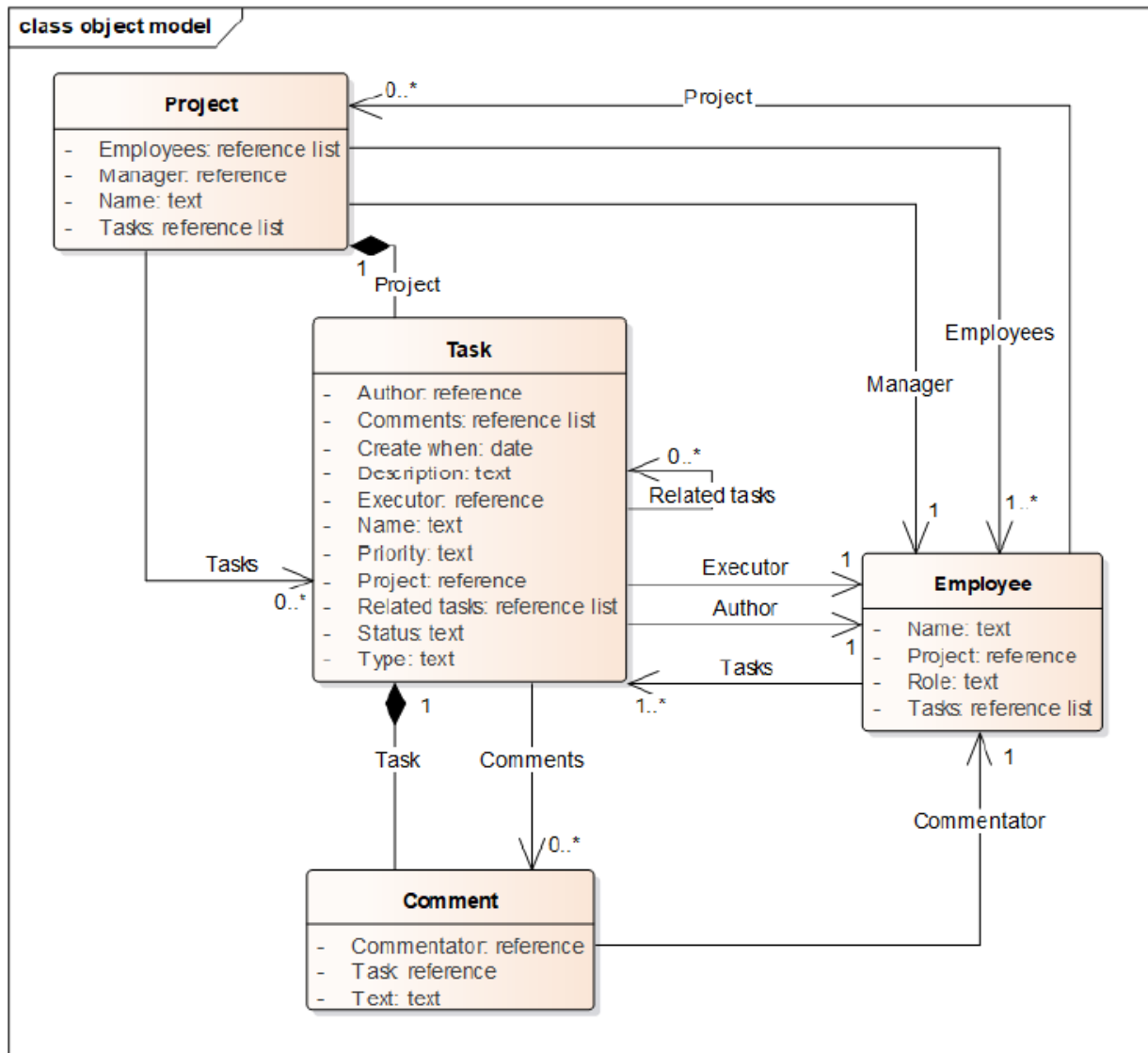


Рис.3.1. Схема зв'язке відношень у сховищі даних

Основною таблицею є "Task", тобто "Завдання", від якої відштовхується все рішення інформаційного забезпечення. У цій таблиці зберігаються основні поля, такі як «Назва задачі», «Проект» та «Виконавець задачі». В основному, для статистики назва завдання не несе будь-якої цінності, однак, для того, щоб користувач міг сам збирати статистику з потрібних завдань або не потрібних завдань, буде виводитися назва завдання.



Приналежність до проекту завдання є важливим атрибутом статистики по проектах. А також для статистики працівника в даній таблиці буде корисним поле «виконавець». З цієї таблиці ми можемо зібрати досить багато корисної інформації для процесів, що реалізуються в системі.

Завдання між собою можуть бути пов'язані, тому, щоб бачити зв'язок задач, існує «Related tasks». Де кожен об'єкт усередині є завданням, що зберігається у цій же таблиці. Таким чином, ми можемо відстежувати прогрес певного завдання шляхом внутрішніх підзавдань.

Таблиця «Employee» доповнює основну таблицю «Task» і служить для зберігання всіх працівників компанії, які займаються завданнями. Поле Name служить для зберігання імені працівника, поле Role зберігає спеціалізацію працівника. Дані про місце працівника знаходяться в полі «Project». Поле Tasks зберігає список завдань, над якими працює співробітника на даний момент.

Усі дані щодо проектів, над якими ведеться або велася робота, зберігаються у таблиці «Project». Ім'я проекту зберігається у полі «Name», менеджер проекту відображено у полі «Manager» та закріплені співробітники у списку «Employees». Завдання, які стосуються проекту, зберігаються у списку «Tasks».

Кожне завдання може мати коментарі користувачів, тому зберігати їх слід окремій таблиці «Comment». Коментар має посилання на завдання в полі «Task». Зміст коментаря зберігається в полі Text. Користувач, який залишив коментар, зберігається в полі Commentator.

Така структура бази даних забезпечить легку взаємодію з об'єктами, їх обробку та отримання необхідної інформації, а також структурну цілісність, що підтримується.

### 3.2. Реалізація системи підтримки прийняття рішень в управлінні проектами

Виходячи з вимог, слід використовувати клієнт-серверну архітектуру для реалізованого рішення. Такий підхід дозволить декомпозувати сутності системи, тим самим гарантувавши найпростішу розробку та підтримку окремих компонентів. Система підтримки прийняття рішень реалізується як інформаційна система, на рисунку 3.2 зображено загальну архітектуру системи.

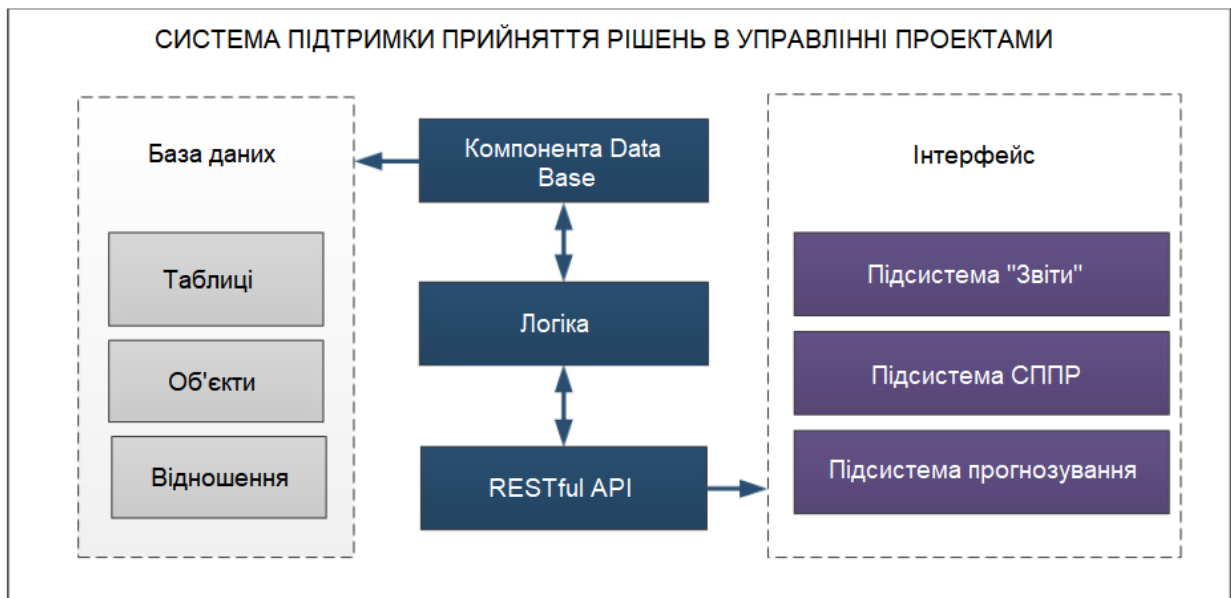


Рис.3.2. Загальна архітектура системи

Наслідуючи архітектуру, реалізацію слід розділити на дві основні частини, перша з яких відповідає за взаємодію з користувачем, а друга реалізує логіку бізнес процесів та взаємодію з даними. Інтерфейс користувача складається з 4 окремих модулів, які дозволяють коректно сформулювати запит для серверної частини. На рисунку 3.3 зображені компоненти інтерфейсу користувача.

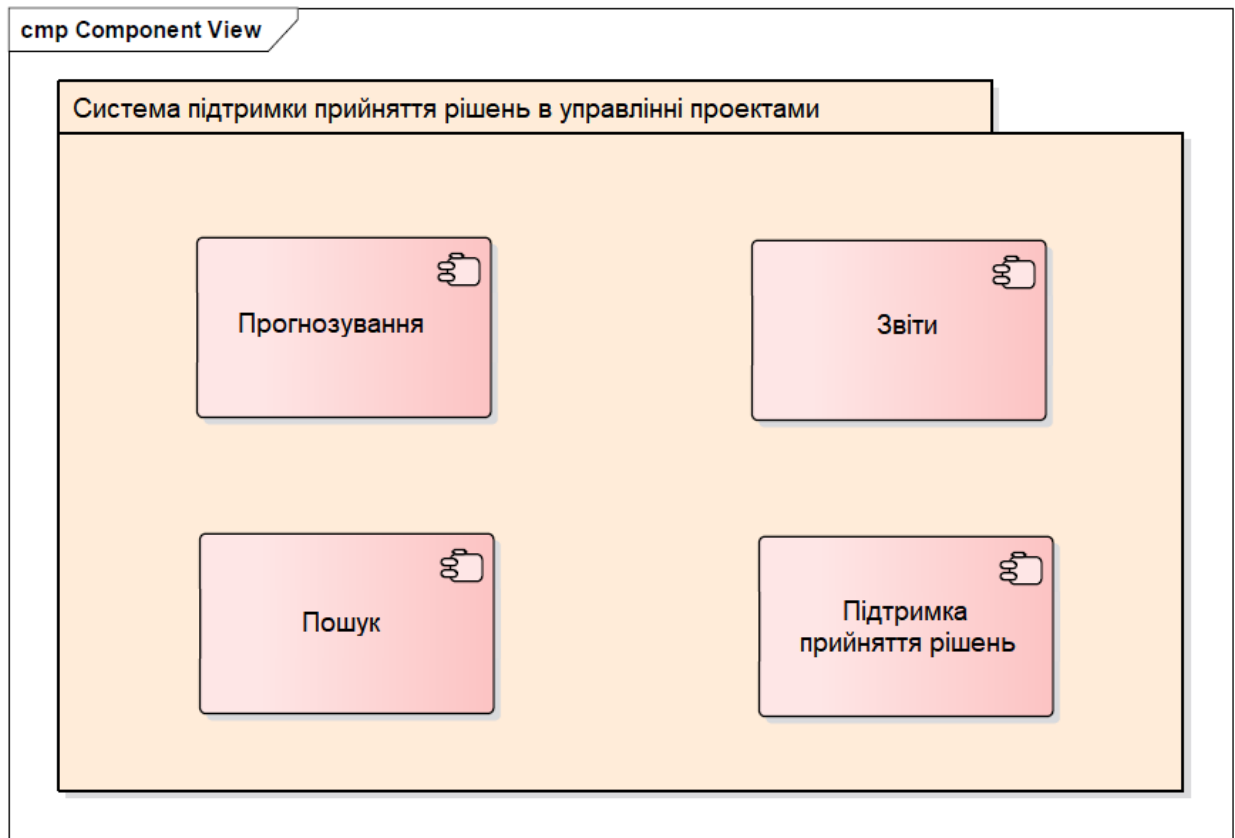


Рис.3.3. Компоненти користувацького інтерфейсу

Даний набір компонентів дозволяє користувачам ефективно використовувати програмний продукт для вирішення бізнес завдань та автоматизує процеси, які раніше оброблялися вручну. На рисунку 1.4 зображено компоненти серверної частини.

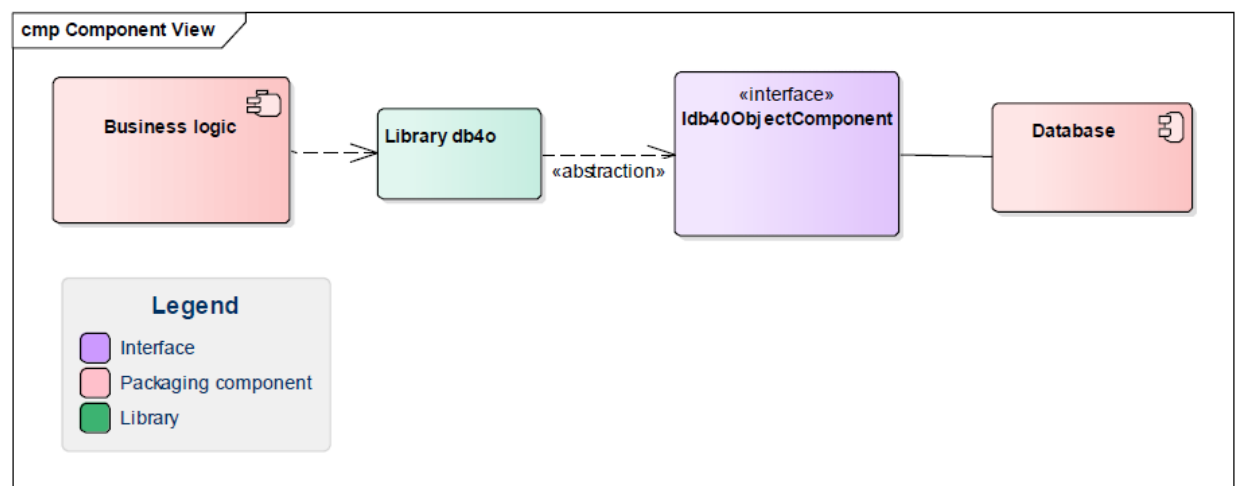


Рис.3.4. Компоненти серверної частини додатку

Бізнес логіка та управління даними перебувають у тісній взаємодії один з одним і працюють в одному середовищі. Бізнес логіка відповідає на всі запити користувача, прямий запит до читання даних немає, все регулюється в рамках бізнес процесів. Управління даними включає, окрім роботи з вже завантаженими даними, роботу з віддаленими серверами додатків для підкачування даних у внутрішню базу даних.

Для реалізації інструменту було використано такі технології: Java Spring Boot; Angular 2. Для реалізації серверної частини використовується відкритий фреймворк Java Spring Boot, який реалізує REST API архітектуру взаємодії з частиною користувача. Також серверна частина відповідає за взаємодію з базою даних. Однак, реалізація не має жодного графічного інтерфейсу і працює автономно за допомогою завантаження та встановлення зібраного пакета на сервер додатків. У цьому випадку використовувався Apache Tomcat.

У реалізації інтерфейсу користувача використовувався Angular 2. Дана платформа побудована на мові Javascript і має власну мову Typescript, а також компілятор, який перетворює весь написаний код в Javascript. Typescript надає велику гнучкість у написанні коду та його підтримці через те, що з кожною веб-сторінкою можна працювати як з об'єктом. Тим самим зберігаючи цілісність даних, що зберігаються на серверній стороні, зважаючи на те, що відсутня постійна серіалізація і десеріалізація об'єктів, що передаються.

У реалізації використовувалися стороння бібліотека material, яка служить обгорткою веб-компонент і надає додатковий, більш зручний контроль над усією частиною користувача. Основні компоненти: "Material Radio" як перемикач, "Material DatePicker" для вибору дати, "Material Checkbox" для виставлення відмітки, "Material Select" для вибору значення, "Material Card" як основний контейнер компонент, "Material Stepper" для реалізації робочого процесу, "Material Table" для табличного подання даних. Крім цих компонентів також додатково були використані діаграми, які забезпечують додаткову візуальну складову. Використовуючи раніше розроблені діаграми діяльності, були реалізовані наступні веб-сторінки.

Перша, або домашня сторінка, є домашньою сторінкою і надає користувачеві шляхи навігації по системі. На рисунку 3.5 зображено домашню веб-сторінку.

## Corpsystem

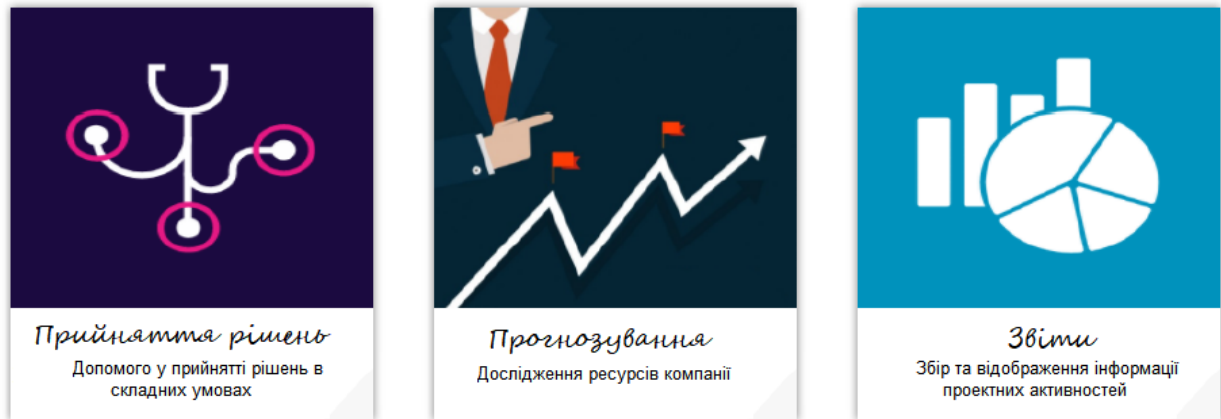


Рис.3.5. Головна сторінка системи

Використовуючи цю сторінку, надається можливість користувачеві вибрати модуль системи, з яким необхідно взаємодіяти.

На кожен блок можна натиснути мишкою, і він маршрутизує користувача відповідно до таких правил: «Прийняття рішень» організує перехід до модуля підтримки прийняття рішення; "Прогнозування" організує перехід до модуля прогнозування; "Звіти" організує перехід до модуля звітів. Сторінку ухвалення рішення зображено на рисунку 3.6.

На цьому рисунку ми можемо бачити приклад взаємодії з інтерфейсом користувача підтримки прийняття рішень. Для того користувача частина відправила запит серверної частини, користувач повинен встановити всі параметри, що його цікавлять. При використанні прогнозування по співробітниках, першим кроком користувач повинен ввести ім'я користувача, можна навіть не повне, і вибрати серед запропонованих варіантів необхідного співробітника.

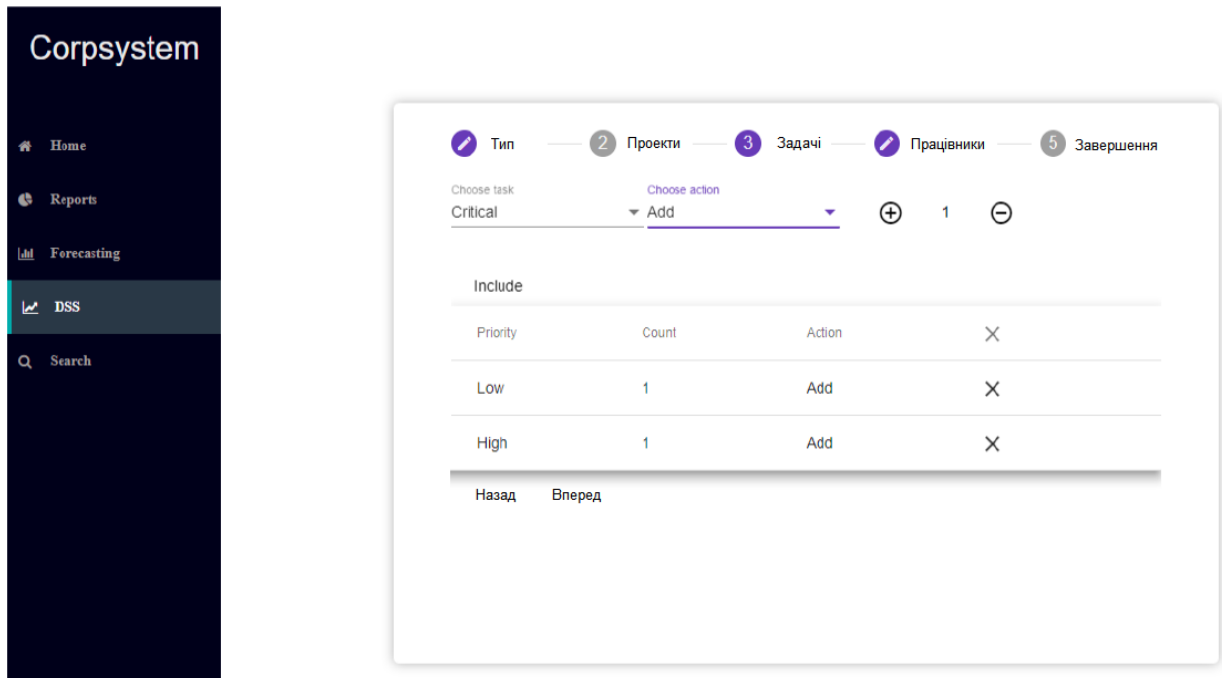


Рис.3.6. Веб-сторінка модуля підтримки прийняття рішень

Інтерфейс переміщення робочого процесу представлений на рисунку 3.7.

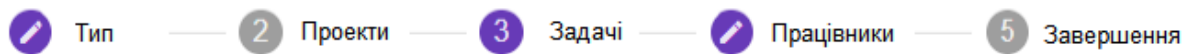


Рис.3.7. Реалізація переміщення робочим процесом на прикладі модуля прийняття рішення

Основні позначення значків процесу:

Фіолетовий колір: завершена форма, де всі необхідні параметри, що у процесі, були заповнені;

Сірий колір: форма очікує заповнення необхідних параметрів та блокує запуск передачі даних у серверну сторону для запуску процесу.

Така поведінка доступна не тільки для цієї сторінки. Кожна із трьох сторінок має загальний каркас, проте класи, що реалізують логіку – різні.

Основними кнопками переміщення між кроками доступно через кнопки «Вперед» і «Назад». А також кнопки з номером процесу доступні для натискання. На рисунку 3.8 зображено панель швидкого доступу.

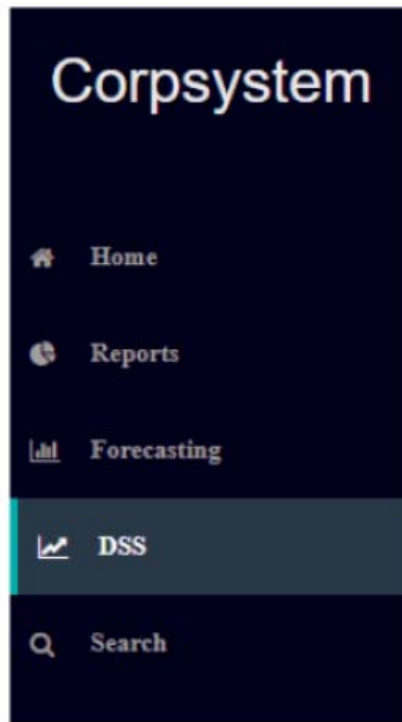


Рис.3.8. Панель навігації між компонентами.

У всіх веб-сторінках з модулями є ліворуч панель швидкої навігації по модулях системи і служить для оптимізації часу. Призначення кнопок навігації (зверху донизу): Домашня сторінка; Модуль звітів; Модуль прогнозування; Модуль підтримки прийняття рішення; Модуль пошуку.

При переміщенні між сторінками дані не зберігаються, оскільки кожен раз ініціалізується клас і конструктор очищає всі результати попереднього набору. На рисунку 3.9 відображено інтерфейс вибору співробітника.

Після того, як співробітник буде обраний, користувач натискає кнопку «Next», де йому буде запропоновано вибрати набір завдань, які мають використовуватися в алгоритмі прогнозування зміни навантаження співробітника.

Для редагування значення кількості завдань можна ввести дані безпосередньо в поле або використовувати «+»/«-» кнопки. Дія, яка привносить певний набір завдань міститься в компоненті «Choose action», де «Remove» - виключити завдання, а «Add» - увімкнути.

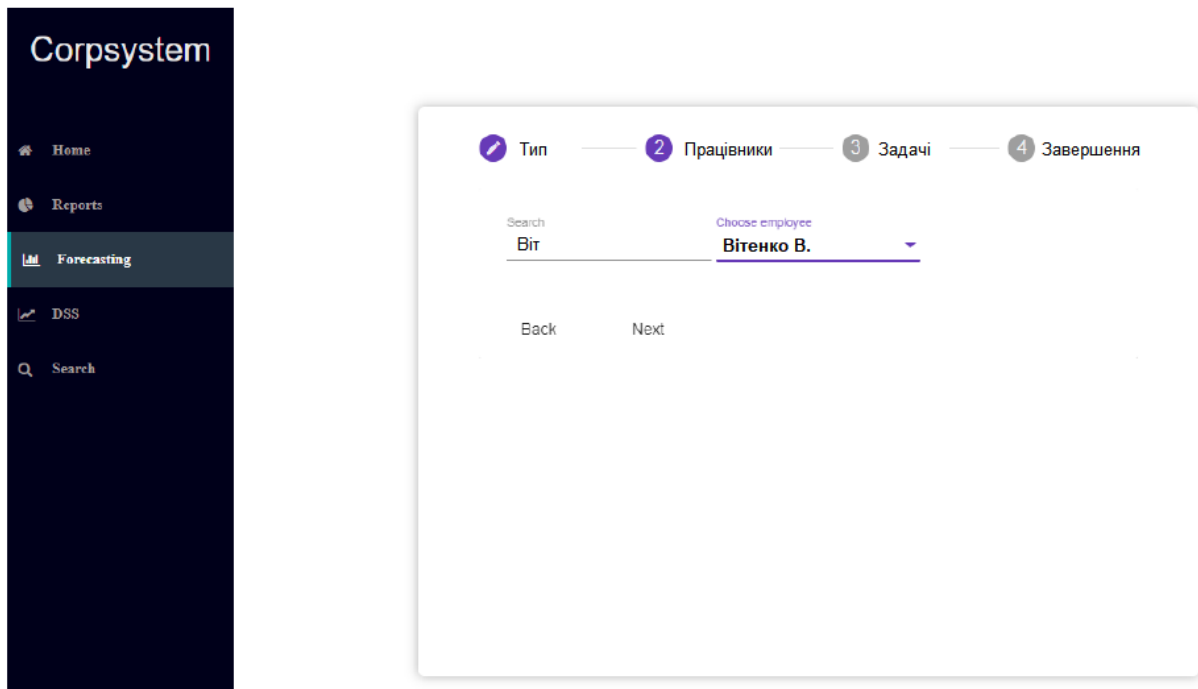


Рис.3.9. Вибір співробітника у модулі прогнозування

Кнопка «Include» додає запис з інформацією про задання таблиці. Для зміни набору завдань доступна кнопка видалення запису у вигляді «X». Видалення всього набору доступне через кнопку у шапці таблиці. На рисунку 3.10 зображено реалізацію веб-сторінки прогнозування вибору завдань.

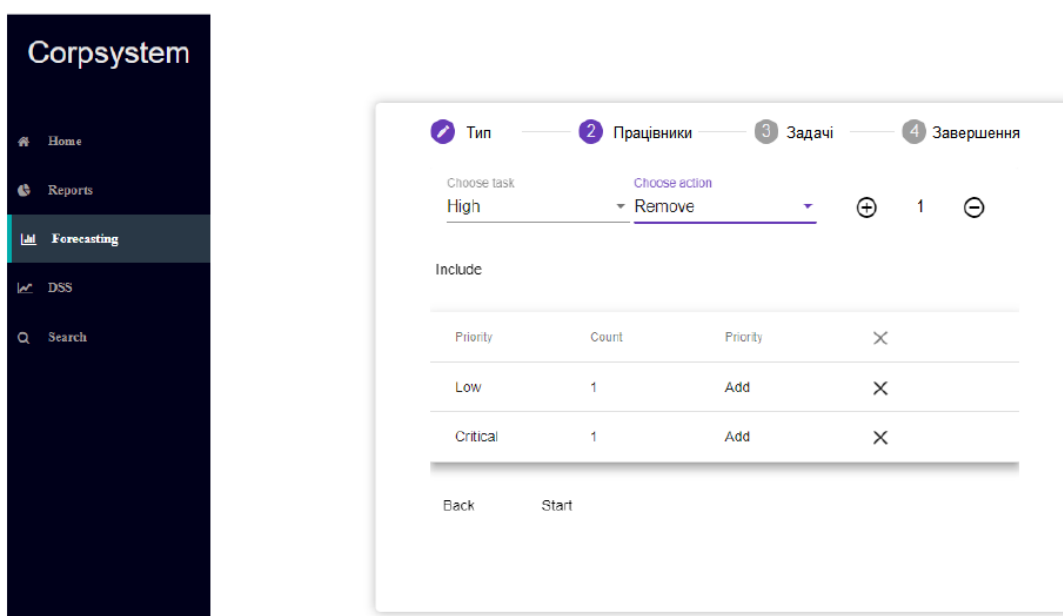


Рис.3.10. Веб-сторінка модуля прогнозування вибору набору завдань



Прогнозування також вимагає від користувача вибору зазначених параметрів на вкладках, щоб результат роботи серверної частини відображав максимально ймовірний майбутній результат проектних активів. Перемикання по вкладках можливе через натискання кнопки «Далі» або на саму вкладку за умови, що вона активна. Вкладка стає активною, коли користувач заповнює поточну і натискає «Далі».

На рисунку 3.11. зображено результат роботи прогнозування над співробітником «Vitenko». Використовується діаграма з двома степенями для кожного пріоритету завдань. Старе значення відображається як "Old Performance of Vitenko ", а нове значення в "New Performance of Vitenko ".



Рис.3.11. Веб-сторінка модуля прогнозування вибору набору завдань

Дане візуальне відображення нового навантаження наочно демонструє зміни для обраного співробітника і дозволяє більш ефективно оцінити набір завдань, що вибираються. Вісь «Y» має параметри значень, що динамічно змінюються, і починається з нуля.

Додатково, відображається при наведенні мишки на стовпець, відображено на рисунку 3.12. Це необхідно з огляду на те, що поточна сітка в таблиці не відображає всі значення, однак, якщо додати дане відображення, то діаграма буде переповнена занадто великим числом значень, і навіть ліній, що негативно впливає загальне уявлення і призводить до втрати змісту всієї діаграми користувача.



Рис.3.13. Інтерфейс діаграми інтерфейсу користувача

Крім динамічного відображення, користувачеві доступне персональне налаштування виведення інформації шляхом натискання на ім'я значення у шапці діаграми. На рисунку 3.14 зображено можливий варіант виду існуючої діаграми.

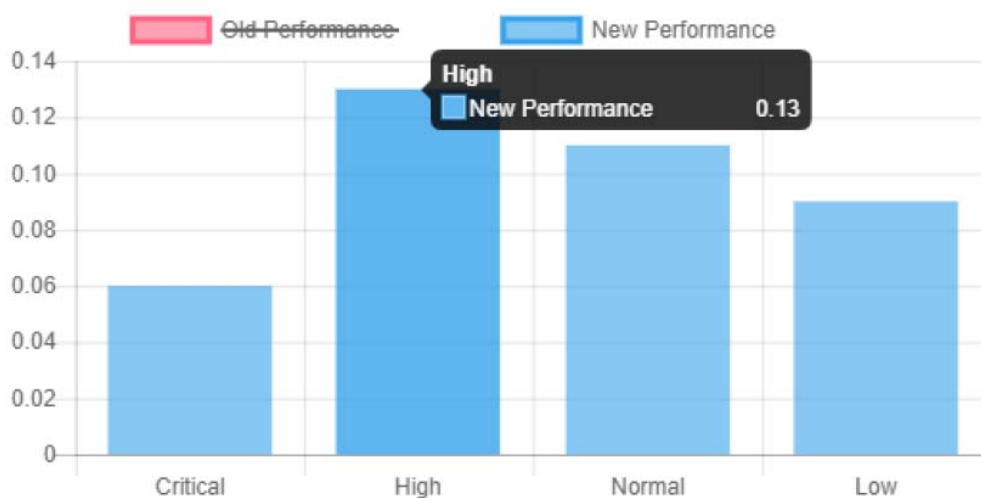


Рис.3.14. Налаштований інтерфейс діаграми модуля прогнозування

Для вибору проекту вводимо в полі «Search» ім'я проекту та вибираємо один із запропонованих системою. Наступним кроком вибираємо набір завдань, які будуть використані у проекті як базові та дозволять зробити на серверній стороні більш точний аналіз. На рисунку 3.15 зображено інтерфейс користувача вибору завдань. Четвертим кроком користувачеві необхідно вибрати співробітників, які будуть включені до проекту та з урахуванням їх досягнень буде видано результат. На рисунку 3.16 зображено результат прогнозування проектів.

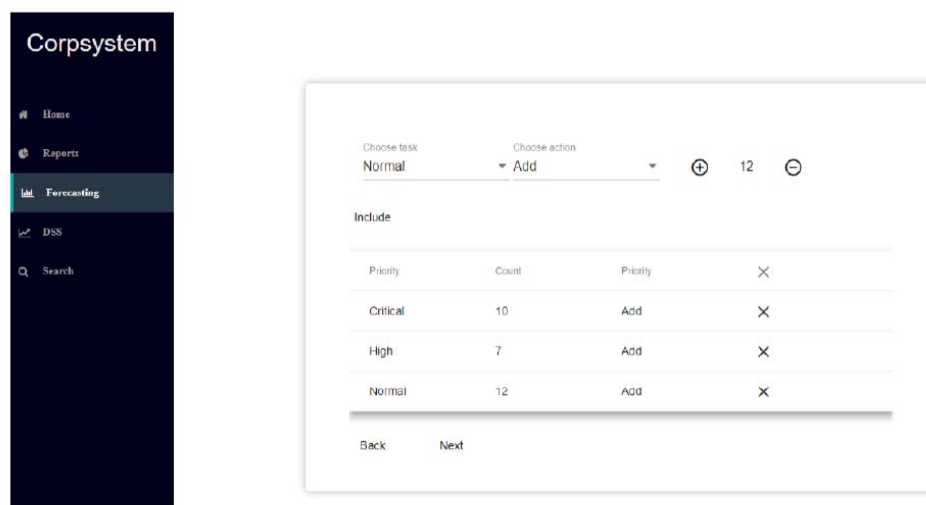


Рис.3.15. Настроений інтерфейс діаграми модуля прогнозування

Результуюча діаграма містить типи розв'язуваних задач та відсоткову зміну швидкості їх вирішення при вибраних параметрах команди. Зміни до зростання означають збільшення навантаження рішення конкретного типу завдання. Якщо показник зменшення, це означає, що члени команди більш ніж досвідчені у рішеннях цього типу завдань і здатні перерозподілити своє навантаження на вирішення інших завдань.

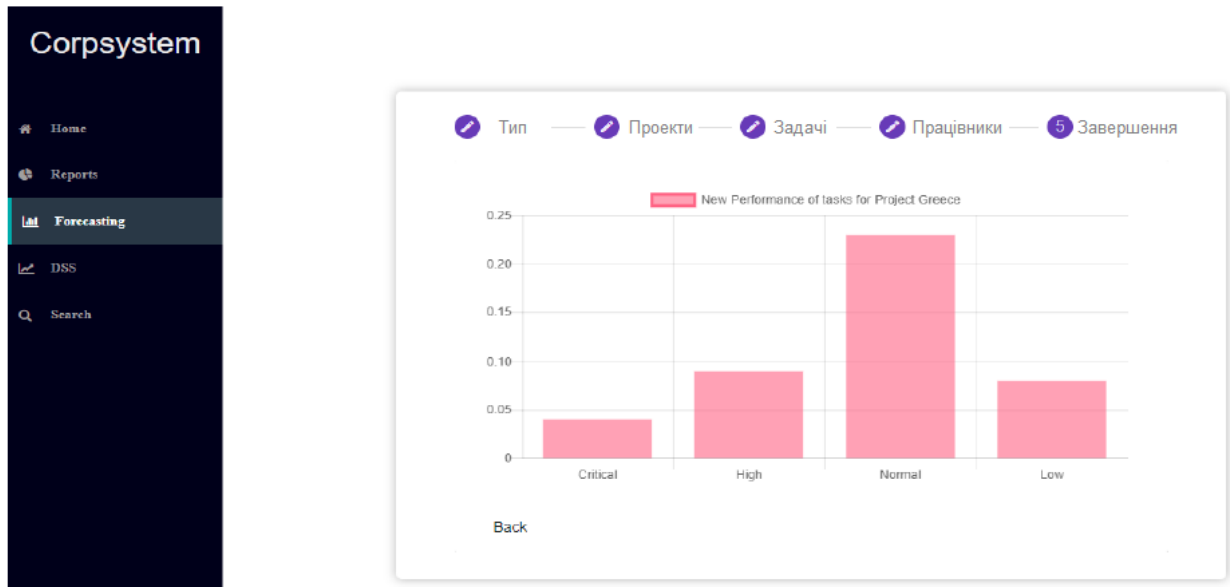
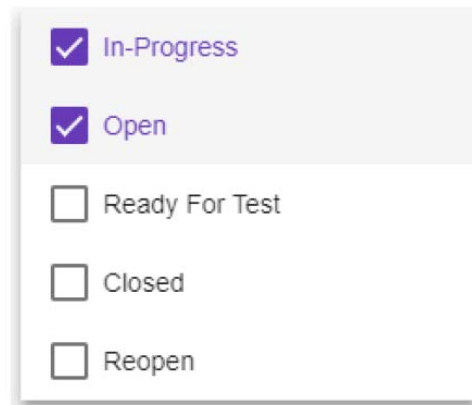


Рис.3.16. Настроений інтерфейс діаграми модуля прогнозування

Наступним модулем було реалізовано «Звіти». Першим кроком користувачеві пропонується вибрати тип звіту. Після цього інтерфейс користувача пропонує вибрати проект або співробітників, за якими буде побудований звіт, а також задати додаткові параметри. На рисунку 1.17 зображено інтерфейс, який дозволяє додати додаткові фільтри.

Рис.3.17. Реалізація додаткових фільтрів до модуля звітів

Одним з параметрів, що додатково налаштовуються, виступають «Статус» завдання. На рисунку 3.18 зображено набір доступних статусів.



In-Progress  
 Open  
 Ready For Test  
 Closed  
 Reopen

Рис.3.18. Інтерфейс користувача для вибору доступних статусів

Даний набір не є статичним і залежить від наданої інформації, яка зберігається в базі даних. Статус може мати необмежену кількість. Після введення додаткових обмежень та уточнення необхідної інформації користувач повинен натиснути кнопку «Start», щоб дані пішли на серверну частину із запитом необхідної інформації, а далі система видає звіт, з актуальними відомостями на даний момент. На рисунку 3.19 зображено результат звіту.

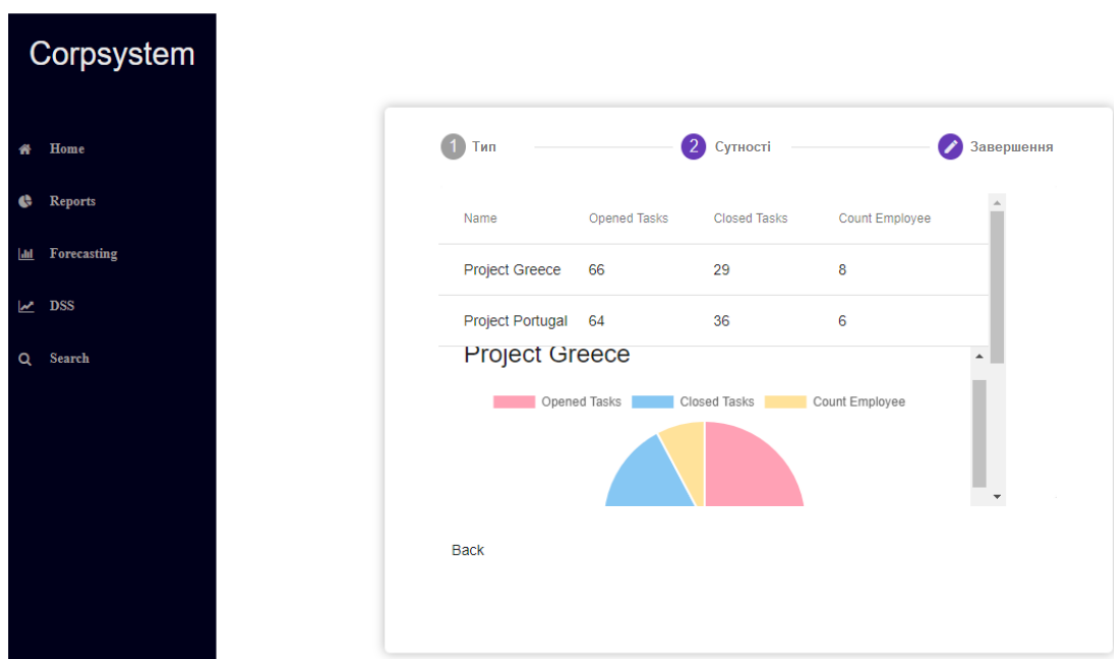


Рис.3.19. Згенерований результат звіту з проектів

Перегляд звіту доступний лише після його генерації і не зберігається на сервері, тому, якщо звіт потрібно зберегти, вивантаження доступне у PDF форматі через інтерфейс користувача для того, щоб не навантажувати серверну частину. У реалізації із співробітниками використовується кругова діаграма для більш детального та зручного відображення отриманої інформації. На рисунку 3.20 приклад кругової діаграми по співробітнику Vitenko.

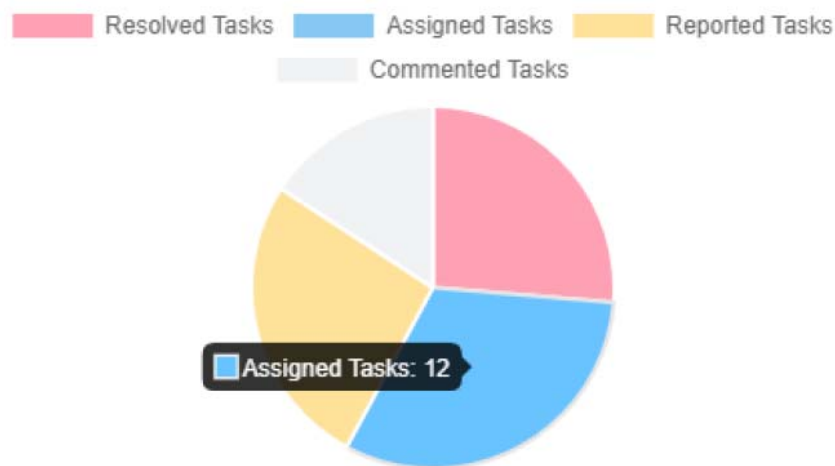


Рис.3.20. Інтерфейс користувача динамічної діаграми в модулі «Звіти»

Для кожного із співробітників буде доступна своя діаграма. У конкретному випадку зверху ліворуч виводиться ім'я співробітника і через символ «/» відображено суму всіх завдань, де співробітник проявляв якусь активність.

При цьому кожна частина динамічна і може відображати свої значення крім основної інформації, що зберігається в таблиці. Крім того, користувач може змінити доступний набір при натисканні будь-якої опції на верхній частині відображення.

На рисунку 3.21 зображена нова діаграма, заснована на ідентичних даних, змінена користувачем.

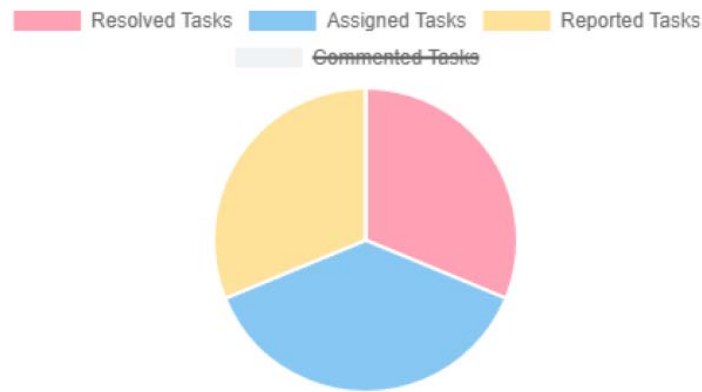


Рис.3.21. Індивідуально настроєна діаграма модуля звітів

Таким чином, користувач може скомбінувати для себе необхідний вид звіту і вивантажити на локальний диск.

### Висновки до третього розділу

1. Розроблена модель та система підтримки прийняття рішення у завданнях управління проектами дозволяє підвищити якість підтримки прийняття рішення у завданнях управління проектами. Використання реалізованої інформаційної системи дає такі переваги: збільшення швидкості ухвалення рішення; швидке отримання різного виду звітів; автоматизована взаємодія із зовнішніми системами для своєчасного оновлення інформації в локальній базі даних.

2. Отримані результати тестування модулів гранично точно показують працездатність розробленого рішення, а також відповідають встановленим вимогам кінцевого продукту.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи отримано наступні теоретичні та практичні результати<sup>2</sup>

1. Проаналізовано особливості організації систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами.

2. Виконано аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в управлінні проектами, розкрито особливості їх організації, проаналізовано основні переваги та недоліки.

3. На основі особливостей процесу вирішення проектних завдань користувачем розроблено концептуальну модель інформаційної системи. Модель описує повний спектр завдань, необхідний для вирішення питань, що пов'язані з проектною активністю.

4. Прогнозування в системі засноване на методі, з використанням екстраполяції. Процедура екстраполяції використовує метод ковзної середньої для здійснення прогнозування та дає можливість вирівнювати динамічний ряд на основі його середніх характеристик. У цьому методі екстраполяції використовується принцип, у якому прогнозований рівень приймається рівним середньому значенню рівнів у минулому.

5. Розроблена модель та система підтримки прийняття рішення у завданнях управління проектами дозволяє підвищити якість підтримки прийняття рішення у завданнях управління проектами. Використання реалізованої інформаційної системи дає такі переваги: збільшення швидкості ухвалення рішення; швидке отримання різного виду звітів; автоматизована взаємодія із зовнішніми системами для своєчасного оновлення інформації в локальній базі даних.

6. Отримані результати тестування модулів гранично точно показують працездатність розробленого рішення, а також відповідають встановленим вимогам кінцевого продукту.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Ramzan M. A genetic algorithms based approach for conflicts resolution in requirement / M. Ramzan, M. Q. Khan, M. A. Iqbal, M. Aasem, A. Jaffar, S. Anwar, A. Adnan, A. Tamleek, M. Ali, M. A. Alam // *International Journal of the Physical Sciences*. – 2011. – Vol. 6, № 4. – P. 828–836. – DOI: 10.5897/IJPS10.623.
2. Barford, P.; Kline, J.; Plonka, D.; Ron, A. A Signal Analysis of Network Traffic Anomalies. In *Proceedings of the 2nd ACM SigcommWorkshop on Internet Measurment (IMW '02)*, Marseille, France, 6–8 November 2002; ACM: New York, NY, USA, 2002; pp. 71–82.
3. Ramzan M. Project Scheduling Conflict Identification and Resolution Using Genetic Algorithms / M. Ramzan, M. A. Iqbal, M. A. Jaffar, A. Rauf, S. Anwar, A. A. Shahid // *2010 International Conference on Information Science and Applications*. – 2010. – Vol. 1. – P. 1–6. – DOI: 10.1109/ICISA.2010.5480400.
4. Rebaiaia M. L. Integrating PMBOK Standarts, Lean and Agile Methods in Project Management Activities / M. L. Rebaiaia, D. R. Vieira // *International Journal of Computer Applications*. – 2014. – Vol. 88, № 4. – P. 40–46. – DOI: 10.5120/15343-3680.
5. Sackey S. Duration Estimate at Completion: Improving Earned Value Management Forecasting Accuracy / S. Sackey, D. E. Lee, B. S. Kim // *KSCE Journal of Civil Engineering*. – 2020. – Vol. 24, № 3. – P. 693–702. – DOI: 10.1007/s12205-020-0407-5.
6. Akbar M. A. Statistical Analysis of the Effects of Heavyweight and Lightweight Methodologies on the Six-Pointed Star Model / M. A. Akbar, J. Sang, A. A. Khan, F.-E Amin, Nasrullah, S. Hussain, M. K. Sohail, H. Xiang, B. Cai. – *IEEE Access*. – 2018. – Vol. 6. – P. 8066–8079. – DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2805702.