

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій

«До захисту допущено»

Т.в.о. завідувача кафедри

_____ Світлана ВАЩЕНКО

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

освітньо-наукової програми «Інформаційні технології проектування»

на тему: Інформаційна технологія аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців

Здобувача (ки) групи ІТм-11н. Захарченка Олександра Олександровича
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

ЗАХАРЧЕНКО
(підпис)

Олександр

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник доцент кафедри інформаційних технологій,
доцент, к.т.н. Анна МАРЧЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2023

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра інформаційних технологій

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітньо-наукова програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри ІТ

_____ С. М. Ващенко
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студентіві

Захарченко Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Інформаційна технологія аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців
затверджена наказом по університету від «05» травня 2023 р. № 0465-VI

2 Термін здачі студентом закінченого проекту «17» травня 2023 р.

3 Вхідні дані до проекту _____ методи оцінки ефективності роботи
персоналу _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _____ аналіз предметної області, постановка задачі, методи дослідження, проектування інформаційної технології оцінки ефективності ІТ фахівців, проектування та розробка веб-додатку оцінки ефективності ІТ фахівців.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____ актуальність проблеми, мета проекту, постановка задачі, функціональні вимоги до проекту, контекстна діаграма IDEF0, декомпозиція IDEF0, схема інформаційної технології, діаграма варіантів використання, фізична модель даних, засоби реалізації, практична реалізація, висновки, наукова новизна.

Магістрант

Захарченко О.О.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Марченко А.В.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи магістра «Інформаційна технологія аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та літератури, з 22 найменувань, та додатку. Загальний обсяг роботи – 43 сторінки, у тому числі 33 сторінки основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 7 сторінок додатків.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено створенню інформаційної технології аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців.

В першому розділі роботи було проведено огляд досліджень і публікацій з представленої теми, розглянуто методи оцінки продуктивності працівників, визначено переваги та недоліки даних методів.

Другий розділ присвячено формулюванню мети та задачі створюваного проекту, в рамках другого розділу також було проведено аналіз методів які використовуються компаніями для оцінки продуктивності працівників, в процесі якого були визначені їх переваги та недоліки.

Третій розділ присвячено проектуванню, а саме виконанню структурно-функціонального моделювання, моделюванню варіантів використання, проектуванню моделі бази даних, та проектуванню інформаційної технології.

У четвертому розділі роботи було описано процес створення технології, демонструються варіанти його використання.

Результатом виконання роботи є створена інформаційна технологія аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців.

Ключові слова: інформаційна технологія, аналіз ефективності роботи, YouTrack, GPT AI model, BARS, pairwise evaluation.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій	8
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	15
2.1 Мета та задачі дослідження	15
2.2 Методи дослідження	15
3 ПРОЕКТУВАННЯ	20
3.1 Структурно-функціональне моделювання	20
3.2 Моделювання варіантів використання	22
3.3 Проектування моделі бази даних	24
3.4 Проектування інформаційної технології	26
4 РЕАЛІЗАЦІЯ	27
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33
ДОДАТОК А	36

ВСТУП

Актуальність. В сучасному світі, коли сфера інформаційних технологій швидко розвивається, виникає потреба в ефективному аналізі професійної діяльності ІТ-фахівців. Оцінка їх роботи та розвиток їх навичок є важливими для компаній, що дозволяє вчасно оцінити можливості та наявні ресурси. Аналіз ефективності роботи фахівців дозволить збільшити ефективність всієї компанії, зменшити навантаження на менеджмент для приймання важливих для бізнесу рішень.

Мета. Розробка інформаційної технології для оцінки професійних досягнень ІТ-фахівців та аналізу їх розвитку. Основною метою є створення

інструменту для ефективного моніторингу поточного стану ефективності та підвищення рівня компетентності співробітників.

Мета декомпозується на наступні задачі:

- виконання аналізу проблемної області та ознайомлення з актуальними публікаціями;
- визначення критеріїв та показників професійних досягнень, що будуть використовуватись при оцінці;
- розробка методики та алгоритму оцінки;
- проведення аналізу продуктів аналогів;
- проведення проектування системи;
- розробка програмного додатку, що використовує інформаційну технологію;
- проведення тестування програмного продукту та методик оцінки.

Об'єкт дослідження. Процес оцінки професійних досягнень IT-фахівців та їх розвитку.

Предмет дослідження. Інформаційна технологія аналізу ефективності IT-фахівців з використанням AI GPT для обробки даних та формування рекомендацій.

Наукова новизна. Розроблена інформаційна технологія аналізу ефективності IT-фахівців використовує поєднання двох методів оцінки ефективності персоналу, один з яких було модифіковано шляхом використання новітнього інструменту – моделі штучного інтелекту GPT (generative pretrained transformer) для обробки текстового звіту (глобальна оцінка на основі судження менеджера та його експертизи) для формування проміжної оцінки на його основі, а також визначення ефективності парним методом порівняння (локальна оцінка в команді) для формування кінцевої оцінки ефективності. Використання моделі GPT дозволить автоматично аналізувати текст, що автоматизує частину процесів, які вже існують, але завжди виконувались вручну.

Практична цінність. Представлена технологія дозволить ефективніше відслідковувати розвиток професійних навичок ІТ-фахівців та вчасно підвищувати їх рівень компетентності. Таким чином, впровадження інформаційної технології аналізу ефективності ІТ-фахівців з інтеграцією AI GPT є практично новою ініціативою, яка може значно поліпшити процес оцінки.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій

Оцінка продуктивності є потужним інструментом для калібрування, удосконалення та нагородження продуктивності працівника. Вона допомагає проаналізувати досягнення та оцінити внесок працівника в досягнення загальних цілей компанії. Оцінка продуктивності лежить в основі управління людськими ресурсами, фокусує на продуктивності та демонструючи інтерес керівництва до просування співробітників. Оцінка продуктивності є структурованою формальною взаємодією між підлеглим та керівником, яка зазвичай проходить у формі щорічного або піврічного інтерв'ю, під час якого оцінюється робоча продуктивність підлеглого та обговорюються його сильні та слабкі сторони, а також можливості поліпшення та розвитку навичок.

Методи оцінки продуктивності можна розбити на дві категорії: класичні та сучасні методи.

Класичні методи оцінки:

1. Метод есе.

Цей традиційний метод оцінки, також відомий як "метод вільної форми", полягає в описі діяльності працівника його керівником [1]. Опис є оцінкою роботи будь-якої людини на основі фактів та часто містить приклади та докази для підтримки інформації. Головний недолік методу полягає в неможливості відокремлення оцінювача від його особистих уподобань та упереджень.

2. Метод прямого ранжування.

Це один з найдавніших та найпростіших методів оцінки працівників. У цьому методі оцінювач виконує ранжування працівників від найкращого до найгіршого на основі їх загальної продуктивності [2]. Цей метод є корисним для порівняльної оцінки.

3. Метод парного порівняння.

Цей метод порівняння працівників є кращим за метод прямого ранжування. Він порівнює кожного працівника з усіма іншими в групі, по одному за раз. Після всіх порівнянь на основі загальних порівнянь працівники отримують кінцеві рейтинги [1].

4. Метод критичних подій.

Метод полягає в оцінці продуктивності на основі критичних подій та того, як працівник поведився під час цих подій [3]. Він включає в себе як негативні, так і позитивні моменти. Недоліком цього методу є те, що керівник повинен записувати критичні події та поведінку працівника, коли вони відбуваються.

5. Метод перегляду на місці роботи.

У цьому методі старший член відділу кадрів або тренінговий офіцер обговорюють і інтерв'юють керівників для оцінки та рейтингування їх підлеглих [2]. Основним недоліком цього методу є те, що він дуже часово витратний. Але цей метод допомагає зменшити персональну упередженість керівників.

6. Метод чек-листа.

Оцінювач отримує чек-лист з описами поведінки працівників на роботі. Чек-лист містить список тверджень, на основі яких оцінювач описує результати роботи працівників [1].

7. Графічна шкала оцінювання.

У цьому методі якість та кількість роботи працівника оцінюються за допомогою графічної шкали, що вказує різні ступені певної ознаки. Факторами, що враховуються, є як особисті характеристики, так і характеристики, пов'язані з професійною діяльністю працівників. Наприклад, ознака, така як «Знання роботи», може бути оцінена на шкалі від середнього, вище середнього, відмінно або незадовільно [4].

8. Примусовий розподіл.

Для уникнення елементу упередженості в оцінках, оцінювача просять розподілити працівників у деякі фіксовані категорії оцінок, наприклад, на

звичайній кривій розподілу. Оцінювач обирає відповідні категорії на свій розсуд [4].

Сучасні методи оцінки:

1. Центри оцінювання.

Центри оцінювання зазвичай використовують методи соціальних/неформальних подій, тестів та вправ, для оцінки компетенції групи співробітників на призначення на вищі посади у майбутньому. Зазвичай співробітникам надається завдання, подібне до того, яке вони виконуватимуть, якщо їх піднімуть на вищу посаду. Навчені оцінювачі спостерігають та оцінюють співробітників протягом виконання завдань та оцінюють їх щодо характеристик, пов'язаних з виконанням роботи. Основні компетенції, які оцінюються в центрах оцінювання, це міжособистісні навички, інтелектуальні здібності, здатність до планування та організації, мотивація, кар'єрна орієнтація тощо [5]. Центри оцінювання також є ефективним способом визначення потреб у навчанні та розвитку цільових співробітників.

2. Шкали оцінювання на основі поведінки.

Шкали оцінювання на основі поведінки (Behaviorally Anchored Rating Scales, BARS) є відносно новою технікою, яка поєднує графічний шкали оцінювання та метод критичних подій. Вони складаються з попередньо визначених критичних аспектів професійної діяльності або набору поведінкових заяв, що описують важливі якості професійної діяльності як добрі або погані (наприклад, якості, такі як міжособистісні відносини, адаптивність та надійність, професійний досвід тощо). Ці заяви розробляються на основі критичних подій. У цьому методі реальна робота співробітника оцінюється порівнянням з бажаним рівнем поведінки, записуючи та порівнюючи поведінку зі шкалами BARS [6]. Розробка та практика застосування шкал BARS вимагає експертних знань.

Показники ефективності визначені будь-яким з методів зазвичай базуються на ключових показниках ефективності (Key Performance Indicators, KPI)

Ключові показники ефективності допомагають компаніям визначати та вимірювати успішність їхніх цілей, а також виявляти області, де можливо покращення. Кожен KPI повинен бути SMART (конкретним, вимірювальним, досяжним, релевантним та часово обмеженим). Наприклад, якщо компанія має стратегічну ціль збільшити свою частку ринку, то KPI може бути встановлений для вимірювання кількості продуктів, що були продані, частки ринку, доходу на одну одиницю продукту та інших метрик, які впливають на досягнення цієї цілі. Розробка та використання KPI вимагає досить складних аналітичних та метричних навичок, але є важливою частиною стратегічного планування та управління діяльністю компанії.

Переваги та недоліки популярних методів описано в таблиці нижче.

Таблиця 1.1 – Плюси та мінуси методів оцінювання

Метод	Переваги	Недоліки
есе	<p>Дозволяє оцінити багато параметрів;</p> <p>Дозволяє отримати додаткову інформацію по людині.</p> <p>Дозволяє визначити рівень ефективності.</p>	<p>Складний та часоємний метод;</p> <p>Можлива суб'єктивність оцінювання;</p> <p>Потрібна висока кваліфікація оцінювача.</p>

Продовження таблиці 1.1

Метод	Переваги	Недоліки
прямого ранжування	Простий та швидкий; Дозволяє порівнювати багато параметрів.	Не дозволяє визначити рівень ефективності; Можлива суб'єктивність оцінювання;
парного порівняння	Дозволяє порівнювати на основі багатьох критеріїв; Дозволяє визначити рівень ефективності.	Складний та часоємний метод при ручному розрахуванні; Можлива суб'єктивність оцінювання.
критичних подій	Дозволяє визначити ризику; Дозволяє виявити проблеми та негативні наслідки.	Не є універсальним; Не визначає рівень ефективності; Можлива суб'єктивність оцінювання; Потрібна висока кваліфікація оцінювача.
чек-листа	Простий та швидкий; Дозволяє визначити проблеми та недоліки;	Обмежене використання в певних сферах; Не дозволяє оцінити рівень ефективності; Можлива недостатня точність оцінювання.

Продовження таблиці 1.1

Метод	Переваги	Недоліки
перегляду на місці роботи	Повинен зменшити суб'єктивність; Дозволяє дізнатись додаткову інформацію по людині; Дозволяє проаналізувати дії в конкретній ситуації.	Дуже часоємний та складний; Вимагає високої компетенції оцінювача. Оцінювач може не знати повної специфіки роботи і оцінити фахівця не коректно.
використання центрів оцінювання	Дозволяє оцінювати широкий спектр навичок та компетенцій; Забезпечує реалістичні умови для оцінювання; Дозволяє використовувати більш точні критерії оцінки.	Вимагає значних витрат на організацію і проведення;
шкал оцінювання на основі поведінки (BARS)	Дозволяє оцінити конкретні параметри, пов'язані з робочим процесом; Дозволяє об'єктивно визначати різні рівні ефективності;	Вимагає спеціальної підготовки оцінювачів; Вимагає значних витрат на розробку та налаштування; Неможливо переглянути аргументування оцінки.

В ІТ індустрії інновації мають велике значення, і ефективність роботи працівників може визначати швидкість введення нових функцій та покращень. Якщо робітники працюють ефективно, вони можуть забезпечити швидку і якісну розробку нових продуктів або функцій, що дозволяє компанії бути конкурентоздатною. Саме тому в ІТ бізнесі час є дорогоцінним ресурсом і надважливо забезпечувати оптимальне використання часу робітників. Мета цієї роботи полягає в побудові технології визначення ефективності робітників, тобто визначення оптимальності використання часу на поставлені задачі.

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2.1 Мета та задачі дослідження

Мета: інформаційна технологія аналізу ефективності роботи ІТ фахівців

Задачі:

- проаналізувати існуючі методи визначення ефективності;
- проаналізувати існуючі показники ефективності;
- визначити слабкі сторони популярних методів та визначити способи їх усунення;
- провести порівняння з базовими методами;
- розробити веб додаток для демонстрації запропонованої технології.

Гіпотеза: Використовуючи комбінацію методів парного порівняння та модифікованого методу шкал оцінювання на основі поведінки можливо отримати інформацію щодо ефективності фахівця в команді (метод порівняння), а також загальної ефективності/корисності фахівця (метод шкал оцінювання). Використовуючи середнє арифметичне отриманих оцінок очікується отримання більш точних результатів ефективності.

2.2 Методи дослідження

Огляд публікацій на тематику дослідження показав, що багато відомих компаній використовували чи використовують метод парного порівняння для оцінювання своїх фахівців. Серед таких компаній є Amazon [8], Microsoft, Google [9]. Найбільш продуктивні фахівці отримують заохочення, коли найменш продуктивних можуть навіть звільнити. Звичайно, що використання лише цього методу не дає об'єктивну оцінку дійсності, оскільки базується лише на внутрішніх даних.

Алгоритм методу парного порівняння полягає в побудові матриці порівняння де кожен фахівець порівнюється з іншим по кожній з метрик.

Job Evaluation						
Jobs Rated						
Compared with		A	B	C	D	E
	A		1	0	0	1
	B	0		0	1	1
	C	1	1		0	1
	D	1	0	1		0
	E	0	0	0	1	
Total Points		2	2	1	2	3

Рисунок 1.1 – ілюстрація методу парного порівняння [10]

На рисунку 1.1 можна порівняння місця роботи, де оцінювані місця роботи задано як А .. Е за якимось одним критерієм – рейтинг роботи. На перетині двох різних місць роботи проставляється значення 1 або 0, де 1 – означає, що місце роботи задано в стовпчику має перевагу над місцем роботи заданим в рядку. Для оцінки ефективності необхідно багато критеріїв і можлива ситуація, коли критерії повинні мати різну вагу. Для визначення вагів певного критерію використовується класичний аналітично ієрархічний процес розробленим професором Томасом Сааті в 1980х роках [11] (2.2). Оцінка ефективності працівника отримується шляхом одержання математичної суми вагів та значення критерію, що отримується за формулою 2.1.

Нижче представлена формула визначення оцінки ефективності методом парного порівняння.

$K = \sum W_i * V_i,$	(2.1)
-----------------------	--------------

де P_i – ваги критерію, V_i – значення критерію.

Для формування оцінки вагів використовується формула нижче

$\frac{w_1}{w_n} \frac{w_2}{w_1} \frac{w_2}{w_2} \dots \frac{w_2}{w_n} \frac{\dots w_n}{w_1} \frac{\dots w_n}{w_2} \dots \frac{\dots w_n}{w_n}$	(2.2)
---	-------

де $w_i > 0$ та математична сума всіх вагів дорівнює 1 [11].

Останні дослідження показують, що за останні декілька років ряд компаній почали відмовлятися від методу парного порівняння в користь інших [12]. Наприклад, Google використовує метод парного порівняння для заохочення фахівців, але також використовує методи OKR (метод моніторингу прогресу та досягнення цілей; не надає оцінки ефективності, тому не аналізується в даній роботі. [13]) та варіація методу есе (360 градусне оцінювання – есе про людину пише не лише менеджер, а і колеги.) [14]. Іншим популярним методом є BARS [7], що дозволяє побудувати інструмент оцінювання залежно від критичних подій, які вже відбулись і необхідно забезпечити, щоб вони вже не повторювались.

Наприклад, не професійне спілкування ІТ фахівця відділу технічної підтримки з клієнтом спричинило розрив багатомільйонного контракту. Щоб усунути такі інциденти в майбутньому, менеджери додають нову метрику для оцінки фахівців, яку можуть назвати «комунікація» і поділити на декілька рівнів:

1. Часто використовує жаргон та складну лексику незрозумілу клієнтам;
3. Іноді використовує складну лексику;
5. Використовує зрозумілу, формалізовану лексику.

Таким чином формується загальна оцінка, яка може охоплювати декілька областей. Недоліком методу є те, що формат відповіді та питання повинен бути статично заданий, що унеможливорює підкреслення ситуації, яка заздалегідь не була нанесена на шкалу. Метод BARS здається модифікованим методом есе в якому вже задана структура відповіді і спрощено вибір оцінки для оцінювача. Завдяки зменшенню навантаження на персонал, що робить оцінку було досягнуто спрощення, але втрачено переваги методу есе. В результаті оцінювання методом BARS отримується набір оцінок від декількох або одного оцінювача по кожному з критеріїв.

Відповідно до проведеного аналізу в таблиці 1.1, а також вище зазначених фактів, в даній роботі буде досліджено метод парного порівняння, і його об'єднання з методом BARS розширений звітами, що аналізуються зовнішньою AI моделлю GPT [15]. GPT є скороченням від "Generative Pre-trained Transformer" (генеративний попередньо навчений трансформер) і відноситься до сімейства моделей машинного навчання, що використовуються для обробки, аналізу та генерації тексту. GPT-моделі базуються на трансформерній архітектурі, яка дозволяє ефективно опрацьовувати довгі послідовності та зберігати контекст, що допомагає покращувати якість генерованого тексту. Однією з найбільш відомих GPT-моделей є GPT-3, розроблена компанією OpenAI, яка має 175 мільярдів параметрів та є однією з найбільших та найпотужніших моделей на сьогоднішній день [20]. Вона буде використана в якості оцінювача та допоможе зменшити час необхідний на обробку текстової інформації, таким чином усуваючи недолік цього методу.

Таблиця 2.2 – порівняння досліджених методів

Метод	Суб'єктивність оцінювання	Не вимагає експертного оцінювача	Не вимагає даних на вході у фіксованому форматі	Можливість виділити окремі аспекти
Парне порівняння	+	+	-	-
BARS	+ -	-	-	-
Запропонований метод	+ -	+	+	+

Окрім визначення методу дуже важливим етапом є визначення критеріїв, які будуть використовуватись при оцінці. Залежно від компанії, її функцій і цілей ці критерії можуть і будуть відрізнятись. Такі критерії називають *key performance indicators* (KPI) і вони створені для моніторингу прогресу, ефективності та успішності компаній, команд, або навіть окремих людей. Деякі критерії можуть бути універсальними під конкретну область, а деякі будуть специфічні окремій компанії в окремий квартал [16]. Наприклад, універсальний критерій для розробників може бути відсоток помилкових змін, що вираховується за формулою:

$$CFR = \frac{\text{кількість задач, що не пройшли верифікацію}}{\text{загальна кількість закритих задач}} \times 100 \quad (2.3)$$

Дані критерії добре підходять для методу парного порівняння, бо їх значення може бути визначено автоматично за заданою формулою, тоді як автоматично виразити, наприклад, рівень ввічливості кількісним показником досить складно. Визначивши основні критерії оцінки та встановивши їм відповідні ваги можливо отримати оцінку ефективності ІТ фахівця.

3 ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Структурно-функціональне моделювання

Для проведення структурованого аналізу та проектування системи широко використовується техніка IDEF0. Модель IDEF0 містить ієрархічну серію діаграм та тексту з перехресними посиланнями один на одного. Двома основними компонентами моделювання цього методу є функції та дані/об'єкти, які взаємопов'язують ці функції [17]. Контекстна діаграма інформаційної технології аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців в нотації IDEF0 представлена на рисунку 3.1.

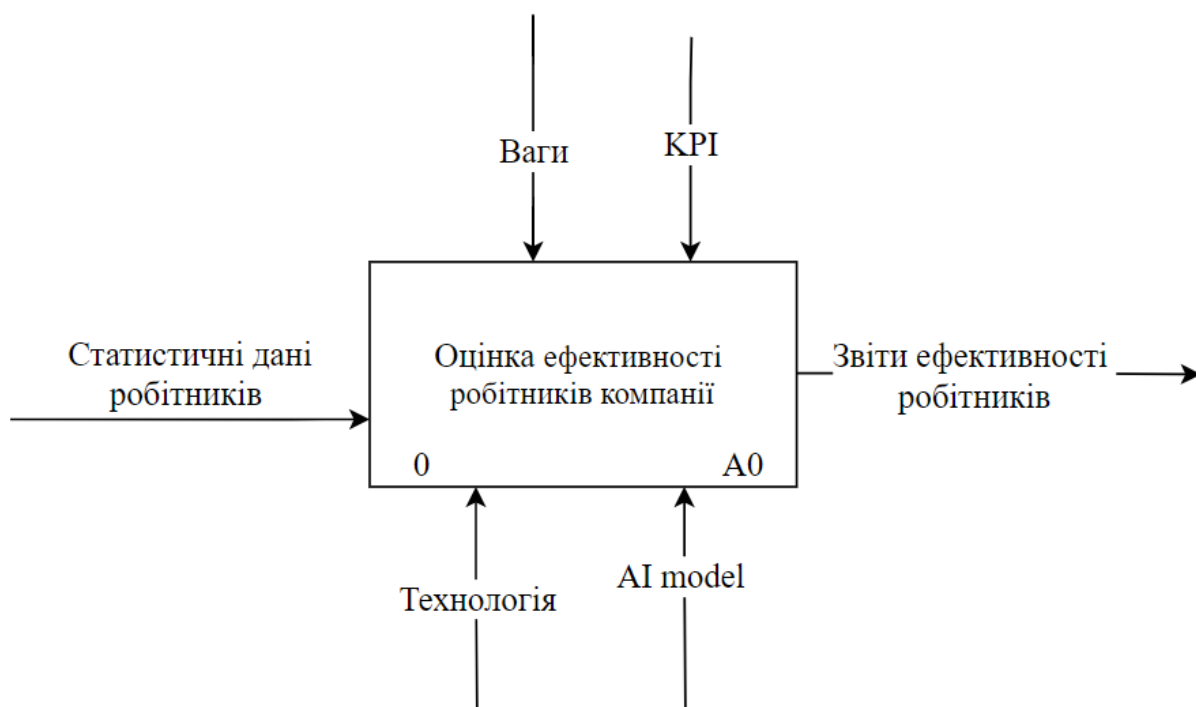


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма інформаційної технології в нотації IDEF0

Компонентами синтаксису IDEF0 є блоки та дуги. Блоки представляють дію функції та описують, що у ній відбувається. Дуги в свою чергу представляють дані або об'єкти, пов'язані з функціями [18].

Виконання оцінки ефективності робітників компанії виконується на основі зібраних статистичних даних. Керування процесом оцінки виконується за допомогою вагів та КРІ (ключові показники ефективності). Підтримка роботи оцінки виконується за допомогою технології та AI моделі. Результатом роботи є звіти ефективності робітників.

Методологія IDEF0 підтримує декомпозицію діаграм до того рівня деталізації, який необхідний для повного розуміння процесів що відбуваються.

Для більш повного та детального розуміння процесів оцінки що виконуються, діаграму IDEF0 було декомпововано. Декомпозиція процесу оцінки ефективності робітників компанії представлена на рисунку 3.2.

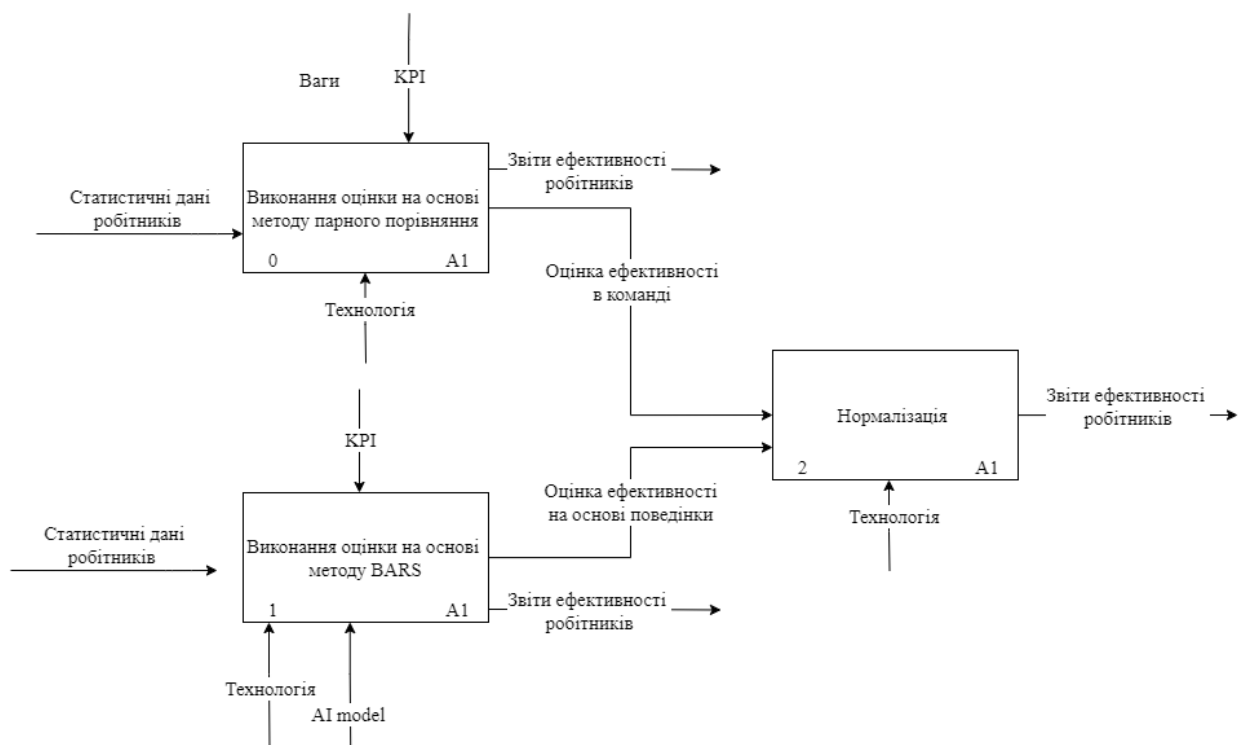


Рисунок 3.2 – Декомпозиція IDEF0-діаграми інформаційної системи

Діаграма IDEF0 декомпонована на наступні блоки:

- виконання оцінки на основі методу парного порівняння;
- виконання оцінки на основі методу BARS;
- нормалізація отриманих оцінок, шляхом приведення всіх оцінок до одного показника ефективності, з врахуванням їх значимості в оцінці.

Для виконання всіх функціональних блоків необхідна наявність технології оцінки. Для виконання оцінки на основі методу BARS також необхідно використання AI моделі. Процес нормалізації полягає в приведення кількісних показників різних допустимих значень до єдиної нормальної шкали оцінювання від 0 до 100.

Результатом роботи всіх блоків є звіти ефективності робітників, для проведення більш детального аналізу, при чому звіти надаються і для проміжних етапів, щоб показати як саме була сформована фінальна оцінка і що на неї вплинуло.

3.2 Моделювання варіантів використання

Для визначення, уточнення та організації системних вимог використовуються діаграми варіантів використання. Дана діаграма показує, як система взаємодіє із зовнішніми об'єктами.

У діаграмах варіантів використання є чотири основні об'єкти.

Першим є актор, це особа, група людей, організація або зовнішня система, яка відіграє певну роль в одній або кількох взаємодіях системою.

Другим компонентом діаграми є варіанти використання, що в свою чергу описують послідовність дій, які мають забезпечувати вимірну цінність для актора. Вони представлені горизонтальним еліпсом.

Третьою складовою діаграми є асоціації, взаємодія, що описана випадком використання. Вони представлені лініями, що з'єднують варіанти використання та акторів із необов'язковою стрілкою на одному кінці лінії.

Останнім компонентом є межа системи – це прямокутник навколо варіантів використання, будь-що в межах цієї межі є функціональністю в області дії системи.

Діаграми ВВ інформаційної технології аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців представлена рисунку 3.3.

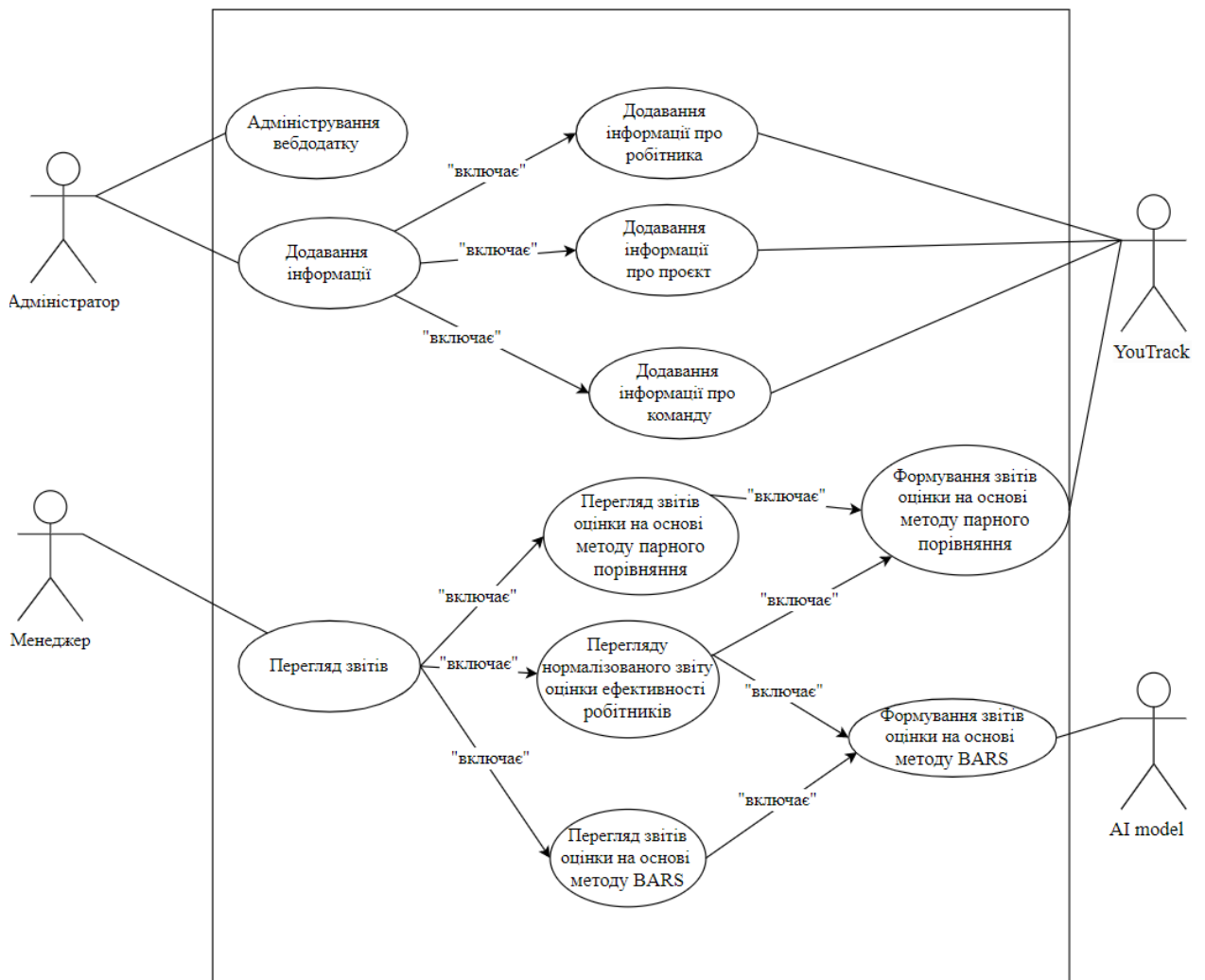


Рисунок 3.3 – Діаграми ВВ діяльності інформаційної технології аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців

Як актори в даній діаграмі ВВ виділені адміністратор, менеджер, YouTrack, AI model.

Діаграма з боку адміністратора містить наступні варіанти використання: адміністрування вебдодатку, додавання інформації що в свою включає додавання інформації про робітника, про проєкт, про команду з залученням використання системи YouTrack.

З боку менеджера діаграма містить варіант використання «Перегляд звітів», що в свою чергу включає перегляд звітів оцінки на основі методу парного порівняння, що включає процес формування звітів оцінки на основі методу парного порівняння. Варіант використання «Перегляд звітів» також включає перегляд звітів на основі методу BARS, що включає процес формування звітів оцінки на основі методу BARS. Останнім варіантом використання є перегляду нормалізованого звіту оцінки ефективності робітників, який включає процес формування звітів оцінки на основі методу парного порівняння та процес формування звітів оцінки на основі методу BARS, які виконуються за участю використання системи YouTrack та AI model.

3.3 Проектування моделі бази даних

Для візуального представлення даних, виконання всіх бізнес-правил, та дотримання нормативних вимог і політики щодо даних необхідно сформувавши модель даних, які зберігатимуться в базі даних веб-додатку. Ця модель даних є логічним поданням даних, зв'язків між різними об'єктами даних і правилами. Моделі даних забезпечують узгодженість умов іменування, значень за замовчуванням, семантики, безпеки, одночасно забезпечуючи якість даних.

Однією з видів моделей даних є фізична модель даних, що описує як система буде реалізована за допомогою конкретної системи СУБД. Ця модель

зазвичай створюється адміністратором баз даних і розробниками. Мета – фактичне впровадження бази даних. [19]

На рисунку 3.4 представлена фізична модель бази даних, використаної в веб-додатку для аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців.

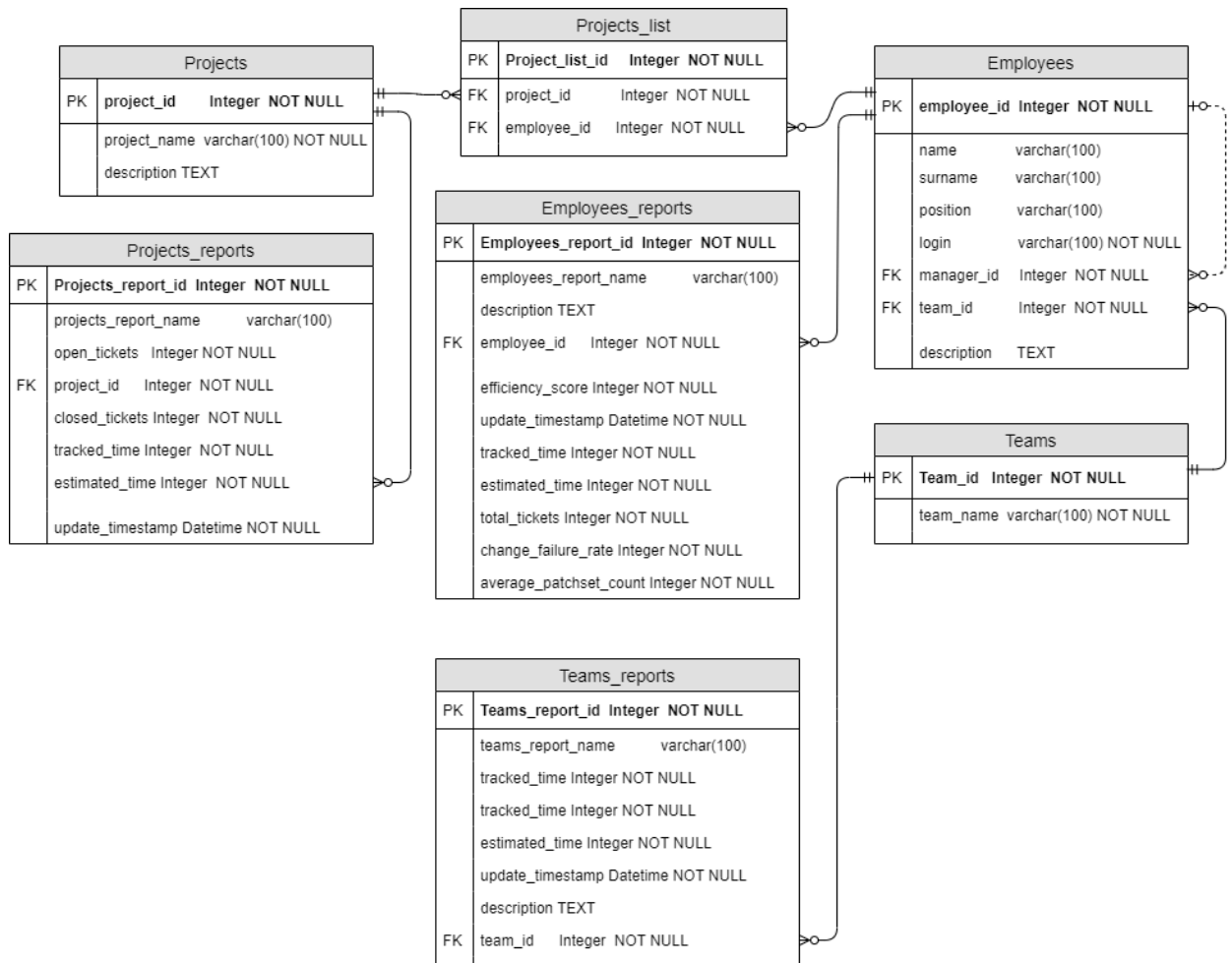


Рисунок 3.8 – Фізична модель даних

В процесі фізичного моделювання бази даних було виділено наступні сутності:

- Проекти (Projects);
- Список проектів по проекту (Project_reports);
- Звіти по проекту (Project_reports);

- Команди (Teams);
- Звіти по команді (Teams_reports);
- Співробітники (Employees);
- Звіти по співробітникам (Employees_reports).

3.4 Проектування інформаційної технології

Для апробації створеної технології було вирішено створити веб-додаток на основі фреймворку Laravel та додати інтеграцію з системою управління проектами YouTrack.

Laravel – це популярний фреймворк для розробки веб-додатків на основі MVC архітектури, який дозволяє швидко розробити веб-додаток за допомогою безлічі готових функцій (наприклад, що реалізують механізми аутентифікації, маршрутизації, і т.д.) [21].

YouTrack – це одна з найбільш популярних систем управління проектами (входить в 10 кращих), що часто використовується в ІТ [22]. Дана система буде використовуватись як джерело вхідних даних для технології оцінки.

Архітектура технології складається з серверу, що реалізує ERP систему – місце, куди стікаються статистичні дані по фахівцям, двох зовнішніх систем: YouTrack (може бути будь-яка система управління проектами), та OpenAI – надає модель штучного інтелекту для обробки текстової інформації.

На рисунку 3.9 представлено схему інформаційної технології.

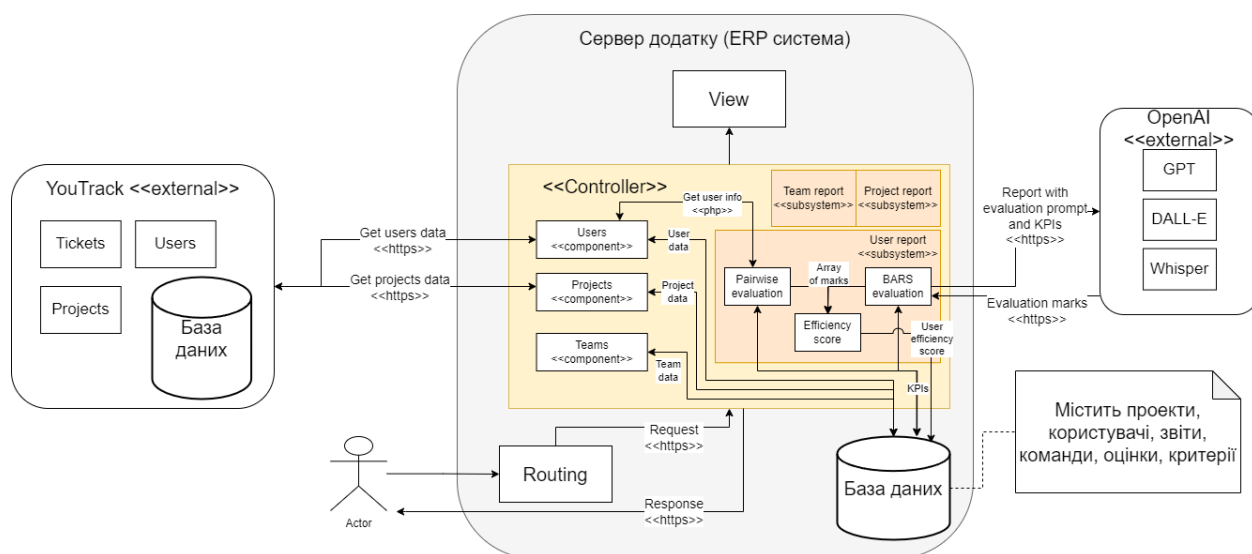


Рисунок 3.9 – схема інформаційної технології

Сама система, що реалізує інформаційну технологію повинна вміти отримувати дані з системи управління проектами, оброблювати їх для агрегації даних по заданим критеріям оцінювання за конкретний проміжок часу по людині, команді, проекту, а також зберігати її в локальне сховище. Система повинна вміти отримувати дані по встановленим критеріям оцінювання, а отримані дані вміти оброблювати методами BARS та парного порівняння для формування оцінки.

Критерії оцінювання будуть залежати від конкретної компанії та її цілей, тому в процесі реалізації технології важливо задати можливість вибору критеріїв, або одразу реалізувати систему конкретно під компанію з отриманням даних, що є ключовими показниками ефективності.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ

Для інтеграції системи YouTrack необхідно зареєструватись та отримати токен для API доступу в налаштуваннях акаунту (рис. 4.1).

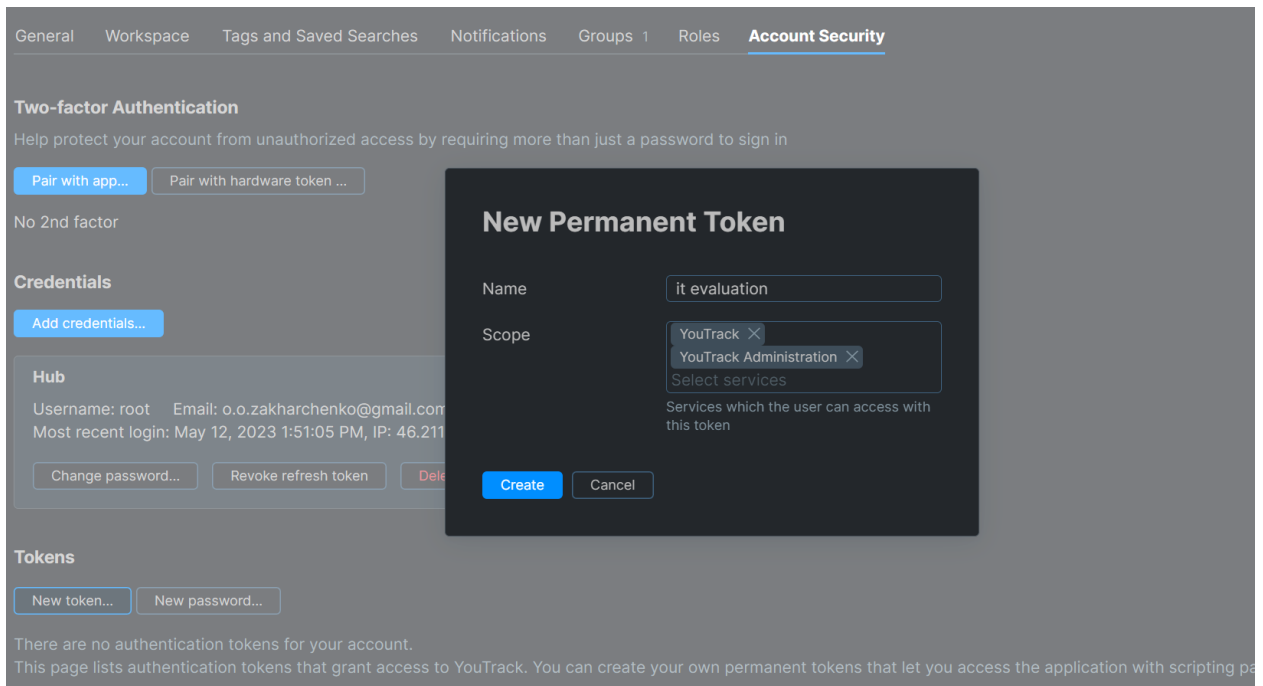


Рисунок 4.1 – отримання API токена

Для веб-додатку було визначено наступні основні сторінки:

1. Головна сторінка – містить посилання на сторінки, що реалізують функціонал веб-додатку;
2. Сторінка проектів – це сторінка, що містить всі відстежувані проекти. На цій сторінці можна додати новий проект, або ж побачити всі існуючі, а також перейти на інформацію по конкретному проекту, щоб подивитись інформацію та звіти по ньому;
3. Сторінка команд – містить відстежувані команди. На цій сторінці можна додати нову команду, змінити існуючу, чи переглянути звіти по конкретній команді;

4. Сторінка фахівців – містить інформацію по фахівцям а також звіти по ним. На цій сторінці можна переглянути оцінку ефективності фахівця, його відношення до команд та звіти по ньому.

Оскільки дані для обробки будуть завантажуватись із системи YouTrack, то сторінки додавання мають спрощений вигляд і вимагають лише задати ідентифікатор в системі YouTrack, далі всі необхідні дані будуть завантажені автоматично.

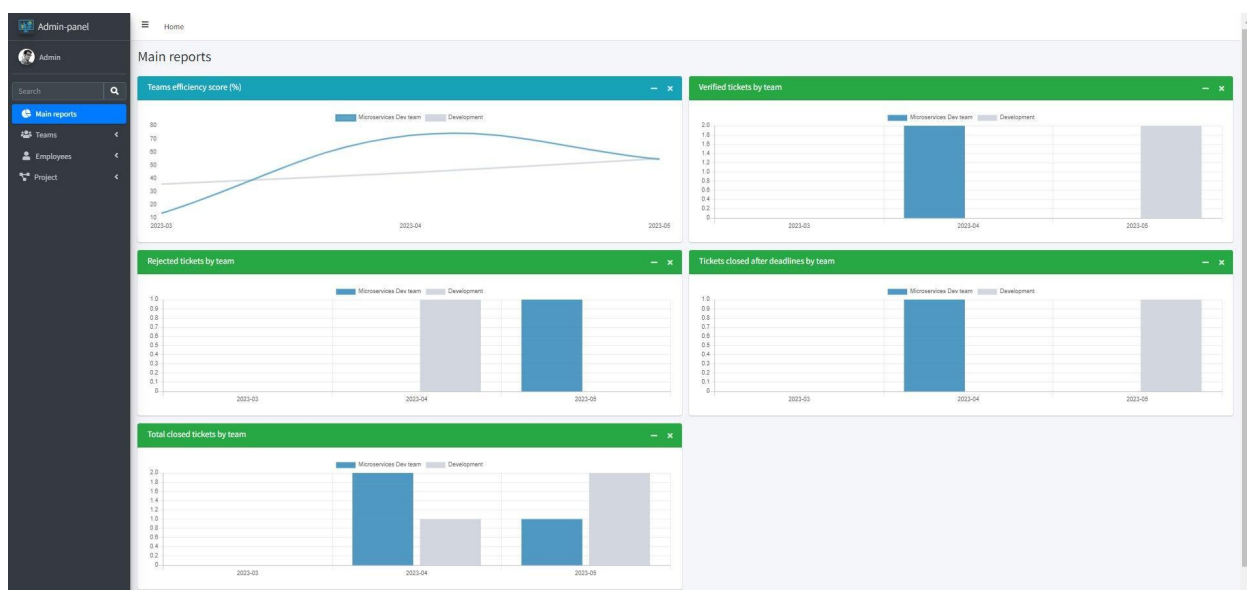


Рисунок 4.2 – Головна сторінка веб-додатку

Головна сторінка (див. рисунок 4.2) дозволяє подивитись загальну статистику, а також перейти на сторінки фахівців (рис. 4.3 – 4.4), команд (рис. 4.5 – 4.6), проектів (рис. 4.7).

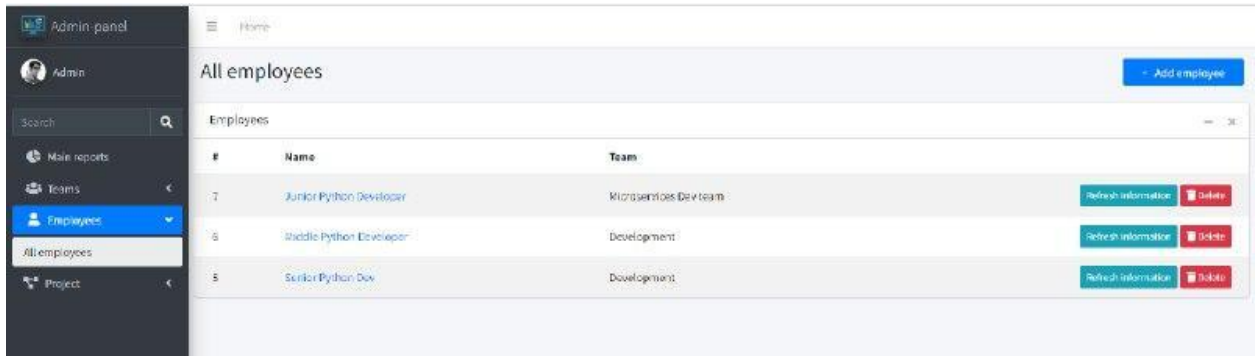


Рисунок 4.3 – Сторінка фахівців

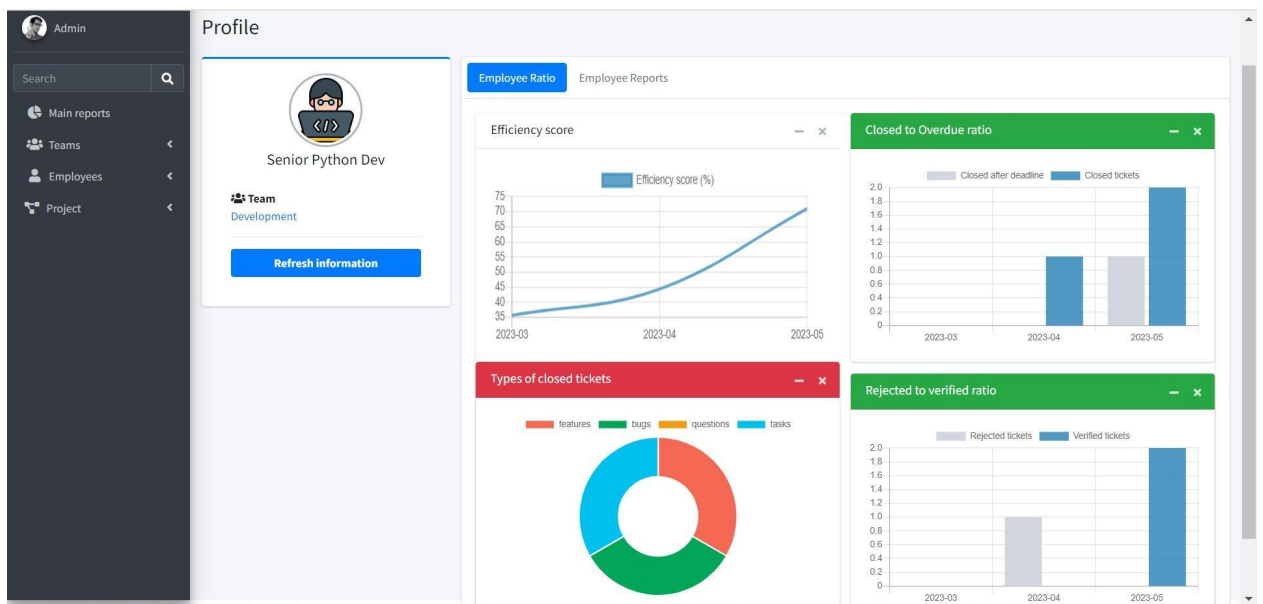


Рисунок 4.4 – Сторінка інформації фахівця

На основі звітів наданих на цій сторінці (рис. 4.5) і встановлених поведінкових факторів, а також даних KPI формується звіт ефективності ІТ фахівця. Текст аналізується моделлю GPT і оцінюється по вказаним поведінковим факторам оцінкою від 0 до 10. Якщо ж наданий звіт не містить інформацію по якомусь із факторів – система дає про це знати під час формування звіту.

В якості метрик для обчислення ефективності використовуються наступні показники: за методикою BARS – вмотивованості, досвіду роботи та виконання роботи в поставлені строки. За методикою попарного порівняння – відносне значення успішно закритих задач до загальної кількості задач та відносне значення вчасно закритих задач до загальної кількості задач.

Кожна метрика враховується для оцінки ефективності з обраним коефіцієнтом, в залежності від її важливості в оцінці. В результаті обчислення отримується оцінки по шкалі від 0 до 100% ефективності робітника. Так наприклад для оцінки було обрано наступні коефіцієнти: 17 для показників вмотивованості, досвіду роботи та виконання роботи в поставлені строки, 24 для показника вчасного закриття задач, та 25 для показника успішності закритих задач.

Додатково можливо подивитись загальну ефективність команди та дані по команді на сторінці команди (див. рисунок 4.6).

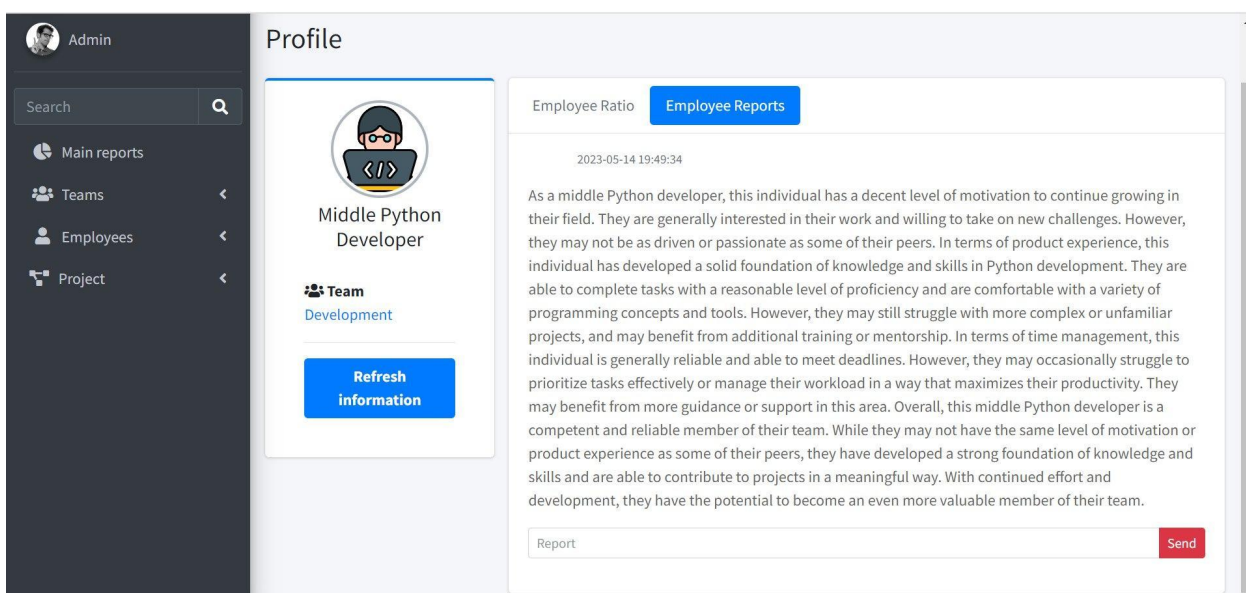


Рисунок 4.5 – Сторінка текстових звітів по фахівцю

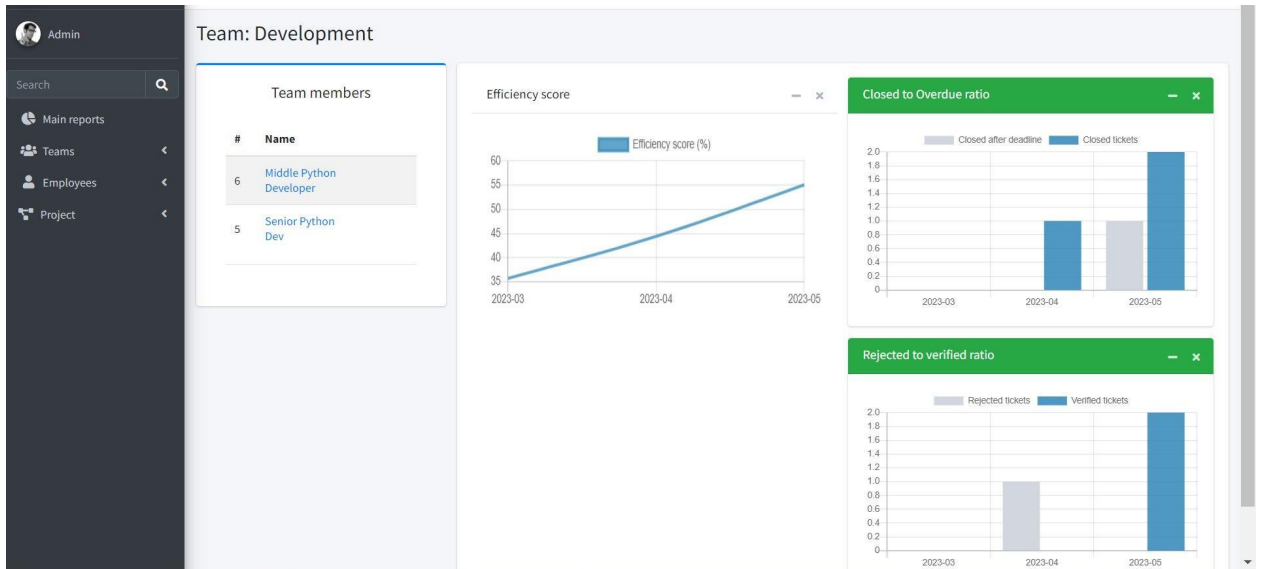


Рисунок 4.6 – Сторінка команди

Сторінка проектів дозволяє відстежити прогрес проекту і його зв'язок до команд (див. рисунки 4.7-4.8).

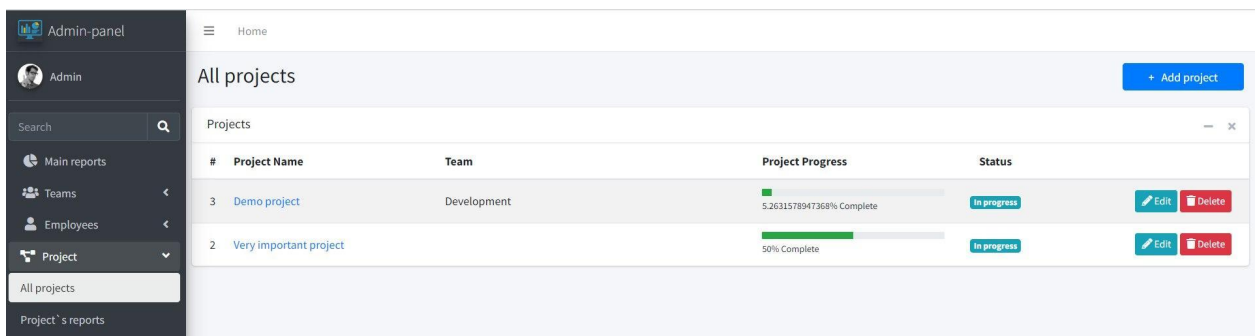


Рисунок 4.7 – Сторінка проектів

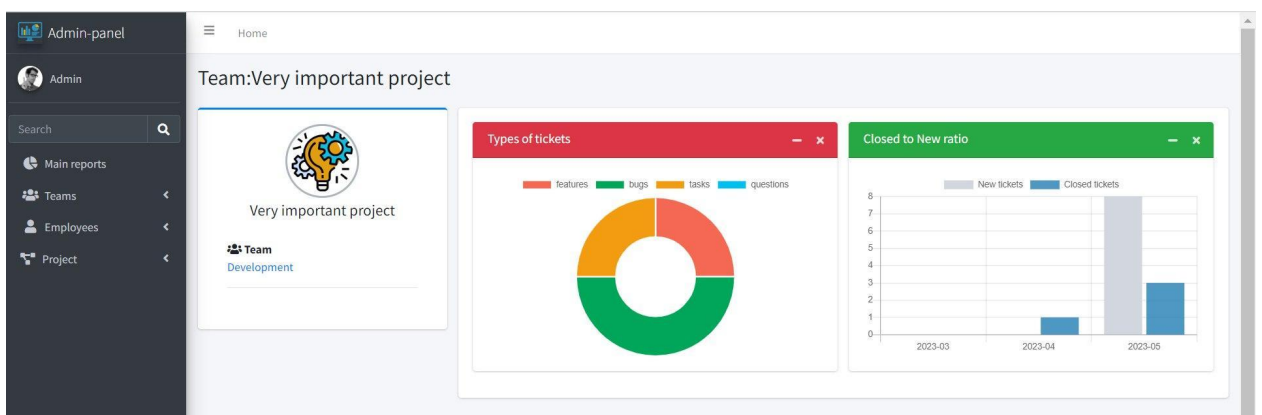


Рисунок 4.8 – Сторінка проекту

ВИСНОВКИ

В рамках виконання дослідження було розроблено технологію оцінки ефективності IT-фахівців на основі широко використовуваних методів парної оцінки та методу BARS.

В процесі виконання роботи було проведено огляд досліджень і публікацій з представленої теми, та аналіз наявних технологій. Проведений аналіз існуючих технологій показав, що існує велика потреба в інформаційних технологіях для оцінки професійної діяльності IT-фахівців. Багато з існуючих технологій не використовують AI моделі та інші сучасні технічні рішення, які забезпечують автоматизацію процесу та більш точну та об'єктивну оцінку роботи фахівців.

Визначивши мету та задачі проекту наступним кроком було виконання проектування, а саме структурно-функціонального моделювання, моделювання варіантів використання, проектування моделі бази даних, та проектування інформаційної технології.

Завершальним етапом магістерської роботи є реалізація технології. Для демонстрації використання технології було створено веб-додаток. Розроблена технологія дозволяє автоматично опрацьовувати текстові звіти а також комбінувати оцінку отриману з KPI метрик для отримання нормалізованої оцінки ефективності фахівців. і

Отже, створена технологія є актуальною та має великий потенціал для використання в сфері інформаційних технологій. Її використання дозволить компаніям ефективно моніторити поточний стан ефективності та підвищувати рівень компетентності своїх співробітників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kumar, S. (2021). A Detailed Study To Examine The Methods Of Performance Appraisal. 20(1), 4043–4050;
2. . Aggarwal, A., Sundar, G., & Thakur, M. (2013). Techniques of Performance Appraisal-A Review. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 2249–8958. www.ijeat.org;
3. Viergever, R. F. (2019). The Critical Incident Technique: Method or Methodology? Qualitative Health Research, 29(7), 1065–1079.
4. Majid, J. (2016). Effectiveness of Performance Appraisal Methods-An Empirical Study of the Telecommunication Sector. International Journal of Trend in Research and Development, 3(3), 2394–9333. www.ijtrd.com;
5. Rudnev, E. (2021). Between the assessment centre and reality: how and why biographical psychology makes human resource management more effective. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-07-2021-0197>;
6. Terregino, C. A., Copeland, H. L., Sarfaty, S. C., Lantz-Gefroh, V., & Hoffmann-Longtin, K. (2019). Development of an empathy and clarity rating scale to measure the effect of medical improv on end-of-first-year OCSE performance: a pilot study;
7. Made, I., Putra Asana, D., Gede, I., Sudipa, I., Ari, K., & Putra, P. (2021). A Decision Support System on Employee Assessment Using Analytical Network Process (ANP) and BARS Methods. Jurnal Teknik Informatika C.I.T Medicom, 13(1), 1–12;
8. Amazon Reportedly Ranks and Yanks 6% of Office Workers, Documents Show. (2021). Retrieved May 9, 2023, from <https://www.businessinsider.com/amazon-performance-review-6-percent-of-office-workers-2021-6>;

9. Stack Ranking: What is “Rank and Yank” and Does it Work? - Factorial. (2022). Retrieved May 9, 2023, from <https://factorialhr.com/blog/stack-ranking>;
10. Traditional Methods of Performance Appraisal - W3schools. (n.d.). Retrieved May 9, 2023, from <https://www.w3schools.blog/traditional-methods-of-performance-appraisal>;
11. Huong Nguyen, G. (2014). The College of Wooster Libraries Open Works The Analytic Hierarchy Process: A Mathematical Model for Decision Making Problems;
12. Performance Appraisals, there is light at the end of the tunnel — Management and Teams. (2021). Retrieved May 9, 2023, from <https://www.russellfletcher.com/new-blog/2021/6/4/why-your-annual-performance-appraisal-was-probably-an-insult>;
13. Stray, V., Moe, N. B., Vedal, H., & Berntzen, M. (2021). Using Objectives and Key Results (OKRs) and Slack: A Case Study of Coordination in Large-Scale Distributed Agile;
14. Morrison, J. Q., Hutchinson, C. E., & Talapatra, D. (2020). Evaluating the performance of school psychologists: Current status and future directions with a 360-degree evaluation process. *Psychology in the Schools*, 57(5), 699–717;
15. Regenwetter, L., Nobari, A. H., & Ahmed, F. (2022). Deep Generative Models in Engineering Design: A Review. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 144(7);
16. Hristov, I., & Chirico, A. (2019). The Role of Sustainability Key Performance Indicators (KPIs) in Implementing Sustainable Strategies. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 5742, 11(20), 5742;
17. Manenti, G., Ebrahimi-arjestan, M., Yang, L., & Yu, M. (2019). Functional modelling and IDEF0 to enhance and support process tailoring in systems engineering. *ISSE 2019 - 5th IEEE International Symposium on Systems Engineering, Proceedings*.

18. Mora, M., Adalakun, O., Galvan-Cruz, S., & Wang, F. (2021). Impacts of IDEF0-Based Models on the Usefulness, Learning, and Value Metrics of Scrum and XP Project Management Guides.
19. Physical data models - IBM Documentation. (2021). Retrieved May 9, 2023, from <https://www.ibm.com/docs/en/ida/9.1.1?topic=modeling-physical-data-models>.
20. Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2020-December.
21. Laravel - The PHP Framework For Web Artisans. (n.d.). Retrieved May 14, 2023, from <https://laravel.com/>
22. Gartner Digital Markets Ranks YouTrack Among the Top Software Tools in Its Category | The YouTrack Blog. (2020.). Retrieved May 14, 2023, from <https://blog.jetbrains.com/youtrack/2020/11/gartner-digital-markets-ranks-youtrack-among-the-top-software-tools-in-its-category/>

ДОДАТОК А

ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Деталізація мети проекту методом SMART. Продуктом дипломного проекту є веб-додаток, що реалізує технологію аналізу ефективності роботи ІТ-фахівців. Результати деталізації методом SMART розміщені у табл. А.1.

Таблиця А.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific (конкретна)	Створити інформаційну технологію оцінки ефективності ІТ-фахівців та розробити веб-додаток для демонстрації роботи представленої технології.
Measurable (вимірювана)	Результатом роботи є розроблений веб-додаток, що оцінює ефективність роботи ІТ-фахівців по заданим критеріям оцінювання.
Achievable (досяжна)	Для виконання проекту наявні необхідні знання технологій оцінки ефективності а також знання HTML, CSS, мови програмування JavaScript, PHP, фреймворку Laravel, баз даних MySQL та навичок написання документації. Враховуючи доступні ресурсні можливості та обмеження мета є такою, яку можливо досягти.
Relevant (реалістична)	Розроблена технологія дозволить автоматизувати процес оцінки ефективності роботи співробітників ІТ-компанії та позитивно вплине на процес планування в компанії за рахунок визначення сильних та слабих сторін членів команди.

Time-framed (обмежена у часі)	Розробити інформаційну технологію аналізу ефективності роботи IT-фахівців на основі сформованого календарного плану проекту
-------------------------------------	---

Планування змісту структури робіт IT-проекту (WBS). Структура декомпозиції робіт (WBS) у проектному менеджменті є орієнтованою на dokonane виконання проекту декомпозицією проекту на менші частки. Структура декомпозиції робіт є ключовою часткою робіт по проекту, яка організовує командну роботу по проекту у керовані частини.

WBS є ієрархічною декомпозицією проекту у фази, кінцеві результати та пакети робіт. Вона є ієрархічною структурою, що показує подальший розподіл необхідних для виконання мети зусиль; наприклад, програма, проект чи договір. У проекті чи договорі, розробка WBS відбувається, починаючи з кінцевих цілей та успішного розподілу її у керовані частини, що можуть бути оцінені за критеріями розміру, тривалості та відповідальностей (наприклад, системи, підсистеми, компоненти, задачі, підзадачі та пакети робіт) та включають усі необхідні для досягнення мети проекту кроки.

Система декомпозиції робіт надає загальний каркас для природнього розвитку загального планування та контролю договору і є базисом для розподілу роботи на частини, що можуть бути визначеними, та з яких може бути зроблене Технічне Завдання і установлені звіти по технічним даним, графікам, вартостям, робочим годинам .

Структура декомпозиції робіт дозволяє зібрати до купи підлеглі витрати по задачах, матеріалах тощо на вищий рівень "батьківських" задач, матеріалів тощо. Для кожного елементу структури декомпозиції робіт генерується опис задачі, що має бути виконаною. Ця техніка (іноді називається структурою декомпозиції системи використовується для визначення і налагодження сумарних рамок проекту.

WBS організовується навколо ключових продуктів проекту (чи запланованих результатів), а не необхідних робіт для випуску продукту (заплановані дії). Так як заплановані результати є бажаним завершенням проекту, вони формують відносно стабільний набір категорій, у яких ціни запланованих для їх досягнення необхідних дій можуть бути зібрані до купи. Добре розроблена WBS робить легко досяжним призначення кожної діяльності проекту до виключно однієї термінальної події у WBS. Додатково до її функцій у обліку витрат WBS також допомагає співвіднести вимоги одного рівня системних специфікацій до іншого, наприклад, відповідність матриці вимог перехресних посилань до функціональних вимог на вищій чи нижчій рівні документації.

WBS діаграма проекту зображена на рисунку А.1.

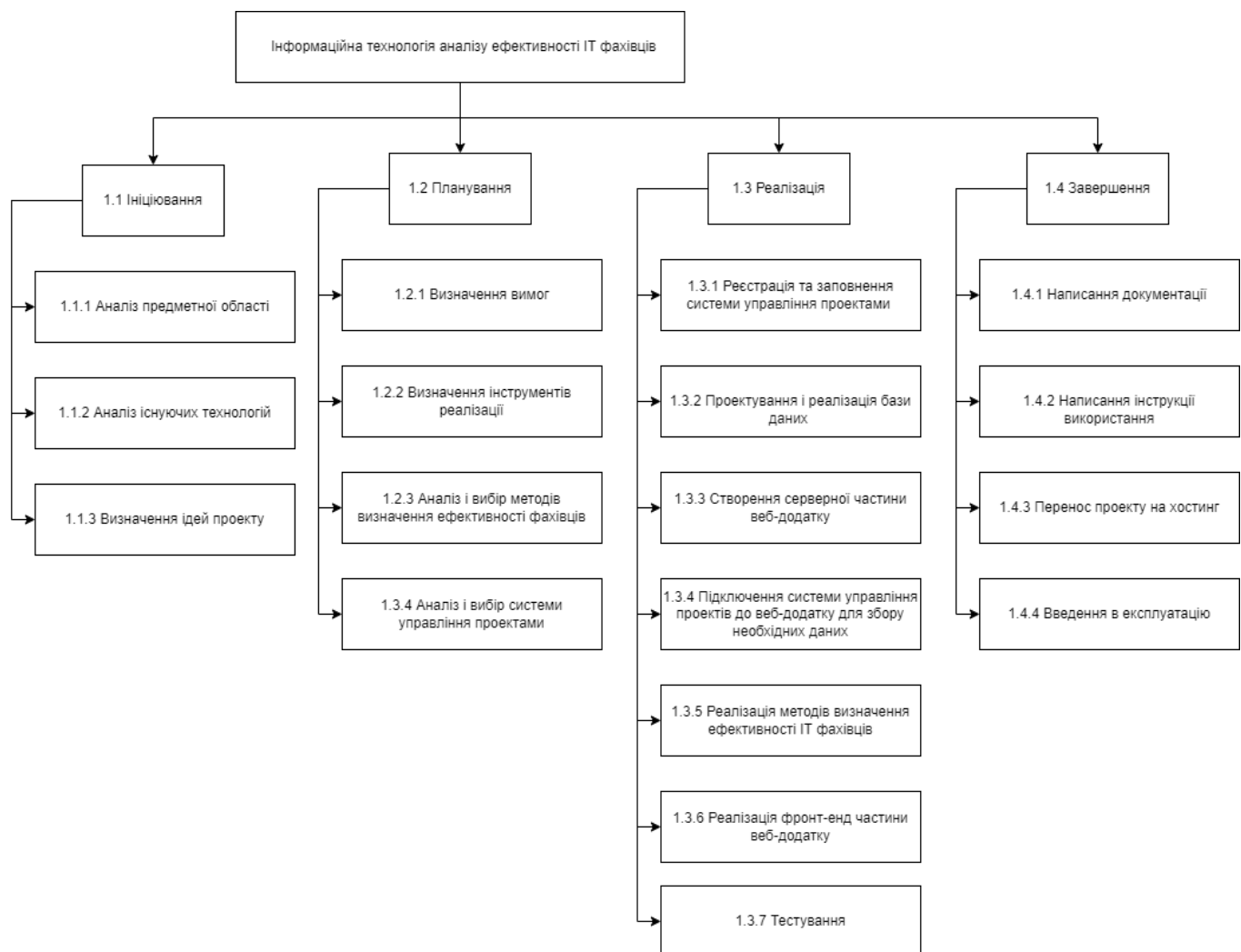


Рисунок А.1 - WBS структура проекту

Організаційна структура проекту (OBS). Організаційна розбивка проекту (OBS) є інструментом управління проектами, який показує ієрархічну структуру організації, в якій реалізується проект. OBS допомагає організувати складну структуру організації, поділяючи її на окремі рівні та групує відповідні функціональні області зі схожими цілями та завданнями. Це допомагає керівництву проекту краще розуміти, як організація функціонує та хто відповідає за кожну частину проекту. Крім того, OBS може використовуватися для розподілу витрат та контролю їх на кожному рівні організації. OBS структура проекту наведена на рисунку А.2. Використання OBS забезпечує ефективну комунікацію та співпрацю між різними департаментами та командами, що сприяє успішному виконанню проекту та може допомогти зменшити витрати проекту.

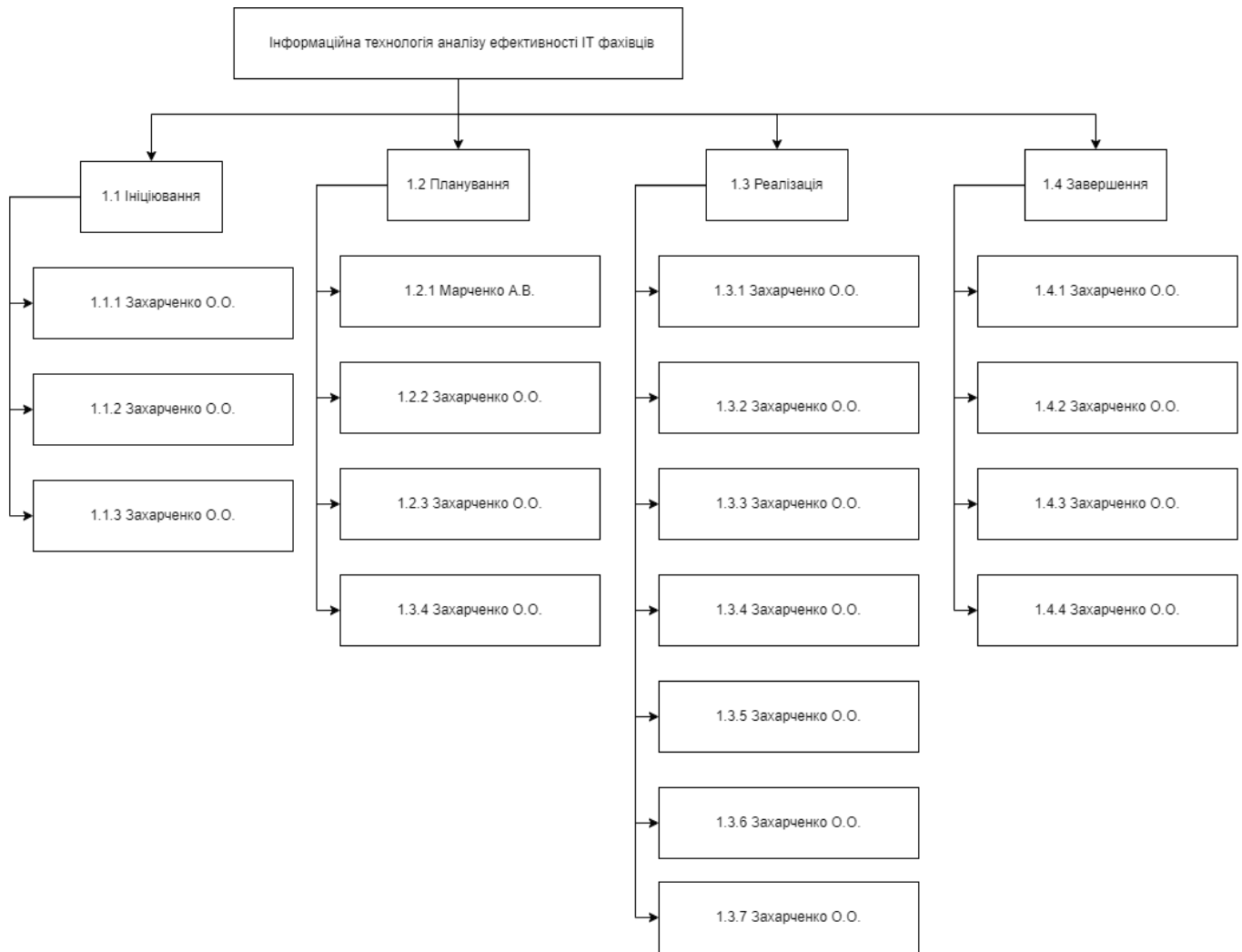


Рисунок А.2. – OBS структура проекту

Побудова календарного графіка виконання ІТ-проекту. Для того, щоб мати реальне уявлення про тривалість виконання робіт з урахуванням обмеженості у використанні ресурсів, на підставі часткових мережевих моделей, а також, проекту в цілому з урахуванням вихідних і святкових днів, будують календарний графік робіт.

Він є реальним розподілом робіт по пакету по календарними датами, тобто своєрідним розкладом виконання робіт. Діаграма Ганта є досить зручним для користування. Діаграма Ганта представляє собою відрізки, які розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, як складова плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізків на шкалі часу відповідають початку, кінця і тривалості завдання.

За допомогою програми Microsoft Project Professional побудовано діаграму Ганта (рис. А.4).

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
	Інформаційна технологія аналізу ефективності ІТ фахівців	40 days	March 20, 202	May 12, 2023	
	Ініціювання	3 days	March 20, 202	March 23, 202	
	Аналіз предметної області	1 day	March 20, 202	March 21, 202	3
	Аналіз існуючих технологій	1 day	March 21, 202	March 22, 202	3
	Визначення ідей проекту	1 day	March 22, 202	March 23, 202	3
	Планування	8 days	March 23, 202	April 4, 2023	2
	Визначення вимог	2 days	March 23, 202	March 27, 202	M
	Визначення інструментів реалізації	1 day	March 27, 202	March 28, 202	7
	Аналіз і вибір методів визначення ефективності фахівців	4 days	March 28, 202	April 3, 2023	8
	Аналіз і вибір системи управління проектами	1 day	April 3, 2023	April 4, 2023	9
	Реалізація	26 days	April 4, 2023	May 10, 2023	6
	Реєстрація та заповнення системи управління проектами	1 day	April 4, 2023	April 5, 2023	3
	Проектування і реалізація бази даних	2 days	April 5, 2023	April 7, 2023	12
	Створення серверної частини веб-додатку	3 days	April 7, 2023	April 12, 2023	13
	Підключення системи управління проєктів до веб-додатку для збору необхідних даних	1 day	April 12, 2023	April 13, 2023	14
	Реалізація методів визначення ефективності ІТ фахівців	9 days	April 13, 2023	April 26, 2023	15
	Реалізація фронт-енд частини веб-додатку	5 days	April 26, 2023	May 3, 2023	16
	Тестування	5 days	May 3, 2023	May 10, 2023	17
	Завершення	3 days	May 10, 2023	May 12, 2023	11
	Написання документації	1 day	May 10, 2023	May 10, 2023	3
	Написання інструкції використання	1 day	May 11, 2023	May 11, 2023	20
	Перенос проекту на хостинг	1 day	May 12, 2023	May 12, 2023	21
	Введення в експлуатацію	1 day	May 12, 2023	May 12, 2023	21

Рисунок А.3. – Календарний план проекту

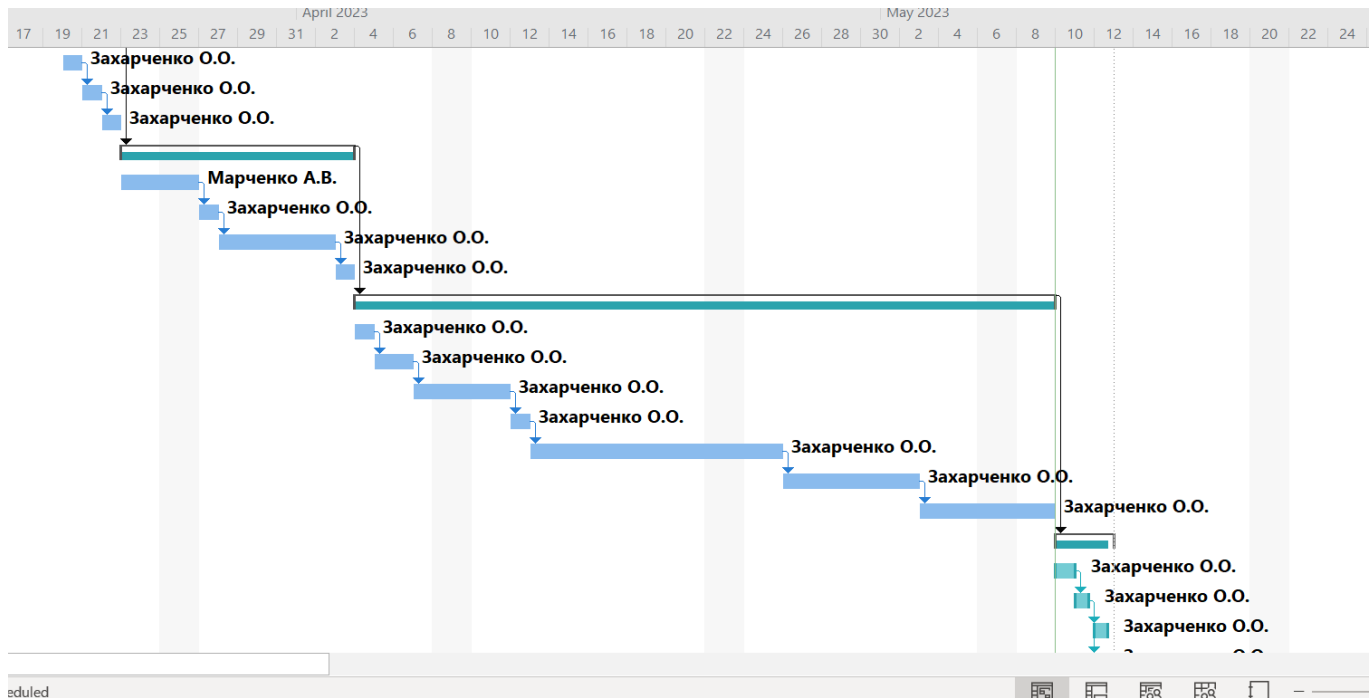


Рисунок А.4 – Діаграма Ганта

Управління ризиками. Під час реалізації проекту можуть виникнути небажані умови, ситуації та непередбачувані наслідки, які називаються ризиками. Управління ризиком полягає у відповіді на ці події під час виконання проекту шляхом моніторингу та контролю за ними.

Для врахування ймовірності появи ризикових подій, які можуть мати негативні наслідки, можна створити таблицю класифікації ризиків. Потім на основі цієї таблиці створюється матриця ризиків.

Таблиця А.2. Ймовірність виникнення і величина ризику

№	Ризики	Виникненн я	Втрат и
1	Некоректно сформовані вимоги	2	4
2	Порушення термінів виконання	3	3
3	Зміна цілей у ході реалізації проекту	3	5
4	Недостатнє тестування	2	3

5	Неправильно обрана стратегія розвитку технології	4	5
6	Помилки у роботі серверу	2	3

Таблиця А.3 – Матриця впливу

Вірогідність виникнення	Матриця впливу				
5			3	5	
4		4			
3		6	2		
2				1	
1					
Ступінь впливу	1	2	3	4	5