

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет прикладної математики

Кафедра прикладної математики

Пояснювальна записка

до курсової роботи

з дисципліни «Бази даних та інформаційні системи»

на тему:

«Мікросервіс для генерації варіантів тестових завдань»

Виконала:

студентка групи КМ-63

Мілевська О.О.

Перевірів:

Старший викладач

Терещенко І.О.

## ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Завдання курсової роботи полягає у написанні мікросервісу, основною функцією якого є автоматична генерація варіантів тестових завдань у PDF. Результатом роботи мікросервісу є сформований тест.

У процесі розробки необхідно виконати задачу кластеризації, задачу машинного навчання та застосувати кореляційний аналіз.

## АНОТАЦІЯ

В даній курсовій роботі розглянуто загальну характеристику роботи мікросервісу та проведено його розробку на основі отриманих впродовж семестру знань. З метою якісного виконання роботи було проведено поглиблене вивчення технологій розробки та ознайомлення з існуючими методами реалізації мікросервісу. В курсовій роботі розглядаються поняття кластерного та кореляційного аналізу, а також задача машинного навчання.

## РЕФЕРАТ

Задача автоматичної генерації тестів набирає популярність у зв'язку з швидкими темпами розвитку освітньої сфери. Контроль результатів навчання є ключовим для оцінки знань та здібностей студентів. Найпоширенішим методом оцінки є саме тести, які наочно демонструють рівень знань та являють собою наразі єдиний метод об'єктивного оцінювання знань. Виключаючи людський фактор, достовірність та неупередженість оцінювання гарантована. Оскільки в тестах є лише одна правильна відповідь, то обрана студентом відповідь носить бінарний характер, тобто вона може бути лише двох типів: вірна та не вірна.

Процес тестування є широко розповсюдженим та широковідомим, застосовується десятки років та має безліч варіацій. Однак технічний прогрес ставить однакове завдання перед усіма сферами життя та процесами – прагнути автоматизації, і освітня сфера, а саме процес тестування не є виключенням. З розвитком мережі Інтернет та збільшенням впливу комп'ютерів на людство в цілому призвело до появи онлайн тестів. І якщо раніше викладачі мали складати тестові завдання базуючись на власних знаннях і досвіді, що, до речі, не було об'єктивним, то зараз існують технології які створюють та оцінюють тести самостійно.

В ході курсової роботи було розроблено якраз таку автоматичну систему, метою якої є спрощення створення тестів для оцінки знань студентів. Розроблений мікросервіс відрізняється від простої автоматизації процесу тим, що реалізує задачу кластеризації та застосовує кореляційний аналіз, а також розв'язує задачу машинного навчання завдяки застосуванню нейронної мережі.

## ЗМІСТ

СПИСОК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ .....	6
ВСТУП.....	7
ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	9
1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	9
1.1 Діаграма ієрархії бізнес-процесів .....	10
1.2 Опис процесів .....	11
1.3 Висновки до розділу .....	14
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....	15
2.1 Категорії користувачів .....	16
2.2 Класи даних .....	17
2.3 Бізнес правила.....	18
2.4 Сценарії .....	19
2.5 Висновки до розділу .....	21
3 МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ .....	22
3.1 Use case діаграма .....	22
3.2 Висновки до розділу .....	24
4 ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ .....	25
4.1 Концептуальна модель .....	25
4.2 Висновки до розділу .....	26
5 ДАТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ .....	27
5.1 Логічна модель .....	28
5.2 Фізична модель .....	29
5.3 Висновки до розділу .....	30
ВИСНОВКИ .....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32

## СПИСОК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

Мікросервіс — архітектурний стиль за яким диний застосунок будується як сукупність невеличких сервісів кожен з яких працює у своєму власному процесі і комунікує з рештою використовуючи легковагові механізми.

Штучна нейронна мережа — це обчислювальна система, створена за зразком біологічної нейронної мережі, що навчаються задач (поступально покращують свою продуктивність на них), розглядаючи приклади, загалом без спеціального програмування під задачу.

Кластерний аналіз — задача розбиття заданої вибірки об'єктів (ситуацій) на підмножини, які називаються кластерами, так, щоб кожен кластер складався з схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися.

Кореляційний аналіз — це статистичне дослідження залежності між випадковими величинами, мета якого виявити чи існує істотна залежність однієї змінної від інших.

Машинне навчання — це підгалузь штучного інтелекту в галузі інформатики, яка часто застосовує статистичні прийоми для надання комп'ютерам здатності навчатися з даних, без того, щоби бути програмованими явно.

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Задача автоматичної генерації тестів набирає популярність у зв'язку з швидкими темпами розвитку освітньої сфери. Контроль результатів навчання є ключовим для оцінки знань та здібностей студентів. Найпоширенішим методом оцінки є саме тести, які наочно демонструють рівень знань та являють собою наразі єдиний метод об'єктивного оцінювання знань. Виключаючи людський фактор, достовірність та неупередженість оцінювання гарантована. Оскільки в тестах є лише одна правильна відповідь, то обрана студентом відповідь носить бінарний характер, тобто вона може бути лише двох типів: вірна та не вірна.

*Зв'язок роботи з науковими програмами і темами.* Теоретико-методологічною основою роботи є праці дослідників Шахіної І.Ю., Ільїної О.І.[1], Трегубової Г.М.[2], Джадан О.І. [3].

*Мета і завдання дослідження.* Метою курсової роботи є дослідження відмінностей мікросервісу від простої автоматизації робочого процесу та створення мікросервісу для генерації тестів.

Мета роботи передбачає виконання таких завдань:

- Задача кластеризації
- Задача кореляційного аналізу
- Задача машинного навчання

*Предмет дослідження* – метод генерації тестів в складі мікросервісу, основні етапи розробки мікросервісу та методики його реалізації.

*Методи досліджень* – методи математичної обробки отриманих результатів, методи інтелектуального аналізу даних, методи штучного інтелекту.

*Практичне значення.* Процес тестування є широко розповсюдженим та широковідомим, застосовується десятки років та має безліч варіацій. Однак технічний прогрес ставить однакове завдання перед усіма сферами життя та процесами – прагнути автоматизації, і освітня сфера, а саме процес тестування не є виключенням. З розвитком мережі Інтернет та збільшенням впливу комп'ютерів на людство в цілому призвело до появи онлайн тестів. І якщо раніше викладачі мали складати тестові завдання базуючись на власних знаннях і досвіді, що, до речі, не було об'єктивним, то зараз існують технології які створюють та оцінюють тести самостійно.

В ході курсової роботи було розроблено якраз таку автоматичну систему, метою якої є спрощення створення тестів для оцінки знань студентів. Розроблений мікросервіс відрізняється від простої автоматизації процесу тим, що реалізує задачу кластеризації та застосовує кореляційний аналіз, а також розв'язує задачу машинного навчання завдяки застосуванню нейронної мережі.



## ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА АВТОМАТИЗАЦІЇ

В ході виконання курсової роботи було проведено перед проектне дослідження, метою якого є аналіз підприємства автоматизації. Перший етап проекту складається з побудови ієрархії процесів, об'єднання процесів у інтерфейси для користувача, проектування екранних форм та опис бізнес правил.

## 1.1 Діаграма ієрархії бізнес-процесів

Діаграма створена відповідно до теми курсової роботи, а саме: генерація тестових завдань. Кожен процес має свій унікальний ідентифікатор (назву) та відповідає напрямку розробки.

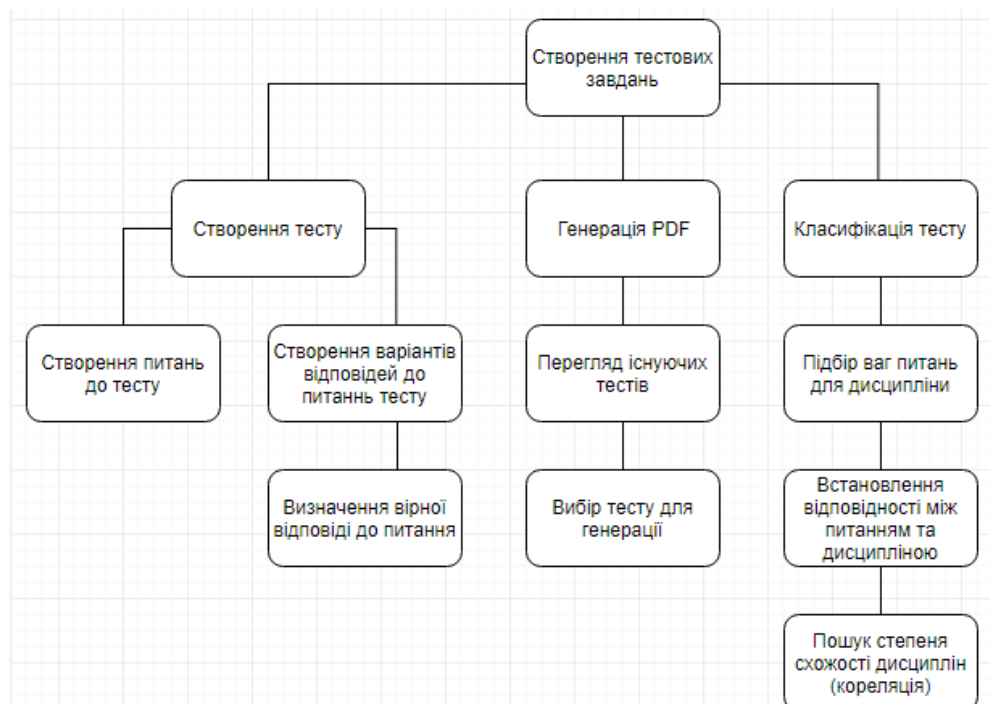


Рисунок 1.1 - Діаграма ієрархії бізнес-процесів

На рисунку 1.1 зображено діаграму процесу «Створення тестових завдань», де:

- На 1 рівні розкрито процеси «Створення тесту», «Генерація PDF» та «Класифікація тесту»
- На 2 рівні розкрито процеси «Створення питань до тесту», «Створення варіантів відповідей до питань тесту», «Перегляд існуючих тестів» та «Підбір ваг питань для дисципліни».
- На 3 рівні розкрито процеси «Визначення вірної відповіді до питання», «Вибір тесту для генерації» та «Встановлення відповідності між питанням та дисципліною».
- На 4 рівні розкрито процес «Пошук степеня схожості дисциплін».

## 1.2 Опис процесів

Після складання діаграми процесів необхідно описати процеси. Опис наведено нижче у вигляді таблиць:

Таблиця 1.1 Створення питань до тесту

Назва процесу	Створення питань до тесту
Сутності	Question, Test
Вхідні атрибути сутності	Question (question_id, question_text, test_id, discipline_id) Test (test_id, test_name)
Опис функціоналу	Користувач створює нове питання до тесту
Змінені атрибути сутності	Створюється новий екземпляр сутності Question

Таблиця 1.2 Створення варіантів відповідей до тесту

Назва процесу	Створення варіантів відповідей до тесту
Сутності	Question, AnswerVariant
Вхідні атрибути сутності	Question (question_id, question_text, test_id, discipline_id) AnswerVariant (answer_variant_id, answer_variant_text, answer_check, question_id)
Опис функціоналу	Після створення питання, користувач створює варіанти відповідей до питання
Змінені атрибути сутності	Створюється новий екземпляр сутності Answer Variant

Таблиця 1.3 Визначення вірної відповіді до питання

Назва процесу	Визначення вірної відповіді до питання
Сутності	Question, AnswerVariant
Вхідні атрибути сутності	Question (question_id, question_text, test_id, discipline_id) AnswerVariant (answer_variant_id, answer_variant_text, answer_check, question_id)
Опис функціоналу	Після того, як користувач створив питання, йому пропонується створити варіанти відповідей, одна з котрих має бути позначена як вірна.
Змінені атрибути сутності	-

Таблиця 1.4 Перегляд існуючих тестів

Назва процесу	Перегляд існуючих тестів
Сутності	Test
Вхідні атрибути сутності	Test (test_id, test_name)
Опис функціоналу	Після того, як користувач створив тест, він має змогу його переглянути
Змінені атрибути сутності	-

Таблиця 1.5 Вибір тесту для генерації

Назва процесу	Вибір тесту для генерації
Сутності	Test
Вхідні атрибути сутності	Test (test_id, test_name)
Опис функціоналу	Користувач має змогу вибрати тест для генерації
Змінені атрибути сутності	-

Таблиця 1.6 Підбір ваг питань для дисципліни

Назва процесу	Підбір ваг питань для дисципліни
Сутності	Question, Discipline
Вхідні атрибути сутності	Question (question_id, question_text, test_id, discipline_id) Discipline (discipline_id, discipline_name)
Опис функціоналу	Присвоєння ваги питанням
Змінені атрибути сутності	-

Таблиця 1.7 Встановлення відповідності між питанням та дисципліною

Назва процесу	Встановлення відповідності між питанням та дисципліною
Сутності	Question, Discipline
Вхідні атрибути сутності	Question (question_id, question_text, test_id, discipline_id) Discipline (discipline_id, discipline_name)
Опис функціоналу	Віднесення питання до певної дисципліни
Змінені атрибути сутності	-

Таблиця 1.8 Пошук степеня схожості дисциплін

Назва процесу	Пошук степеня схожості дисциплін
Сутності	Discipline
Вхідні атрибути сутності	Discipline (discipline_id, discipline_name)
Опис функціоналу	Порівняння вагів питань у дисциплінах
Змінені атрибути сутності	-

### 1.3 Висновки до розділу

Аналіз підприємства автоматизації є першим етапом у розробці проекту. Для якісної розробки необхідно проведення перед проектного дослідження, яке ставить за мету створення чіткої бізнес структури розроблюваного продукту. Для наочності, бізнес процеси було проілюстровано за допомогою діаграми ієрархії процесів, а також надано детальний опис процесів.

## 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Завдання курсової роботи полягає у написанні мікросервісу, основною функцією якого є автоматична генерація варіантів тестових завдань у PDF. Результатом роботи мікросервісу є сформований тест.

Метою курсової роботи є дослідження відмінностей мікросервісу від простої автоматизації робочого процесу та створення мікросервісу для генерації тестів.

До основних вимог можна віднести виконання таких завдань:

- Задача кластеризації
- Задача кореляційного аналізу
- Задача машинного навчання

Нижче наведено опис функціонування системи при виконанні поставлених задач:

Завдяки натренованій штучній мережі, реалізуються методи кластерного аналізу, система класифікує тести по різних дисциплінам. Ідея полягає в тому, що система отримуючи питання від користувача проводить пошук по ключових словах, які далі співвідносить з кожною дисципліною. Завдяки реалізованому кореляційному аналізу можна побачити ступінь схожості дисциплін, наочно це демонструє коефіцієнт кореляції, який знаходиться в межах від 0 до 1. Чим вище значення коефіцієнта, тим більша подібність між дисциплінами

## 2.1 Категорії користувачів

Основними функціями розробленої системи є створення тестів для оцінки знань студентів (user role – standard) та адміністрування мікросервісу (user role – admin).

Отже, було створено дві ролі для користувачів сервісу – звичайний користувач (standard) та адміністратор (admin).

Звичайний користувач має змогу вільно користуватись розробленою платформою та застосовувати її для навчальних потреб, а саме: створювати питання та варіанти відповідей, редагувати питання, позначати вірну відповідь зі списку варіантів питань, створювати будь-яку кількість варіантів одного й того самого тесту, генерувати PDF файл, зберігати його та мати можливість роздрукувати тест.

Привілейований користувач, тобто адміністратор, має змогу керувати обліковими записами звичайних користувачів та вносити зміни по роботі сайту.



## 2.2 Класи даних

Розглянемо описи трьох процесів: «Створення питань до тесту», «Створення варіантів відповідей до питань тесту», «Вибір вірної відповіді». На основі цього формуємо сутність Тестування, що містить об'єднання усіх атрибутів, що використовують усі процеси:

(question\_id, question\_text, test\_id, discipline\_id) ∪ (test\_id, test\_name) ∪ (answer\_variant\_id, answer\_variant\_text, answer\_check, question\_id)

Отже, формується результуюча сутність, що описується за схемою:

Таблиця 2.1 Клас даних – Тестування

Сутність	Тестування	
Опис сутності	Містить у собі питання, які в свою чергу містять варіанти відповідей, одна з яких вірна. Бере участь у процесі генерації PDF.	
Атрибути	Опис атрибуту	Пов'язана сутність з атрибутом
test_id	Ідентифікатор тесту	Test
test_name	Назва тесту	Test
question_id	Ідентифікатор питання	Question
question_text	Текст питання	Question
discipline_id	Ідентифікатор дисципліни	Discipline
answer_var_id	Ідентифікатор варіанту відповіді	AnswerVariant
answer_var_text	Текст варіанту відповіді	AnswerVariant
answer_check	Флаг, який вказує вірний/не вірний варіант	AnswerVariant

## 2.3 Бізнес правила

1. Користування сервісом доступне лише авторизованим користувачам
2. Перегляд створених користувачем тестів доступний лише після авторизації
3. Тільки користувач з роллю адмін може переглядати та редагувати інших користувачів
4. Користувач має змогу створювати та редагувати питання і варіанти відповідей до них
5. Користувач має змогу обрати вірну відповідь для кожного створеного ним питання
6. Користувач має змогу варіювати кількість питань в тесті
7. Користувач має змогу створювати необмежену кількість тестів
8. Користувач має змогу власноруч віднести створене питання до однієї з існуючих дисциплін
9. Система відносить створене користувачем питання до однієї з існуючих дисциплін (опціонально)
10. Користувач має змогу отримати PDF файл згенерований системою

## 2.4 Сценарії

Сценарії є важливою частиною не тільки для розробників, а й для замовника та тестувальників. Сценарії застосовуються для широкого спектру задач: якщо потрібна якісна та повна специфікація, для підтримки системи, для спрощеного пошуку помилки(на якому етапі що пішло не так) та у випадку, коли потрібно описати якусь частину функціональності.

Сценарії наведено нижче у вигляді таблиць:

Таблиця 2.2 Реєстрація користувача

Діючі особи	Користувач, Система
Мета	Користувач: зареєструватися в системі для подальшої роботи Система: створити обліковий запис користувача
Передумова	Користувач не має обліковий запис
Успішний сценарій	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Користувач запускає систему. Система відкриває сесію користувача, пропонує створити логін і пароль.</li> <li>2. Користувач вводить логін і пароль.</li> <li>3. Система приймає логін і пароль.</li> <li>4. Система створює запис в історії реєстрацій</li> <li>5. Система видає користувачеві повідомлення з приводу успішної реєстрації</li> </ol>
Результат	Користувач успішно зареєстрований і може працювати з системою

Таблиця 2.3 Авторизація користувача

Діючі особи	Користувач, Система
Мета	Користувач: атворизуватися і розпочати роботу в системі Система: ідентифікувати користувача
Передумова	Обліковий запис користувача вже створений
Успішний сценарій	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Користувач запускає систему. Система відкриває сесію користувача, пропонує ввести логін і пароль.</li> <li>2. Користувач вводить логін і пароль.</li> <li>3. Система перевіряє логін і пароль.</li> <li>4. Система створює запис в історії авторизацій</li> <li>5. Система видає користувачеві повідомлення з приводу успішної авторизації</li> </ol>
Результат	Користувач успішно авторизований і може працювати з системою

Таблиця 2.4 Генерація тесту у PDF

Діючі особи	Користувач, Система
Мета	Користувач: обирати тест для подальшої генерації Система: згенерувати PDF файл з обраного користувачем тесту
Передумова	Тести вже створені
Успішний сценарій	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Користувач обирає один з вже існуючих тестів</li> <li>2. Система генерує PDF файл</li> </ol>
Результат	Користувач успішно отримав тест в форматі PDF

## 2.5 Висновки до розділу

Постановка задачі є другим етапом розробки, в ході якого були визначені цілі і призначення створення системи, сформульовані основні вимоги до розроблюваної системи та надано перелік основних функцій.

В результаті аналізу сформована модель, яка містить класи даних, категорії користувачів, бізнес правила та сценарії.

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ

#### 3.1 Use case діаграма

На основі процесів будується Use case діаграма для універсального користувача. Під кейсом розуміється інтерфейс для користувача, що дозволяє йому взаємодіяти з одним або декількома процесами. Кожний кейс має свою унікальну назву та список процесів, що він реалізує.

Створимо два кейси «Створення тесту» - Рисунок 3.1 та «Генерація PDF» - Рисунок 3.2. Будемо вважати, що існують інші кейси, через які проходить користувач системи (авторизація) та потрапляє до даних.

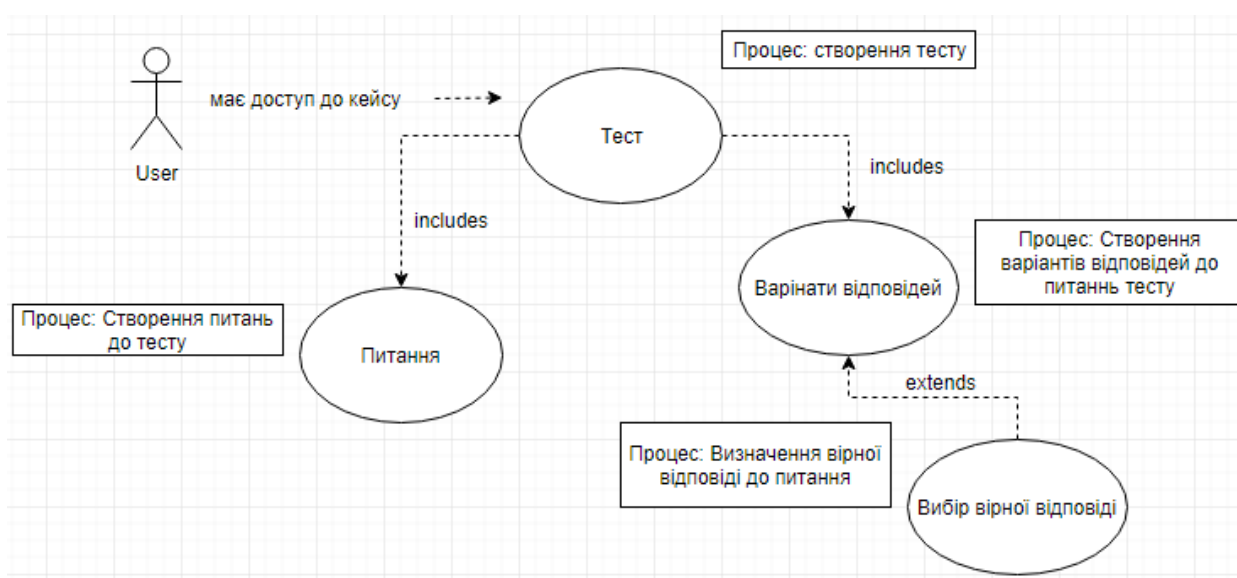


Рисунок 3.1 – Use case діаграма «Створення тесту»

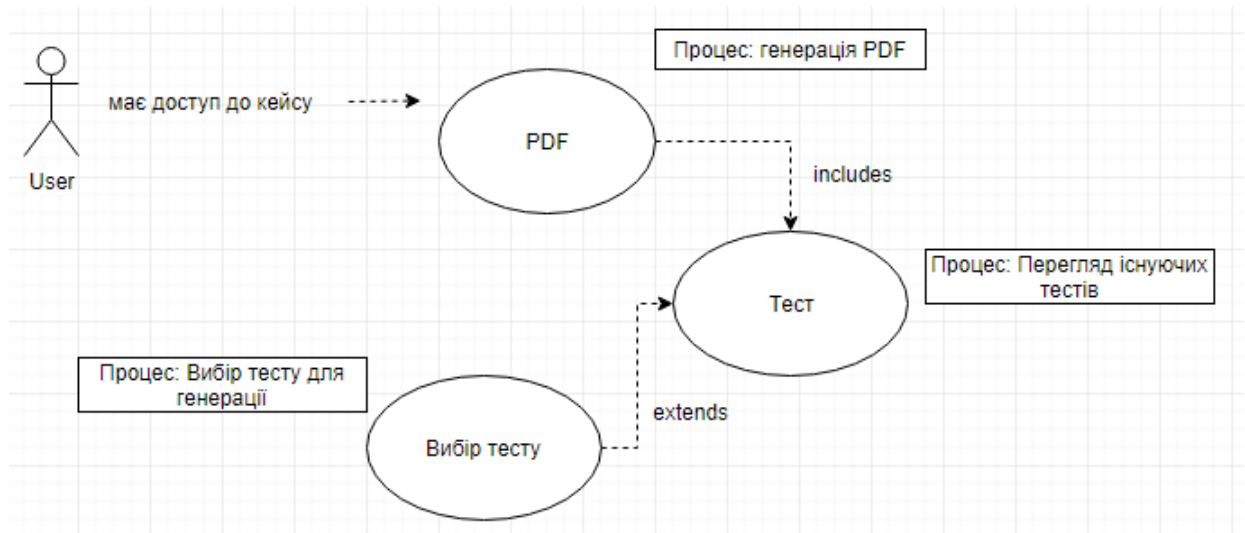


Рисунок 3.2 – Use case діаграма «Генерація PDF»

### 3.2 Висновки до розділу

Розділ моделювання бізнес процесів належить до третього етапу розробки та базується на попередніх розділах. Основним завданням розділу є побудова use case діаграм, які слугують ілюстрацією взаємодії користувача з процесами.

Усі процеси, що визначені на діаграмі ієрархії процесів (за виключенням тих процесів з якими взаємодіє лише система), були імплементовані в персональних кейсах.



## 4 ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

### 4.1 Концептуальна модель

Розділ інфологічне моделювання має за мету створення концептуальної моделі, яка відображає "сутність-зв'язок" з обраної предметної області.

Зазначимо, що на концептуальному рівні моделювання відбувається визначення основних понять предметної області та їх взаємозв'язок.

Нижче графічно представлена концептуальна модель та наведено детальний опис сутностей, їх атрибутів та зв'язків між ними.

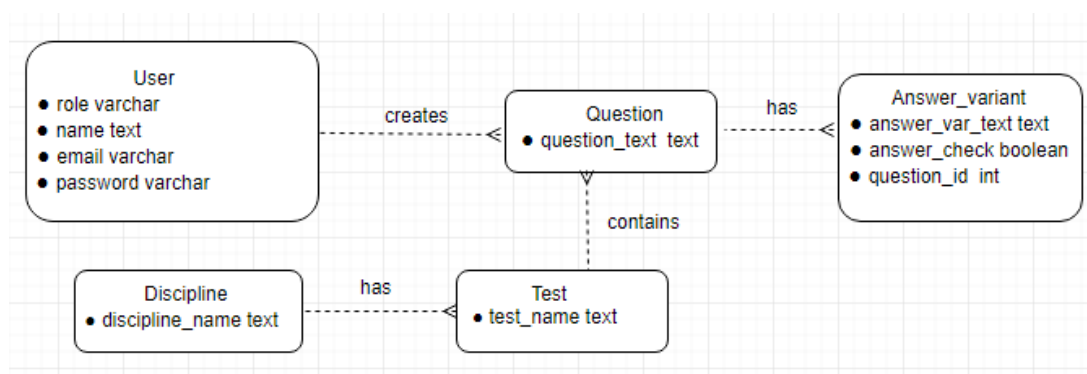


Рисунок 4.1 – Концептуальна модель

Відповідно до рисунку 4.1 було визначено такі сутності:

1. User ( user\_id, role, name, email, password)
2. Question (question\_id, question\_text, test\_id, discipline\_id)
3. Answer Variant (answer\_variant\_id, answer\_variant\_text, answer\_check, question\_id)
4. Test (test\_id, test\_name)
5. Discipline (discipline\_id, discipline\_name)

## 4.2 Висновки до розділу

Метою розділу "Інфологічне моделювання" є отримання семантичної моделі даних, що відображає інформаційний зміст конкретного проекту.

На цьому етапі було виконано чотири основні кроки:

1. визначення сутностей;
2. визначення атрибутів сутностей;
3. ідентифікація ключових атрибутів;
4. визначення зв'язків між сутностями.

## 5 ДАТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Розділ датовлогічне моделювання має за мету створення логічної та фізичної моделі. Важливим зауваженням є те, що логічна модель є уточненням і деталізацією концептуальної моделі, а фізична модель відображає таблиці для реляційної бази даних.

## 5.1 Логічна модель

Зазначимо, що на логічному рівні допустиме створення сутностей, атрибутів і групи ключів (Рисунок 5.1)

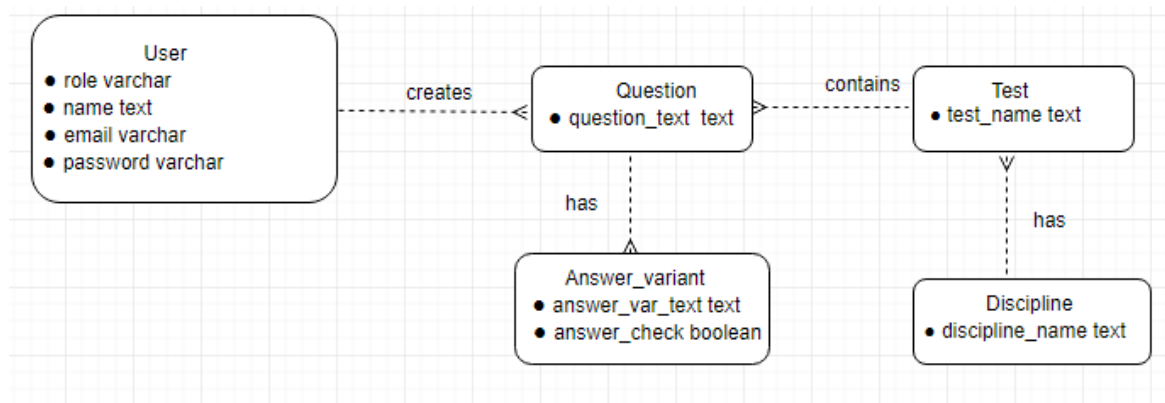


Рисунок 5.1 – Логічна модель

## 5.2 Фізична модель

Зазначимо, що на фізичному рівні допустиме створення таблиць, стовпців, індексів (Рисунок 5.2)

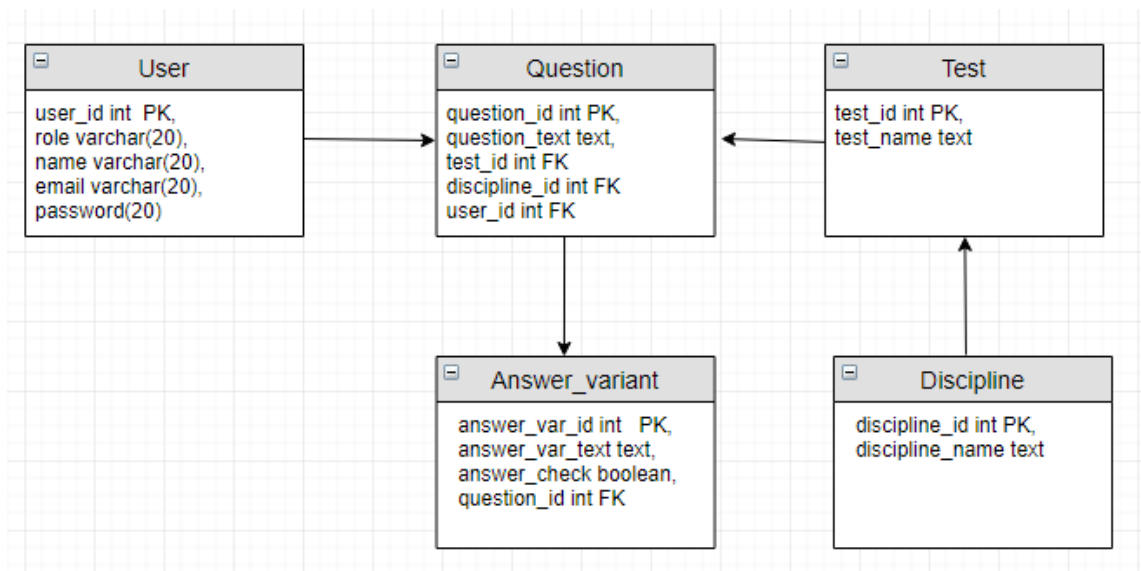


Рисунок 5.2 – Фізична модель

### 5.3 Висновки до розділу

Метою розділу "Даталогічне моделювання" є побудова чіткої моделі даних, яка буде застосована при проектуванні бази даних. На цьому етапі було побудовано логічну та фізичну модель, та виявлено, що основна відмінність між ними полягає у тому, що сутності, атрибути і групи ключів можна створювати тільки на логічному рівні моделі, а таблиці, стовпці, індекси можна створювати тільки на фізичному рівні.

## ВИСНОВКИ

Завдання курсової роботи, яке полягало у написанні мікросервісу, основною функцією якого є автоматична генерація варіантів тестових завдань у PDF – виконано. Результатом розробки є готовий мікросервіс, що відповідає всім зазначеним вимогам. Процес розробки поділений на п'ять етапів:

*Аналіз підприємства автоматизації.* Аналіз підприємства автоматизації є першим етапом у розробці проекту. Проведено перед проектне дослідження, створено чітку бізнес структуру розроблюваного продукту.

*Постановка задачі.* Постановка задачі є другим етапом розробки, в ході якого були визначені цілі і призначення створення системи, сформульовані основні вимоги до розроблюваної системи та надано перелік основних функцій.

*Моделювання бізнес процесів.* Моделювання бізнес процесів є третім етапом розробки, основним завданням якого була побудова use case діаграм.

*Інфологічне моделювання.* Інфологічне моделювання є четвертим етапом розробки, в якому була отримана семантична модель даних.

*Даталогічне моделювання.* Даталогічне моделювання є п'ятим етапом розробки, в якому була побудована чітка модель даних, що застосовалась при проектуванні бази даних.

В курсовій роботі виконана задача кластеризації, задача машинного навчання та задача кореляційного аналізу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шахіна І. Ю. Організація контролю якості знань студентів із використанням електронного тестування [Електронний ресурс] / І. Ю. Шахіна, О. І. Ільїна // Фізико-математична освіта: науковий журнал. - Випуск 4(10). - Р.152-157.. – 2016. – Режим доступу до ресурсу:<https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-kontrolyu-yakosti-znan-studentiv-iz-vikoristannyam-elektronnogo-testuvannya/viewer>
2. Трегубова В. М. Методологічні основи організації тестового контролю знань студентів [Електронний ресурс] / В. М. Трегубова – Режим доступу до ресурсу: [https://novyn.kpi.ua/2007-3-2/27\\_Tregubova.pdf](https://novyn.kpi.ua/2007-3-2/27_Tregubova.pdf).
3. Джадан О. І. Використання тестів як форма контролю знань студентів [Електронний ресурс] / О. І. Джадан – Режим доступу до ресурсу:  
[http://elib.umsa.edu.ua/jspui/bitstream/umsa/8414/1/36\\_VTY.pdf](http://elib.umsa.edu.ua/jspui/bitstream/umsa/8414/1/36_VTY.pdf).