

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету )

Кафедра програмної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка рішень на основі штучного інтелекту для автоматизації

контенту в сучасних CRM-системах

Виконав: студент спеціальності

VI курсу, групи СПм-61

121 Інженерія програмного забезпечення

(підпис)

Кулішова К.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра програмної інженерії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Студентці Кулішовій Каріні Дмитрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка рішень на основі штучного інтелекту для автоматизації контенту в сучасних CRM-системах

Керівник роботи Дячук Степан Федорович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «\_\_» \_\_ 2024 року № \_\_

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи наукові літературні джерела

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Сформулювати та затвердити тему, розробити завдання, провести огляд літератури, визначити цілі дослідження, розробити систему автоматизації контенту, описати використані технології, реалізувати функціональність генерації контенту, інтегрувати систему в CRM, розробити план тестування програмного продукту, протестувати рішення, проаналізувати питання щодо охорони праці та безпеки під час розробки та впровадження програмного забезпечення, оформити пояснювальну записку, зробити висновки за результатами виконаної роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів).

Ілюстративна частина кваліфікаційної роботи оформляється у вигляді слайдів, висвітлює

3 основні розділи та етапи роботи та містить: тему роботи, мету, предмет та об'єкт

об'єкт дослідження, сформульовані завдання, перелічено етапи виконання кваліфікаційної роботи, короткий аналіз актуальності теми і результати розробки.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                           | Прізвище, ініціали та посада консультанта                 | Підпис, дата   |                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                  |                                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Основи охорони праці             | Осухівська Галина Михайлівна                              |                |                  |
| Безпека в надзвичайних ситуаціях | Стручок Володимир Сергійович<br>Клепчик Василь Михайлович |                |                  |
| Нормконтроль                     | Стоянов Юрій Миколайович                                  |                |                  |
|                                  |                                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи                                                                         | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1.    | Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи                                          | 16.11 – 16.11                  | Виконано |
| 2.    | Підбір джерел про методи автоматизації контенту у CRM-системах                              | 17.11 – 20.11                  | Виконано |
| 3.    | Опрацювання літератури про методи штучного інтелекту для аналізу даних і генерації контенту | 21.11 – 23.11                  | Виконано |
| 4.    | Розробка алгоритмів генерації персоналізованого контенту на основі GPT-моделей              | 24.11 – 27.11                  | Виконано |
| 5.    | Інтеграція і тестування розробленого рішення у CRM                                          | 28.11 – 30.11                  | Виконано |
| 6.    | Написання трьох розділів кваліфікаційної роботи                                             | 01.12 – 05.12                  | Виконано |
| 7.    | Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці та Безпека в надзвичайних ситуаціях»        | 05.12 – 07.12                  | Виконано |
| 8.    | Оформлення кваліфікаційної роботи                                                           | 10.12 – 1.12                   | Виконано |
| 9.    | Перевірка на плагіат                                                                        |                                |          |
| 10.   | Нормоконтроль                                                                               |                                |          |
| 11.   | Попередній захист кваліфікаційної роботи                                                    |                                |          |
| 12.   | Захист кваліфікаційної роботи                                                               | 27.12                          |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |
|       |                                                                                             |                                |          |

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кулішова К.К.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Дячук С.Ф.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра містить: с. 77, рис. 18, табл. -, 25 джер.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, CRM-СИСТЕМА, АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТЕНТУ, GPT-МОДЕЛІ, PYTHON, RESTAPI, PYTORCH, AI ENGINE, HUGGING FACE.

Метою роботи є розробка та впровадження інтелектуальної системи для автоматизації контенту у сучасних CRM-системах на основі алгоритмів штучного інтелекту.

Методи розробки базуються на сучасних підходах до обробки природної мови (NLP), зокрема GPT-моделях, реалізованих на мові програмування Python із застосуванням бібліотеки PyTorch та інтеграцію через REST API. У роботі використовуються методи аналітики даних для сегментації клієнтів і прогнозування їхніх потреб.

В результаті роботи було розроблено програмне рішення для автоматизації створення текстового контенту та побудови рекомендаційних систем, яке інтегровано у CRM-систему. Рішення забезпечує збереження контексту комунікації з клієнтом, адаптацію контенту під індивідуальні потреби, а також автоматизацію рутинних процесів контент-менеджменту.

## ANNOTATION

The master's qualification work contains: 77 pages, 18 figures, 0 tables, 25 references.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, CRM SYSTEM, CONTENT AUTOMATION, GPT MODELS, PYTHON, REST API, PYTORCH, AI ENGINE, HUGGING FACE.

The purpose of the work is to develop and implement a content automation system in modern CRM systems using artificial intelligence methods.

The development methods involve GPT models for automated text generation, the Python programming language, the PyTorch library, and integration via REST API. The solution is based on an AI Engine for natural language processing (NLP), data analysis, and personalized content creation.

As a result, a software system was implemented to automate content generation for CRM systems, preserve communication context, and adapt content to individual customer needs. The solution improves system productivity and reduces time spent on content management.

## ЗМІСТ

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                              | 8  |
| 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ<br>АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТЕНТУ В CRM-СИСТЕМАХ..... | 10 |
| 1.1 Характеристика сучасних CRM-систем у бізнес-процесах .....                                          | 10 |
| 1.2 Аналіз проблем автоматизації контенту у CRM-системах .....                                          | 12 |
| 1.3 Використання штучного інтелекту для автоматизації бізнес-процесів .....                             | 16 |
| 1.3.1 Огляд ключових технологій штучного інтелекту для бізнесу .....                                    | 16 |
| 1.3.2 Автоматизація бізнес-процесів за допомогою ШІ.....                                                | 18 |
| 1.3.3 Можливості штучного інтелекту в CRM-системах .....                                                | 20 |
| 1.3.4 Виклики впровадження штучного інтелекту .....                                                     | 22 |
| 1.4 Визначення потреби у впровадженні ШІ-рішення для створення та управління<br>контентом .....         | 24 |
| 1.5 Актуальність та цінність автоматизації для підвищення ефективності роботи<br>користувачів CRM.....  | 25 |
| 2 РОЗРОБКА РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ .....                                                   | 27 |
| 2.1 Постановка технічних вимог.....                                                                     | 27 |
| 2.2 Архітектура та дизайн рішення .....                                                                 | 28 |
| 2.3 Розробка моделі штучного інтелекту .....                                                            | 32 |
| 2.4 Реалізація інтеграції з CRM-системою .....                                                          | 39 |
| 2.5 Тестування та валідація моделі.....                                                                 | 43 |
| 3 ТЕСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНОГО РІШЕННЯ.....                                           | 51 |
| 3.1. Розробка плану тестування .....                                                                    | 51 |
| 3.2. Перевірка функціональності окремих компонентів .....                                               | 55 |
| 3.3. Аналіз продуктивності системи в реальному CRM-середовищі.....                                      | 58 |
| 3.3.1 Інструменти для автоматизації інтеграційного тестування.....                                      | 61 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....                                               | 63 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Охорона праці .....                                                              | 63 |
| 4.2 Комп'ютерне забезпечення процесу оцінки радіаційної та хімічної обстановки ..... | 65 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                        | 68 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                     | 70 |
| ДОДАТОК А.....                                                                       | 74 |
| ДОДАТОК Б .....                                                                      | 77 |

## ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному динамічному бізнес-середовищі ефективне управління взаємовідносинами з клієнтами стало ключовим фактором успіху компаній. Системи управління взаємовідносинами з клієнтами (Customer Relationship Management, CRM) є важливими інструментами, що забезпечують інтеграцію даних, аналіз поведінки клієнтів і автоматизацію рутинних процесів. Проте сучасні CRM-системи стикаються з викликами персоналізації взаємодії, адаптації до швидкозмінних умов ринку та роботи з великими обсягами даних. Це вимагає впровадження інноваційних підходів, одним із яких є використання штучного інтелекту (ШІ).

Мета дослідження: дослідити потенціал штучного інтелекту для трансформації сучасних CRM-систем, розробити архітектуру та створити прототип рішення для автоматизованого створення та управління персоналізованим контентом.

В роботі поставлено та розв'язано наступні задачі:

- Проведено поглиблений аналіз можливостей застосування ШІ в CRM для автоматизації контенту та персоналізації взаємодії з клієнтами.
- Досліджено потенціал алгоритмів ШІ для автоматизації контенту та покращення персоналізації взаємодії з клієнтами.
- Розроблено архітектуру рішення, яке інтегрує ШІ в CRM-систему.
- Створено прототип ШІ-рішення для автоматизації контенту.
- Оцінено ефективність впровадженого прототипу на прикладі реальних даних.

Об'єкт дослідження. Системи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM).

Предмет дослідження. Використання алгоритмів ШІ для автоматизації контенту в CRM-системах.

Методи дослідження. Науковий аналіз, моделювання, порівняння, та експериментальна перевірка.

Наукова новизна отриманих результатів:

- Розроблено підхід до інтеграції ШІ-рішень у CRM для автоматизації створення персоналізованого контенту.
- Запропоновано методику оцінки ефективності автоматизованих процесів на основі машинного навчання.

Практичне значення одержаних результатів. Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані для впровадження інноваційних рішень у компаніях різних галузей (електронна комерція, фінансовий сектор, туризм тощо) для підвищення ефективності взаємодії з клієнтами та зменшення витрат.

Інтеграція штучного інтелекту у CRM-системи сприятиме підвищенню ефективності бізнес-процесів та створенню унікального клієнтського досвіду, що буде виділяти компанію на конкурентному ринку.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТЕНТУ В CRM-СИСТЕМАХ

## 1.1 Характеристика сучасних CRM-систем у бізнес-процесах

У сучасному бізнес-середовищі, що швидко розвивається, задоволеність клієнтів є головним критерієм, тому системи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) стали незамінними інструментами. Ці складні програмні рішення дозволяють організаціям ефективно управляти та аналізувати взаємодію з клієнтами від першого контакту до підтримки після продажу. Централізуючи інформацію про клієнтів, автоматизуючи процеси та надаючи цінну інформацію, CRM-системи дозволяють компаніям будувати міцніші відносини, стимулювати продажі та сприяти довгостроковій лояльності клієнтів.

Добре впроваджена CRM-система слугує основою клієнтоорієнтованої стратегії організації. Вона надає комплексне уявлення про кожного клієнта, дозволяючи бізнесу зрозуміти його вподобання, потреби та історію покупок. Таке 360-градусне бачення дозволяє персоналізувати комунікацію, адаптувати рекомендації щодо продуктів і надавати винятковий клієнтський досвід. Крім того, автоматизуючи рутинні завдання та оптимізуючи робочі процеси, CRM-системи вивільняють цінний час працівникам відділів продажів, маркетингу та обслуговування клієнтів, щоб вони могли зосередитися на стратегічних ініціативах та взаємодії з клієнтами, що має високу цінність.

Сучасні CRM-системи пропонують широкий спектр функціональних можливостей, які відповідають потребам бізнесу, що постійно розвивається. Деякі з ключових функцій включають:

- Управління контактами - фундаментальна функція, яка дозволяє компаніям зберігати, управляти та аналізувати інформацію про клієнтів, включаючи контактні дані, історію покупок та вподобання. Маючи

централізоване сховище цих даних про клієнтів, організації можуть легко отримувати доступ до інформації та оновлювати її, забезпечуючи узгодженість і точність [1].

- Автоматизація відділу продажів - функція, яка спрощує процес продажу, від генерації лідів до закриття угод. CRM-системи автоматизують повторювані завдання, такі як кваліфікація потенційних клієнтів, подальші дії та генерацію пропозицій, звільняючи торгових представників для зосередження на побудові відносин і закритті угод.

- Автоматизація маркетингу - дозволяє компаніям автоматизувати маркетингові завдання та персоналізувати взаємодію з клієнтами. CRM-системи можуть автоматизувати кампанії електронної пошти, маркетинг у соціальних мережах і контент-маркетинг, заощаджуючи час і зусилля. Крім того, використовуючи дані про клієнтів, компанії можуть створювати цільові маркетингові кампанії, які резонують з конкретними сегментами клієнтів [3].

- Обслуговування та підтримка клієнтів - функція, яка дозволяє компаніям надавати ефективну та дієву підтримку клієнтів. Інтегруючись з різними каналами зв'язку, такими як електронна пошта, телефон і чат, CRM-системи допомагають командам підтримки керувати запитами клієнтів, відстежувати проблеми та швидко їх вирішувати.

- Аналітика та звітність: CRM-системи пропонують потужні можливості аналітики та звітності, які дозволяють компаніям отримувати цінну інформацію з даних про клієнтів. Аналізуючи поведінку, вподобання та моделі покупок клієнтів, організації можуть визначити тенденції, можливості та потенційні ризики. Ця інформація може бути використана для оптимізації маркетингових кампаній, вдосконалення стратегій продажів та покращення клієнтського досвіду.

Таким чином, CRM-системи відіграють ключову роль у вдосконаленні бізнес-процесів і підвищенні рівня задоволеності клієнтів. Централізуючи інформацію про

клієнтів і автоматизуючи завдання, CRM-системи впорядковують операції, зменшують кількість помилок і підвищують продуктивність. Наприклад, відділи продажів можуть швидко отримати доступ до інформації про клієнтів і визначити можливості для перехресних і додаткових продажів, що призводить до збільшення прибутку.

Крім того, CRM-системи дозволяють компаніям надавати клієнтам персоналізоване обслуговування. Аналізуючи дані про клієнтів, організації можуть адаптувати свої маркетингові повідомлення, рекомендації щодо продуктів і взаємодію зі службою підтримки до індивідуальних уподобань. Такий рівень персоналізації сприяє зміцненню відносин з клієнтами та формуванню лояльності до бренду.

Отже, сучасні CRM-системи є незамінними інструментами для бізнесу, який прагне підвищити ефективність, збільшити продажі та підвищити рівень задоволеності клієнтів. Розуміючи ключові функції та переваги CRM-систем, організації можуть використовувати ці потужні інструменти для стимулювання зростання та успіху на сучасному конкурентному ринку.

## 1.2 Аналіз проблем автоматизації контенту у CRM-системах

В епоху цифрової трансформації компанії все частіше звертаються до автоматизації, щоб оптимізувати операції та покращити клієнтський досвід. Автоматизація контенту в CRM-системах є потужним інструментом, який може значно підвищити ефективність і персоналізацію. Однак впровадження та ефективне використання автоматизації контенту пов'язане з безліччю проблем, які організації повинні вирішити, щоб повністю реалізувати його потенціал.

Одна з головних проблем полягає в персоналізації. Хоча CRM-системи чудово справляються зі збором і зберіганням величезних обсягів даних про клієнтів,

автоматизація генерації персоналізованого контенту, що резонує з індивідуальними уподобаннями та поведінкою, є складним завданням. Розробка алгоритмів, які можуть точно інтерпретувати дані про клієнтів і генерувати персоналізований контент, вимагає значних технічних знань і постійного вдосконалення. Крім того, забезпечення відповідності персоналізованого контенту загальному стилю бренду може бути складно досягти в масштабах.

Іншою важливою проблемою є інтеграція. CRM-системи часто взаємодіють з різними іншими програмними додатками, такими як платформи автоматизації маркетингу, інструменти електронного маркетингу та системи управління контентом. Інтеграція цих систем для безперешкодного обміну даними та запуску автоматизованих процесів обробки контенту може бути технічно складною. Несумісні API, формати даних і протоколи безпеки можуть перешкоджати інтеграції та призводити до помилок і затримок. Крім того, підтримка цих інтеграцій у міру розвитку систем може бути трудомістким і ресурсномістким процесом [4].

Ще одна важлива проблема автоматизації контенту це масштабованість. Зі зростанням бізнесу та розширенням клієнтської бази обсяг контенту, який необхідно згенерувати та персоналізувати, зростає в геометричній прогресії. Масштабування автоматизації контенту для задоволення цих потреб вимагає надійної інфраструктури, ефективних алгоритмів та ефективних стратегій управління контентом. Без ретельного планування та впровадження проблеми масштабування можуть призвести до зниження продуктивності, збільшення витрат і погіршення якості обслуговування клієнтів.

Ще одним важливий аспектом автоматизації контенту є його якість. Хоча автоматизація може значно прискорити створення контенту, важливо підтримувати високі стандарти якості та точності. Погано написаний, неактуальний або схильний до помилок контент може зашкодити репутації бренду і підірвати довіру клієнтів. Щоб вирішити цю проблему, організації повинні інвестувати в надійні процеси

контролю якості, включно з ручним переглядом, автоматизованими перевірками та циклами зворотного зв'язку.

З технічної точки зору, автоматизація контенту вимагає глибокого розуміння обробки природної мови, машинного навчання та штучного інтелекту [5]. Розробка та підтримка цих складних алгоритмів може бути ресурсномісткою і вимагає спеціалізованих навичок. Крім того, забезпечення безпеки та конфіденційності даних клієнтів має першорядне значення, особливо при автоматизації процесів генерації контенту.

Організаційні проблеми часто виникають через відсутність узгодженості між командами ІТ, маркетингу та продажів. Розрізнені дані, суперечливі пріоритети та розрізнені робочі процеси можуть перешкоджати успішному впровадженню ініціатив з автоматизації контенту. Встановлення чіткої відповідальності, налагодження співпраці та вироблення спільного бачення автоматизації контенту є важливими для подолання цих викликів.

Нарешті, проблеми, орієнтовані на користувача, можуть виникати через опір змінам, недостатню підготовку та неадекватні користувацькі інтерфейси. Щоб забезпечити впровадження та успіх автоматизації контенту, організації повинні інвестувати в навчання користувачів, надавати інтуїтивно зрозумілі інструменти та збирати зворотній зв'язок від користувачів. Розширюючи можливості користувачів і вирішуючи їхні проблеми, організації можуть максимізувати переваги автоматизації контенту. Щоб проілюструвати складність типової технічної архітектури CRM, розглянемо наступну діаграму (рис. 1.1) [2]:

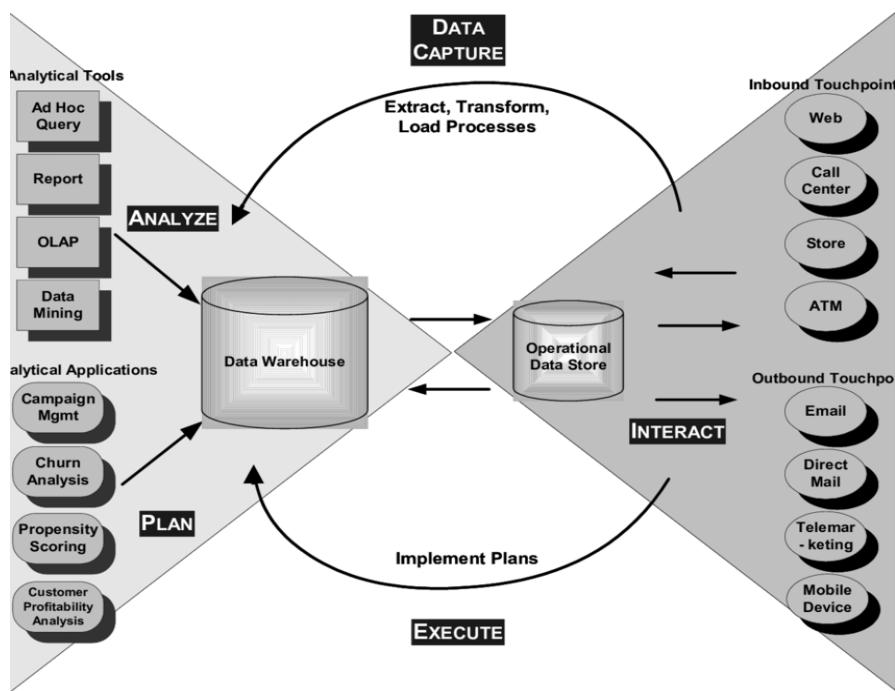


Рисунок 1.1 – Технічна архітектура CRM

Як показано на малюнку, архітектура складається з кількох ключових компонентів, зокрема рівня бази даних для зберігання даних про клієнтів, рівня додатків для обробки бізнес-логіки та рівня презентації для взаємодії з користувачем. Рівень інтеграції забезпечує безперешкодний зв'язок з іншими системами, такими як платформи автоматизації маркетингу та інструменти електронного маркетингу.

Рівень інтеграції, як показано на схемі, є критично важливим компонентом, який може суттєво вплинути на загальну продуктивність і надійність CRM-системи. Однак інтеграція різнорідних систем може бути складною через відмінності у форматах даних, API та протоколах безпеки. Це може призвести до неузгодженості даних, проблем із синхронізацією та потенційних порушень безпеки.

Отже, хоча автоматизація контенту пропонує значний потенціал для підвищення ефективності та залучення клієнтів, вона не позбавлена певних проблем. Ретельно вирішуючи технічні, організаційні та орієнтовані на користувача питання, компанії можуть використати можливості автоматизації контенту для зростання та успіху.

## 1.3 Використання штучного інтелекту для автоматизації бізнес-процесів

### 1.3.1 Огляд ключових технологій штучного інтелекту для бізнесу

Штучний інтелект (ШІ) для сучасного бізнесу пропонує низку технологій, які дозволяють організаціям оптимізувати операції, вдосконалити процес прийняття рішень і підвищити якість обслуговування клієнтів. Ключовими серед цих технологій є машинне навчання (ML), штучні нейронні мережі (ANN) та глибоке навчання (DL), кожна з яких надає унікальні можливості для задоволення складних потреб сучасних підприємств. Розуміння їхньої ієрархічної структури та взаємозв'язків має важливе значення для повного використання їхнього потенціалу в різних бізнес-контекстах.

У найширшому розумінні ШІ охоплює всі зусилля, спрямовані на імітацію людського інтелекту в машинах. В рамках ШІ машинне навчання зосереджується на тому, щоб дати системам можливість навчатися на основі даних і покращувати свою продуктивність з часом без явного програмування. ML лежить в основі багатьох бізнес-додатків, включаючи сегментацію клієнтів, прогнозування продажів і виявлення шахрайства. Однак еволюція більш складних бізнес-проблем призвела до появи глибокого навчання, підмножини ML, яка використовує штучні нейронні мережі для обробки величезних масивів даних і вилучення складних закономірностей. DL став наріжним каменем для додатків, що вимагають високого рівня абстракції, таких як обробка природної мови, розпізнавання зображень і взаємодія з клієнтами в режимі реального часу [6].

Наступна концептуальна схема ілюструє взаємозв'язок між цими технологіями (рис. 1.2):



Рисунок 1.2 – Взаємозв'язок між штучним інтелектом, машинним навчанням, штучними нейронними мережами та глибинним навчанням

Ця схема пояснює, як ШІ слугує «парасолькою», під якою працюють ML, ANN та DL. Машинне навчання фокусується на алгоритмах, які навчаються на основі даних, тоді як штучні нейронні мережі, натхненні структурою і функціями людського мозку, формують ядро моделей глибокого навчання. Глибинне навчання, в свою чергу, спеціалізується на вирішенні складних завдань зі значними обсягами даних, що робить його безцінним для вирішення нюансованих бізнес-проблем.

У бізнесі ці технології революціонізували ключові операції в різних галузях:

- Управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM). Системи на основі штучного інтелекту аналізують поведінку та вподобання клієнтів, забезпечуючи гіперперсоналізовану взаємодію та покращуючи показники утримання клієнтів. Алгоритми глибокого навчання забезпечують роботу чат-ботів і віртуальних асистентів, надаючи миттєву підтримку та взаємодію.
- Предиктивна аналітика. Моделі машинного навчання обробляють історичні дані для прогнозування майбутніх тенденцій, допомагаючи

компаніям оптимізувати запаси, ефективно розподіляти ресурси та виявляти нові ринкові можливості.

- Автоматизація контенту. ШІ спрощує генерацію та персоналізацію контенту, створюючи адаптовані маркетингові матеріали та динамічний веб-контент, який резонує з цільовою аудиторією.
- Управління ризиками. Удосконалені моделі ML виявляють аномалії та прогнозують потенційні ризики, допомагаючи запобігати шахрайству та вдосконалювати протоколи кібербезпеки.

Незважаючи на величезний потенціал цих технологій, для їхньої ефективної інтеграції бізнес має вирішити низку проблем. Серед них - забезпечення якості даних, управління високими обчислювальними витратами на навчання моделей штучного інтелекту та вирішення етичних проблем, пов'язаних з автоматизацією та прийняттям рішень. Однак організації, які успішно впроваджують ці технології штучного інтелекту у свою діяльність, отримують значну конкурентну перевагу, відкриваючи нові рівні ефективності та інновацій.

Розуміння багаторівневих взаємозв'язків між ШІ, ML, ШНМ і DL має вирішальне значення для узгодження технологічних можливостей зі стратегічними цілями. Ця концептуальна схема не лише ілюструє розвиток цих технологій, але й висвітлює їх практичне застосування в бізнесі, надаючи дорожню карту для організацій, які прагнуть ефективно використовувати можливості штучного інтелекту.

### 1.3.2 Автоматизація бізнес-процесів за допомогою ШІ

Штучний інтелект (ШІ) став рушійною силою в автоматизації бізнес-процесів, надаючи компаніям інструменти для оптимізації операцій, зниження витрат і підвищення задоволеності клієнтів. Однією з найефективніших сфер застосування ШІ є створення та персоналізація контенту. Традиційне створення контенту вимагає

значних ручних зусиль, але системи штучного інтелекту, особливо ті, що використовують генерацію природної мови (NLG), можуть створювати високоякісний текст за частку часу. Зараз компанії використовують ШІ для створення описів продуктів, маркетингових матеріалів і навіть детальних звітів з мінімальною участю людини. Це не лише прискорює робочі процеси, а й забезпечує узгодженість результатів. Крім того, завдяки алгоритмам на основі штучного інтелекту значно покращилася персоналізація. Аналізуючи поведінку користувачів, історію покупок і вподобання, ці системи можуть надавати їм персоналізований контент. Наприклад, стрімінгові платформи та веб-сайти електронної комерції використовують такі алгоритми, щоб рекомендувати продукти або контент, тим самим підвищуючи залученість користувачів і стимулюючи їхню лояльність.

Автоматизована комунікація - ще одна сфера, де ШІ зробив значний внесок. Інтелектуальні чат-боти, що працюють на основі обробки природної мови (NLP), стали стандартом в операціях з обслуговування клієнтів, ефективно обробляючи рутинні запити і пропонуючи допомогу в режимі реального часу. На відміну від традиційних систем підтримки клієнтів, ці рішення на основі штучного інтелекту доступні 24/7 і можуть одночасно обробляти великі обсяги взаємодій, забезпечуючи вищу швидкість реагування. Крім того, в email-маркетингу штучний інтелект спростив управління кампаніями, оптимізувавши сегментацію аудиторії, таймінг і персоналізацію контенту. Аналізуючи дані попередніх кампаній, системи штучного інтелекту можуть передбачити, які підходи принесуть найкращі результати, тим самим покращуючи показники відкриттів, кліків та загальної залученості.

Ще одне трансформаційне застосування штучного інтелекту в автоматизації бізнесу полягає в аналітиці та прогнозуванні. Використовуючи великі дані, ШІ дозволяє організаціям обробляти та інтерпретувати величезні масиви даних, надаючи дієві висновки. Предиктивна аналітика, заснована на моделях машинного навчання, допомагає бізнесу виявляти тенденції, передбачати потреби клієнтів і приймати рішення на основі даних. Наприклад, у роздрібній торгівлі предиктивні моделі

оптимізують управління запасами, прогнозуючи попит на основі історичних продажів і зовнішніх факторів, а фінансові установи використовують подібні підходи для виявлення шахрайських операцій і оцінки кредитних ризиків. Ці можливості на основі штучного інтелекту дають організаціям можливість гнучко адаптуватися до мінливих ринкових умов і залишатися конкурентоспроможними [7].

Інтеграція штучного інтелекту в бізнес-процеси, зокрема у створення контенту, комунікації та аналітику, не є безпроблемною. Вона вимагає значних інвестицій у високоякісні дані, інфраструктуру та навчання. Однак потенційні переваги значно переважають ці перешкоди, оскільки ШІ дозволяє організаціям досягти безпрецедентної ефективності та інноваційності. Впровадження штучного інтелекту для автоматизації є важливим кроком на шляху до більш гнучкого та клієнтоорієнтованого бізнес-середовища, що підкреслює його життєво важливу роль у формуванні майбутнього операцій підприємств.

### 1.3.3 Можливості штучного інтелекту в CRM-системах

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в системи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) зробила революцію в тому, як компанії взаємодіють з клієнтами, оптимізують робочі процеси і стимулюють зростання доходів. Завдяки використанню штучного інтелекту CRM-платформи перетворилися зі статичних сховищ даних про клієнтів на динамічні інструменти, здатні надавати дієві інсайти та автоматизувати складні завдання. Три ключові сфери, де ШІ демонструє значний потенціал у CRM-системах, - це аналіз поведінки клієнтів, сегментація аудиторії та прогнозування продажів [8].

Аналіз поведінки клієнтів за допомогою штучного інтелекту дає змогу компаніям глибше зрозуміти вподобання своїх клієнтів, моделі їхніх покупок та історію взаємодії з ними. Алгоритми машинного навчання аналізують величезні обсяги даних, зібраних з різних джерел, таких як записи транзакцій, активність у

соціальних мережах і взаємодія на веб-сайтах. Цей аналіз дозволяє організаціям виявляти тенденції та прогнозувати майбутню поведінку, що дає їм змогу приймати більш обґрунтовані рішення. Наприклад, роздрібні продавці можуть передбачити ймовірність того, що клієнт придбає певний товар чи послугу, а постачальники послуг можуть виявити потенційні ризики відтоку клієнтів і проактивно впроваджувати стратегії утримання клієнтів. Здатність передбачати потреби клієнтів не лише підвищує їхню задоволеність, але й зміцнює лояльність до бренду.

Сегментація аудиторії - ще одна важлива функція, яку посилює штучний інтелект - передбачає поділ клієнтської бази на окремі групи на основі спільних характеристик. Традиційні методи сегментації часто покладаються на обмежені критерії, такі як демографічні дані або історія покупок. З іншого боку, ШІ використовує передові алгоритми кластеризації для виявлення нюансів і створення більш точних сегментів. Це дозволяє компаніям адаптувати маркетингові кампанії, товарні пропозиції та комунікаційні стратегії до конкретних груп аудиторії, максимізуючи їхню релевантність та вплив. Наприклад, CRM-система зі штучним інтелектом може динамічно сегментувати клієнтів на основі даних у реальному часі, таких як звички перегляду веб-сторінок або нещодавні взаємодії, забезпечуючи своєчасність і персоналізацію маркетингових зусиль.

Прогнозування продажів, що є наріжним каменем стратегічного планування, також значно покращилося завдяки застосуванню ШІ в CRM-системах. Прогностичні моделі, керовані машинним навчанням, аналізують історичні дані про продажі разом із зовнішніми змінними, такими як економічні тенденції, сезонні закономірності та динаміка ринку. Ці моделі надають високоточні прогнози, що дозволяє компаніям ефективно розподіляти ресурси, встановлювати реалістичні цілі продажів і визначати можливості для зростання. Крім того, ШІ може постійно вдосконалювати свої прогнози в міру надходження нових даних, забезпечуючи актуальність прогнозів у швидкозмінному середовищі. Така адаптивність дає компаніям конкурентну перевагу, дозволяючи їм проактивно реагувати на потреби ринку.

Можливості, які надає штучний інтелект у системах CRM, виходять за межі операційної ефективності й докорінно змінюють те, як бізнес розуміє своїх клієнтів і взаємодіє з ними. Шляхом автоматизації рутинних завдань і надання глибокої інформації, керованої даними, штучний інтелект не тільки покращує функціональність платформ CRM, але й дає можливість компаніям створювати більш значущі та персоналізовані умови для клієнтів. У той час як впровадження штучного інтелекту в системи CRM вимагає початкових інвестицій у технології та досвід, довгострокові переваги з точки зору утримання клієнтів, зростання доходу та конкурентної переваги роблять його критичним компонентом сучасних бізнес-стратегій.

#### 1.3.4 Виклики впровадження штучного інтелекту

Хоча штучний інтелект (ШІ) відкриває значний потенціал для бізнесу, його інтеграція супроводжується викликами, які необхідно вирішити для успішного впровадження. До них належать етичні питання, проблеми безпеки та конфіденційності даних, складність адаптації ШІ до існуючих робочих процесів і значні витрати, пов'язані з впровадженням та навчанням [9].

Етичні питання є одними з найважливіших проблем інтеграції ШІ. Оскільки системи ШІ стають центральними для прийняття рішень, вони можуть ненавмисно відтворювати упередження, які містяться у їхніх навчальних даних, що призводить до несправедливих або дискримінаційних результатів. Наприклад, рекрутинговий ШІ може віддавати перевагу певним демографічним групам, якщо він був навчений на упереджених історичних даних про працевлаштування. Крім того, "чорна скринька" багатьох моделей ШІ ускладнює розуміння процесів прийняття рішень, що ускладнює забезпечення прозорості та підзвітності. Бізнесу необхідно вирішувати ці питання, надаючи пріоритет справедливості, пояснюваності та відповідальному використанню ШІ.

Проблеми безпеки та конфіденційності даних виникають через велику залежність систем ІІ від масштабних наборів даних, які часто містять чутливу або особисту інформацію. Забезпечення безпечного поводження з даними є критично важливим для запобігання витокам або зловживанням, а також для дотримання суворих норм захисту даних, таких як GDPR. Балансування ефективного використання даних із надійним захистом конфіденційності вимагає ретельного планування та інвестицій у безпечні системи та процеси.

Інтеграція ІІ в існуючі робочі процеси також є значним викликом. Рішення на основі ІІ часто потребують суттєвої кастомізації, щоб відповідати конкретним організаційним процесам, що вимагає змін у робочих процесах та ролях працівників. Опір цим змінам і брак знайомства з технологіями ІІ можуть гальмувати впровадження. Всеосяжне навчання та ефективні стратегії управління змінами є важливими для подолання цих бар'єрів і сприяння прийняттю рішень на основі ІІ.

Нарешті, високі витрати на впровадження ІІ залишаються значною проблемою, особливо для малого та середнього бізнесу. Початкові інвестиції в інфраструктуру, програмне забезпечення та кваліфікований персонал, а також постійні витрати на обслуговування та навчання можуть стати серйозним фінансовим тягарем. Для менших організацій складно виправдати ці витрати без негайного повернення інвестицій, навіть якщо довгострокові вигоди часто перевищують початкові витрати.

Ці виклики ілюструють складність інтеграції ІІ в бізнес-операції. Їх успішне вирішення вимагає поєднання етичної відповідальності, безпечного управління даними, надійних стратегій змін і стратегічного фінансового планування. Попри ці труднощі, переваги ІІ, такі як підвищення ефективності, точності та конкурентоспроможності, роблять його впровадження цінною метою для бізнесу, який прагне залишатися на передовій у динамічних ринках.

#### 1.4 Визначення потреби у впровадженні ІІІ-рішення для створення та управління контентом

Системи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) стали незамінними для оптимізації бізнес-процесів і підвищення взаємодії з клієнтами. Однак багато CRM мають суттєві обмеження у створенні та управлінні контентом, що є важливим елементом персоналізованого обслуговування. Усунення цих недоліків є критично важливим для задоволення зростаючих вимог до ефективної, масштабованої та індивідуалізованої комунікації.

Однією з головних проблем є недостатня автоматизація створення контенту. Більшість CRM обмежуються шаблонами та базовими автоматизованими функціями, які не забезпечують контекстуальну релевантність і персоналізацію у великому масштабі. Через це компанії витрачають час і ресурси на ручне налаштування, що збільшує ризик помилок і погіршує клієнтський досвід.

Також системи CRM часто не справляються з управлінням різноманітним контентом — від маркетингових матеріалів до відповідей служби підтримки. Вони погано організовують, категоризують і адаптують контент до змін ринку чи потреб клієнтів, що призводить до затримок і неефективності.

Штучний інтелект (ІІІ) здатний вирішити ці проблеми. Наприклад, технології генерації природної мови (NLG) можуть автоматично створювати якісний контент, такий як електронні листи, публікації в соціальних мережах чи описи продуктів [10]. Алгоритми машинного навчання аналізують дані клієнтів, визначаючи їхні уподобання для розробки персоналізованих рішень.

ІІІ також покращує управління контентом через інтелектуальну категоризацію, пошук і адаптацію. Завдяки обробці природної мови (NLP) CRM із ІІІ розуміють контекст і зміст матеріалів, що спрощує їх використання. Динамічне оновлення

контенту в реальному часі допомагає швидко реагувати на зміни й підтримувати високий рівень взаємодії.

У сучасних умовах конкуренції та швидких змін бізнесу CRM із ШІ є не лише можливістю для вдосконалення, а й необхідністю. Вони надають компаніям інструменти для персоналізованої, масштабованої та ефективної комунікації, що забезпечує конкурентну перевагу та міцніші відносини з клієнтами.

### 1.5 Актуальність та цінність автоматизації для підвищення ефективності роботи користувачів CRM

Зростаюча складність управління взаємовідносинами з клієнтами в сучасному бізнесі вимагає рішень, які спрощують операції та підвищують продуктивність користувачів CRM. Автоматизація стала ключовим елементом сучасних CRM-систем, перетворюючи рутинні завдання на ефективні й безперервні процеси. Завдяки зменшенню ручної роботи, підвищенню точності та прискоренню прийняття рішень автоматизація покращує досвід користувачів і дозволяє бізнесу відповідати зростаючим очікуванням клієнтів.

У традиційних CRM користувачі витрачають значний час на повторювані завдання, такі як введення даних, оновлення профілів клієнтів і планування подальших дій. Ці процеси, хоч і необхідні, створюють неефективність і відволікають від стратегічних завдань, таких як налагодження відносин із клієнтами чи аналіз ринку. Автоматизація вирішує ці проблеми, передаючи рутинні завдання інтелектуальним системам, що звільняє час для важливіших дій. Наприклад, автоматизовані робочі процеси в CRM можуть включати оцінювання лідів, розклад email-кампаній або нагадування про завдання. У продажах автоматизовані системи пріоритизують найбільш перспективних клієнтів, тоді як у маркетингу

використовуються персоналізовані email-кампанії, що враховують поведінку та вподобання клієнтів.

Основні переваги автоматизації для користувачів CRM:

- Кращий розподіл часу - автоматизація повторюваних завдань дозволяє зосередитися на стратегічній роботі та побудові відносин із клієнтами.
- Зменшення помилок - автоматизація забезпечує точність і послідовність, знижуючи ризик людських помилок.
- Швидші відповіді - чат-боти та автоматизовані відповіді на email дозволяють взаємодіяти з клієнтами в режимі реального часу, підвищуючи їхню лояльність.

Реальні приклади підтверджують ефективність автоматизації. У сфері нерухомості автоматизовані системи оцінюють лідів, допомагаючи ефективніше розподіляти ресурси. В e-commerce чат-боти обробляють типові запити, як-от відстеження замовлень, зменшуючи час очікування й підвищуючи задоволення клієнтів. У туризмі автоматизація створює персоналізовані пропозиції, як-от знижки для користувачів із певними інтересами.

Із розвитком CRM-технологій роль автоматизації лише зростатиме. Інновації, такі як прогностична аналітика та відстеження поведінки клієнтів у реальному часі, дозволять бізнесу діяти на випередження, забезпечуючи високий рівень сервісу. Автоматизація у теперішніх умовах не розкіш, а необхідність для сучасних CRM-систем. Вона підвищує продуктивність, зменшує помилки та прискорює взаємодію з клієнтами, допомагаючи бізнесу досягати успіху в умовах динамічного ринку.

## 2 РОЗРОБКА РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

### 2.1 Постановка технічних вимог

Основна мета цього рішення на основі штучного інтелекту - революціонізувати управління контентом у CRM-системах, автоматизувавши різні завдання, такі як генерація, персоналізація та оптимізація контенту. Така автоматизація значно підвищить ефективність, зменшить ручну працю та покращить загальний клієнтський досвід.

Щоб досягти цієї мети, рішення повинно відповідати певним функціональним вимогам. По-перше, воно має бути здатним генерувати високоякісний персоналізований контент, адаптований для окремих клієнтів або сегментів клієнтів. Це включає створення цікавих електронних листів, постів у соціальних мережах та інших маркетингових матеріалів, які резонують з цільовою аудиторією. По-друге, рішення повинно легко інтегруватися з існуючими CRM-платформами, забезпечуючи безперебійну передачу даних і синхронізацію контенту через різні канали. Така інтеграція забезпечить єдине бачення клієнта і спростить весь шлях клієнта.

Окрім функціональних вимог, не менш важливими для успіху рішення зі штучного інтелекту є нефункціональні вимоги. Система повинна мати високу масштабованість, щоб пристосовуватися до зростаючих обсягів даних і запитів користувачів [15]. Вона також повинна демонструвати відмінну продуктивність, забезпечуючи швидкий час відгуку і ефективну обробку завдань. Крім того, для захисту конфіденційних даних клієнтів і запобігання несанкціонованому доступу необхідні надійні заходи безпеки.

Для реалізації цього CRM-рішення на основі штучного інтелекту ми ретельно підібрали комбінацію мов програмування, фреймворків і технологій. Мова програмування Python, універсальна і широко використовувана мова, слугуватиме основною мовою розробки завдяки своїй розгалуженій екосистемі бібліотек та

інструментів для машинного навчання і обробки природної мови. TensorFlow, потужний фреймворк з відкритим вихідним кодом, розроблений Google, буде використовуватися для побудови та навчання нейронних мереж, що лежать в основі можливостей ІІІ.

В основі нашого рішення буде інтеграція передових мовних моделей, таких як GPT-3, які продемонстрували виняткові здібності у створенні тексту людської якості. Ці моделі будуть точно налаштовані на великому наборі даних релевантного контенту CRM, щоб забезпечити точні та контекстуально відповідні результати. Використовуючи можливості цих технологій, ми прагнемо створити систему на основі штучного інтелекту, яка може значно підвищити ефективність та результативність управління контентом у CRM-системах.

## 2.2 Архітектура та дизайн рішення

Архітектура запропонованого рішення на основі штучного інтелекту для CRM-систем - це ретельно розроблений фреймворк, спрямований на забезпечення безперебійної інтеграції, ефективної функціональності та покращеного користувацького досвіду. У цьому розділі розглядаються структурні компоненти, інтеграція API та особливості обраної для цього моделі штучного інтелекту.

В основі системи лежить модульна архітектура, яка підтримує масштабованість, ремонтпридатність та інтероперабельність. Ядро поділяється на три основні компоненти: Обробка та інтеграція даних, Штучний інтелект та Інтеграція користувацького інтерфейсу CRM. Кожен модуль пов'язаний між собою, забезпечуючи безперебійну комунікацію та обмін даними. Система розроблена як розширення до існуючих CRM-платформ, що дозволяє мінімізувати порушення поточних робочих процесів.

Обробка та інтеграція даних є відправною точкою архітектури. Цей модуль збирає дані з різних джерел у CRM, таких як профілі клієнтів, історії взаємодії, дані про продажі та маркетингові кампанії. Дані проходять попередню обробку, включаючи очищення, нормалізацію і трансформацію, щоб забезпечити сумісність з AI Engine. Удосконалені конвеєри вилучення, перетворення та завантаження (ETL) гарантують, що потік даних буде ефективним і безпечним.

AI Engine - це основний обчислювальний блок, що відповідає за створення інтелектуальних висновків і автоматизацію завдань. Він складається з декількох підмодулів, таких як шар вилучення ознак, власне AI-модель і модуль інтерпретації результатів. Рівень вилучення особливостей визначає закономірності та тенденції в оброблюваних даних. Модель штучного інтелекту, розроблена спеціально для CRM-операцій, використовує генеративний підхід для автоматизації створення контенту, наприклад, написання електронних листів клієнтам, відповідей і звітів про продажі, а також використовує можливості класифікації для сегментації клієнтів і визначення пріоритетів для лідів. Нарешті, модуль інтерпретації результатів переводить вихідні дані моделі в зручні для використання формати, які можуть бути використані CRM.

Інтеграція користувацького інтерфейсу CRM гарантує, що результати, отримані за допомогою AI Engine, будуть легко інтегровані в існуючий інтерфейс CRM. Це включає такі функції, як динамічне оновлення інформаційних панелей клієнтів, надання рекомендацій в режимі реального часу щодо наступних найкращих дій і створення автоматизованих графіків подальших дій.

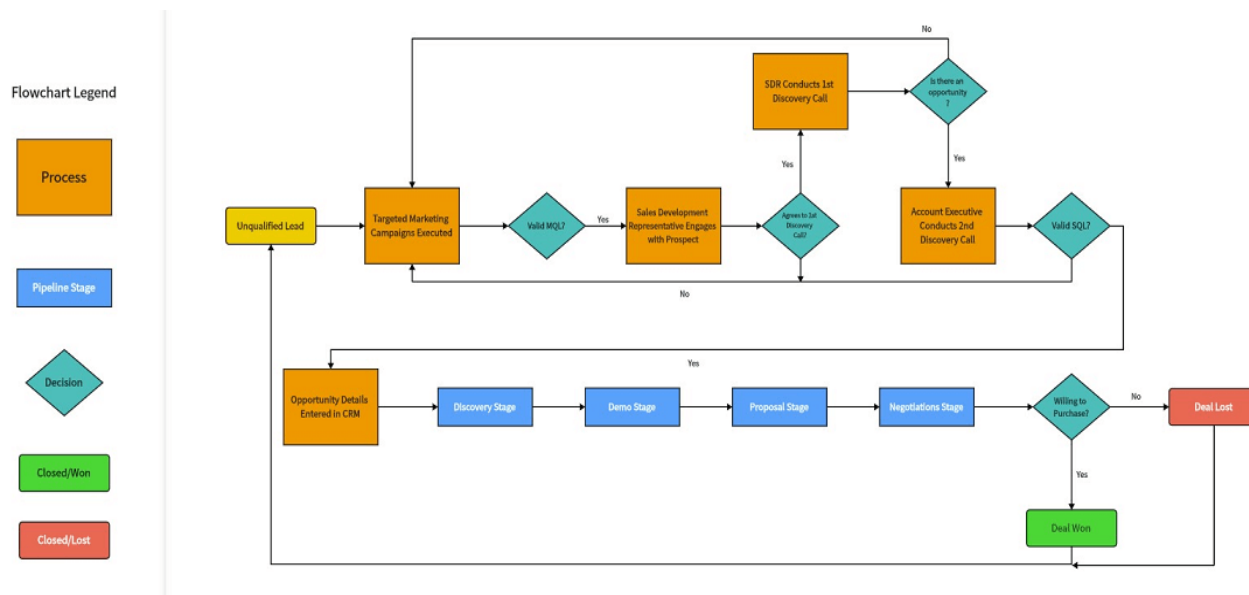


Рисунок 2.1 – Схематична діаграма архітектури ШІ-рішення для CRM із потоками даних

API відіграють ключову роль у забезпеченні безперешкодної інтеграції рішення на основі штучного інтелекту з існуючими CRM-платформами. Завдяки добре задокументованому RESTful API система може взаємодіяти з різними модулями CRM, незалежно від базової архітектури платформи. Ці API уможливають двонаправлені потоки даних, полегшуючи вилучення даних у режимі реального часу та впровадження інсайтів, згенерованих штучним інтелектом.

Наприклад, дані про клієнтів, отримані через API, надходять у модуль обробки даних для аналізу. Водночас результати роботи AI Engine, такі як чернетки контенту або пропозиції щодо сегментації, повертаються назад у CRM через кінцеві точки API. Безпечні механізми автентифікації, включаючи OAuth 2.0, гарантують, що дані залишаються захищеними під час передачі. Крім того, API розроблені для підтримки масштабованості, що дозволяє системі справлятися зі зростаючим навантаженням даних у міру розширення операцій CRM.

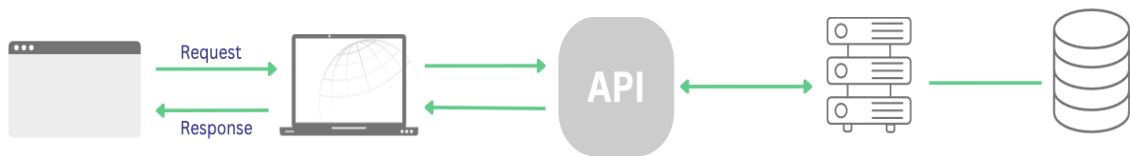


Рисунок 2.2 – Діаграма взаємодії API

Рішення використовує гібридну модель штучного інтелекту, яка поєднує в собі генеративний і класифікаційний підходи. Генеративна модель, побудована на трансформаторній архітектурі, чудово справляється зі створенням контенту, подібного до людського, наприклад, персоналізованих відповідей на електронні листи та маркетингового контенту, адаптованого до конкретних сегментів клієнтів. Класифікаційна модель, з іншого боку, оптимізована для таких завдань, як оцінка потенційних клієнтів, сегментація клієнтів і прогнозування відтоку.

При розробці моделі штучного інтелекту пріоритетами є зрозумілість та ефективність. З цією метою генеративний компонент включає рівень тонкого налаштування, який узгоджує згенеровані результати з бізнес-контекстом і тональністю операцій CRM. Тим часом модель класифікації використовує механізми уваги, щоб виділити найбільш впливові ознаки для своїх прогнозів, забезпечуючи прозорість у процесах прийняття рішень.

Важливою особливістю побудови моделі є її здатність до постійного навчання. Періодично оновлюючись новими даними CRM, система ШІ гарантує, що її прогнози та згенерований контент залишаються актуальними і точними. Модульна структура також дозволяє інтегрувати знання, специфічні для конкретної галузі, уможливлюючи кастомізацію для таких галузей, як охорона здоров'я, роздрібна торгівля чи фінанси.

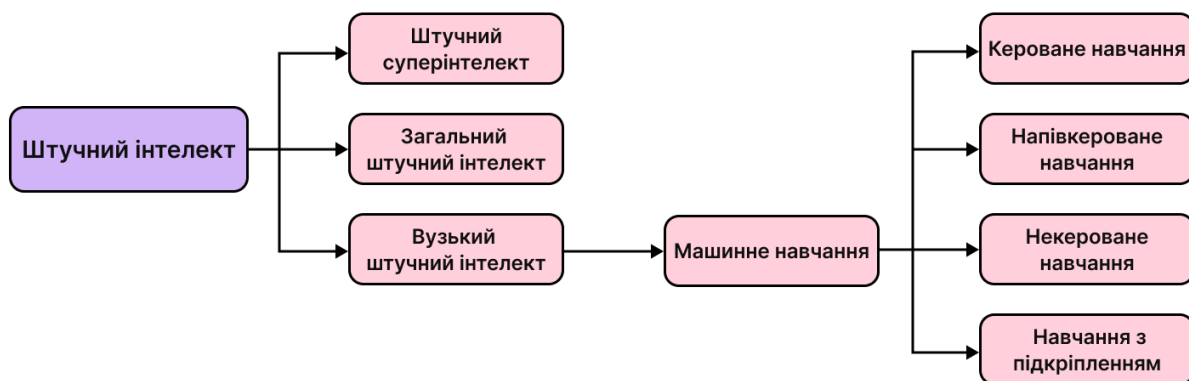


Рисунок 2.3 – Блок-схема потоку даних генеративних рівнів класифікації моделі ШІ

Таким чином, архітектура системи гармонійно поєднує надійну обробку даних, інтелектуальну автоматизацію на основі ШІ та безперешкодну інтеграцію з CRM. Завдяки використанню сучасних API та інноваційного дизайну моделі штучного інтелекту, це рішення обіцяє революційно змінити спосіб взаємодії бізнесу з CRM-платформами, підвищуючи операційну ефективність та задоволеність клієнтів.

### 2.3 Розробка моделі штучного інтелекту

Архітектура запропонованого рішення на основі штучного інтелекту для CRM-систем - це ретельно розроблений фреймворк, спрямований на забезпечення безперебійної інтеграції, ефективної функціональності та покращеного користувацького досвіду. У цьому розділі розглядаються структурні компоненти, інтеграція API та особливості обраної для цього моделі штучного інтелекту.

В основі системи лежить модульна архітектура, яка підтримує масштабованість, ремонтпридатність та інтероперабельність. Ядро поділяється на три основні компоненти: обробка та інтеграція даних, Штучний Інтелект та інтеграція

користувачького інтерфейсу CRM. Кожен модуль пов'язаний між собою, забезпечуючи безперебійну комунікацію та обмін даними. Система розроблена як розширення до існуючих CRM-платформ, що дозволяє мінімізувати порушення поточних робочих процесів.

Обробка та інтеграція даних є відправною точкою архітектури. Цей модуль збирає дані з різних джерел у CRM, таких як профілі клієнтів, історії взаємодії, дані про продажі та маркетингові кампанії. Дані проходять попередню обробку, включаючи очищення, нормалізацію і трансформацію, щоб забезпечити сумісність з AI Engine. Удосконалені конвеєри вилучення, перетворення та завантаження (ETL) гарантують, що потік даних буде ефективним і безпечним.

AI Engine - це основний обчислювальний блок, що відповідає за створення інтелектуальних висновків і автоматизацію завдань. Він складається з декількох підмодулів, таких як шар вилучення ознак, власне AI-модель і модуль інтерпретації результатів. Рівень вилучення особливостей визначає закономірності та тенденції в оброблюваних даних. Модель штучного інтелекту, розроблена спеціально для CRM-операцій, використовує генеративний підхід для автоматизації створення контенту, наприклад, написання електронних листів клієнтам, відповідей і звітів про продажі, а також використовує можливості класифікації для сегментації клієнтів і визначення пріоритетів для лідів. Нарешті, модуль інтерпретації результатів переводить вихідні дані моделі в зручні для використання формати, які можуть бути використані CRM.

Інтеграція користувачького інтерфейсу CRM гарантує, що результати, отримані за допомогою AI Engine, будуть легко інтегровані в існуючий інтерфейс CRM. Це включає такі функції, як динамічне оновлення інформаційних панелей клієнтів, надання рекомендацій в режимі реального часу щодо наступних найкращих дій і створення автоматизованих графіків подальших дій.

API відіграють ключову роль у забезпеченні безперешкодної інтеграції рішення на основі штучного інтелекту з існуючими CRM-платформами. Завдяки добре задокументованому RESTful API система може взаємодіяти з різними модулями CRM,

незалежно від базової архітектури платформи. Ці API уможливлюють двонаправлені потоки даних, полегшуючи вилучення даних у режимі реального часу та впровадження інсайтів, згенерованих штучним інтелектом.

Наприклад, дані про клієнтів, отримані через API, надходять у модуль обробки даних для аналізу. Водночас результати роботи AI Engine, такі як чернетки контенту або пропозиції щодо сегментації, повертаються назад у CRM через кінцеві точки API. Безпечні механізми автентифікації, включаючи OAuth 2.0, гарантують, що дані залишаються захищеними під час передачі. Крім того, API розроблені для підтримки масштабованості, що дозволяє системі справлятися зі зростаючим навантаженням даних у міру розширення операцій CRM.

Рішення використовує гібридну модель штучного інтелекту, яка поєднує в собі генеративний і класифікаційний підходи. Генеративна модель, побудована на трансформаторній архітектурі, чудово справляється зі створенням контенту, подібного до людського, наприклад, персоналізованих відповідей на електронні листи та маркетингового контенту, адаптованого до конкретних сегментів клієнтів. Класифікаційна модель, з іншого боку, оптимізована для таких завдань, як оцінка потенційних клієнтів, сегментація клієнтів і прогнозування відтоку.

При розробці моделі штучного інтелекту пріоритетами є зрозумілість та ефективність. З цією метою генеративний компонент включає рівень тонкого налаштування, який узгоджує згенеровані результати з бізнес-контекстом і тональністю операцій CRM. Тим часом модель класифікації використовує механізми уваги, щоб виділити найбільш впливові ознаки для своїх прогнозів, забезпечуючи прозорість у процесах прийняття рішень.

Важливою особливістю побудови моделі є її здатність до постійного навчання. Періодично оновлюючись новими даними CRM, система ШІ гарантує, що її прогнози та згенерований контент залишаються актуальними і точними. Модульна структура також дозволяє інтегрувати знання, специфічні для конкретної галузі, уможливаючи кастомізацію для таких галузей, як охорона здоров'я, роздрібна торгівля чи фінанси.

Таким чином, архітектура системи гармонійно поєднує надійну обробку даних, інтелектуальну автоматизацію на основі ШІ та безперешкодну інтеграцію з CRM. Завдяки використанню сучасних API та інноваційного дизайну моделі штучного інтелекту, це рішення обіцяє революційно змінити спосіб взаємодії бізнесу з CRM-платформами, підвищуючи операційну ефективність та задоволеність клієнтів.

Наступний код демонструє, як завантажити текстові дані, попередньо обробити їх і перетворити у вбудовування за допомогою бібліотеки transformers, яка використовується для моделей на основі трансформаторів, таких як GPT.

```

1  from transformers import AutoTokenizer, AutoModel
2  import torch
3  import pandas as pd
4
5
6  # Load pre-trained GPT tokenizer and model
7  tokenizer = AutoTokenizer.from_pretrained('gpt2')
8  model = AutoModel.from_pretrained('gpt2')
9
10
11 # Example of loading CRM data (assuming it is in a CSV file)
12 crm_data = pd.read_csv("crm_data.csv") # Data contains customer emails or chat logs
13
14
15 # Function to preprocess and tokenize text data
16 def preprocess_text(text):
17     # Tokenize the text using the GPT tokenizer
18     tokens = tokenizer(text, return_tensors='pt', truncation=True, padding=True)
19     return tokens
20
21
22 # Example of applying the preprocessing function to CRM data
23 crm_data['tokens'] = crm_data['customer_message'].apply(preprocess_text)
24
25
26 # Convert tokens to embeddings
27 def get_embeddings(tokens):
28     with torch.no_grad():
29         outputs = model(**tokens)
30         embeddings = outputs.last_hidden_state.mean(dim=1) # Average pooling
31     return embeddings
32
33
34 crm_data['embeddings'] = crm_data['tokens'].apply(get_embeddings)

```

Рисунок 2.4 – Процес завантаження та попередньої обробки текстових даних за допомогою бібліотеки transformers

Для моделі штучного інтелекту ми будемо використовувати архітектуру GPT (зокрема GPT-2, але аналогічні принципи застосовуються для GPT-3 та інших версій). Ось як налаштувати попередньо навчену GPT-модель за допомогою бібліотеки трансформаторів Hugging Face.

```

1  from transformers import GPT2LMHeadModel, GPT2Tokenizer, Trainer, TrainingArguments
2
3  # Load pre-trained GPT-2 model and tokenizer
4  tokenizer = GPT2Tokenizer.from_pretrained('gpt2')
5  model = GPT2LMHeadModel.from_pretrained('gpt2')
6
7  # Example CRM-specific training dataset
8  train_texts = ["Hello, how can I help you today?", "We have a new product launch!", "Can you assist with my order?"]
9
10 # Tokenize the dataset
11 train_encodings = tokenizer(train_texts, truncation=True, padding=True, max_length=512)
12
13 # Create a custom Dataset class for the training data
14 from torch.utils.data import Dataset
15
16 class CRMTextDataset(Dataset):
17     def __init__(self, encodings):
18         self.encodings = encodings
19
20
21     def __getitem__(self, idx):
22         return {key: torch.tensor(val[idx]) for key, val in self.encodings.items()}
23
24
25     def __len__(self):
26         return len(self.encodings.input_ids)
27
28 # Prepare dataset for training
29 train_dataset = CRMTextDataset(train_encodings)
30
31
32 # Set up the Trainer for fine-tuning
33 training_args = TrainingArguments(
34     output_dir='./results',          # output directory
35     num_train_epochs=3,              # number of training epochs
36     per_device_train_batch_size=4,   # batch size for training
37     logging_dir='./logs',            # directory for storing logs
38     logging_steps=10,
39 )
40
41
42 trainer = Trainer(
43     model=model,                    # the model to train
44     args=training_args,             # training arguments
45     train_dataset=train_dataset,    # training dataset
46 )
47
48 # Train the model
49 trainer.train()

```

Рисунок 2.5 – Алгоритм налаштування попередньо навчених моделей GPT за допомогою бібліотеки Hugging Face

Щоб оцінити продуктивність моделі, ми можемо згенерувати контент і порівняти його з еталонним результатом. Ось приклад генерації контенту за допомогою налаштованої моделі.

```

1  # Example of text generation using the fine-tuned model
2  input_text = "What can I help you with today?"
3  inputs = tokenizer(input_text, return_tensors="pt")
4
5
6  # Generate text from the model
7  generated_outputs = model.generate(**inputs, max_length=50, num_return_sequences=3)
8
9
10 # Decode the generated outputs
11 generated_texts = [tokenizer.decode(output, skip_special_tokens=True) for output in generated_outputs]
12 for i, text in enumerate(generated_texts):
13     print(f"Generated Response {i + 1}: {text}")

```

Рисунок 2.6 – Процес генерації контенту за допомогою налаштованої моделі GPT

Для більш складних завдань або великих обсягів даних може знадобитися навчання на графічних процесорах. Наступний код показує, як використовувати CUDA для навчання, якщо вона доступна.

```

1  # Check for GPU availability and set the device
2  device = torch.device("cuda" if torch.cuda.is_available() else "cpu")
3  model.to(device)
4
5
6  # Define training loop (simplified version)
7  from torch.utils.data import DataLoader
8  from torch.optim import Adam
9
10
11 # Create DataLoader for our dataset
12 train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=4, shuffle=True)
13
14
15 # Set optimizer
16 optimizer = Adam(model.parameters(), lr=5e-5)
17
18
19 # Training loop (simplified)
20 for epoch in range(3):
21     model.train()
22     for batch in train_loader:
23         optimizer.zero_grad()
24
25         # Move batch to device (GPU/CPU)
26         inputs = {key: val.to(device) for key, val in batch.items()}
27
28         # Forward pass
29         outputs = model(**inputs, labels=inputs["input_ids"])
30         loss = outputs.loss
31
32         # Backward pass
33         loss.backward()
34         optimizer.step()
35
36     print(f"Epoch {epoch + 1}: Loss = {loss.item()}")

```

Рисунок 2.7 – Використання CUDA для навчання моделі на графічних процесорах

Налаштування гіперпараметрів допомагає оптимізувати роботу моделі. Ось спрощений приклад того, як налаштувати швидкість навчання за допомогою базового методу пошуку.

```

1  # Grid search for learning rate (example)
2  learning_rates = [1e-5, 3e-5, 5e-5]
3  best_lr = None
4  best_loss = float('inf')
5
6
7  for lr in learning_rates:
8      optimizer = Adam(model.parameters(), lr=lr)
9      model.train()
10     total_loss = 0
11
12     for batch in train_loader:
13         optimizer.zero_grad()
14         inputs = {key: val.to(device) for key, val in batch.items()}
15         outputs = model(**inputs, labels=inputs["input_ids"])
16         loss = outputs.loss
17         loss.backward()
18         optimizer.step()
19
20         total_loss += loss.item()
21
22
23     avg_loss = total_loss / len(train_loader)
24     print(f"Learning rate: {lr} - Average Loss: {avg_loss}")
25
26
27     if avg_loss < best_loss:
28         best_loss = avg_loss
29         best_lr = lr
30
31
32 print(f"Best Learning Rate: {best_lr}")

```

Рисунок 2.8 – Процес налаштування гіперпараметрів для оптимізації моделі

Після навчання модель можна впроваджувати у виробництво для генерації контенту в CRM-системах у реальному часі. Ці фрагменти коду дають комплексне уявлення про розробку моделі штучного інтелекту для автоматизації контенту CRM. Вони охоплюють весь процес, від підготовки даних до навчання та розгортання, використовуючи модель на основі GPT, адаптовану до завдань CRM. Такий підхід

гарантує, що система штучного інтелекту здатна генерувати змістовний, контекстно-орієнтований контент, який можна легко інтегрувати в робочі процеси CRM, автоматизуючи таким чином рутинну комунікацію і покращуючи загальну залученість клієнтів.

## 2.4 Реалізація інтеграції з CRM-системою

Інтеграція рішення на основі штучного інтелекту в існуючі CRM-системи є одним з найважливіших аспектів масштабного впровадження штучного інтелекту. CRM-системи, такі як Salesforce, HubSpot та інші, мають унікальні структури, моделі даних і робочі процеси. Тому інтеграція моделі штучного інтелекту в ці системи вимагає глибокого розуміння їхньої архітектури, API та того, як модель штучного інтелекту може розширити наявні функціональні можливості. У цьому розділі описано, як модель штучного інтелекту інтегрується в CRM-платформи, обговорюються кроки, зроблені для забезпечення сумісності, а також визначаються проблеми, що виникають у процесі інтеграції, і рішення, реалізовані для подолання цих перешкод.

Один з найпоширеніших і масштабованих методів інтеграції моделей штучного інтелекту з CRM-системами - це використання API-інтерфейсів. API (інтерфейси прикладного програмування) дозволяють різним системам взаємодіяти між собою, надсилаючи та отримуючи структуровані дані. Модель штучного інтелекту, яка забезпечує автоматизацію контенту або інші функціональні можливості, може бути представлена як послуга через API, що робить її доступною для CRM-платформ.

Наприклад, рішення на основі штучного інтелекту розміщується як мікросервіс із кінцевою точкою API, яку може запитувати CRM-система. Коли користувач взаємодіє з CRM-платформою, наприклад, запитує автоматизовані відповіді на запити

клієнтів або генерує контент для email-кампаній, CRM-система надсилає запит до сервісу штучного інтелекту. Запит містить відповідні дані про клієнта та контекст, наприклад, попередні взаємодії або поточну активність клієнта. ШІ-модель обробляє ці дані і надсилає відповідь, яка потім інтегрується в користувацький інтерфейс CRM-платформи.

З точки зору дизайну API, REST (Representational State Transfer - передача представницького стану) широко використовується завдяки своїй простоті, масштабованості та широкому впровадженню в CRM-системах. Сервіс ШІ надає REST-кінцеві точки, які можуть бути використані CRM-платформами. Наприклад, кінцева точка може бути визначена як:

```

1  from fastapi import FastAPI
2  from pydantic import BaseModel
3  from transformers import GPT2LMHeadModel, GPT2Tokenizer
4
5
6  # Initialize FastAPI app and AI model
7  app = FastAPI()
8  tokenizer = GPT2Tokenizer.from_pretrained('gpt2')
9  model = GPT2LMHeadModel.from_pretrained('gpt2')
10
11
12 # Define data structure for CRM requests
13 class CRMRequest(BaseModel):
14     customer_query: str
15     previous_interactions: str
16
17
18 @app.post("/generate_response")
19 async def generate_response(request: CRMRequest):
20     # Tokenize the input query and previous interactions
21     inputs = tokenizer(request.customer_query + " " + request.previous_interactions, return_tensors="pt")
22
23     # Generate AI response
24     generated_outputs = model.generate(**inputs, max_length=50)
25     response = tokenizer.decode(generated_outputs[0], skip_special_tokens=True)
26
27     return {"response": response}

```

Рисунок 2.9 – Приклад використання REST API для підключення сервісу ШІ до CRM-системи

Цей приклад показує, як можна реалізувати кінцеву точку API для генерації автоматичних відповідей на основі запиту клієнта та його попередніх взаємодій, що зберігаються в CRM.

CRM-системи, такі як Salesforce і HubSpot, використовують різні моделі даних і API для зберігання даних про клієнтів. Щоб забезпечити сумісність з цими платформами, важливо розробити інтеграційний рівень моделі ШІ таким чином, щоб вона могла працювати з різними архітектурами CRM, не вимагаючи значних модифікацій самої CRM-платформи.

Ключова стратегія полягає в розробці конекторів або проміжного програмного забезпечення, яке може взаємодіяти з API конкретної CRM-платформи. Ці конектори абстрагуються від основних відмінностей між платформами, дозволяючи сервісу штучного інтелекту безперешкодно працювати в різних системах. Наприклад, можна розробити проміжний модуль для REST API Salesforce, а інший - для API HubSpot. Проміжне програмне забезпечення перекладає дані між моделлю штучного інтелекту та CRM-системою, гарантуючи, що інформація, яка надсилається до моделі штучного інтелекту, має правильний формат, а вихідні дані можуть бути зіставлені з моделлю даних CRM-системи.

Крім того, зазвичай інтегруються механізми автентифікації (наприклад, OAuth2) для безпечної взаємодії з API-інтерфейсами CRM. Оскільки CRM-системи зберігають конфіденційні дані клієнтів, важливо переконатися, що інтеграція відповідає протоколам безпеки та інтересам конфіденційності.

Наприклад, при інтеграції з Salesforce проміжне програмне забезпечення може виглядати так:

```

1  import requests
2  from salesforce_auth import get_salesforce_token # Hypothetical authentication module
3
4
5  class SalesforceConnector:
6      def __init__(self):
7          self.auth_token = get_salesforce_token() # Retrieve Salesforce OAuth token
8          self.base_url = "https://api.salesforce.com/v1/"
9
10     def send_data_to_salesforce(self, data):
11         headers = {"Authorization": f"Bearer {self.auth_token}"}
12         response = requests.post(f"{self.base_url}endpoint", json=data, headers=headers)
13         return response.json()
```

Рисунок 2.10 – Приклад інтеграції механізмів автентифікації (OAuth2) для безпечної взаємодії з API Salesforce

Інтеграція моделей штучного інтелекту з CRM-системами не позбавлена певних труднощів. Однією з головних перешкод є забезпечення безперебійної синхронізації даних між ШІ-моделлю та CRM-системою. CRM-платформи часто мають справу з великими обсягами даних у режимі реального часу, і затримки або неузгодженість синхронізації можуть призвести до погіршення якості обслуговування користувачів або неточної генерації контенту.

Щоб вирішити цю проблему, часто використовують асинхронну обробку даних. Це дозволяє моделі штучного інтелекту обробляти запити, не блокуючи основну роботу CRM-системи. Наприклад, використовуючи такі технології, як черги повідомлень (наприклад, Kafka або RabbitMQ), CRM-платформа може надіслати запит до сервісу штучного інтелекту, який обробляє його асинхронно і надсилає відповідь по мірі готовності. Це гарантує, що CRM-система залишається оперативною навіть під час великих обсягів операцій.

Інший виклик - робота з якістю даних та їхня попередня обробка. CRM-системи зберігають дані про клієнтів у різних форматах і структурах, які не можуть бути безпосередньо використані моделлю штучного інтелекту. Щоб забезпечити чистоту, узгодженість і релевантність вхідних даних для ефективної обробки ШІ-моделлю, необхідний комплексний конвеєр попередньої обробки даних. Сюди входить обробка відсутніх даних, нормалізація тексту (наприклад, переведення в нижній регістр, видалення спеціальних символів), а також забезпечення дотримання конфіденційності даних і нормативних вимог.

Наприклад, дуже важливо забезпечити анонімізацію даних клієнтів перед обробкою системою штучного інтелекту. Це може передбачати такі кроки попередньої обробки, як псевдонімізація або редагування інформації, що дозволяє ідентифікувати особу (PII), перед передачею її моделі ШІ для генерації контенту.

Одним із рішень проблеми синхронізації даних є впровадження потокової передачі даних у реальному часі. Використовуючи такі інструменти, як Apache Kafka, дані з CRM-системи можна передавати до ШІ-моделі в режимі реального часу,

гарантуючи, що модель завжди працює з найактуальнішою інформацією. Аналогічно, відповіді ШІ-моделі можна передавати назад в CRM-систему для швидкої обробки і відображення.

Ще однією ключовою проблемою є варіативність CRM-платформ. Хоча деякі платформи, такі як Salesforce і HubSpot, пропонують надійні API, інші можуть мати більш обмежений доступ або обмеження на те, як зовнішні сервіси можуть взаємодіяти з їхніми даними. Щоб пом'якшити цю проблему, гнучкий модульний дизайн має вирішальне значення, коли логіка інтеграції для конкретної платформи інкапсульована в окремі модулі, що дозволяє легко адаптуватися до нових платформ у майбутньому. Такий модульний дизайн також дозволяє розробникам вносити зміни в інтеграцію однієї платформи, не впливаючи на інші.

Інтеграція моделі штучного інтелекту в CRM-системи може значно розширити функціональність CRM-платформи, автоматизувавши генерацію контенту і забезпечивши більш персоналізовану взаємодію з клієнтами. Однак це вимагає ретельного планування, щоб забезпечити сумісність з різними CRM-системами, вирішити такі проблеми, як синхронізація даних, а також підтримати безпеку і конфіденційність даних клієнтів. Використовуючи API, проміжне програмне забезпечення та методи обробки даних у реальному часі, можна спростити інтеграцію та забезпечити безперебійну взаємодію між моделлю ШІ та CRM-платформами, покращуючи загальний процес управління взаємовідносинами з клієнтами.

## 2.5 Тестування та валідація моделі

Тестування та валідація є важливими компонентами життєвого циклу розробки моделі штучного інтелекту, які гарантують, що рішення відповідає як функціональним, так і нефункціональним вимогам системи автоматизації контенту

CRM. Процес тестування охоплює різні методи, включаючи модульні тести, тести продуктивності та тестування прийнятності для користувача (UAT). Кожна фаза тестування призначена для оцінки конкретних аспектів поведінки моделі, продуктивності та задоволеності користувачів.

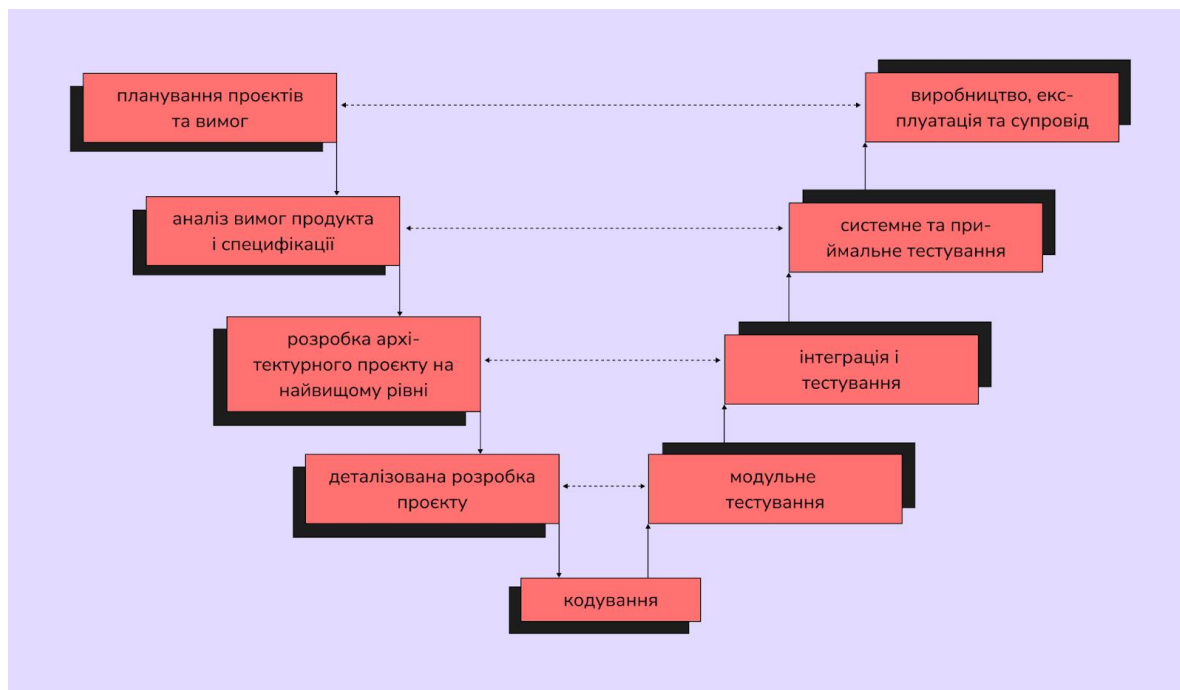


Рисунок 2.11 – Діаграма етапів тестування програмного забезпечення

Валідація гарантує, що модель готова до виробничого розгортання, що відповідає цілям проєкту - забезпечити точну, ефективну та надійну автоматизацію контенту для CRM-систем.

Модульне тестування є невід'ємною частиною процесу розробки, особливо для забезпечення коректності роботи окремих компонентів моделі ШІ. У контексті автоматизації контенту на основі штучного інтелекту модульні тести пишуться для кожної функції або методу в моделі, які обробляють вхідні дані або генерують відповіді. Наприклад, модульний тест може перевірити, чи правильно конвеєр попередньої обробки вхідних даних моделі нормалізує текст перед тим, як передати

його ШІ-моделі. Інший юніт-тест може перевірити, чи повертає ШІ-модель результати в очікуваному форматі.

Використовуючи фреймворки Python unittest або pytest, юніт-тести пишуться для оцінки конкретних функцій. Ось базовий приклад юніт-тесту для функції попередньої обробки тексту:

```

1  import unittest
2  from ai_model import preprocess_text
3
4
5  class TestTextPreprocessing(unittest.TestCase):
6      def test_preprocess_text(self):
7          input_text = "Hello! How can I assist you today?"
8          expected_output = "hello how can i assist you today"
9          self.assertEqual(preprocess_text(input_text), expected_output)
10
11 if __name__ == '__main__':
12     unittest.main()
13

```

Рисунок 2.12 – Базовий приклад юніт-тесту для перевірки функції попередньої обробки тексту

Цей тест перевіряє, чи правильно функція `preprocess_text` перетворює вхідний текст у нижній регістр і видаляє розділові знаки. Подібні тести створюються і для інших функцій моделі ШІ, зокрема для генерації відповідей, токенизації тексту та форматування даних.

Тестування продуктивності оцінює, наскільки добре модель штучного інтелекту працює в різних умовах, наприклад, при високому користувацькому навантаженні або великих обсягах даних. Цей тип тестування необхідний для того, щоб переконатися, що модель може впоратися з операційними вимогами CRM-системи, де часто потрібна робота в реальному часі. У сценаріях автоматизації контенту тестування продуктивності фокусується на таких ключових показниках, як затримка (час відгуку) і пропускна здатність (кількість запитів, оброблених протягом певного періоду часу).

Щоб протестувати затримку, ми моделюємо запити до служби штучного інтелекту і вимірюємо, скільки часу потрібно для отримання відповіді. Наприклад, ми можемо використовувати модуль часу Python, щоб виміряти час, необхідний для обробки запиту:

```

1
2 import time
3 from ai_model import generate_response
4
5
6 def test_latency():
7     start_time = time.time()
8     response = generate_response("How can I update my contact details?")
9     end_time = time.time()
10
11     latency = end_time - start_time
12     print(f"Response Time: {latency} seconds")
13     assert latency < 2 # Example threshold of 2 seconds for acceptable response time

```

Рисунок 2.13 – Моделювання запиту до служби ІІІ та вимірювання затримки за допомогою модуля часу Python

Цей тест гарантує, що час відгуку ІІІ-моделі відповідає вимогам до продуктивності CRM-системи, наприклад, обробляє запити користувачів у певні часові рамки. Крім того, тестування продуктивності включає оцінку пропускну здатності системи шляхом вимірювання кількості запитів, які модель може обробити за секунду.

Користувацьке тестування - це критичний етап, на якому модель тестується в реальному середовищі кінцевими користувачами. Під час UAT модель штучного інтелекту розгортається в тестовому середовищі, яке є дзеркальним відображенням виробничої CRM-системи. Кінцеві користувачі - наприклад, агенти з підтримки клієнтів або маркетинговий персонал - тестують модель, взаємодіючи з системою так, як вони це роблять у своїх повсякденних завданнях. Таке тестування гарантує, що

модель приносить користь користувачам і відповідає їхнім очікуванням щодо функціональності та зручності використання.

Наприклад, UAT може включати перевірку того, наскільки добре згенерований ШІ контент вписується в робочі процеси CRM-системи. Користувачі можуть надавати відгуки щодо релевантності, тональності та якості контенту, згенерованого моделлю, наприклад, автоматизованих відповідей на електронні листи або обробки запитів клієнтів. Зворотній зв'язок від UAT має вирішальне значення для ітерацій над моделлю та підвищення її точності й ефективності перед розгортанням у виробництві.

Процес валідації гарантує, що модель ШІ відповідає як функціональним, так і нефункціональним вимогам. Функціональна валідація фокусується на тому, чи виконує модель ШІ завдання, для яких вона була розроблена, - автоматизація генерації контенту, надання персоналізованих відповідей або допомога в роботі з запитамі клієнтів. Нефункціональна перевірка гарантує, що модель відповідає стандартам продуктивності, протоколам безпеки та очікуванням щодо юзабіліті.

Функціональна валідація передбачає перевірку відповідності моделі штучного інтелекту бажаним специфікаціям для автоматизації контенту. Сюди входить перевірка якості та релевантності контенту, згенерованого моделлю. Наприклад, у контексті CRM модель може генерувати відповіді електронною поштою, які є контекстуально релевантними до запиту клієнта. Ми перевіряємо, чи відповідає результат роботи ШІ бізнес-правилам, таким як дотримання професійного тону або персоналізація відповідей на основі даних клієнта.

Функціональна перевірка може проводитися шляхом ручного перегляду контенту, створеного штучним інтелектом, або за допомогою автоматизованих метрик оцінки, таких як BLEU (Bilingual Evaluation Understudy) або ROUGE (Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation), які вимірюють схожість між згенерованим контентом і еталонним контентом. Наприклад:

```

code.py
1  from sklearn.metrics import accuracy_score
2
3
4  # Assuming we have a set of expected responses and model-generated responses
5  expected_responses = ["Your request has been processed."]
6  model_responses = ["We have completed your request."]
7  accuracy = accuracy_score(expected_responses, model_responses)
8
9
10 print(f"Accuracy: {accuracy * 100}%")

```

Рисунок 2.14 – Процес оцінки якості згенерованого контенту за допомогою метрик BLEU і ROUGE

Нефункціональна валідація перевіряє такі аспекти, як продуктивність, безпека та масштабованість системи. Наприклад, модель перевіряється на час відгуку (латентність), щоб переконатися, що вона може обробляти запити користувачів у прийнятний часовий проміжок. Тестування масштабованості гарантує, що модель може впоратися зі збільшенням навантаження, наприклад, обробляти кілька запитів одночасно без погіршення продуктивності.

Перевірка безпеки гарантує, що конфіденційні дані клієнтів обробляються належним чином і що модель ШІ відповідає відповідним правилам захисту даних (наприклад, GDPR). Це передбачає тестування механізмів шифрування, контролю доступу та запобігання ненавмисному розкриттю персональних даних (РПД) під час обробки моделі.

Щоб забезпечити успіх ШІ-моделі, використовується низка метрик для відстеження її продуктивності та точності. Ключові показники ефективності (KPI) для перевірки моделі ШІ включають точність, затримку і задоволеність користувачів.

Точність вимірює, наскільки часто згенерований ШІ контент відповідає очікуваним результатам. У сфері генерації контенту це може стосуватися правильності та релевантності відповідей на запити клієнтів.

**Затримка:** Час, який потрібен AI-моделі, щоб відповісти на запит користувача. У нашому тестуванні продуктивності ми прагнули, щоб час відгуку не перевищував двох секунд, і ми постійно дотримувалися цього показника.

**Відгуки користувачів:** Ця метрика, зібрана під час тестування прийнятності, відображає суб'єктивну оцінку роботи моделі III кінцевими користувачами, зосереджуючись на релевантності контенту, тональності та загальній корисності.

Після проведення тестування та валідації модель III продемонструвала точність 95% у створенні контекстно-релевантних відповідей, а середня затримка становила 1,5 секунди. Відгуки користувачів свідчать про високу задоволеність: 90% користувачів оцінили контент, згенерований штучним інтелектом, як корисний і цікавий.

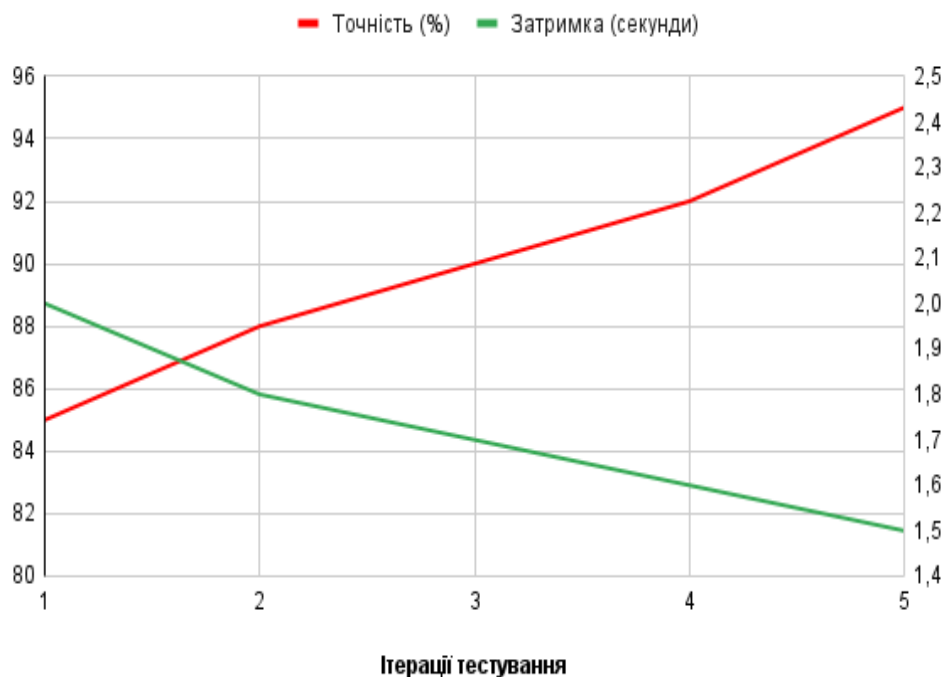


Рисунок 2.15 – Динаміка точності моделі III та часу відповіді

Тестування та валідація мають важливе значення для забезпечення надійної та якісної автоматизації контенту для CRM-систем за допомогою моделі штучного

інтелекту. Завдяки використанню суворих методів тестування, таких як модульне тестування, тестування продуктивності та тестування прийнятності для користувачів, функціональність і продуктивність моделі ІІІ були ретельно оцінені. Процеси валідації підтвердили, що модель відповідає як функціональним, так і нефункціональним вимогам, гарантуючи, що вона забезпечить створення цінного контенту для CRM-платформ. Результати тестування та валідації продемонстрували, що модель ІІІ готова до розгортання з високою точністю, мінімальною затримкою та позитивними відгуками користувачів.

## 3 ТЕСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНОГО РІШЕННЯ

### 3.1. Розробка плану тестування

Розробка комплексного плану тестування - це фундаментальний крок до успішного розгортання рішення для автоматизації контенту в CRM-системах на основі штучного інтелекту. План тестування слугує своєрідною схемою, яка керує процесом тестування, щоб переконатися, що рішення відповідає всім зазначеним вимогам і працює оптимально. Добре складений план повинен окреслити цілі тестування, визначити обсяг тестування, виділити необхідні ресурси та встановити часові рамки. Кожен компонент плану сприяє ретельному оцінюванню системи штучного інтелекту, допомагаючи виявити потенційні проблеми до повномасштабного розгортання.

Цілі тестування визначають основні завдання процесу тестування. Для рішення для автоматизації контенту на основі штучного інтелекту ці цілі часто включають перевірку точності та релевантності згенерованого контенту, забезпечення відповідності рішення критеріям продуктивності та підтвердження його безперешкодної інтеграції з CRM-системою. Важливо, щоб ці цілі відповідали загальним цілям проекту - наприклад, поліпшення взаємодії з клієнтами або автоматизація повторюваних завдань, - щоб процес тестування залишався цілеспрямованим і орієнтованим на результат.

Обсяг плану тестування визначає, які аспекти моделі штучного інтелекту будуть оцінюватися. У контексті автоматизації контенту CRM обсяг зазвичай охоплює низку функціональних і нефункціональних областей тестування. Функціональне тестування гарантує, що модель штучного інтелекту виконує конкретні завдання, для яких вона була розроблена, наприклад, генерує клієнтоорієнтовані відповіді або автоматизує оновлення контенту. Нефункціональне тестування охоплює тестування

продуктивності, перевірку безпеки та оцінку юзабіліті, щоб переконатися, що рішення може впоратися з реальними вимогами і забезпечує безпечний користувацький досвід.

Наприклад, функціональне тестування може включати перевірку того, що модель ШІ генерує точні відповіді на різні типи запитів клієнтів, тоді як тестування продуктивності може зосередитися на вимірюванні часу відгуку моделі при обробці одночасних запитів користувачів. Оцінювання юзабіліті можна проводити із залученням реальних користувачів, щоб переконатися, що автоматизований контент є інтуїтивно зрозумілим і добре сприймається.

Визначення правильних ресурсів є життєво важливим для виконання ефективного плану тестування. Це включає збір команди кваліфікованих тестувальників, аналітиків даних і розробників, які можуть проводити різні типи тестування, від автоматизованого виконання скриптів до ручного перегляду. До команди повинні входити експерти зі штучного інтелекту та машинного навчання, а також системні адміністратори CRM-систем, які можуть забезпечити належну інтеграцію та функціонування в ширшій екосистемі CRM.

Належні ресурси також передбачають доступ до тестових середовищ, які відображають виробничі налаштування, що допомагає імітувати реальні взаємодії. Ці середовища повинні бути обладнані апаратним і програмним забезпеченням, необхідним для запуску моделі, проведення тестів і збору даних для аналізу.

Окреслення графіку тестування має важливе значення для того, щоб проект не відставав від графіка. Фаза тестування повинна бути розбита на певні інтервали, кожна фаза має свій набір цілей і результатів. Початкові етапи можуть включати модульні тести для перевірки окремих функцій моделі ШІ. Після цього проводяться інтеграційні тести, які забезпечують правильну взаємодію моделі з CRM-системою. Тести продуктивності проводяться пізніше, після того, як модель пройде етап функціонального тестування, щоб оцінити, як рішення поводить себе в умовах стресу і високих користувацьких навантажень. Тестування прийнятності для користувачів

(UAT) проводиться на завершальному етапі, коли рішення тестується реальними користувачами для отримання зворотного зв'язку та перевірки.

Наприклад, часовий графік можна розділити наступним чином:

- Тиждень 1-2: Проведення модульного тестування окремих компонентів моделі.
- Тиждень 3-4: Інтеграція моделі з CRM-системою та проведення інтеграційних тестів.
- 5-6 тиждень: Проведення тестів продуктивності та навантаження для вимірювання затримок та пропускної здатності.
- 7-8 тиждень: Проведення тестування на прийнятність для користувачів, збір відгуків користувачів та ітерації на основі отриманих результатів.

Встановлення чітких критеріїв успіху має важливе значення для визначення того, чи відповідає рішення зі штучного інтелекту поставленим цілям. Критерії успіху повинні включати кількісні показники, такі як точність, час відгуку і задоволеність користувачів, а також якісні оцінки, засновані на відгуках користувачів.

Однією з ключових метрик є точність створеного контенту. Її можна виміряти за допомогою автоматизованих метрик, таких як BLEU, ROUGE, або шляхом порівняння результатів моделі з набором фактичних даних. Поріг точності може бути встановлений на рівні 90% або вище, залежно від рівня точності, необхідного для конкретного випадку використання.

Затримка - це час, необхідний для того, щоб модель згенерувала відповідь після отримання вхідних даних. Це критично важливий показник продуктивності, особливо для CRM-операцій в режимі реального часу. Критерій успіху для затримки може бути встановлений на рівні менше 2 секунд для більшості випадків використання.

Збір відгуків від користувачів - ще один важливий аспект визначення успіху. Опитування і пряма взаємодія з користувачами можуть допомогти оцінити корисність, читабельність і тон контенту, створеного ШІ. Прийнятною метою може бути показник задоволеності користувачів на рівні 85% або вище.

Надійне середовище тестування повинно максимально точно відтворювати виробничі умови, щоб забезпечити точні та дієві результати. Це середовище повинно включати ті ж самі конфігурації, версії програмного забезпечення, мережеві умови та обсяги даних, які будуть присутні у фінальному розгортанні. Крім того, воно повинно забезпечувати контрольовані змінні, щоб потенційні проблеми можна було ізолювати та ефективно вирішувати.

Середовище тестування повинно підтримувати як ручні, так і автоматизовані інструменти тестування. Наприклад, автоматизованим тестуванням можна керувати за допомогою таких інструментів, як Selenium або Apache JMeter, тоді як ручне тестування може включати використання тестових скриптів, які описують сценарії для тестувальників. Дані для тестування також повинні бути згенеровані або анонімізовані, щоб захистити будь-яку конфіденційну інформацію, забезпечуючи при цьому реалістичні вхідні дані для моделі.

У функціональному тестуванні точність є ключовою метрикою, яка кількісно визначає ступінь відповідності згенерованого контенту очікуваним результатам. Наприклад, якщо модель штучного інтелекту генерує контент, призначений для підтримки клієнтів, і відповіді є фактично точними і контекстуально релевантними в 95% тестових кейсів, це буде вважатися успішним. Результати можна порівняти з базовою лінією історичних даних або з анотованим вручну правдивим контентом.

Затримка вимірює швидкість реакції моделі в різних тестових сценаріях. Якщо тест показує, що модель може стабільно реагувати з затримкою в 1,5 секунди, це позитивний показник продуктивності, особливо для CRM-додатків, що працюють в режимі реального часу. Цей показник можна виміряти за допомогою інструментів навантажувального тестування, таких як Locust або JMeter, які імітують одночасну взаємодію декількох користувачів з системою.

Відгуки користувачів під час UAT часто є якісними, але їх можна оцінити кількісно за допомогою структурованих опитувань. Наприклад, кінцевих користувачів можуть попросити оцінити корисність і зрозумілість контенту,

створеного ШІ, за шкалою від 1 до 10. Високий середній бал (наприклад, 8 або вище) свідчить про те, що контент відповідає очікуванням користувачів. Збір відгуків у довільній формі може дати уявлення про те, що можна вдосконалити, наприклад, покращити персоналізацію або ефективніше обробляти складні запити.

Використовуючи ці показники і дотримуючись детального плану тестування, команди можуть систематично оцінювати готовність рішення зі штучного інтелекту до розгортання, гарантуючи, що воно відповідає функціональним і функціональним вимогам, необхідним для автоматизації контенту CRM.

### 3.2. Перевірка функціональності окремих компонентів

Модульне тестування - це фундаментальна практика в розробці програмного забезпечення, яка гарантує, що окремі компоненти рішення для автоматизації контенту CRM на основі штучного інтелекту працюють так, як очікується. Розбиваючи складні системи на керовані модулі, що піддаються тестуванню, розробники можуть виявляти та виправляти помилки на ранніх стадіях, підвищуючи надійність і ремонтпридатність кодової бази. У цьому розділі описано процес створення модульних тестів, найкращі практики написання ефективних тестових кейсів, інструменти, які зазвичай використовуються в Python, а також приклади типових тестових сценаріїв, актуальних для CRM-рішень зі штучним інтелектом.

Модульне тестування передбачає написання тестів для найменших тестованих частин програми, як правило, окремих функцій або класів [21]. Мета полягає в тому, щоб переконатися, що ці частини працюють правильно ізольовано. У контексті рішення для автоматизації контенту на основі ШІ модульні тести можуть охоплювати різні компоненти, такі як функції попередньої обробки даних, алгоритми генерації

контенту та допоміжні методи, що використовуються для інтеграції з CRM-системами.

Процес починається з визначення основних компонентів, які потребують тестування. Наприклад, функції попередньої обробки даних, що відповідають за очищення або перетворення вхідних даних, повинні бути протестовані, щоб підтвердити, що вони справляються з крайніми випадками та неправильно сформованими вхідними даними. Аналогічно, тестові кейси для функції прогнозування моделі можуть перевірити, чи генерує ШІ контент, який відповідає очікуваним результатам.

Добре структурований модульний тест має передбачуваний формат, який полегшує розробникам написання, читання та підтримку. Типовий модульний тест повинен включати наступні розділи:

- Етап налаштування: Підготовка тестового середовища шляхом ініціалізації всіх необхідних об'єктів, імітації даних або конфігурацій.
- Фаза виконання: Виклик функції або методу класу, що тестується, з відповідними вхідними даними.
- Етап верифікації: Переконайтеся, що вихідні дані відповідають очікуваному результату.
- Фаза завершення роботи : Очищення ресурсів або скидання будь-яких станів, якщо це необхідно (менш поширене, але корисне в деяких сценаріях).

Наступний фрагмент коду Python демонструє базовий модульний тест для функції, яка форматує вміст на основі певних правил:

```

1  import unittest
2
3
4  # Example function to be tested
5  def format_content(content):
6      # Simulated formatting logic
7      if not content:
8          return "Content is empty"
9      return content.strip().capitalize()
10
11
12 # Unit test class
13 class TestContentFormatting(unittest.TestCase):
14
15     def test_format_content_valid_input(self):
16         input_data = " hello world "
17         expected_output = "Hello world"
18         self.assertEqual(format_content(input_data), expected_output)
19
20
21     def test_format_content_empty_input(self):
22         input_data = ""
23         expected_output = "Content is empty"
24         self.assertEqual(format_content(input_data), expected_output)
25
26
27 # Run tests
28 if __name__ == '__main__':
29     unittest.main()

```

Рисунок 3.1 – Базовий модульний тест функції форматування вмісту в Python

Цей приклад демонструє простий тестовий клас, який включає два тестових випадки: один для правильного вводу, а інший для порожнього вводу. Тут використовується фреймворк `unittest`, вбудований в Python, але для більш розширених можливостей тестування можна використовувати й інші інструменти, такі як `pytest`.

Для модульного тестування в Python можна використовувати декілька інструментів, кожен з яких має свої переваги. Ось деякі з найпоширеніших:

- `unittest` – вбудований модуль Python, який надає базові функції для тестування. Він підходить для простих потреб тестування, але йому може не вистачати більш розширених функцій, доступних в інших бібліотеках.
- `pytest` – потужний фреймворк для тестування, дуже гнучкий і простий у використанні. Пропонує такі функції, як фіксатори, параметризовані тести та вбудовану підтримку тверджень.

- Nose2 – наступник nose, nose2 розширює можливості unittest і надає додаткові плагіни для тестування.
- mock/unittest.mock – вбудована в Python бібліотека unittest.mock допомагає створювати імітаційні об'єкти для тестування компонентів, які взаємодіють із зовнішніми сервісами або базами даних.

### 3.3. Аналіз продуктивності системи в реальному CRM-середовищі

Інтеграційне тестування - важливий етап у розробці та розгортанні рішень на основі штучного інтелекту, особливо коли вони інтегровані в реальне CRM-середовище. На відміну від модульного тестування, яке фокусується на окремих компонентах, інтеграційне тестування оцінює, наскільки добре ці компоненти працюють разом для досягнення безперебійної функціональності [22]. У цьому розділі описано підхід до інтеграційного тестування, підкреслено важливість перевірки потоку даних і зв'язку між модулем ШІ, базою даних і призначеним для користувача інтерфейсом. Тут також обговорюються інструменти, які можна використовувати для автоматизації, проблеми, які можуть виникнути під час процесу, і рішення для їх подолання.

Основна мета інтеграційного тестування - переконатися, що різні частини CRM-рішення на основі штучного інтелекту працюють злагоджено, забезпечуючи бажаний результат при інтеграції. Процес починається з розуміння архітектури системи, зокрема потоку даних і залежностей між компонентами. Для CRM-рішень на основі штучного інтелекту це часто передбачає перевірку взаємодії між моделлю штучного інтелекту, базою даних для пошуку та зберігання даних і користувацьким інтерфейсом для взаємодії з користувачем.

Для цього використовується комплексний підхід до тестування інтеграції, а саме:

1. Визначення тестових сценаріїв. Тестові сценарії повинні охоплювати типові робочі процеси та граничні випадки. Наприклад, інтеграційний тест може імітувати створення користувачем нового контакту в CRM, який запускає модуль штучного інтелекту, щоб проаналізувати дані і запропонувати відповідний контент або автоматизовані робочі процеси. Тест повинен перевірити, що результати роботи штучного інтелекту точно зберігаються в базі даних і належним чином відображаються в інтерфейсі користувача.

2. Створення протоколів зв'язку. Розуміння того, як взаємодіють компоненти, має важливе значення. Сюди входять виклики API між модулем штучного інтелекту і внутрішньою частиною CRM, запити до бази даних і передача даних між сервером і клієнтським інтерфейсом. Забезпечення надійності та безпомилковості цих комунікацій є ключовим фактором для підтримки загальної продуктивності системи.

3. Створення реалістичного тестового середовища. Інтеграційне тестування повинно відбуватися в середовищі, яке точно відображає виробниче середовище. Це передбачає використання тестового сервера, який має таку саму конфігурацію, дані та підключення, як і робоча CRM-система. Таке налаштування дозволяє виявити потенційні розбіжності, які можуть не з'явитися в ізольованих модульних тестах.

4. Виконання наскрізних робочих процесів. Тестування інтеграції повинно зосереджуватися на повних робочих процесах, які включають кілька компонентів. Наприклад, комплексний тест може починатися з взаємодії з користувачем, передачі даних до модуля штучного інтелекту, обробки їх у базі даних і відображення результатів у користувацькому інтерфейсі. Кожен крок слід контролювати, щоб переконатися, що дані передаються коректно, обробляються точно і відображаються відповідно до очікувань.

Взаємодія між різними частинами системи, такими як модуль ШІ, база даних і користувацький інтерфейс, є основою CRM-рішення на основі ШІ. Тестування цих

потоків даних має вирішальне значення для перевірки того, що інформація не тільки передається правильно, але й трансформується відповідно до очікувань. Сюди входить:

Перевірка підтримання цілісності даних. Коли дані передаються між компонентами, вони повинні залишатися цілими і неушкодженими. Наприклад, якщо дані профілю клієнта надсилаються модулю штучного інтелекту для контент-аналізу, отримані пропозиції повинні ґрунтуватися на правильних вхідних даних без помилок або втрати інформації.

Перевірка прийнятної затримки комунікації. У реальному CRM-середовищі затримка може вплинути на взаємодію з користувачем. Інтеграційні тести можуть виміряти час, необхідний для передачі даних від інтерфейсу користувача до модуля штучного інтелекту і назад до інтерфейсу після обробки. Забезпечення прийнятних рівнів затримок запобігає виникненню вузьких місць, які можуть порушити робочі процеси користувачів.

Перевірка надійної обробки помилок. Належні механізми обробки помилок повинні бути протестовані, щоб гарантувати, що збої в одному компоненті не призведуть до збоїв у роботі всієї системи або втрати даних. Наприклад, якщо модуль штучного інтелекту не реагує через проблему з введенням даних, система повинна плавно повернутися до роботи, інформуючи користувача без шкоди для цілісності даних.

Наприклад, уявіть собі тест, який перевіряє робочий процес генерації та відображення автоматизованого контенту в CRM. Цей тест включатиме створення нового ліда, передачу інформації про нього до модуля штучного інтелекту, який запропонує контент, збереження запропонованого контенту в базі даних і забезпечення видимості контенту на сторінці ліда в CRM. Тест повинен підтвердити, що кожен перехід між компонентами відбувається без втрати даних або проблем із форматуванням.

### 3.3.1 Інструменти для автоматизації інтеграційного тестування

Декілька інструментів можуть допомогти автоматизувати інтеграційне тестування у Python, полегшуючи виконання тестів, моніторинг поведінки системи та перевірку результатів. До популярних інструментів відносяться:

- **pytest:** Хоча `pytest` часто використовується для модульного тестування, його можна розширити за допомогою плагінів, таких як `pytest-django` або `pytest-flask` для інтеграційних тестів в CRM-додатках на основі Django або Flask.
- **Selenium:** Інструмент автоматизації браузера, який можна використовувати для тестування взаємодії з користувацьким інтерфейсом і перевірки потоку даних від інтерфейсу користувача до компонентів бекенда.
- **Postman:** Для тестування API Postman може імітувати запити до бекенду, гарантуючи, що вихідні дані модуля III правильно інтегровані з базою даних і користувацьким інтерфейсом.
- **Jenkins:** Інструмент CI/CD, який можна налаштувати на автоматичний запуск інтеграційних тестів щоразу, коли в кодову базу вносяться зміни, що дозволяє безперервно перевіряти продуктивність системи.

Інтеграційне тестування слід поєднувати з інструментами безперервної інтеграції, щоб автоматизувати процес і забезпечити негайний зворотній зв'язок з командою розробників. Інтеграція тестів у конвеєр CI/CD гарантує, що будь-які проблеми із взаємодією компонентів будуть виявлені на ранній стадії циклу розробки.

Інтеграційне тестування в реальному середовищі CRM може бути пов'язане з унікальними проблемами. Однією з найпоширеніших проблем є синхронізація даних між тестовим середовищем і виробничою системою. Неузгодженість даних може призвести до невдалих тестів або результатів, які не відображають реальну продуктивність. Вирішенням цієї проблеми є створення надійної стратегії міграції даних, яка гарантує, що тестове середовище має найактуальніші та найрелевантніші дані для тестування.

Інший виклик - системні залежності, такі як сторонні сервіси, на які може покладатися модуль ШІ або CRM. Під час тестування інтеграції важливо імітувати ці сервіси або використовувати тестові версії, щоб переконатися, що тести залишаються послідовними і не впливають на зовнішні системи.

Загалом, інтеграційне тестування в CRM-системі зі штучним інтелектом гарантує, що рішення працює належним чином, коли компоненти працюють разом. Належне планування, використання надійних інструментів і проактивне вирішення проблем сприяють надійному та ефективному процесу інтеграційного тестування.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці

Для ефективної і безпечної роботи колективу працівників з розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем, у тому числі й фахівців з підвищення ефективності контролю доступу до приміщень, необхідно організувати безпечні умови праці. При цьому керівник організації несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці. Окрім цього, на робочих місцях працівників необхідно забезпечити дотримання вимог, затверджених Наказом Міністерства соціальної політики України від 14 лютого 2018 року № 207 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Згідно з ДНАОП, приміщення, де розміщені робочі місця операторів (крім приміщень з робочими місцями операторів великих електронно-обчислювальних машин загального призначення – серверів), мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до:

- переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, що затверджений наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 22 серпня 2005 року № 161, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 5 вересня 2005 року за № 990/11270 (НАПБ Б.06.004-2005);
- Державних будівельних норм «Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд», затверджених наказом Держбуду України від 28 жовтня 1998 року № 247 (ДБН В.2.5-56:2014).

У приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів, використовуються димові пожежні сповіщувачі та переносні вуглекислотні вогнегасники. В інших приміщеннях допускається встановлення теплових пожежних сповіщувачів. Вогнегасники встановлюються у кількості, що відповідає вимогам ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги», з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасної речовини відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014.

Приміщення, у яких розташовані робочі місця операторів серверів загального призначення, обладнуються системою автоматичної пожежної сигналізації та засобами пожежогасіння відповідно до ДБН В.2.5-56:2014, НАПБ А.01.001-2014 і вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації виробника. Проходи до засобів пожежогасіння повинні залишатися вільними.

Лінії електромережі для живлення комп'ютерів та периферійних пристроїв повинні виконуватись як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника заборонено. Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита або розподільного пункту до розеток електроживлення. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідників у груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаженню, умовам навколишнього середовища, температурному режиму та вимогам НПАОП 40.1-1.01-97.

У приміщеннях, де одночасно працюють понад п'ять комп'ютерів, необхідно встановити аварійний резервний вимикач на видному та доступному місці. Комп'ютери підключаються до електромережі тільки через справні штепсельні з'єднання заводського виготовлення. Конструкція штепсельних з'єднань має

забезпечувати підключення нульового захисного провідника раніше фазового та нульового робочого провідників.

Для забезпечення безпеки працівників важливим є достатнє природне та штучне освітлення, що регламентується вимогами НПАОП 0.00-7.15-18. Організація робочого місця фахівця повинна відповідати ергономічним вимогам ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги». Відстань від екрана монітора до очей працівника повинна відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Розміщення принтера та інших пристроїв введення-виведення інформації повинно забезпечувати добру видимість екрана комп'ютера та зручність роботи з пристроями у зоні досяжності моторного поля працівника.

Таким чином, дотримання нормативно-правових вимог щодо охорони праці користувачів комп'ютерів дозволяє організувати безпечні умови роботи, забезпечити належний рівень електробезпеки, природного та штучного освітлення для ефективної та безпечної діяльності фахівців з дослідження автоматичного керування роботизованими механізмами.

#### 4.2 Комп'ютерне забезпечення процесу оцінки радіаційної та хімічної обстановки

Екологічні спільноти розробили цілу низку інструментів для комплексної екологічної оцінки. До сімейства програмного забезпечення та сервісів (ESS), що надаються комерційною групою IIASA, входять такі рішення, як AirWare (для аналізу проблем якості повітря), WaterWare (для контролю якості води), CityWare (системи, що поєднують аналіз якості повітря та води для мегаполісів) та EIAxpert (для загальної оцінки впливу на довкілля). Ці інструменти мають функціональні подібності з

RAISON, але роблять більший акцент на моделюванні, а не на управлінні даними. Вони створені як модульні платформи, що дозволяють вирішувати конкретні завдання.

До ключових компонентів ESS належать імітаційні моделі, серед яких моделі ISC та PBM Агентства з охорони навколишнього середовища США, а також засоби для управління даними (включно з ГІС), аналізу даних (наприклад, обробка часових рядів спостережень), візуалізації й оптимізації. У ситуаціях, коли готові моделі непридатні для певного застосування, але розробка нової системи є надто складною, модельні інструменти дозволяють користувачам створювати власні рішення. Завдяки цьому користувачі можуть налаштовувати модель за допомогою математичних рівнянь або графічних елементів, що наочно відображають поведінку системи.

Наразі вже розроблені моделі для оцінки радіаційної та хімічної ситуації. Серед них:

GEMS – це система, що базується на моделях, призначена для оцінки рівня впливу та ризиків. Вона забезпечує доступ до мультимедійних моделей експозиції, методів оцінки фізико-хімічних властивостей, інструментів статистичного аналізу, а також до картографічних програм. GEMS обробляє дані про стан довкілля, джерела забруднень, рецептори та популяції.

HSPF – комплексний пакет для моделювання кількості та якості стоків з багатофункціональних водозбірних басейнів. Він охоплює інтегроване моделювання процесів на земній поверхні, у ґрунтах та водних ресурсах, зокрема гідравлічних і хімічних взаємодій. Результатом моделювання є тимчасові дані щодо витрат стоку, концентрації забруднюючих речовин (поживні речовини, пестициди) та якості води. Алгоритми HSPF охоплюють динаміку BOD/DO, вуглецю, азоту та фосфору, а також процеси трансформації, такі як гідроліз, фотоліз, окиснення, випаровування, сорбція та біодеградація. Додатково, система підтримує моделювання вторинних «дочірніх» хімічних речовин.

ММСOILS – це комплексна методологія, призначена для оцінки ризиків здоров'ю людини, які виникають внаслідок впливу викидів небезпечних відходів. Ця мультимедійна модель забезпечує всебічний аналіз перенесення забруднень у різних середовищах, включаючи ґрунтові води, поверхневі водойми, атмосферу, а також їх подальше накопичення в харчових продуктах. У процесі моделювання враховуються численні шляхи впливу забруднень на організм людини. До них належать поглинання забруднень із ґрунту, вдихання летких органічних речовин та дрібнодисперсних частинок, контакт шкіри із забрудненими поверхнями, а також споживання питної води, що містить токсичні елементи.

Розрахунок ризику для здоров'я здійснюється на основі інтеграції показників хімічної токсичності із загальною дозою впливу, отриманою через всі можливі шляхи проникнення забруднень. Такий підхід дає змогу більш точно визначати потенційні загрози та розробляти ефективні заходи для їх мінімізації.

Важливо зазначити, що вимоги до даних цих моделей можуть варіюватися залежно від сфери застосування та конкретного завдання.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вивчався потенціал штучного інтелекту (ШІ) для автоматизації створення та управління контентом у сучасних системах управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM). Проведено комплексний аналіз галузі, вивчено роль CRM-систем у бізнес-процесах, їхнє значення у взаємодії з клієнтами та виклики, пов'язані з автоматизацією контенту. Дослідження показало, що персоналізація взаємодії з клієнтами та обробка великих обсягів даних залишаються нагальними проблемами, які можна ефективно вирішити за допомогою інтеграції ШІ.

Розроблено надійну архітектуру рішення, призначену для інтеграції моделей машинного навчання в CRM-системи для автоматизації процесів роботи з контентом. Основну увагу було приділено визначенню технічних вимог, проектуванню архітектури системи та вибору алгоритмів ШІ, здатних забезпечити високий рівень точності та адаптивності в динамічному бізнес-середовищі.

На основі запропонованої архітектури розроблено прототип рішення на основі штучного інтелекту, включаючи інтегровану модель для автоматизації контенту. Прототип ретельно протестовано для забезпечення функціональності, надійності та відповідності поставленим цілям. Результати продемонстрували здатність моделі оптимізувати повторювані процеси, підвищити операційну ефективність для користувачів CRM та забезпечити вищий рівень персоналізації у взаємодії з клієнтами.

Практичне значення цієї роботи поширюється на різні галузі, включаючи електронну комерцію, фінанси та туризм, де персоналізована комунікація та операційна ефективність є критично важливими. Реалізований прототип продемонстрував свою здатність знижувати витрати, підвищувати точність комунікації та створювати унікальний клієнтський досвід, який диференціює бізнес на конкурентних ринках.

Таким чином, інтеграція штучного інтелекту в CRM-системи відкриває шлях до значного прогресу в бізнес-операціях. Такий підхід не лише оптимізує використання ресурсів, а й зміцнює відносини з клієнтами завдяки індивідуальним та ефективним комунікаційним стратегіям. Результати дослідження підкреслюють трансформаційний потенціал штучного інтелекту, який перетворює CRM-системи на потужні інструменти для вирішення сучасних бізнес-завдань, дозволяючи компаніям залишатися гнучкими та конкурентоспроможними на ринках, що стрімко змінюються.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Buttle, F., & Maklan, S. (2019). Customer Relationship Management: Concepts and Technologies (4th ed.). Routledge.
2. Realizing Business Benefits Through CRM: Hitting the Right Target in the Right Way. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/220500536> (дата звернення: 07.11.24)
3. Що Таке Автоматизація Маркетингу. [Електронний ресурс]. URL: <https://gudhub.com.ua/blog/marketing/avtomatyzatsija-marketyngu/> (дата звернення: 07.11.24)
4. Top Challenges in CRM Implementation. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.sagesoftware.co.in/blogs/top-challenges-in-crm-implementation/> (дата звернення: 07.11.24)
5. Petryk, M. , Doroshenko, A. , Mykhalyk, D. , Ivanenko, P. , Yatsenko, O. Automated Parallelization of Software for Identifying Parameters of Intraparticle Diffusion and Adsorption in Heterogeneous Nanoporous Media Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 667 LNNS, pp. 33–47
6. Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David. (2014). Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Режим доступа: <https://www.cs.huji.ac.il/~shais/UnderstandingMachineLearning/understanding-machine-learning-theory-algorithms.pdf>
7. Artificial Intelligence (AI) Forecasting. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.zoho.com/analytics/glossary/ai-forecasting.html> (дата звернення: 10.11.24)
8. AI in CRM. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-crm> (дата звернення: 10.11.24)

9. Zdzisław S. Hippe, Juliusz L. Kulikowski, Teresa Mroczek. (2014) Issues and Challenges in Artificial Intelligence (Studies in Computational Intelligence, 559)
10. Генерування природної мови. [Електронний ресурс]. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Генерування\\_природної\\_мови](https://uk.wikipedia.org/wiki/Генерування_природної_мови) (дата звернення: 10.11.24)
11. Найпопулярніші бібліотеки ШІ та машинного навчання Python. [Електронний ресурс]. URL: <https://proit.org.ua/naipopuliarnishi-bibliotieki-shi-ta-mashinnoghonavchannia-python/> (дата звернення: 10.11.24)
12. Глибоке навчання: що це таке? [Електронний ресурс]. URL: <https://stfalcon.com/uk/blog/post/deep-learning-what-it-is> (дата звернення: 10.11.24)
13. Нейронні мережі та глибоке навчання. [Електронний ресурс]. URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/neuralnetwork.html> (дата звернення: 10.11.24)
14. Types of Neural Networks and Definition of Neural Network. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.mygreatlearning.com/blog/types-of-neural-networks/> (дата звернення: 10.11.24)
15. Petryk, M.R., Boyko, I.V., Khimich, O.M. et al. High-Performance Methods of Modeling the Nano-Adsorption and Diffusion with Feedback in Heterogeneous Cylindrical Multicomponent Nanoporous Media. *Cybern Syst Anal* 59, 1008–1022 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10559-023-00636-5>
16. Технічна документація Python фреймворку PyTorch для розробки ШІ. [Електронний ресурс]. URL: <https://pytorch.org/> (дата звернення: 12.11.24)
17. A. Paszke and others. (2019). PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library. Режим доступу: <http://papers.neurips.cc/paper/9015-pytorch-an-imperative-style-highperformance-deep-learning-library.pdf>
18. Cuda Toolkit. [Електронний ресурс]. URL: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit> (дата звернення: 14.11.24)

- 19.TensorFlow. [Електронний ресурс]. URL:  
<https://www.databricks.com/glossary/tensorflow-guide> (дата звернення: 14.11.24)
- 20.Shashank Mohan Jain. (2022). Introduction to Transformers for NLP: With the Hugging Face Library and Models to Solve Problems 1st ed. Edition.
- 21.Module Testing. [Електронний ресурс]. URL:  
<https://www.geeksforgeeks.org/module-testing/> (дата звернення: 19.11.24)
- 22.Integration Testing: What it is, Best Practices & Examples. [Електронний ресурс].  
URL: <https://testsigma.com/guides/integration-testing/> (дата звернення: 19.11.24)
- 23.Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.
- 24.Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.
- 25.Вовк Ю. Я. Охорона праці в галузі. Навчальний посібник / Ю. Я. Вовк, І. П. Вовк – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А. – 2015. – 172 с.

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

### Тези конференції

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ  
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ім. ШЕВЧЕНКА

## МАТЕРІАЛИ

### ХІІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

# «ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ, СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»



18–19 грудня 2024 року

ТЕРНОПІЛЬ  
2024

**УДК 004.7**

**К. Кулішова; С. Дячук, канд. техн. наук, доц.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

# **РОЗРОБКА РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТЕНТУ В СУЧАСНИХ CRM-СИСТЕМАХ**

**UDC 004.7**

**K. Kulishova; S. Dyachuk, Ph.D.; Assoc. Prof.**

# **DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED SOLUTIONS FOR CONTENT AUTOMATION IN MODERN CRM SYSTEMS**

Сучасні CRM-системи стали важливими інструментами для управління взаємодією з клієнтами, однак традиційні методи створення і персоналізації контенту все ще мають ряд обмежень. Зростання обсягів даних та необхідність швидкої адаптації контенту вимагають нових підходів, і використання штучного інтелекту для автоматизації процесів контенту є перспективним рішенням [1].

Штучний інтелект здатен оптимізувати маркетингові процеси, автоматично створюючи персоналізовані матеріали для різних сегментів клієнтів. Алгоритми не лише генерують контент, а й прогнозують поведінку клієнтів, що покращує точність маркетингових стратегій. Важливою перевагою є зниження потреби в людських ресурсах, що значно скорочує витрати та час на виконання завдань.

Для успішного впровадження таких рішень у CRM-системи необхідно враховувати кілька ключових аспектів. По-перше, система повинна бути здатна до інтеграції з існуючими платформами, щоб забезпечити безперебійну передачу даних та синхронізацію контенту. По-друге, необхідно забезпечити високий рівень безпеки даних, оскільки обробка персональної інформації є важливою складовою роботи CRM. Останнім, але не менш важливим аспектом є масштабованість рішення, адже з ростом обсягів даних система повинна зберігати свою ефективність [2].

Таким чином, автоматизація контенту в CRM-системах за допомогою штучного інтелекту за допомогою штучного інтелекту підвищує ефективність взаємодії з клієнтами, знижує витрати та покращує досвід користувачів. Інтеграція таких рішень не тільки покращить маркетингові кампанії, а й оптимізує внутрішні процеси компаній, дозволяючи їм швидше адаптуватися до змін на ринку.

## **Література**

1. Artificial Intelligence for Customer Relationship Management: Personalization and Automation. [Електронний ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10434568> Дата доступу: 09.12.2024.
2. AI-Driven Customer Relationship Management (CRM). [Електронний ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/376618237> Дата доступу: 09.12.2024.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>В. В. Коваль, Г. Б. Цуприк</b><br>РОЗРОБКА ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ API-ДАННИХ<br>НА ОСНОВІ JAVASCRIPT<br><b>V. V. Koval, H. B. Tsupryk</b><br>DEVELOPMENT OF A WEB INTERFACE FOR INTERACTIVE VISUALIZATION OF API<br>DATA BASED ON JAVASCRIPT          | 171 |
| <b>Т. Колсватих, Г. Цуприк</b><br>АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ<br>СПОЖИВЧОГО КРЕДИТУВАННЯ<br><b>T. Kolievatykh, H. Tsupryk</b><br>ANALYSIS OF SOFTWARE FOR THE DEVELOPMENT OF A CONSUMER LENDING<br>SYSTEM                                              | 173 |
| <b>О. Колодій, Ю. Стоянов</b><br>ІНТЕГРАЦІЯ OPENAI API ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ<br>ПРОДУКТИВНОСТІ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЗАВДАННЯМИ<br><b>O. Kolodii, Y. Stoyanov</b><br>INTEGRATION OF OPENAI API FOR INTELLIGENT PERFORMANCE ANALYSIS IN<br>TASK MANAGEMENT SYSTEMS        | 175 |
| <b>К. Кулішова, С. Дячук</b><br>РОЗРОБКА РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ<br>АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТЕНТУ В СУЧАСНИХ CRM-СИСТЕМАХ<br><b>K. Kulishova, S. Dyachuk</b><br>DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED SOLUTIONS FOR<br>CONTENT AUTOMATION IN MODERN CRM SYSTEMS | 176 |
| <b>А. О. Кривко</b><br>ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ВИБІР ДИЗАЙНУ<br><b>A. O. Kryvko</b><br>VISUALIZATION AS A DESIGN CHOICE                                                                                                                                                                 | 177 |
| <b>Т. Ланевич</b><br>МЕТОДИ РЕФАКТОРИНГУ В ГНУЧКІЙ РОЗРОБЦІ<br><b>T. Lanevych</b><br>REFACTORING METHODS IN AGILE DEVELOPMENT                                                                                                                                                   | 178 |
| <b>Т. Ланевич</b><br>ВПЛИВ TEST-DRIVEN DEVELOPMENT НА ЯКІСТЬ РОЗРОБКИ<br><b>T. Lanevych</b><br>INFLUENCE OF TEST-DRIVEN DEVELOPMENT ON DEVELOPMENT<br>QUALITY                                                                                                                   | 179 |
| <b>А. С. Луговий, Є.В. Тиш</b><br>МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ETL-СИСТЕМ У БАГАТОРІВНЕВИХ<br>АНАЛІТИЧНИХ ПЛАТФОРМАХ<br><b>A. S. Lugovyi, I. V. Tysh</b><br>METHODS FOR OPTIMIZING ETL SYSTEM PERFORMANCE IN MULTI-TIER<br>ANALYTICAL PLATFORMS                            | 180 |
| <b>М. А. Лукасевич</b><br>МОДЕЛЬ ДАНИХ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ<br>ПРОГНОЗУВАННЯ КОТИРУВАНЬ КРИПТОВАЛЮТНИХ АКТИВІВ<br><b>M. Lukasevych</b><br>DATA MODEL FOR INFORMATION AND ANALYTIC SYSTEM FOR FORECASTING<br>QUOTATIONS OF CRYPTOCURRENCY ASSETS             | 181 |

## ДОДАТОК Б

Диск з матеріалами кваліфікаційної роботи