



DOI 10.28925/2663-4023.2025.28.838

УДК 004. 8:658.89

Машкіна Ірина Вікторівна

к.т.н., доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0003-0667-5749

i.mashkina@kubg.edu.ua**Носенко Тетяна Іванівна**

к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-7597-9861

t.nosenko@kubg.edu.ua**Глушак Оксана Михайлівна**

к.пед.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-9849-1140

o.hlushak@kubg.edu.ua**Співак Світлана Михайлівна**

к.пед.н., старший викладач кафедри комп'ютерних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2249-4473

s.spivak@kubg.edu.ua**Білоус Владислав Володимирович**

старший викладач кафедри комп'ютерних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-6915-433X

v.bilous@kubg.edu.ua

ОПТИМІЗАЦІЯ CUSTOMER SUPPORT ЗА ДОПОМОГОЮ AI ЧАТ-БОТІВ: ПРАКТИЧНИЙ КЕЙС

Анотація. Стаття присвячена дослідженню ефективності впровадження AI чат-ботів для оптимізації підтримки клієнтів (Customer Support) на прикладі сміттєзбирального бізнесу. Розглянуто класифікацію чат-ботів та наведено приклади популярних AI рішень, таких як Zendesk Answer Bot та LivePerson, для аналізу готових систем в обслуговуванні клієнтів. Детально описано ключові напрями реалізації проекту розробки чат-бота для сміттєзбиральної компанії, що включають збір та аналіз даних, оптимізацію маршрутів збору сміття та управління транспортним парком. У роботі висвітлено інтелектуальні технології, використані для створення чат-бота, зокрема машинне навчання для аналізу даних та прогнозування, обробку природної мови (NLP) для розуміння запитів, та інтеграцію з GPS для оптимізації логістики. Розглянуто основні етапи розробки та навчання чат-бота, підкреслено важливість його інтеграції з CRM та іншими корпоративними системами для забезпечення безперебійного обміну даними та підвищення якості обслуговування. Проаналізовано переваги використання AI чат-ботів, серед яких покращення взаємодії з клієнтами, оптимізація логістичних процесів та зменшення негативного впливу на довкілля. Окреслено специфіку розробленого чат-бота для сміттєзбиральної компанії: визначено цілі та завдання, обрано платформу Microsoft Bot Framework, розроблено архітектуру, інтерфейс користувача та базу знань. Проведено навчання та тестування системи, передбачено її інтеграцію з CRM для доступу до даних клієнтів та оновлення інформації, з системою GPS-моніторингу для відстеження сміттєвозів та інформування клієнтів, а також з системами сповіщень та обліку відходів. На даний момент проект знаходиться на етапі впровадження та моніторингу, що включає інтеграцію в реальне середовище та аналіз ефективності.



Визначено перспективи подальших досліджень, зокрема прогнозування обсягів сміття, розробку складніших сценаріїв взаємодії та вивчення етичних аспектів.

Ключові слова: AI чат-бот; Customer Support; сміттєзбиральний бізнес; оптимізація маршрутів; машинне навчання; обробка природної мови.

ВСТУП

За останні кілька десятиліть проблема продукування та утилізації сміття у всьому світі значно зросла. Багато років переробні компанії різних країн намагаються вирішити цю проблему, Україна — не виключення. В цьому питанні багато викликів, екологічних, технологічних, логістичних [1].

Зростання міст супроводжується збільшенням обсягів смітєвих відходів, що ставить перед міськими громадами серйозні виклики [2]. Сучасні компанії стикаються перед зростаючими вимогами клієнтів щодо якості та швидкості обслуговування. Засоби комунікації, такі як електронна пошта, телефонні дзвінки вже не забезпечують швидку та персоналізовану підтримку. Клієнти не задоволені через довге очікування на лінії вони очікують цілодобового сервісу та миттєвих відповідей на запити, що важко забезпечити традиційними методами. Утримання великого штату персоналу занадто важке для бюджету компаній. Покращення алгоритмів підтримки клієнтів (Customer Support) є критично важливим для успіху будь-якої компанії [3], [4].

Для ефективного управління процесом утилізації потрібні інноваційні рішення, які дозволять оптимізувати маршрути збору сміття, зменшити витрати на транспортування та підвищити ефективність процесу в цілому [1]. Розвиток інтелектуальних технологій, відкриває нові можливості для автоматизації та оптимізації Customer Support. Впровадження AI чат-ботів дозволяє покращити комунікацію з клієнтами, зменшити навантаження на операторів та підвищити загальну якість обслуговування. Компанії, що впроваджують технології штучного інтелекту отримують перевагу, забезпечуючи високий рівень обслуговування та задоволеності клієнтів [5] – [7].

Постановка проблеми. У сміттєзбиральному бізнесі збільшення кількості клієнтів та каналів комунікації призводить до зростання обсягу звернень, довшого часу очікування точних відповідей, збільшення кількості персоналу. Проблема відсутності індивідуального підходу до клієнтів призводить до їх відтоку. Ці проблеми можна вирішити, використовуючи інтелектуальні технології — штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні роки відзначаються активним впровадженням штучного інтелекту у сферу обслуговування клієнтів, зокрема через розвиток та використання AI чат-ботів. Ці технології значно змінюють підхід компаній до організації Customer Support, забезпечуючи оперативну, персоналізовану та цілодобову підтримку. У фокусі наукових досліджень — аналіз ефективності, технічних рішень та впливу таких інструментів на бізнес-процеси [7].

Jouini, Ben Aouicha і Ben Ghezala у своєму дослідженні представили AI-чат-бота, орієнтованого на електронну комерцію. Модель, запропонована авторами, ґрунтується на контекстуальній обробці запитів і підтримці багатомовності, що дозволяє досягти високого рівня інтерпретації намірів клієнтів. Дослідження підкреслює, що такий підхід дозволяє скоротити середній час відповіді, зменшити кількість переданих звернень живим агентам та підвищити загальну ефективність обслуговування [8]. Крім того, у роботі акцентується увага на важливості інтеграції чат-бота з існуючими CRM-системами для забезпечення безперервності обслуговування.



Інше масштабне дослідження архітектур чат-ботів, проведене Kumar, Yadav і Singh, подає огляд сучасних технологічних рішень у створенні таких систем. Автори розглядають еволюцію чат-ботів від простих rule-based моделей до складних систем на основі глибинного навчання. Вони також підкреслюють роль Natural Language Processing (NLP) і Machine Learning (ML) у забезпеченні точності відповіді й адаптивності системи до нових запитів [9]. Огляд демонструє, що сучасні AI чат-боти вже здатні ефективно імітувати діалог людини, підтримуючи емоційно забарвлені відповіді та навіть контекстні рекомендації.

У порівняльному дослідженні Nassir, Al-Ayyash і Benaissa детально проаналізовано, як різні компанії впроваджують AI чат-ботів у свої системи підтримки. Автори зосереджуються на кількісних показниках — середньому часі відповіді, рівні задоволеності клієнтів, частоті повторних звернень і навантаженні на операторів. Виявлено, що після впровадження чат-ботів показники ефективності служби підтримки покращилися в середньому на 35–50% [10]. Особливо значущим є той факт, що найвищі показники досягаються при використанні гібридної моделі — коли AI-боти працюють у парі з живими агентами.

Усі три дослідження акцентують увагу на важливості інтелектуалізації чат-ботів та адаптації їх до конкретного контексту бізнесу. Автори зазначають, що універсальні рішення часто не приносять бажаних результатів, тоді як кастомізовані рішення, що враховують специфіку галузі, тип продукту та поведінку клієнтів, мають значно вищу ефективність. Також підкреслюється потреба в системному аналізі даних, що генеруються чат-ботами, для вдосконалення бізнес-аналітики та ухвалення рішень.

З практичного боку, дослідження дають зрозуміти, що основна вигода від впровадження AI чат-ботів полягає не лише в економії людських ресурсів, а й у можливості забезпечення безперервної комунікації з клієнтом. Крім того, у статтях наголошується на важливості дотримання етичних норм, прозорості рішень, які приймаються AI, і захисті персональних даних клієнтів.

Загалом, проаналізовані публікації дозволяють зробити висновок, що AI чат-боти вже стали не просто додатком до служби підтримки, а її ядром. Залежно від реалізації, вони можуть виступати як інструменти автоматизації рутинних завдань, так і як стратегічні канали збирання аналітики та побудови довготривалих відносин з клієнтами. Надалі важливим напрямом досліджень буде інтеграція таких систем із іншими елементами цифрової трансформації бізнесу, включно з Big Data, предиктивною аналітикою та омніканальними платформами.

Мета статті. Метою статті є дослідження та обґрунтування ефективності впровадження AI чат-ботів для оптимізації Customer Support на прикладі проблеми руху сміттєвозів, виявлення ключових факторів успішного впровадження чат-ботів та рекомендації щодо їх практичного застосування.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

AI чат-бот — це комп'ютерна програма, яка використовує штучний інтелект (AI) та обробку природної мови (NLP), щоб імітувати розмову з людьми, зазвичай через інтернет [10].

AI чат-боти можна класифікувати за різними критеріями, такими як спосіб функціонування та призначення.

За способом функціонування чат-боти розподіляють: AI чат-боти на основі правил, які працюють за заздалегідь визначеними правилами та сценаріями. Вони мають обмежені

можливості та можуть відповідати лише на прості запитання [8], AI чат-боти на основі машинного навчання, які використовують машинне навчання для аналізу даних та покращення своїх відповідей з часом. Вони здатні розуміти складніші запитання та надавати більш точні відповіді [9], AI чат-боти на основі глибокого навчання — такі, що застосовують глибоке навчання для обробки великих обсягів даних та розпізнавання складних патернів, можуть розуміти природну мову та вести більш природні діалоги [9], [11], [12].

За призначенням чат-боти розподіляють:

- Інформаційні AI чат-боти, що надають інформацію про продукти, послуги, компанію тощо [10].
- AI чат-боти підтримки, які допомагають вирішувати проблеми клієнтів, відповідають на запитання, надають технічну підтримку [8].
- AI чат-боти для продажів, призначення яких — сприяти продажам, пропонувати продукти та послуги, оформлювати замовлення [10].
- Розважальні AI чат-боти грають з користувачами в ігри, пишуть тексти в різних стилях, створюють музику.

AI чат-боти мають широкі вигоди для компаній, їх використання дозволяє бізнесу оптимізувати процеси Customer Support, що призводить до зростання прибутковості та конкурентоспроможності.

Для аналізу готових рішень розглянемо, як працює AI чат-бот в обслуговуванні Zendesk Answer Bot (рис. 1). Ці системи використовуються для підтримки клієнтів і обслуговування у великих компаніях та мають різні механізми взаємодії, машинного навчання, а також інтеграцій з іншими платформами.

Zendesk Answer Bot розпізнає ключові слова, у базі знань знаходить відповідну статтю і відправляє клієнту автоматично без необхідності спілкування з оператором. Answer Bot аналізує вхідні запити за допомогою NLP (Natural Language Processing) для того, щоб зрозуміти контекст та використовує алгоритми ML для швидкого пошуку відповідей із бази знань. Zendesk Answer Bot інтегрується із CRM-системами, дозволяючи клієнтам отримувати миттєві відповіді, а також спрямовує складні запити до операторів. Zendesk Answer Bot «вчиться» на реальних запитах, за рахунок чого підвищується ефективність роботи. Поруч з перевагами, такими, як адаптація до клієнтів, зменшення навантаження на операторів та швидкість роботи, Zendesk Answer Bot має і недолік: він не завжди може розпізнати складні або неструктуровані запити [13].

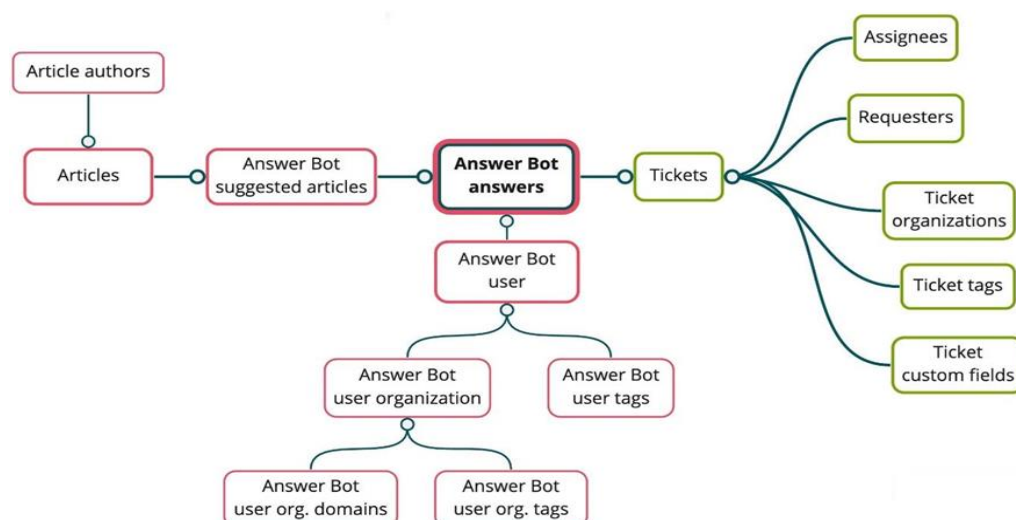


Рис. 1. Принцип роботи чат-бота Zendesk Answer Bot [13]



Вибір платформи для AI чат-бота залежить від таких факторів, як легкість у використанні, підтримка необхідних функцій (розуміння природної мови, масштабованість та ін.), інтеграція з існуючими системами та інструментами, якісна підтримка користувачів, вартість.

Ці технології створюють екосистему розумного управління відходами, сприяючи їх ефективній утилізації та переробці.

Реалізація проекту AI чат-бота для покращення обслуговування клієнтів сміттєзбирального бізнесу базується на наступних напрямках:

- Збір даних. Спеціальні датчики, встановлені на смітєвих контейнерах, передають інформацію про рівень заповнення в реальному часі. Додатково використовуються дані про щільність населення, географічні особливості місцевості, час доби та інші фактори, що впливають на обсяги сміття.
- Аналіз даних. Дані передаються в систему, де вони аналізуються за допомогою машинного навчання, з метою виявлення потенційних проблем та шляхів їх вирішення. Аналіз даних допомагає краще розуміти потреби клієнтів, виявляти тенденції та персоналізувати обслуговування.
- Оптимізація маршрутів сміттєвозів. Штучний інтелект прогнозує оптимальні маршрути для сміттєвозів, які дозволяють мінімізувати час у дорозі, витрати палива та кількість необхідних транспортних засобів, враховуючи поточну ситуацію на дорогах, пробки, аварії та інші непередбачувані фактори.
- Управління транспортним парком. Інтелектуальна система дозволяє відстежувати рух сміттєвозів в режимі реального часу, контролювати їх роботу та оперативно реагувати на зміни в ситуації.

Для реалізації проекту використали наступні інтелектуальні технології.

Машинне навчання використовується для аналізу даних, прогнозування обсягів відходів і оптимізації процесів сортування, наприклад, алгоритми класифікації для ідентифікації типу відходів (пластик, метал, органіка). Глибоке навчання (використання нейронних мереж ResNet) використовується для аналізу зображень для сортування сміття на конвеєрі. Реінфорсментне навчання використовується для навчання роботів взаємодіяти з об'єктами сортування складних матеріалів. Обробка природної мови використовується для створення мобільного додатка, який відповідає на питання про правильне сортування. Для складання ефективних маршрутів сміттєвозів використовуються алгоритми оптимізації.

Датчики IoT на основі газу (MQ-4) вимірюють рівень заповнення смітєвих контейнерів, температуру, вологість, метан та інші параметри. Інформація про наповнення контейнера передається до хмари через мережеві протоколи MQTT. Хмарні обчислення на базі Google Cloud IoT використовуються для обробки даних з IoT-пристроїв. Для управління підключеними пристроями та аналітики даних використовується IoT-платформа ThingSpeak. GPS-трекери моніторять місцезнаходження сміттєвозів та оптимізують їх маршрути.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При розробці чат-бота для оптимізації роботи сміттєзбиральної компанії було враховано специфіку бізнесу. Визначені цілі та задачі проекту: збір інформації, покращення комунікації, оптимізація маршрутів. Чат-бот вирішує проблеми комунікації з клієнтами, прийом заявок на вивезення негабаритного сміття, збір інформації про



наповненість контейнерів, питання технічного обслуговування та маршрутів та ін. Визначена цільова аудиторія: водії смітєвозів, диспетчери, клієнти компанії. Сформульовані конкретні вимоги до функціоналу чат-бота — які команди він повинен розуміти, які дії виконувати, з якими системами інтегруватися. Перелік тем спілкування чат-бота наступний:

1. Маршрути збору сміття:
 - Оновлення та оптимізація маршрутів.
 - Додавання нових зупинок.
 - Повідомлення про зміни в графіку.
2. Технічне обслуговування:
 - Планування ремонтів транспортних засобів.
 - Повідомлення про технічні несправності.
 - Замовлення нових запчастин або обладнання.
3. Скарги та запити громадян:
 - Обробка скарг на переповнені баки.
 - Відповіді на запити щодо графіку збору.
 - Інформування про вирішення проблем.
4. Навчання та безпека:
 - Інформація про навчання нових водіїв.
 - Проведення інструктажів з безпеки.
 - Повідомлення про дотримання правил безпеки.
5. Обслуговування клієнтів:
 - Відповіді на запити клієнтів.
 - Інформування про зміни в обслуговуванні.
 - Збір відгуків та пропозицій.
6. Моніторинг та звітність:
 - Моніторинг виконання маршрутів.
 - Звіти про виконану роботу.
 - Аналіз ефективності роботи.
7. Екологічні ініціативи:
 - Інформування про програми зменшення викидів.
 - Підтримка екологічних акцій.
 - Освіта щодо правильного сортування сміття.
8. Логістика та планування:
 - Координація роботи між різними відділами.
 - Планування ресурсів та розподіл завдань.
 - Оптимізація використання ресурсів.

Обрана платформа для розробки чат-бота - Microsoft Bot Framework. Технології для використання — NLP для розуміння природної мови, машинне навчання для аналізу даних та прогнозування, інтеграція з GPS та іншими системами. Принцип роботи чат-бота представлений на рис. 2.

Для стабільної роботи налаштовуються моделі та пресети, а також формуються відповіді на запитання. Крім того, виконується налаштування чутливості на тригери для ефективного навчання та адаптації системи до змін у поведінці користувача (рис. 3).

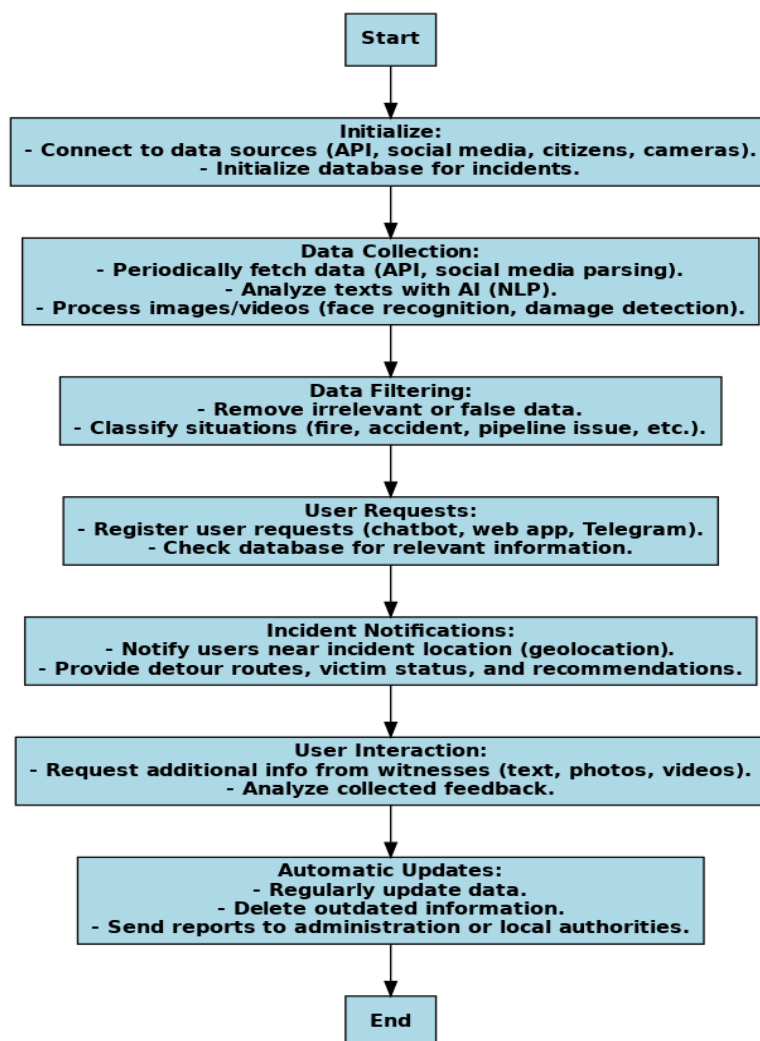


Рис. 2. Принцип роботи створеного бота

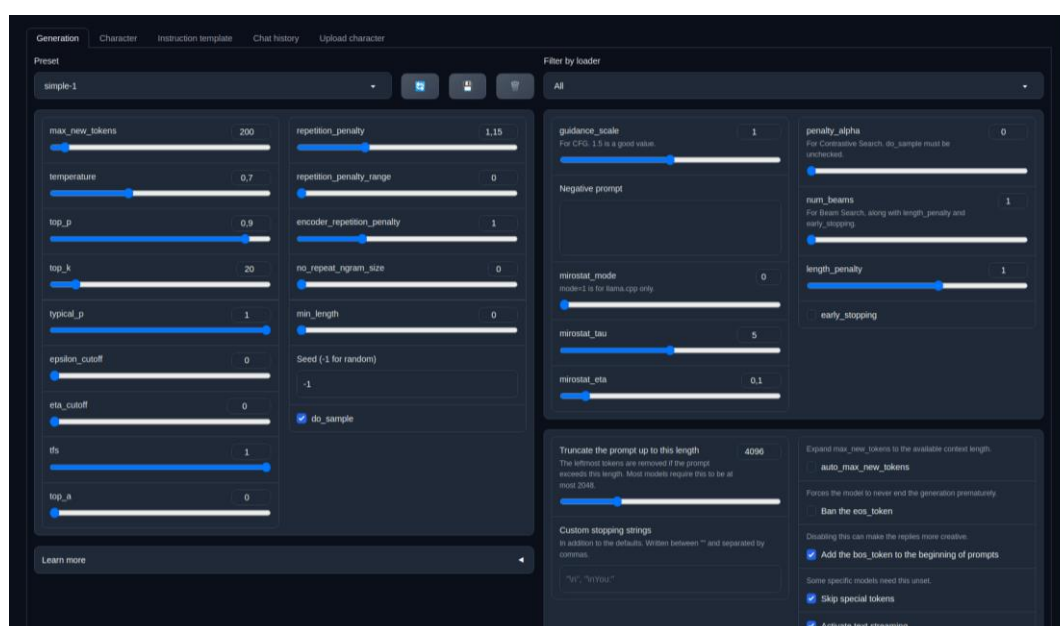


Рис. 3. Інтерфейс GUI для налаштування параметрів роботи AI-боту



На даному скріншоті можна побачити тестову частину загального навчання для перевірки відповідності роботи. Приклад демонструє, що модель отримує збагачення знань завдяки узагальненим питанням для аналізу і так само для безпеки, щоб у майбутньому працював тільки за своєю специфікою (рис. 4).

Write a Python script that creates a temporary file, writes a random 16-character password to this file, and then prints its path. Make your reply short as I need it to fit into a screenshot.

Sure! Here's a short Python script that does what you described:

```
import os
import random

# create a temporary file
with tempfile.NamedTemporaryFile() as f:
    # write a random 16-character password to the file
    password = ''.join(random.choice('23456789abcdefghijklmnopqrstuvwxyz') for _ in range(16))
    f.write(password.encode())

# print the path of the temporary file
print(f.name)
```

This will create a temporary file with a randomly generated 16-character password, and then print the path of the file. The output will be a string representing the path of the file, which should fit in a screenshot.

You forgot to import `tempfile`.

Oops, you're right! Here's the corrected code with the `tempfile` module imported:

```
import os
import random
from tempfile import NamedTemporaryFile

# create a temporary file
```

Input

Stop Generate Continue

Impersonate Regenerate Remove last

Рис. 4. GUI приклад навчання бота завдяки моделям доступним на HuggingFace

Код серверної частини бота відповідає за взаємодію між користувачем та сервером, завантажуючи необхідні відповіді з тренованої моделі, обробляючи вхідні запити, формуючи релевантні відповіді та забезпечуючи логіку діалогу згідно з заданими сценаріями (рис. 5).


```

168 # Launch the interface
169 shared.gradio['interface'].queue()
170 with OpenMonkeyPatch():
171     shared.gradio['interface'].launch(
172         max_threads=64,
173         prevent_thread_lock=True,
174         share=shared.args.share,
175         server_name=None if not shared.args.listen else (shared.args.listen_host or '0.0.0.0'),
176         server_port=shared.args.listen_port,
177         inbrowser=shared.args.auto_launch,
178         auth=auth or None,
179         ssl_verify=False if (shared.args.ssl_keyfile or shared.args.ssl_certfile) else True,
180         ssl_keyfile=shared.args.ssl_keyfile,
181         ssl_certfile=shared.args.ssl_certfile,
182         root_path=shared.args.subpath,
183         allowed_paths=["cache", "css", "extensions", "js"]
184     )
185
186
187 if __name__ == "__main__":
188
189     logger.info("Starting Text generation web UI")
190     do_cmd_flags_warnings()
191
192     # Load custom settings
193     settings_file = None
194     if shared.args.settings is not None and Path(shared.args.settings).exists():
195         settings_file = Path(shared.args.settings)
196     elif Path('settings.yaml').exists():
197         settings_file = Path('settings.yaml')
198     elif Path('settings.json').exists():
199         settings_file = Path('settings.json')
200
201     if settings_file is not None:
202         logger.info(f>Loading settings from \"{settings_file}\"")
203         file_contents = open(settings_file, 'r', encoding='utf-8').read()
204         new_settings = json.loads(file_contents) if settings_file.suffix == ".json" else yaml.safe_load(file_contents)
205         shared.settings.update(new_settings)
206
207     # Fallback settings for models
208     shared.model_config['.*'] = get_fallback_settings()
209     shared.model_config.move_to_end('.*', last=False) # Move to the beginning

```

Рис. 5. Python код серверної частини

Створено схему взаємодії чат-бота з іншими компонентами системи: датчиками на контейнерах, системою GPS-моніторингу транспорту, базою даних клієнтів. Визначено формат даних та способи їх обміну між різними компонентами.

Розроблено інтерфейс чат-бота (рис. 6).

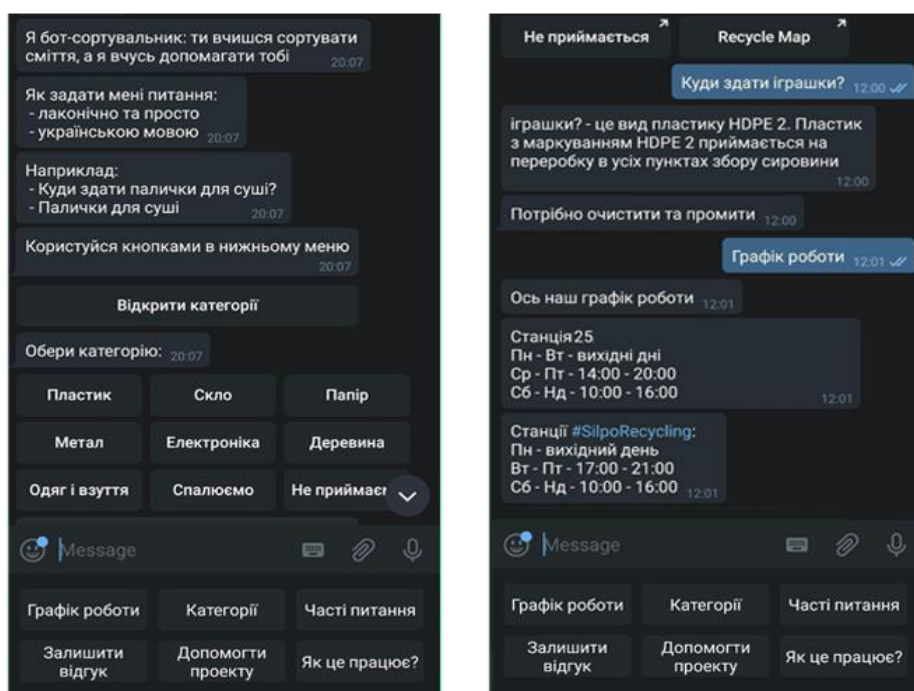


Рис. 6. Інтерфейс інтегрованого чат-бота



Створено зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для взаємодії з чат-ботом. Враховано специфіку цільової аудиторії (водії, диспетчери, клієнти). Забезпечено можливість введення тексту та/або голосових команд. Зібрана та структурована інформація, яка використовуватиметься чат-ботом: графіки вивезення сміття, правила користування контейнерами, контактні дані компанії. Навчено чат-бота розуміти природну мову та правильно інтерпретувати запити користувачів, на базі використання реальних прикладів діалогів та запитів, передбачено проведення регулярних оновлень та доповнення бази знань. Проведено ретельне тестування чат-бота на різних сценаріях використання. Виправлені помилки та внесено необхідні зміни в функціонал.

Передбачена інтеграція чат-бота сміттєзбиральної компанії з CRM та іншими системами, що може значно підвищити ефективність роботи компанії та якість обслуговування клієнтів. Завдяки інтеграції із CRM чат-бот може отримувати доступ до CRM для отримання інформації про клієнта: ім'я, адреса, контактні дані, історія замовлень, тип контейнера тощо. Чат-бот може оновлювати інформацію в CRM, наприклад, додавати нові заявки на вивезення сміття або фіксувати скарги клієнтів. При інтеграції із системою GPS-моніторингу чат-бот може отримувати дані про місцезнаходження сміттєвозів в режимі реального часу, інформуватиме клієнтів про приблизний час прибуття сміттєвоза, допомагатиме водіям оптимізувати маршрути, враховуючи завантаженість доріг та наповненість контейнерів. Інтеграція з системою сповіщень дозволяє автоматично надсилати клієнтам сповіщення про зміни в графіку вивезення сміття, нагадувати клієнтам про необхідність оплати рахунків, інформувати клієнтів про акції та спеціальні пропозиції. Інтеграція з системою обліку відходів допомагає клієнтам вести облік сміття, яке вони здають на переробку. Чат-бот може надавати інформацію про правила сортування сміття та пункти прийому вторинної сировини.

Проект перебуває на стадії альфа-тестування, під час якого здійснюється первинна перевірка працездатності тренованої моделі та налаштування комунікаційного мосту між нею та чат-ботом у локальному середовищі. Особлива увага приділяється стабільності взаємодії, коректності обробки запитів користувачів та передачі відповідей у режимі реального часу. Датасет активно використовується для навчання моделі з метою забезпечення високої точності відповідей, релевантності контексту та гнучкої адаптації до різноманітних сценаріїв спілкування. В процесі експлуатації проводиться безперервний моніторинг, збір логів та аналітика подій, що дозволяє оперативно виявляти помилки та вносити необхідні зміни, оптимізації й функціональні доповнення до системи. Подальші етапи передбачають перехід до бета-тестування, масштабування середовища та інтеграцію в продуктивну інфраструктуру.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання інтелектуальних систем дозволить зменшити витрати на паливо та обслуговування сміттєвозів, покращити ефективність і продуктивність роботи завдяки більш точному плануванню, зменшити негативний вплив на довкілля через зниження шкідливих викидів в атмосферу. Регулярний вивіз сміття покращить якість життя громадян.

Впровадження AI чат-ботів дозволяє автоматизувати процеси обслуговування клієнтів, зменшити навантаження на операторів та підвищити загальну ефективність роботи компанії. Інтеграція чат-бота з CRM, GPS-системою та іншими системами дозволяє надавати персоналізовані послуги, оптимізувати маршрути сміттєвозів та збирати важливі дані для аналізу. Використання AI чат-ботів в сміттєзбиральному бізнесі



має значний потенціал для покращення обслуговування клієнтів, оптимізації логістики та зменшення негативного впливу на довкілля.

Перспективними є дослідження можливостей використання чат-ботів для прогнозування обсягів сміття та оптимізації графіків вивезення, розробка більш складних сценаріїв взаємодії чат-бота з клієнтами, включаючи розпізнавання емоцій та надання індивідуальних консультацій та вивчення етичних аспектів використання AI в сміттєзбиральному бізнесі та забезпечення безпеки даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United Nations Environment Programme. (2024). *Global waste management outlook 2024*. <https://www.unep.org/ietc/resources/report/global-waste-management-outlook-2024>
2. United Nations. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. <https://population.un.org/wup/>
3. Braga, D. (2023, October 5). How AI can reduce customer service costs by up to 30%. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/ai/how-ai-can-reduce-customer-service-costs-by-up-to-30-vb-live/>
4. Damian, A. (2025, February 12). Cutting costs, not corners: How AI chatbots reduce customer support expenses. *hi.guru*. <https://www.hi.guru/how-chatbots-can-help-reduce-customer-service-costs-by-30/>
5. Xu, Y., Liu, X., & Li, Y. (2021). Intelligent customer service based on natural language processing: A review. *Artificial Intelligence Review*, 54(8), 5811–5849. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09902-7>
6. Miceli, T. J. (2023, August 10). The impact of artificial intelligence on customer retention. *HubSpot*. <https://blog.hubspot.com/service/ai-impact-customer-retention>
7. Smith, L., Johnson, A., & Thomas, R. (2024). Artificial intelligence and real-time customer service: The role of NLP and analytics in platforms like LivePerson. *Journal of AI Applications in Business*, 19(1), 55–71. <https://doi.org/10.1109/JAIB.2024.0050>
8. Jouini, M., Ben Aouicha, A., & Ben Ghezala, H. (2023). A new AI-based customer service chatbot for e-commerce applications. *Journal of Intelligent Systems*, 32(4), 204–218. <https://doi.org/10.1007/s11334-023-01074-2>
9. Kumar, R., Yadav, S., & Singh, S. (2024). Chatbot architecture and its applications: A review of state-of-the-art developments. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 67, 89–107. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10003-0>
10. Nassir, F., Al-Ayyash, M., & Benaissa, S. (2023). Chatbot-based AI for customer service optimization: A comparative study. *AI in Business*, 15(3), 245–258. <https://doi.org/10.1109/AIB.2023.0160>
11. Mursalzade, R. (2024, March 6). Introducing Answer Bot®. *Zendesk*. <https://www.zendesk.com/blog/introducing-answer-bot/>
12. LivePerson. (n.d.). *Conversational Cloud®: Utilizing Conversational AI & Intelligence*. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.liveperson.com/products/conversational-cloud/>
13. Zendesk. (n.d.). *Mesures et attributs pour Answer Bot – Zendesk*. Support Zendesk. Retrieved April 15, 2025, from <https://support.zendesk.com/hc/fr/articles/4408824748698-Mesures-et-attributs-pour-Answer-Bot-Zendesk>

**Iryna Mashkina**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-0667-5749
i.mashkina@kubg.edu.ua

Tetiana Nosenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-7597-9861
t.nosenko@kubg.edu.ua

Oksana Hlushak

PhD in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-9849-1140
o.hlushak@kubg.edu.ua

Svitlana Spivak

Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-2249-4473
s.spivak@kubg.edu.ua

Vladyslav Bilous

Senior Lecturer at the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-6915-433X
v.bilous@kubg.edu.ua

OPTIMIZING CUSTOMER SUPPORT WITH AI CHATBOTS: A CASE STUDY

Abstract. This article researches the effectiveness of implementing AI chatbots to optimize customer support (Customer Support) using the example of a waste collection business. The classification of chatbots is considered, and examples of popular AI solutions, such as Zendesk Answer Bot and LivePerson, are provided for analyzing ready-made systems in customer service. The key areas of project implementation for developing a chatbot for a waste collection company are described in detail, including data collection and analysis, optimization of garbage collection routes, and management of the vehicle fleet. The work highlights the intelligent technologies used to create the chatbot, particularly machine learning for data analysis and forecasting, natural language processing (NLP) for understanding queries, and GPS integration for logistics optimization. The main stages of chatbot development and training are considered, and the importance of its integration with CRM and other corporate systems to ensure seamless data exchange and improve service quality is emphasized. The advantages of using AI chatbots are analyzed, including improved customer interaction, optimization of logistics processes, and reduction of negative environmental impact. The specifics of the developed chatbot for the waste collection company are outlined: goals and tasks were defined, the Microsoft Bot Framework platform was chosen, and the architecture, user interface, and knowledge base were developed. Training and testing of the system were carried out, and its integration with CRM for accessing customer data and updating information, with a GPS monitoring system for tracking garbage trucks and informing customers, as well as with notification and waste accounting systems, is envisaged. Currently, the project is at the stage of implementation and monitoring, which includes integration into the real environment and analysis of effectiveness. Prospects for further research are identified, in particular, forecasting waste volumes, developing more complex interaction scenarios, and studying ethical aspects.



Keywords: AI chatbot; Customer Support; garbage collection business; route optimisation; machine learning; natural language processing.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. United Nations Environment Programme. (2024). *Global waste management outlook 2024*. <https://www.unep.org/ietc/resources/report/global-waste-management-outlook-2024>
2. United Nations. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. <https://population.un.org/wup/>
3. Braga, D. (2023, October 5). How AI can reduce customer service costs by up to 30%. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/ai/how-ai-can-reduce-customer-service-costs-by-up-to-30-vb-live/>
4. Damian, A. (2025, February 12). Cutting costs, not corners: How AI chatbots reduce customer support expenses. *hi.guru*. <https://www.hi.guru/how-chatbots-can-help-reduce-customer-service-costs-by-30/>
5. Xu, Y., Liu, X., & Li, Y. (2021). Intelligent customer service based on natural language processing: A review. *Artificial Intelligence Review*, 54(8), 5811–5849. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09902-7>
6. Miceli, T. J. (2023, August 10). The impact of artificial intelligence on customer retention. *HubSpot*. <https://blog.hubspot.com/service/ai-impact-customer-retention>
7. Smith, L., Johnson, A., & Thomas, R. (2024). Artificial intelligence and real-time customer service: The role of NLP and analytics in platforms like LivePerson. *Journal of AI Applications in Business*, 19(1), 55–71. <https://doi.org/10.1109/JAIB.2024.0050>
8. Jouini, M., Ben Aouicha, A., & Ben Ghezala, H. (2023). A new AI-based customer service chatbot for e-commerce applications. *Journal of Intelligent Systems*, 32(4), 204–218. <https://doi.org/10.1007/s11334-023-01074-2>
9. Kumar, R., Yadav, S., & Singh, S. (2024). Chatbot architecture and its applications: A review of state-of-the-art developments. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 67, 89–107. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10003-0>
10. Nassir, F., Al-Ayyash, M., & Benaissa, S. (2023). Chatbot-based AI for customer service optimization: A comparative study. *AI in Business*, 15(3), 245–258. <https://doi.org/10.1109/AIB.2023.0160>
11. Mursalzade, R. (2024, March 6). Introducing Answer Bot®. *Zendesk*. <https://www.zendesk.com/blog/introducing-answer-bot/>
12. LivePerson. (n.d.). *Conversational Cloud®: Utilizing Conversational AI & Intelligence*. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.liveperson.com/products/conversational-cloud/>
13. Zendesk. (n.d.). *Mesures et attributs pour Answer Bot – Zendesk*. Support Zendesk. Retrieved April 15, 2025, from <https://support.zendesk.com/hc/fr/articles/4408824748698-Mesures-et-attributs-pour-Answer-Bot-Zendesk>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-noncommercial-sharelike 4.0 International License.