

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
Кафедра Інформаційних технологій

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: Розробка віртуального цифрового асистента "Абітурієнт" на
базі сервісу Flow XO

Виконав студент групи МІС-21
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Гадяцький Ілля Андрійович

Керівник к.т.н., доцент
Гнатовська Ганна Арнольдівна

Рецензент д.техн.наук, професор
Казакова Надія Феліксівна

Одеса 2022

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської роботи «Розробка віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» на базі сервісу Flow XO».

Актуальність магістерської роботи полягає в розробці та застосуванні віртуального цифрового асистента, який призначено для створення єдиного інформаційного простору надання актуальної інформації абітурієнтам різними навчальними закладами України.

Метою роботи є розробка віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» на базі сервісу Flow XO, що забезпечить надання коректної інформації щодо галузей знань, спеціальностей та освітніх програм за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти.

Об'єкт дослідження – процеси проектування та розробки моделі функціонування віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» з використанням сервісу Flow XO, що забезпечить користувачу швидкий доступ до актуальної інформації засобами автоматизації діалогових процесів.

Предмет дослідження – засоби та моделі здійснення розробки віртуального цифрового асистента «Абітурієнт».

В роботі було проведено дослідження технологій розробки віртуальних цифрових асистентів та аналіз методів розробки та платформ реалізації цифрових асистентів, здійснено вибір архітектурних рішень та моделей функціонування, виконано програмну реалізацію цифрового асистента. Практична цінність роботи полягає в тому, що створена система забезпечує майбутніх абітурієнтів актуальними, швидкими та зручними засобами автоматизованого пошуку та отриманню необхідної інформації.

Ключові слова: ВІРТУАЛЬНИЙ ЦИФРОВИЙ АСИСТЕНТ, СЕРВІС FLOW XO, МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ, ПРОЕКТУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Магістерська робота містить 78 сторінок, 12 таблиць, 37 рисунків, 20 посилань.

ANNOTATION

The theme of master's work is " Development of the virtual digital assistant "Applicant" based on the Flow XO service".

The relevance of the master's thesis lies in the development and application of a virtual digital assistant, which is designed to create a single information space for providing up-to-date information to applicants from various educational institutions of Ukraine.

The goal of the work is the development of a virtual digital assistant "Applicant" based on the Flow XO service, which will ensure the provision of correct information about the fields of knowledge, specialties and educational programs for which higher education applicants are trained.

The object of the research is the processes of designing and developing the model of functioning of the virtual digital assistant "Applicant" using the Flow XO service, which will provide the user with quick access to relevant information by means of automating dialogue processes.

The subject of the study is the means and models of the development of the virtual digital assistant "Applicant".

In the work, research was carried out on technologies for the development of virtual digital assistants and analysis of development methods and platforms for the implementation of digital assistants, the selection of architectural solutions and models of operation was carried out, and the software implementation of the digital assistant was carried out. The practical value of the work lies in the fact that the created system provides future applicants with up-to-date, fast and convenient means of automated search and obtaining the necessary information.

Key words: VIRTUAL DIGITAL ASSISTANT, FLOW XO SERVICE, VIRTUAL DIGITAL ASSISTANT MODELS, DESIGN, SOFTWARE.

The master's thesis contains 78 pages, 12 tables, 37 figures, 20 references.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП	11
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ.....	13
1.1 Визначення завдань та функцій цифрових асистентів.....	14
1.2 Огляд платформ реалізацій цифрових асистентів	15
1.3 Аналіз методів розробки цифрових асистентів	16
1.4 Розгляд алгоритмів функціонування цифрових асистентів.....	18
1.5 Постановка завдання.....	20
2 АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА МОДЕЛЕЙ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ	22
2.1 Розгляд моделей функціонування цифрових асистентів	22
2.2 Архітектурні рішення для реалізації цифрових асистентів.....	26
2.3 Порівняльний аналіз моделей цифрових асистентів.....	34
3 АЛГОРИТМИ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ.....	35
3.1 Визначення правил створення ВЦА «Абітурієнт»	35
3.2 Огляд сервісів та їх алгоритмів функціонування	36
3.3 Алгоритми обробки запитів в діалогових платформах.....	41
4 ПРОЕКТУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО АСИСТЕНТА «АБІТУРІЄНТ».....	43
4.1 Проектування за методологією функціонального моделювання SADT.....	43
4.2 Проектування за методологією Workflow Diagramming.....	50
4.3 Проектування за методологією потоків даних DFD.....	53
4.4 Проектування сценарію функціонування цифрового асистента.....	56
4.5 Проектування бази даних	59
5 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО АСИСТЕНТА «АБІТУРІЄНТ».....	65
5.1 Робота зі сценарієм «Дізнатись про спеціальності».....	65

	7
5.2 Робота зі сценарієм «Дізнатись про навчальні заклади»	71
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	77

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВЦА	– Віртуальний цифровий асистент.
AI	– Artificial Intelligence (штучний інтелект).
IoT	– Internet of Things (Інтернет речей).
NLU	– Natural Language Understanding (розуміння природної мови).
NLP	– Natural-Language Processing (ідентифікація мовних частин).
NLG	– Natural Language Generation (породження природної мови).
QA	– Question Answering (відповіді на запитання).
ODQA	– Open-Domain Question Answering (відповіді на запитання відкритого домену).
NER	– Named-Entity Recognition (розпізнавання іменованих сутностей).
BERT	– Bidirectional Encoder Representations from Transformers (представлення двонаправленого кодера від Transformers).
R-Net	– Neural Networks in R (нейронні мережі в R).
MLM	– Masked LM – Masked Language Model (маскована модель мови).
NSP	– Next Sentence Prediction (передбачення наступного речення).
NLI	– National Letter of Intent (національний лист про наміри).
TPU	– Tensor Processing Unit (блок обробки тензорів).
SQuAD	– Stanford Question Answering Dataset (Стенфордський набір даних відповідей на питання).

MS MARCO	– Microsoft Machine Reading Comprehension.
MNIST	– Modified National Institute of Standards and Technology dataset (модифікований набір даних Національного інституту стандартів і технологій).
CRM	– Customer Relationship Management (управління взаємовідносинами з клієнтами).
HTTP	– Hypertext Transfer Protocol (протокол передачі гіпертексту).
URL	– Uniform Resource Locator (уніфікований покажчик інформаційного ресурсу).
ВНЗ	– вищий навчальний заклад.
WEB	– World Wide Web (всесвітня мережа).
AIML	– Artificial Intelligence Markup Language (мова розмітки штучного інтелекту).
LUIS	– Language Understanding Intelligence Service (розвідувальна служба розуміння мови).
IBM	– International Business Machines (міжнародні ділові машини).
REST API	– Representational State Transfer (передача представницького стану).
API	– Application Programming Interface (інтерфейс прикладного програмування).
iOS	– iPhone Operating System (операційна система iPhone).
SDK	– Software Development Kit (набір для розробки програмного забезпечення).
HTML	– HyperText Markup Language (мова розмітки гіпертексту).
SADT	– Structured Analysis and Design Technique (структурований аналіз і техніка проектування).

- IDEF0 – Integration Definition for Function Modeling (визначення інтеграції для моделювання функцій).
- IDEF3 – Integrated DEFinition for Process Description Capture Method (інтегроване визначення для методу захоплення опису процесу).
- DFD – Data Flow Diagram (діаграма потоку даних).
- СУБД – система управління базами даних.

ВСТУП

Розвинені країни світу активно переходять до шостого технологічного устрою, при якому системо утворюючими для економіки стає штучний інтелект, інформаційні технології, нові матеріали та генна інженерія. Комплексне впровадження технологій шостого укладу призводить до глибокої перебудови життя суспільства та появи принципово нових бізнес-процесів. Цей процес отримав назву цифрової трансформації, прикладом є феномен «уберізації» – появи цифрових сервісів, що опосередковують peer-2-peer взаємодії людей у соціо-економічних системах, рахунок чого зникають чи кардинально змінюються цілі класи бізнес-процесів.

Однією з ключових ознак цієї трансформації є поява нового класу систем, що полегшують людині маніпулювання артефактами цифрового середовища. Найбільш яскравими представниками таких систем є віртуальні цифрові асистенти [1].

Згідно прогнозам британсько-української консалтингової компанії OVUM, вже до 2023 року число використаних цифрових помічників перевищить загальне населення землі.

За оцінками Research And Markets [1] світовий ринок віртуальних асистентів у 2019 році оцінювався у \$2.28 млрд., а до 2025 року становитиме \$6.27 млрд. За оцінками Gartner [2] у 2020 році вже 85% усіх комунікацій з клієнтами будуть здійснюватися з допомогою віртуальних помічників. За іншими прогнозами, до 2027 року віртуальні помічники підтримуватимуть продуктивність співробітників, працюючи разом із ними у фоновому режимі. За оцінками Just AI, до 2022 року у світі буде понад 500 млн розумних колонок для особистого користування, а до 2025 року їх кількість буде більше мільярду [3].

Створення віртуальних цифрових асистентів та інтеграція їх у соціальні мережі або сайти дозволяє вирішити питання зростаючого попиту користувачів на персоналізоване та швидке і актуальне обслуговування. Тому вирішення питань розробки моделей та алгоритмів комфортної взаємодії

віртуальних цифрових асистентів з клієнтами в обраній предметній області є актуальним завданням.

Метою роботи є розробка віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» на базі сервісу Flow XO, що забезпечить засобами мережі Інтернет, надання коректної інформації щодо галузей знань та спеціальностей за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Застосування такого віртуального цифрового асистента забезпечить абітурієнту зручний та швидкий доступ до отримання інформації щодо спеціальностей, вищих навчальних закладів, освітніх рівнів, форм навчання та вартості освітніх послуг.

Об'єкт дослідження – процеси проектування та розробки моделі функціонування віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» з використанням сервісу Flow XO, що забезпечить користувачу швидкий доступ до актуальної інформації засобами автоматизації діалогових процесів.

Предмет дослідження – засоби та моделі здійснення розробки віртуального цифрового асистента «Абітурієнт» для створення системи автоматизації процесів пошуку актуальної інформації для абітурієнтів навчальних закладів України.

При виконанні кваліфікаційної магістерської роботи було проведено дослідження технологій розробки віртуальних цифрових асистентів та аналіз методів розробки та платформ реалізації цифрових асистентів, здійснено вибір архітектурних рішень та моделей функціонування, виконано програмну реалізацію цифрового асистента.

Практична цінність роботи полягає в тому, що створена система забезпечує майбутніх абітурієнтів актуальними, швидкими та зручними засобами автоматизованого пошуку необхідної інформації.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ

Штучний інтелект вже сьогодні охоплює різні сфери. Він використовується у передбачувальній аналітиці, технологіях машинного зору, розпізнавання мови, машинного перекладу тощо. До сфер штучного інтелекту, що найбільш динамічно розвиваються, можна віднести розуміння (NLU) і генерацію (NLG) текстів. У цій галузі особливий інтерес викликають віртуальні цифрові асистенти, розроблені ще в 50-ті роки минулого століття. Таку концепцію розглядав англійський математик Алан Тьюрінг. У шістдесятих з'явилася знаменита програма "Еліза". Ще через тридцять років намітився серйозний прорив у дослідженнях з лінгвістики та машинного навчання. Вже на початку двохтисячних Річард Велс, займаючись проблемами обробки природного мовлення в діалогах, створив мову розмітки AIML, що дозволило запустити інтерактивний цифровий помічник A.L.I.C.E. [4].

В подальші роки вдосконалення технології написання віртуальних асистентів базувалися на вже створеній методології. Ця розробка отримала назву «підхід на основі формальних правил», або «rule-based», суть якого полягає у визначенні корінних слів і фраз, їх упорядкування, створення особливих формальних мов програмування. Все це дозволяє проводити опис діалогів між роботом та людиною. Більшість віртуальних цифрових асистентів на сьогоднішній день спирається на такий алгоритм роботи. У системах останнього покоління, що ґрунтуються на формальних правилах, включено різні елементи. А саме [5]:

- визначення значних іменних елементів;
- процес оцінки гіпотез аналізу;
- функція збереження контексту та суті діалогу у глобальному та локальному сенсі;
- аналіз всіх фраз морфологічно;
- інтеграція із зовнішніми системами.

Однак, щоб реалізувати таку систему, здатну розпізнавати зміст і приймати рішення в процесі розмови, потрібно багато енергії та коштів. Зробити віртуальних цифрових асистентів настільки розумним, що спілкування з ним можливе на різні теми, у тому числі специфічні – завдання нелегке.

1.1 Визначення завдань та функцій цифрових асистентів

В останні роки сфера значно просунулась і покращилася, оскільки активний розвиток технології Machine Learning та алгоритмів розпізнавання семантично важливих елементів тексту перетворили область NLU та алгоритм систематизації текстів на швидко засвоювані. У ситуаціях, коли віртуальному цифровому асистенту необхідно обробляти великий обсяг вхідної інформації, визначати та систематизувати кілька десятків і сотень найменувань, інтегруватися із зовнішніми програмами, досі задіюється велика кількість сил та часу з боку людини. Однак алгоритм налаштування віртуальних цифрових помічників став порівняно простішим, а ефективність їх роботи – значно вищою. Стрімкий розвиток та використання NLU став можливим завдяки цим технологіям, а також збільшеній популярності соцмереж та месенджерів, прогресу в технологіях розпізнавання людської мови.

Програми машинного навчання можуть виконувати завдання без явного програмування на це. Він передбачає, що комп'ютери навчаються на основі наданих даних для виконання певних завдань. Для простих завдань, призначених комп'ютерам, можна запрограмувати алгоритми, які вказують машині, як виконати всі кроки, необхідні для вирішення поточної проблеми; з боку комп'ютера навчання не потрібне. Для більш складних завдань людині може бути важко вручну створити необхідні алгоритми. На практиці може виявитися ефективнішим допомогти машині розробити власний алгоритм, а не доглядати програмістам вказувати кожен необхідний крок [7].

Машинне навчання використовує різні підходи, щоб навчити комп'ютери виконувати завдання, де немає повністю задовільного алгоритму.

У випадках, коли існує величезна кількість потенційних відповідей, один підхід полягає в тому, щоб позначити деякі з правильних відповідей як дійсні. Потім це можна використовувати як навчальні дані для комп'ютера, щоб покращити алгоритми, які він використовує для визначення правильних відповідей. Наприклад, для навчання системи задачі розпізнавання цифрових символів часто використовувався набір рукописних цифр MNIST [6].

1.2 Огляд платформ реалізацій цифрових асистентів

Віртуальні цифрові помічники використовують у соціальних мережах та месенджерах, при цьому кожен майданчик має свої особливості:

Facebook Messenger. Одна з найпопулярніших платформ для віртуальних цифрових помічників у світі, налічує понад сто тисяч активних помічників та понад мільярд користувачів. Має великий набір функцій: шаблони списків товарів, розширення, чеки, шаблони реєстрації рейсів, автентифікацію, прийом платежів тощо.

Telegram. Один із перших майданчиків, який надав можливість створювати помічників. Їх можна запрограмувати на виконання практично будь-якого завдання: відправлення коментарів та повідомлень, переклад текстів, показ погоди, гру з користувачем, пошук співрозмовника тощо. На офіційному сайті доступна інформація для розробників та окремий « Довідник з Bot API ».

Viber. Публічні облікові записи для бізнесу з'явилися ще в 2016 році, є можливість налаштувати спілкування з передплатниками облікового запису через помічника або CRM.

У WhatsApp немає офіційних облікових записів для ведення бізнесу в Україні, тобто віртуальних цифрових помічників у цьому месенджері немає, а неофіційні помічники є. Схожа ситуація в Instagram – зараз немає можливості для запуску віртуальних цифрових помічників.

Ще одна платформа для використання віртуальних цифрових помічників – CRM. Наприклад, в «Бітрікс24» є кілька десятків помічників з різними

можливостями: особисті помічники, довідкові системи, пошукові помічники, для спеціальних завдань або сервісів. Для роботи з клієнтами використовуються віртуальні цифрові помічники «Відкритих ліній», вони допомагають менеджерам при першому контакті з потенційним клієнтом та у процесі діалогу.

1.3 Аналіз методів розробки цифрових асистентів

Зі значним зростанням інтернет-зв'язків та бізнес-процесів багато підприємств стали цікавитися сучасними та ефективними способами збільшення кількості клієнтів та обсягів продажів. Одним із таких засобів стали віртуальні цифрові помічники, які встановлюються для зручності користувачів на сайті та в популярних месенджерах. Таким чином процес комунікації з відвідувачами стає більш оптимізованим та досконалим [3].

Віртуальний цифровий помічник являє собою програму, створену для вирішення простих питань і завдань і забезпечує повноцінне спілкування, тобто діалог з користувачами. Вибір віртуального помічника впливає на ефективність та успішність бізнесу.

Основне завдання віртуальних цифрових помічників – розмістити клієнта, відповісти на питання, що часто задаються, допомогти з прийняттям рішення на користь покупки. Якщо всі питання користувача улагоджені швидко, він скоріше скористається вашим продуктом.

Однак у віртуальних помічників є деякі обмеження, оскільки вони вміють визначати тільки конкретну дію клієнта, а потім створювати на його основі алгоритм [4].

Аналіз методів розробки віртуальних цифрових помічників дозволив сформулювати основні функції, що дозволяють визначити призначення та завдання віртуальних цифрових помічників:

- зменшення витрат енергії та часу. Завдяки встановленій програмі є можливість значно скоротити кількість менеджерів, які відповідають на базові питання клієнтів. Тепер віртуальний цифровий помічник

- зможє вирішувати більшість проблем, заощаджуючи час співробітників. Якщо помічник правильно налаштований, компанія зможе реструктурувати відділ технічної підтримки, дозволивши віртуальному цифровому помічнику повністю відповідати за довідкову інформацію;
- оптимізація робочого процесу. Віртуальний цифровий помічник бере на себе відповіді на питання, що часто задаються. До обов'язків менеджерів входить лише вирішення складних ситуацій, які потребують втручання людини. Таким чином співробітники почнуть більше часу приділяти важливим питанням;
 - відповіді на запитання у цілодобовому режимі. Віртуальний цифровий помічник не вимагає сну та відпочинку. Якщо ваш бізнес забезпечує підтримку клієнтів 24-години, віртуальний помічник чудово впорається з поставленим завданням;
 - збільшення кількості продажів. Удосконалення віртуальних цифрових помічників дозволило багатьом бізнесам вбудувати в систему діалогу з клієнтом можливість швидкої та безпечної оплати обраного продукту. Таким чином користувач більш схильний до купівлі товару чи послуг відразу після першого контакту з компанією;
 - відсутність помилки через людський фактор. Помічник позбавлений емоцій, поганого настрою чи недостатнього досвіду у спілкуванні із важкими клієнтами. Інтерактивний цифровий помічник завжди чемно відповідає питанням, підбирає правильні висловлювання. Більш того, сучасні віртуальні помічники мають інтелект для самостійного поліпшення процесу спілкування з клієнтами;
 - здатність до персоналізації під час контакту з окремим покупцем. Клієнти стають вибагливішими, а отже, в інтересах бізнесу надавати кращий сервіс. Віртуальні цифрові помічники вміють аналізувати переваги та побажання, переводячи таким чином розмову у правильний напрямок, надаючи корисну клієнту інформацію;

- аналітика, звітність, класифікація. Віртуальний цифровий помічник зберігає показники про виконану роботу, тому ви легко зможете отримати важливі аналітичні дані за потреби. Він також автоматично класифікує та систематизує процеси.

Віртуальні цифрові помічники входять у наше життя, стаючи корисними та незамінними працівниками, які з легкістю справляються із щоденними завданнями.

1.4 Розгляд алгоритмів функціонування цифрових асистентів

Щоб забезпечити правильну роботу віртуального помічника, необхідно пам'ятати про важливі методи: машинне навчання (machine learning) та набір правил.

Перший тип. Алгоритм дій робота ґрунтується на конкретному наборі правил, тому є обмеженим. Помічник розпізнає лише ті команди, які спочатку були вказані налаштувачем. Відповідь помічника формується лише з згаданого ключового слова. Якщо його немає, помічник не зможе видати користувачеві відповідь.

Щоб відвідувачу було простіше спілкуватися та ставити запитання, краще створити спеціальні кнопки, які допомагають людині швидше визначитися з вибором.

Другий тип. Удосконалені помічники, що мають AI. Під час розмови з клієнтом вони підтримують діалог навіть без згадки конкретних ключових слів чи фраз. Розумний помічник самостійно вдосконалює побудову розмови. Таким чином, помічник може вирішувати проблеми клієнтів ще краще.

При більш детальному розгляді віртуальні цифрові помічники працюють так: за допомогою HTTP-запитів ВЦА та клієнт передають одне одному повідомлення. Для створення зв'язку та отримання відповідей обома сторонами потрібний webhook (вебхук), представлений URL. Він, у свою чергу, складається з двох елементів: фронтенду та бекенду.

Frontend – це публічна частина веб-додатків, з якою користувач може взаємодіяти та безпосередньо контактувати. Frontend включає відображення функціональних завдань інтерфейсу користувача, які виконуються на стороні клієнта, а також обробку запитів користувачів.

Backend – це програмно-апаратна частина проекту, що відбувається на стороні сервера і залишається невидимим для користувача (сам сервер також є частиною бекенда, тільки апаратного).

Хоча принцип дії віртуальних помічників єдиний, існує безліч інших параметрів, якими вони мають відмінності [5].

Помічники активно використовуються у бізнесі: для відповідей на часті питання, маркетингових розсилок, підбору товару за певними критеріями, збору контактів, упорядкування операційних процесів.

Типові способи використання віртуальних цифрових помічників у бізнесі:

- продаж. Користувачів відправляють не на сайт, а до месенджера, де його зустрічає помічник. Користувачеві доступні інтерактивні команди, за допомогою яких він може отримати потрібну інформацію та зробити замовлення або запросити зворотний дзвінок. Це один із найпопулярніших сценаріїв: наприклад, продажі в віртуальних цифрових помічниках вбудовані в «Бітрікс24»;
- надсилання транзакційних повідомлень. Надсилаються автоматично в результаті завершення будь-якої транзакції, наприклад, клієнту доставили замовлення;
- масове розсилання у месенджерах. Більше підходить для малого бізнесу, який має лояльну аудиторію та унікальний продукт. Також підійде компаніям, хто має великий відсоток повторних покупок. Іншим сценарій не рекомендується, оскільки знижує лояльність користувачів, а обліковий запис може отримати блокування. Обов'язково дотримуйтесь правил розсилок: повідомте про передплату, не надсилайте забагато повідомлень, дайте можливість відписатися;

- важливі повідомлення. Наприклад, про зміну погоди, важливі події, прострочені завдання, зниження цін, знижки, акції;
- інформаційна підтримка. Використовується у випадках, коли в користувачів регулярно виникають однакові питання, куди можна відповісти однозначно. Наприклад, ВЦА розпізнає ключове слово у запиті і видає добірку статей з потрібної теми [7].

1.5 Постановка завдання

Метою створення віртуального цифрового асистента для абітурієнтів вищих навчальних закладів України є забезпечення інформацією, щодо надання освітніх послуг кожним в навчальних закладах, а саме перелік спеціальностей та освітніх програм з можливістю доступу до статистичних даних минулорічних вступних кампаній.

Застосування віртуального цифрового асистента, забезпечить абітурієнту зручний та швидкий доступ до інформації для детального вивчення спеціальностей та освітніх програм для подальшого вибору ВНЗ.

Віртуального цифрового асистента необхідно реалізувати у вигляді асистента-помічника з можливістю подальшого інтегрування у найпопулярніші месенджери, або Web-ресурси. Основним призначенням асистента-помічника є швидкий доступ до бази єдиної державної електронної бази з питань освіти. Система створюється для всіх бажаючих отримати інформацію про: галузі знань, спеціальності, освітні ступені, регіони в яких присутні ВНЗ, ВНЗ та детальна інформація про нього, освітні програми, акредитовані та ліцензовані спеціальності, статистичну інформацію щодо минулої вступної кампанії.

При розробці віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, була визначена категорія користувачів, це користувач-абітурієнт. Для даної системи був обран лише один вид користувача, тому як система працює без допомоги адміністратора, вона самостійно оновлює інформацію завдяки відкритій єдиної державної електронної бази з питань освіти.

Користувачу-абітурієнту повинні пропонуватися наступні функціональні можливості в інформаційній системі:

- перегляд галузей знань;
- перегляд спеціальностей;
- перегляд освітніх ступенів;
- перегляд регіони в яких присутні ВНЗ;
- перегляд ВНЗ та детальна інформація про них;
- перегляд освітніх програм;
- перегляд акредитованих та ліцензованих спеціальностей;
- перегляд статистичних даних щодо минулорічної вступної кампанії.

Віртуальний цифровий асистент для абітурієнтів повинен забезпечувати оперативний доступ та достовірність інформації для учасників інформаційного обміну при супроводі процесу, щодо отримання інформації про ВНЗ.

2 АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА МОДЕЛЕЙ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ

2.1 Розгляд моделей функціонування цифрових асистентів

Віртуальні цифрові асистенти зараз як ніколи затребувані у наш час. Компанії прагнуть скоротити виконання рутинних завдань, щоб співробітникам не доводилося повторювати одноманітний набір процедур. Ці програми набагато краще справляються зі своїм завданням. За допомогою технології IoT цифрові асистенти працюють не тільки у WEB-застосунках, а також у ресторанному бізнесі, великих корпораційних сітках, розважальних комплексах, офісних центрах. Вже складно побачити, як алгоритми приймають наші замовлення, бронюють готелі та надають технічну підтримку. Звичайно, якщо вони роблять це правильно [4].

Всі віртуальні цифрові асистенти можна розділити на декілька видів.

Перший вид, які засновані на чітко встановлених правилах, тобто цифровий асистент відповідає на питання, ґрунтуючись на деяких, закладених у нього правилах. Це зовсім не означає примітивність такого робота. Закладені правила можуть бути дуже простими, і дуже складними. Він просто статичний, не здатний до збирання нової інформації та її інтерпретації.

Другий вид, цифрові асистенти, які навчаються, вони використовують у роботі підходи, засновані на машинному навчанні.

Модель за принципом видачі інформації можна розділити на два класи: засновані на пошуку та на генерації [5].

У моделях, заснованих на пошуку, віртуальний цифровий асистент здійснює вибір відповіді з бібліотеки наперед визначених відповідей виходячи з аналізу контексту. Не слід вважати, що у цьому підході передбачається лише набір повністю заздалегідь заготовлених фраз. Шаблони можуть мати деяку гнучкість у плані підстановки понять на основі аналізу конкретного контексту. Контекст може включати поточну позицію в дереві діалогу, всі попередні по-

відомлення в діалозі, раніше збережені змінні (наприклад, ім'я користувача). Спираючись на аналіз оперативно отриманих у ході діалогу даних, наявні шаблони вбудовується необхідна інформація.

Цифрові асистенти, засновані на генерації, здатні генерувати оригінальні відповіді без використання заготовлених шаблонів [6]. Слід зазначити, що останнім часом набувають популярності віртуальні асистенти, робота яких заснована на нейронних мережах із застосуванням Deep Learning. Такі асистенти з першого погляду можуть справити гарне враження. Але детальний аналіз та робота з ними дозволяє виділити деякі їх суттєві недоліки. Насамперед – це повільна швидкість навчання. Щоб навчити віртуального цифрового асистента, заснованого на нейронних мережах, потрібно багато часу та великі обсяги даних. Це не завжди можливо та раціонально.

Цікавою особливістю цифрових асистентів, що працюють на основі нейронних мереж це те, що вони мають труднощі з тим, щоб у разі нестачі або відсутності релевантної інформації з заданого питання генерувати відповідь, яка не містить корисної інформації, а то й зовсім позбавлена сенсу.

Третій недолік, що часто відзначається у всіх систем, що працюють на нейронних мережах - це те, що не ясно яким чином, керуючись чим була дана та чи інша відповідь, а тим більше порада. Отже, і перевірити адекватність такої відповіді складно.

Прикладом відомого сучасного віртуального цифрового асистента може бути розроблений Стівом Уорсвіком ВЦА Mitsuku. Для розробки даного асистента використана мова AIML. Його називають одним з найкращих чат-ботів, він є 4-кратним лауреатом премії Лобнера. Проте тестування Mitsuku дозволило визначити важливий недолік: асистент погано утримується у контексті діалогу. Тобто, простіше кажучи, забуває, про що щойно йшлося. Це може призвести до неадекватних відповідей. Наприклад, асистент запитує користувача: «What is your favourite film?» («Який твій улюблений фільм?»). Користувач відповідає: «Tell me a story», маючи на увазі назву деякого фільму. ВЦА же, своєю чергою, сприймає цю фразу як звернення щодо нього з проханням

розповісти історію та розповідає деяку історію. Крім того, Mitsuku розрахований на спілкування на неспеціалізовані теми. Якщо розмова перетворюється на вузьку предметну область, можливі неадекватні, позбавлені сенсу відповіді [8].

Модель заснована на діалогових платформах, одним із прикладів сучасних платформ для створення віртуальних цифрових асистентів, що використовують у тому числі підходи, що базуються на рекурентних нейронних мережах, є DeepPavlov.

Альтернативою можна вважати парадигму основи знань, що будується на онтології. Онтологією називається ієрархічний спосіб представлення набору понять та його відносин. Така база може бути навчальною – онтологія може будуватися на основі природно-мовних текстів. Крім того, слід зазначити, що онтології можуть бути перенесені для роботи з іншою природною мовою, необхідний лише переклад термінів.

Також існує багато конструкторів віртуальних цифрових асистентів, які дозволяють створювати простих цифрових асистентів. Більшість таких асистентів реалізують модель архітектури, засновану на пошуку. Це означає, що цифровий асистент здійснює вибір відповіді з бібліотеки наперед визначених відповідей на основі аналізу контексту. Контекст може включати поточну позицію в дереві діалогу [8].

З'явилось чимало платформ, що дозволяють створити віртуальних цифрових асистентів навіть без написання програмного коду. Наприклад: Aimylogic, Bot Kits, Botmother, Botsify, Chatfuel. Слід зазначити, що такі системи мають ряд істотних недоліків. По-перше, вони не є вільними програмами з відкритим вихідним кодом, що ускладнює аналіз їх роботи, модифікацію та можливість розширення функціоналу на розсуд розробника. Другий важливий недолік – це обмеженість переліку послуг обміну повідомленнями, з якими вони можуть взаємодіяти. Наприклад, тільки з Facebook або Telegram. І основна, важлива вада – вони в основному не інтелектуальні. Тобто використовують готові шаблони відповідей, деякі можуть реалізовувати просту аналітику

або підключатися до RSS-каналу, наприклад, для регулярного повідомлення свіжих новин.

Часто можна зустріти згадки про використання при побудові просунутих інтелектуальних асистентів-сервісів лінгвістичного аналізу. Найбільш відомі з них – це IBM Watson Conversation, Dialogflow, LUIS.

IBM Watson – це суперкомп'ютер фірми IBM, оснащений системою штучного інтелекту, створений групою дослідників під керівництвом Девіда Феруччі. Його створення – частина проекту DeepQA. Основне його завдання – розуміти питання, сформульовані природною мовою, і знаходити на них відповіді за допомогою штучного інтелекту [9]. IBM Watson Conversation є платформою з дружнім інтерфейсом, яка дозволяє швидко створювати і розгортати чат-боти та віртуальні агенти для різних каналів, включаючи платформи обміну повідомленнями, мобільні пристрої і навіть роботів. IBM Watson Conversation дозволяє користувачеві створити програму, яка розуміє природну мову і здатна давати відповіді під час діалогу. Віртуальний агент Watson може бути налаштований для специфічної предметної області.

Dialogflow – це сервіс, що дозволяє створювати ВЦА для різних платформ та мов на різних пристроях. Це платформа для розуміння природної мови, яка дозволяє легко проектувати та інтегрувати діалоговий інтерфейс користувача в мобільний додаток, WEB-додаток, пристрій, асистента, інтерактивну систему голосової відповіді тощо. Dialogflow може аналізувати різні типи введення користувача, включаючи текстові або аудіовходи (наприклад, з телефону або запису голосу). Він також може відповідати декількома способами: за допомогою тексту або за допомогою штучного мовлення. LUIS – це технологія, яка дозволяє розробникам створювати інтелектуальні програми, які розуміють природну мову та взаємодіють із користувачами. Наприклад, допомагає додатку аналізувати вислів «Забронюй мені квиток до Одеси», та розпізнавати намір клієнта «Забронювати» та напрямок «Одеса». LUIS активно навчається та вдосконалюється в процесі роботи програми під керівництвом розробника. LUIS наголошує на тих випадках, коли він не може однозначно оцінити

висловлювання, і дає можливість вказати, як аналізувати подібний випадок наступного разу. LUIS підтримує англійську, французьку, італійську, німецьку та китайську мови. Він пропонує набір REST API, які використовуються для автоматизації процесу створення програм та їх публікації. LUIS працює із сервісом розпізнавання мовлення Microsoft Cognitive Service [9].

Але закритість вихідного коду та орієнтованість переважно на англійську мову готових рішень у цій галузі лінгвістичного і смислового аналізу істотно обмежує можливість їх застосування для наших завдань.

2.2 Архітектурні рішення для реалізації цифрових асистентів

Розглянемо сучасні сервіси, які дозволяють створювати інтелектуальних цифрових асистентів. Сервіс Ana дозволяє створювати асистентів для різних сфер діяльності: електронна комерція, автомобілі, нерухомість. Даний сервіс підтримує інтеграцію з Android та iOS SDK, містить інтерфейс для адміністратора, де можна робити аналітику та керувати сервісом. Фактично – це фреймворк з відкритим вихідним кодом, забезпечений конструктором для автоматизації створення та адміністрування роботів. Інтерфейс Ana надає для роботи чотири основні компоненти: платформа (platform); студія (studio); симулятор (simulator); SDK.

Основні компоненти представлені у платформі. Це API, який обслуговує запити, що надходять з чату. Цей компонент відповідає за об'єднання шаблону діалогового потоку з поточним вмістом чату та повернення позиції діалогового потоку на запит клієнтів [10].

Студія використовується для моделювання шаблонів розмов (діалогових потоків). У ньому конструюється смислові потоки діалогів. У конструкторі смислових потоків передбачено можливість підтримки кількох мов в одному потоці. Є підтримка розширеного тексту (завдання стилів тексту), смайликів, HTML та медіа-контентів (голосовий чат). Студія дозволяє людям, які не є ро-

зробниками редагувати смисловий потік та його вміст у будь-якій ділянці діалогу. Внесені зміни відбиваються миттєво.

Симулятор використовується для тестування та перевірки діалогових потоків, що розробляються.

SDK для iOS та Android допомагають інтегрувати чат-бота з програмами, що працюють на мобільних пристроях [11].

Створений за допомогою Ana готовий віртуальний цифровий асистент поділяється на два основні компоненти: Ana Chat Server та інтерфейсний модуль асистента. Останній може бути представлений у 3-х варіантах: Web Chat, Android Chat та iOS Chat. Ana Chat Server потрібен для публікації змістових потоків та обслуговування опублікованого контенту по різних каналах, включаючи Інтернет (у тому числі Facebook та багато інших сервісів обміну повідомленнями), Android, iOS. Ana Chat Server складається з мікросервісів, які обслуговують певні предметні домени. Усього є 12 мікросервісів, з яких 7 основних та 5 додаткових. Є такі мікросервіси.

Основні:

- реєстратор (service-registry);
- сервер конфігурації (config-server);
- точка доступу до управління програмними функціями (api-gateway);
- ws-customers;
- обслуговування, виконує рутинні завдання (business-service);
- реєстратор користувачів (user-service);
- ядро (core).

Опціональні:

- сервіс зберігання історії (history service);
- плагін для роботи з хмарним сервісом повідомлень та повідомлень для Android, iOS та веб-додатків (fcm-plugin);
- обслуговування агентів (agents-service);
- обслуговування роботи з файлами (file-service);
- функції аналітики (analytics).

Мікросервіси доступні одному хості, але у різних портах.

В цілому Ана – платформа для цифрових помічників, заснована на шаблонному підході. А саме, платформа надає можливість надсилання запитів до деяких (в тому числі і сторонніх) API для отримання або відправлення даних, можливість вбудовування функціональних кнопок, додавання зображень, відео або аудіо компонентів і навіть можливість переходу до іншого асистента або іншого змістового потоку. Таким чином, Ана підходить для досить простих функціональних цифрових помічників, які не претендують на інтелектуальність, але здатні відповісти на типові прості питання користувача, надати користувачеві необхідні посилання, файли, викликати програмні процедури в режимі дружнього інтерфейсу. До деяких особливостей Ана можна віднести архітектуру, засновану на мікросервісах.

Наступною було розглянуто платформу Rasa. Вона працює у зв'язці з інструментом NLU, який має на увазі «розуміння природної мови». Під поняттям NLU розуміється пост-обробка тексту після використання алгоритмів NLP. Це означає перетворення повідомлень користувача в структуровані дані [12].

Стек технологій Rasa та NLP дозволяють здійснювати обробку тексту природною мовою і на основі цього формувати загальне розуміння цього тексту. Генерація відповіді користувачеві відбувається на підставі шаблонів, які задаються адміністратором віртуального цифрового асистента із застосуванням алгоритмів NLP і NLU. Чим більше таких шаблонів буде поставлено, тим точніше та повніше будуть відповіді.

На рисунку 2.1 наведено архітектуру типового віртуального цифрового асистента, створеного на основі платформи Rasa.

Повідомлення приймається та передається об'єкту Interpreter, який перетворює його на словник, що включає вихідний текст, намір, а також будь-які знайдені об'єкти. Ця структура обробляється NLU.

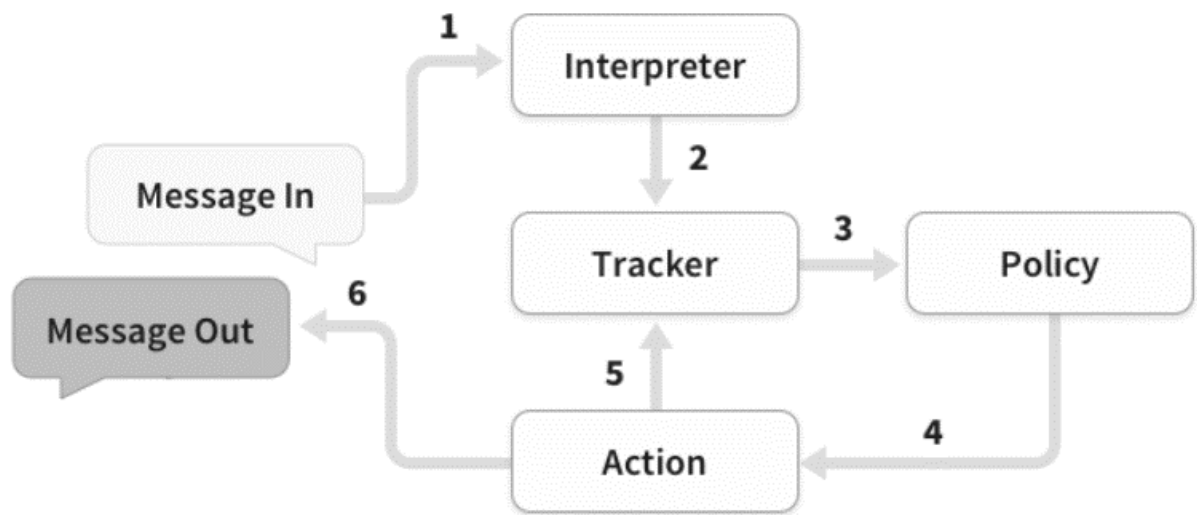


Рисунок 2.1 – Архітектура типового віртуального цифрового асистента, створеного на основі платформи Rasa

Схему роботи системи можна описати так:

- об'єкт Tracker відстежує стан діалогу. Він отримує інформацію про те, що надійшло нове повідомлення;
- об'єкт Policy отримує поточний стан Tracker;
- об'єкт Policy вибирає, яку дію вжити далі;
- вибрана дія реєструється об'єктом Tracker;
- відповідь надсилається користувачеві.

Нестача подібної архітектури полягає в тому, що така модель повільно навчається і існує необхідність збільшення кількості шаблонів для адекватного діалогу. Така модель не є генеративною, а коректність відповіді робота залежить від заданих текстових шаблонів. Вона трохи більш просунута, ніж описана вище Ана, у тому відношенні, що може здійснювати аналіз сенсу повідомлень користувача, це дає більшу свободу ведення діалогів, а ВЦА може виступати певною мірою як віртуальний співрозмовник, а не лише інтерактивний інтерфейс. У той самий час суто шаблонні відповіді знижують гнучкість подібної системи, тому, що у ній може бути отримано нову інформацію, лише один із безлічі шаблонів. У той же час у наявних описах немає згадок про ар-

хітектуру, засновану на мікросервісах, яка є одним з небагатьох плюсів Ana, також дуже обмежені можливості щодо управління за допомогою чат-бота деяким додатковим програмним функціоналом та підтримка сторонніх API [13].

Крім того, часто використовують платформу DeepPavlov. Це бібліотека штучного інтелекту з відкритим вихідним кодом, побудована на Tensor Flow та Keras. Це платформа, що має низку можливостей, серед яких можна виділити такі основні:

- відповіді на запитання по тексту (текст QA);
- відповіді питання, зокрема модель ODQA;
- розпізнавання іменованих сутностей (NER);
- аналіз тональності.

Відповіді на запитання тексту (текст QA) – це завдання пошуку відповіді на запитання у заздалегідь заданому фрагменті тексту.

Наприклад, якщо є наступний текст:

«Урбанізація (від лат. Urbanus — міський) – процес підвищення ролі міст, міської культури та «міських відносин» у розвитку суспільства, збільшення чисельності міського населення в порівнянні з сільським та «трансляція» сформованих у містах вищих культурних зразків за межі міст».

Питання може бути таким: «що робить урбанізація?».

У свою чергу відповідь буде такою: «збільшує чисельність міського населення порівняно із сільським».

Практичним застосуванням даного функціоналу може бути, наприклад, пошук відповіді питання документації [14].

У DeepPavlov для цього завдання є дві моделі: BERT і R-Net. Обидві моделі пророкують початкову та кінцеву позицію відповіді в даному контексті. BERT є перетворювач, попередньо навчений роботі з моделлю «маскованої мови» та завданням прогнозування наступної пропозиції. У структурі роботи моделі BERT виділяються два етапи: попередня підготовка та точне налаштування.

Під час попереднього навчання модель навчається на немаркованих даних [15]. Для тонкого налаштування модель BERT спочатку ініціалізується заздалегідь підготовленими параметрами, і всі параметри налаштовуються з використанням маркованих даних з наступних завдань. Відмінною особливістю моделі BERT є уніфікована архітектура для вирішення різних завдань. Архітектура моделі BERT є багат шаровим двонаправленим перетворювачем, заснованим на оригінальному алгоритмі, описаному в роботі, програмно реалізованому в бібліотеці `tenor2tensor`. У BERT не використовуються традиційні мовні моделі ліворуч або праворуч наліво для попередньої підготовки. Натомість використовуються дві неконтрольовані процедури, які називають MLM і «Пророцтво наступної пропозиції» (NSP). Для створення двонаправленого представлення моделі BERT просто випадковим чином маскують деякий відсоток вхідних токенів (токеном може виступати слово або послідовність слів), а потім прогнозують ці замасковані токени. Ця процедура є основою «Masked LM». Зазвичай випадковим чином маскують 15% від усіх токенів у кожному оброблюваному ділянці тексту. Передбачають лише замасковані слова, не прагнучи повністю відновити всю вхідну інформацію. Хоча зазначений підхід і дозволяє отримати двонаправлену заздалегідь навчену модель, його недоліком є те, що створюється невідповідність між попереднім навчанням і наступним тонким налаштуванням, оскільки токен (який ставився на місце токенів, що маскуються) не видно під час тонкого налаштування. Щоб пом'якшити цей ефект, «замасковані» слова завжди замінюються фактичним токеном. Генератор навчальних даних вибирає 15% позицій токенів випадковим чином прогнозування. Якщо i -й токен (слово) вибраний для маскування, ми замінюємо його на токен, але лише у 80% випадків. В інших 20% випадків випадках надаємо одним з двох способів: у 10% проводиться заміна поточного токена на випадковий токен, у решті 10% токен залишається незмінним.

Наступним завданням є передбачення наступного речення. Багато важливих завдань, таких як «Відповідь на запитання» (QA) та «Виведення» повідомлення природною мовою (NLI), засновані на розумінні взаємозв'язку між

двома реченнями, що безпосередньо не відображається в мовній моделі. Щоб навчити модель, яка розуміє відносини між пропозиціями, у рамках моделі BERT проводиться попереднє навчання задачі прогнозування наступної пропозиції, яка може бути згенерована з будь-якого одномовного корпусу. Наприклад, у проаналізованому корпусі в 50% випадків В є пропозицією, яка йде за пропозицією А (позначено як IsNext), а в інших 50% випадків це випадкова пропозиція з корпусу (позначено як NotNext) [16].

Точне налаштування (наступний етап) не є складним процесом, оскільки механізм самодостатності в перетворювачі дозволяє BERT моделювати багато наступних завдань шляхом заміни відповідних входів та виходів. У порівнянні з попереднім навчанням, точне налаштування є малозатратною процедурою. Усі результати тестування, наведені в документації, можуть бути відтворені не більше ніж за 1 годину на одному хмарному TPU або за кілька годин на графічному процесорі.

Попередньо навчений BERT можна використовувати для відповідей на запитання у наборі даних SQuAD, просто застосувавши два лінійні перетворення до вихідних даних. Перше та друге лінійне перетворення використовуються для прогнозування ймовірності того, що поточний підтекст є початковою або кінцевою позицією відповіді.

У DeepPavlov крім BERT також використовується інша модель відповідей на питання, яка базується на R-Net, запропонованій Microsoft Research Asia.

R-NET за своєю сутністю - це пряма модель, заснована на нейронних мережах, призначена для відповідей на питання в стилі розуміння, метою якої є відповісти на питання щодо цього уривка тексту [17]. Ця мережа була протестована на великих наборах даних, таких як SQuAD та MS-MARCO рис. 2.2.

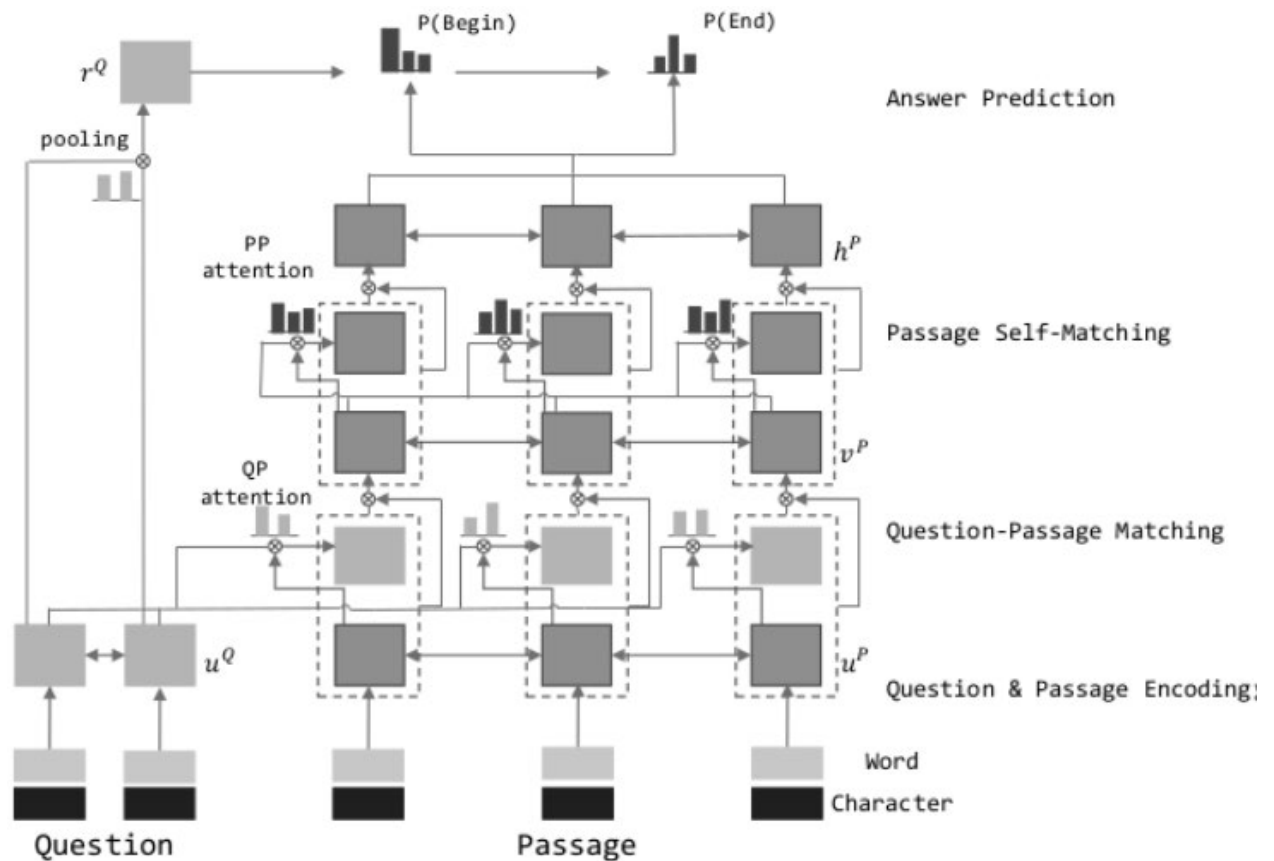


Рисунок 2.2 – Архітектура моделі R-NET

Для формування відповіді на питання в стилі розуміння прочитаного задаються якийсь уривок тексту P і питання Q . Завдання полягає в тому, щоб передбачити відповідь A на запитання Q на основі інформації, витягнутої з P . Архітектура R-NET зіставляє питання і уривок, потім переходить до рекурентних мереж, щоб отримати схему текстової послідовності (в якій шукається відповідь) з урахуванням питання. Потім механізм самоузгодженої обробки уточнює отриману раніше схему, зіставляючи текстову послідовність із собою, що дозволяє кодувати інформацію з цієї послідовності [18]. На останньому етапі мережі показників використовуються для визначення розташування відповідей у заданому текстовому уривку.

2.3 Порівняльний аналіз моделей цифрових асистентів

Під час створення віртуальних цифрових асистентів основну увагу дослідницької діяльності слід зосередити на модулі генерації відповідей.

При реалізації WEB-сервісу цифрових асистентів слід скористатися однією з платформ, яка підтримує роботу з конкретним месенджером або соціальною мережею. Це підвищить ефективність використання та практичну цінність асистента.

Для роботи з флективними мовами необхідно розробити лінгвістичний аналізатор для представлення вхідної інформації у вигляді синтаксичних та семантичних графів та модуль для синтезу відповідей природною мовою на підставі бази знань [19].

Для забезпечення інтелектуальності та оновлюваності слід забезпечити асистента сервісами збору та аналізу даних у мережі інтернет їх аналізу та оновлення інформаційної бази. Крім того, такий цифровий асистент вимагає модуля інтелектуального синтезу логічних структур відповіді.

Використання онтології як бази знань для віртуального цифрового асистента є надійним і гнучким способом отримання в ході діалогу інформації, у тому числі і не міститься в явному вигляді, але є наслідком наявних даних та зв'язків між ними. Цифровий асистент, база знань якого заснована на онтології швидко навчається і не дає нерелевантних відповідей у разі нестачі або відсутності інформації з заданого питання.

3 АЛГОРИТМИ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ

Для реалізації віртуального цифрового асистента необхідно обрати алгоритми функціонування, який дозволить сформулювати правила та завдання цифрового асистента в обраній предметній області та забезпечить надійне функціонування асистента. Перш за все необхідно визначити правила створення віртуального цифрового помічника «Абітурієнт».

3.1 Визначення правил створення ВЦА «Абітурієнт»

Визначимо правила при створенні віртуальних цифрових помічників:

- визначення тематики та аудиторії при створенні помічника;
- позначте можливості та обмеження цифрового помічника;
- визначення сценарію цифрового помічника;
- забезпечення простої взаємодії: використовуючи однозначні формулювання, або можливість навігації за допомогою кнопок;
- передбачте можливість зв'язатися із людиною;
- інформуйте про цілі використання персональних даних;
- дайте користувачам можливість відмовитись від передплати;
- робіть паузи між повідомленнями;
- збирайте дані для більш точного аналізу.

Алгоритм створення віртуального цифрового помічника «Абітурієнт», повинен забезпечувати виконання наступних пунктів:

- можливість реєстрації у обраному месенджері чи сервісі;
- визначення імені цифрового помічника;
- вибір основних параметрів та цільової аудиторії віртуального цифрового помічника;
- розробка сценаріїв поведінки помічника «Абітурієнт»;

- введення запитів та відповідей;
- тестування;
- публікація цифрового помічника «Абітурієнт».

Отже головними правилами потрібно вважати: по-перше для кого створюється віртуальний цифровий помічник, тематику помічника, обрати основні дії роботи, а саме сценарії за якими має працювати цифровий помічник, також потрібно забезпечити просту взаємодію між клієнтом та помічником та збирати інформацію щодо роботи для подальшої обробки інформації.

3.2 Огляд сервісів та їх алгоритмів функціонування

Віртуальний цифровий помічник – корисний інструмент не тільки для підтримки, але і для рекламних завдань. Привабливість та популярність цієї теми породила безліч сервісів, за допомогою яких можна створювати цифрових помічників різного ступеня складності та використовувати їх для своїх проєктів.

Першим був оглянутий сервіс Chatfuel (рис. 3.1). Він являється одним із найпопулярніших сервісів, оскільки має багато функцій та безкоштовний. Можна створювати цифрового помічника для Facebook Messenger та Telegram.

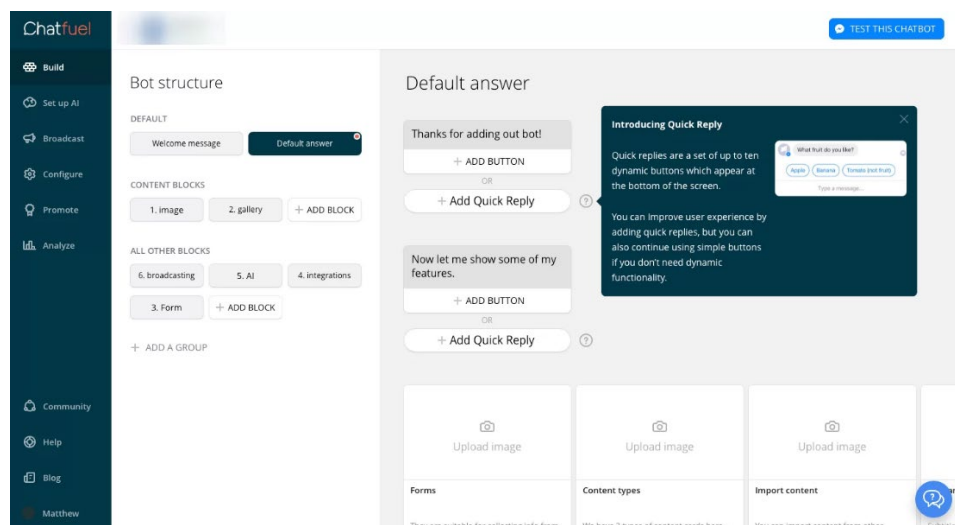


Рисунок 3.1 – Інтерфейс сервісу Chatfuel

Можливості:

- розсилки та передплати;
- велика кількість шаблонів;
- необмежена кількість помічників;
- прийом оплати через помічників;
- використання штучного інтелекту та розпізнавання мови;
- можливість створення нелінійних помічників: складних та глибоких;
- вбудована інтеграція з різними платформами (JSON API, YouTube, WordPress, Twitter та ін.) [20].

Наступним на черзі був оглянутий Botmother (рис. 3.2). Це досить зручний конструктор: щоб зібрати цифрового помічника, потрібно лише з'єднати кілька елементів. Першого помічника можна створити безкоштовно. Підтримує багато платформ: Facebook Messenger, Telegram, Viber.

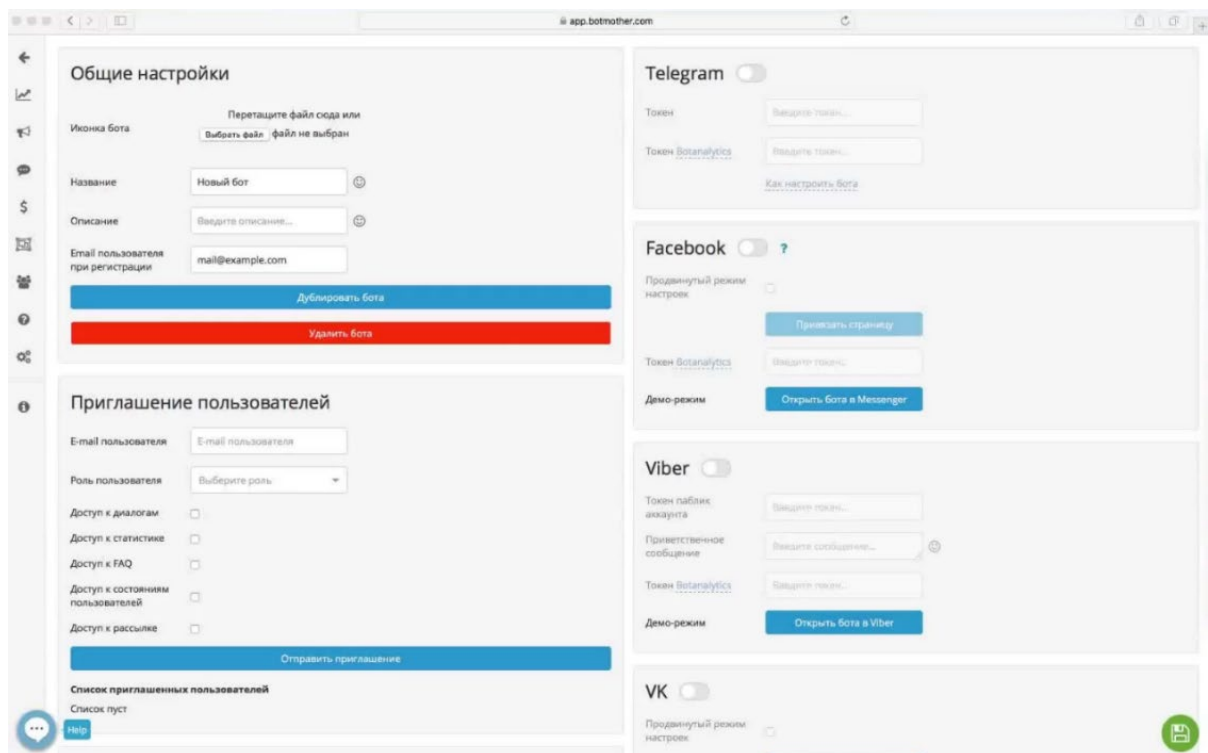


Рисунок 3.2 – Интерфейс сервису Botmother

Можливості:

- вбудована аналітика: помічник збирає відповіді користувачів та веде статистику;
- розсилка та відкладені повідомлення на заданий час;
- прийом платежів через Pay Online, bePaid, внутрішні платежі Telegram;
- діалоги з користувачем із можливістю підключення оператора;
- інтеграція з Zapier, що дозволяє надсилати дані з форм у будь-який сервіс;
- налагодження цифрового помічника [4].

Гнучкий конструктор із широким функціоналом виявився сервіс Flow XO (рис. 3.3), який підтримує створення помічників для Facebook, Telegram, Twilio SMS, Slack та веб-додатків. Базовий тарифний план дозволяє створити віртуальний цифровий помічник безкоштовно.

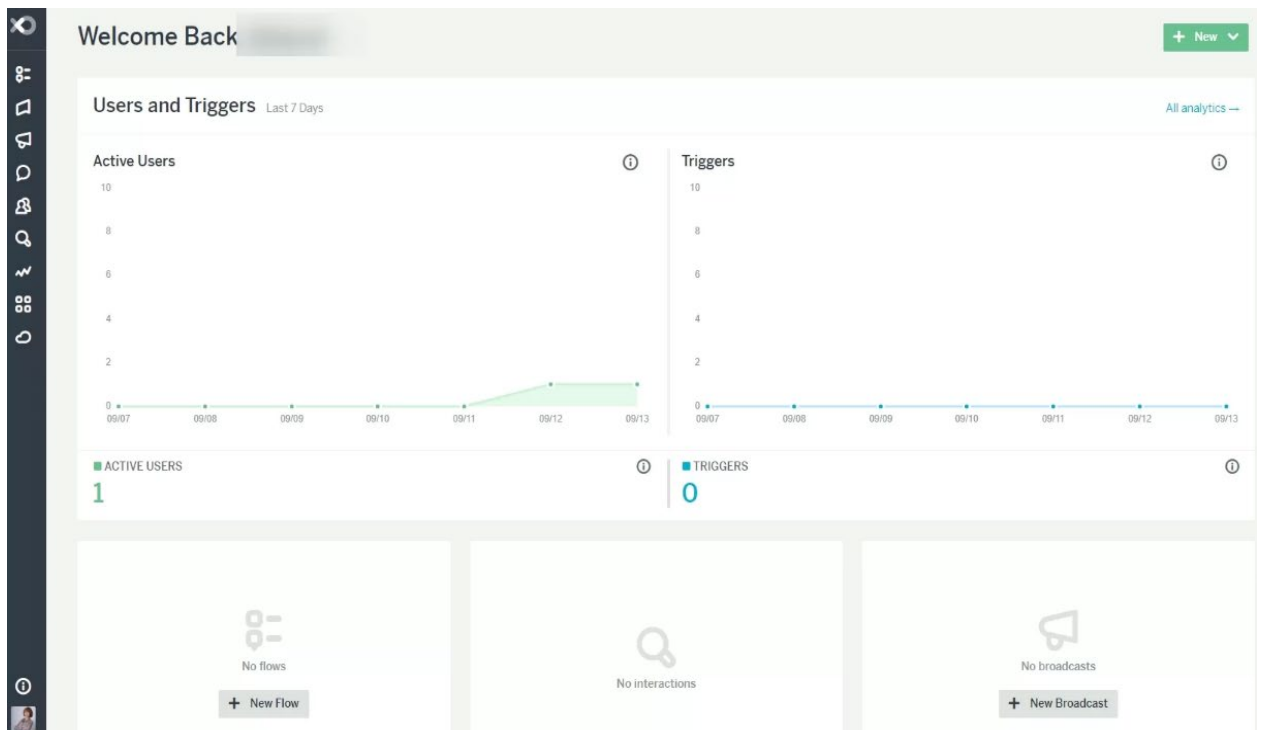


Рисунок 3.3 – Інтерфейс сервісу Flow XO

Можливості:

- шаблони для створення помічників: бронювання ресторанів, квитків, реєстрації, часті запитання, зв'язки з менеджером та інших завдань;
- прийом платежів через BePaid;
- розсилки та підписки;
- збір користувачів: телефон, пошта, дата бронювання, кількість людей і т.д.;
- широкий набір інтеграцій: доступно більше ста платформ [9].

Хмарний сервіс, Bot Kits (рис. 3.4), створення цифрових помічників за допомогою блок-схем не вимагає навичок програмування. Дозволяє впроваджувати помічників у Facebook, Telegram, Skype, Viber і на сайти.

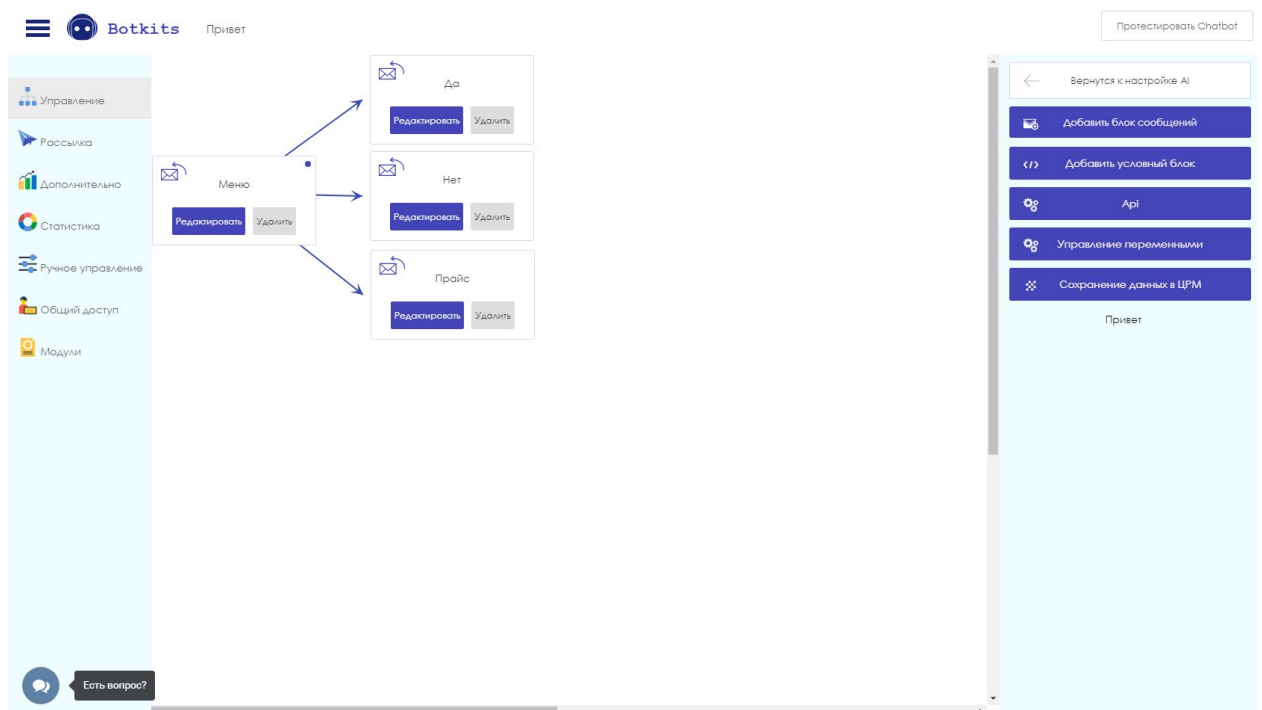


Рисунок 3.4 – Интерфейс сервису Bot Kits

Можливості:

- актуальна статистика, яку помічник збирає під час роботи з клієнтами;
- загальний доступ для кількох користувачів;

- нескінченна кількість комбінацій поведінки цифрового помічника;
- двоступінчаста обробка відповідей користувачів: виправлення помилок та пошук синонімів, що підвищує якість розпізнавання запитів;
- надсилання будь-якого контенту: фото, відео, текст, аудіо;
- розширення можливостей за допомогою зовнішніх бібліотек [10].

Конструктор Aimylogic (рис. 3.5) відрізняється від усіх попередніх – розробники пропонують створити справжнього віртуального співрозмовника, а не просто текстового помічника. Крім того, що віртуального цифрового помічника можна вбудувати в месенджери, програми та сайти, його також можна використовувати в голосових помічниках. Сервіс розпізнає природне мовлення та працює з Google Assistant та Alexa. Також творці стверджують, що їхні цифрові помічники зможуть визначати наміри користувачів.

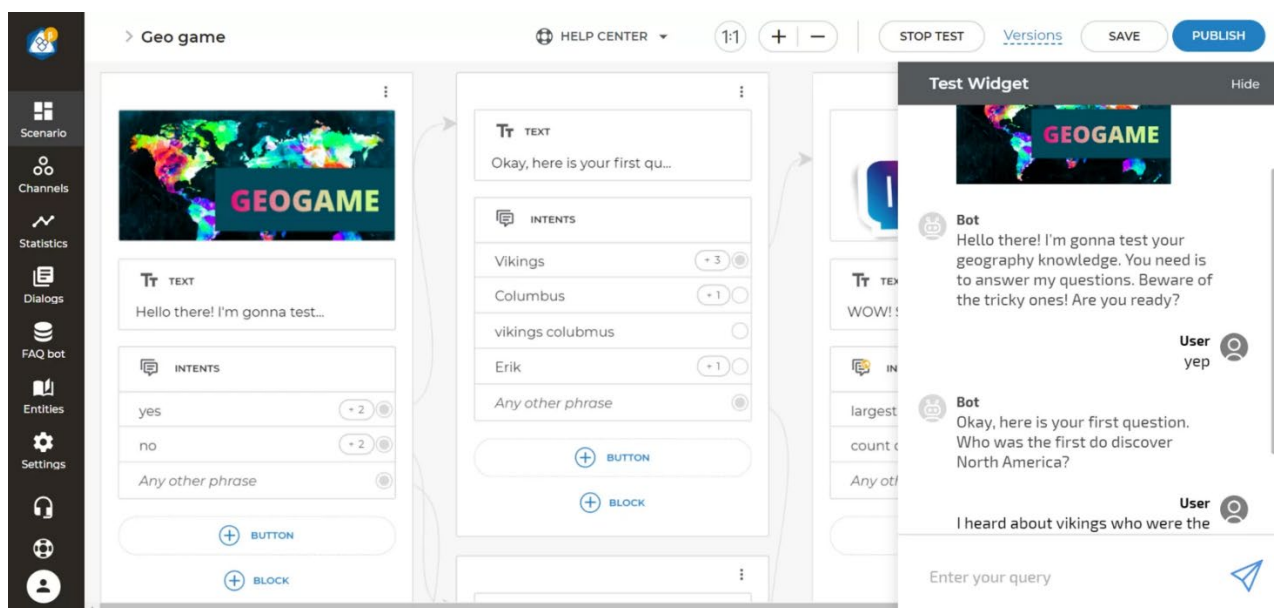


Рисунок 3.5 – Інтерфейс сервісу Aimylogic

Можливості:

- вбудована аналітика;
- інтеграція з голосовими помічниками;
- розпізнавання мовлення;

– спеціалізація на нелінійних історіях та діалогах [5].

Резюмуючи розділ огляду сервісів інтерактивних цифрових помічників, хочеться звернути увагу на сервіс Flow XO. Даний сервіс у повному обсязі має змогу покрити усі раніше зазначені функціональні можливості для огляду користувачем інтерактивного цифрового помічника, а саме: перегляд галузей знань, спеціальностей, освітніх ступенів, регіонів в яких присутні ВНЗ, ВНЗ та детальна інформація про них, освітніх програм, акредитованих та ліцензованих спеціальностей, статистичних даних щодо минулорічної вступної кампанії.

3.3 Алгоритми обробки запитів в діалогових платформах

Огляд внутрішнього пристрою системи, який обробляє запити користувачів у діалогових системах можна побачити на рисунку 3.6.

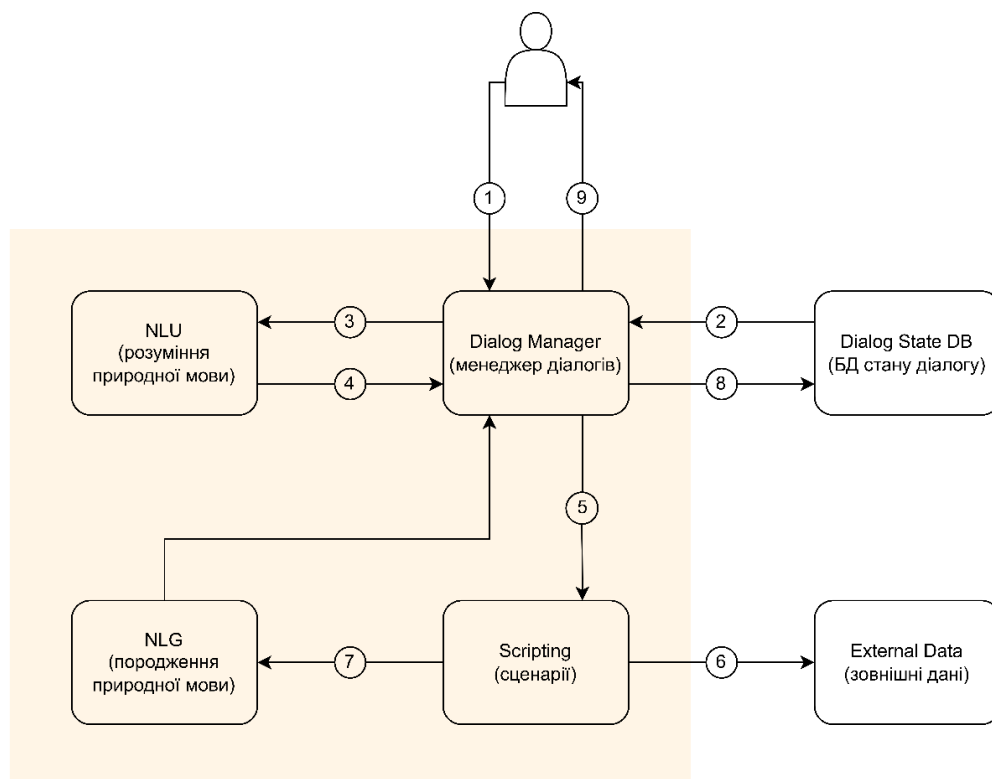


Рисунок 3.6 – Внутрішній пристрій системи, який обробляє запити користувачів у діалогових системах

Основний цикл обробки запиту клієнта складається з наступних подій:

1. Система отримує запит клієнта в модуль керування діалогом - DialogManager.
2. DialogManager завантажує контекст діалогу із бази даних.
3. Запит клієнта разом із контекстом відправляється на обробку в NLU-модуль, у результаті визначається намір клієнта та його параметри.
4. На основі сценарію діалогу та вилучених даних, DialogManager визначає наступний найбільш підходящий стан, що найбільш повно відповідає висловленню клієнта.
5. Виконання бізнес-логіки відповідно до заданого сценарію віртуального цифрового асистента.
6. Виклик зовнішніх інформаційних систем.
7. Генерація текстової відповіді з використанням макропідстановок та функцій узгодження слів природною мовою.
8. Збереження контексту та параметрів діалогу в Dialog State DB для обробки наступних звернень
9. Надсилання відповіді клієнту.

Розглянутий алгоритм дозволяє створювати системи які обробляють запити користувачів у діалогових системах та надсилають вже оброблену інформацію назад користувачу.

4 ПРОЕКТУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО АСИСТЕНТА «АБІТУРІЄНТ»

Для здійснення реалізації віртуального цифрового асистента «Абітурієнт», необхідно на основі головних задач, таких як забезпечення абітурієнта зручним та швидким доступом до інформації для детального вивчення спеціальностей та освітніх програм для подальшого вибору ВНЗ зробити проектування за методологіями: функціонального моделювання SADT, Workflow Diagramming, потоків даних DFD, а також зробити сценарій функціонування цифрового асистента та проектування бази даних.

4.1 Проектування за методологією функціонального моделювання SADT

При проектуванні віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, була обрана методологія функціонального моделювання SADT, стандарт IDEF0. Методологія SADT, яка є методологією аналізу та проектування систем, вона дозволяє відобразити важливі характеристики: управління, зворотній зв'язок і ресурси. Особливість SADT полягає в тому, що ця методологія здійснює загальний опис функціонування системи. За допомогою графічної мови IDEF0, віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, можливо представити у вигляді набору взаємопов'язаних функціональних блоків, що дозволить вивчити загальне функціонування системи. Контекстна діаграма віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, наведена на рис. 4.1.

Методологія SADT забезпечує розробника наявністю методів, правил і процедур, призначених для побудови функціональної моделі об'єкта обраної предметної області. Графічна мова IDEF0 є складовою частиною SADT та дозволяє описати бізнес-процеси обраної предметної області у вигляді ієрархічної системи взаємопов'язаних функцій.

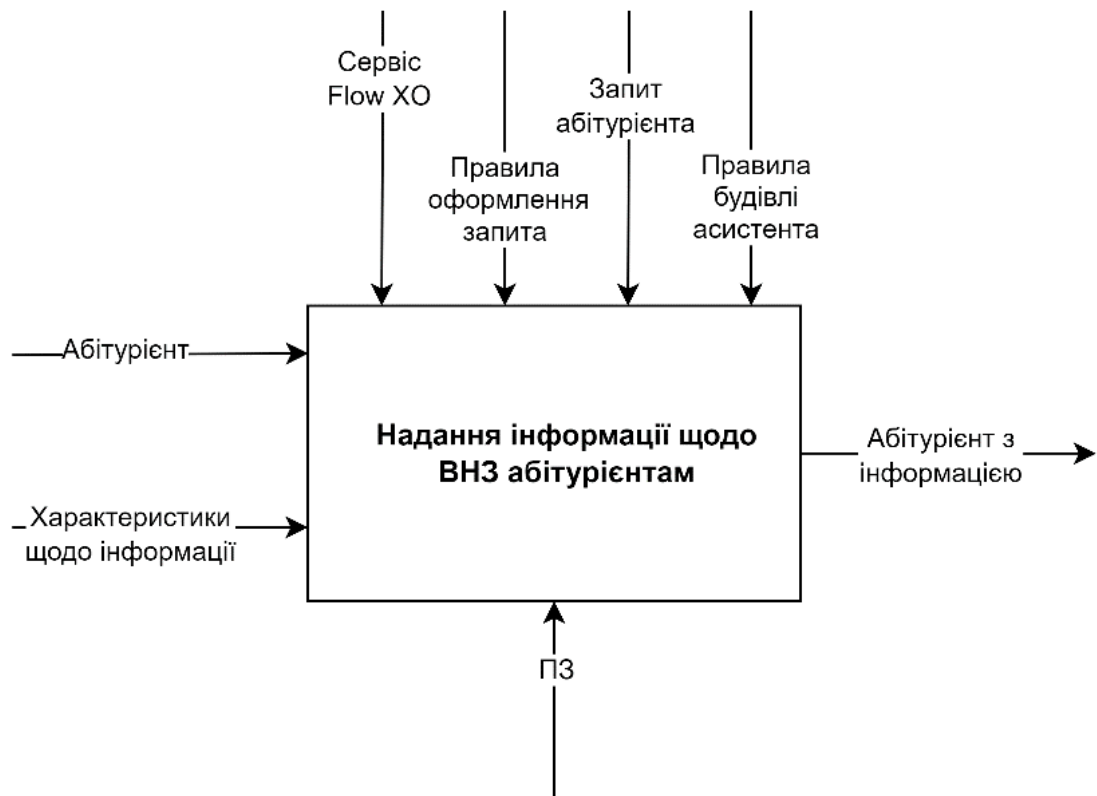


Рисунок 4.1 – Контекстна діаграма віртуального цифрового асистента для абітурієнтів

Найзагальніший опис інформаційної системи та її взаємодії з зовнішнім середовищем можливо представити у вигляді контекстної діаграми. Після того, як була створена та описана головна робота віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, здійснюють декомпозицію, розбиття на більш мілкі частини, за допомогою яких описують кожну частину і взаємодію частин. На контекстній діаграмі відображена головна робота системи «Надання інформації щодо ВНЗ абітурієнтам». На вхід подається інформація від абітурієнта та характеристики щодо інформації. Головна робота керується: правилами будівлі асистента, запитом абітурієнта, особливостями сервісу Flow XO і правилами оформлення запита. Виходом є: абітурієнт з інформацією.

Після опису системи в цілому, проводиться функціональна декомпозиція, а діаграми, які описують кожен фрагмент і взаємодію фрагментів, назива-

ються діаграмами декомпозиції. Після декомпозиції контекстної діаграми віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, проводиться декомпозиція кожного великого фрагмента системи на більш дрібні до досягнення потрібного рівня подробности опису.

Після кожного сеансу декомпозиції проводяться експертиза, де експерти предметної області вказують на відповідність реальних процесів створеним діаграмам. Знайдені невідповідності виправляються. Так досягається відповідність моделі реальним процесам на кожному рівні декомпозиції моделі.

Синтаксис опису системи в цілому і кожного її фрагмента однаковий у всій моделі. Після декомпозиції контекстної діаграми віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, отримуємо три блоки – роботи (рис. 4.2).

Робота «Розробка інформаційної системи» забезпечує виконання інформаційної системи на локальному комп'ютері: здійснюється розробка інтерфейсів, скриптів і баз даних, що забезпечують функціонування системи. Входом у неї є характеристики щодо інформації, які потрібно занести у БД системи. Управляється за допомогою правил оформлення запитами, запитом абітурієнта та правилами будівлі асистента. Механізмом є програмне забезпечення, яке потрібне для здійснення розробки, а результатом роботи є готова інформаційна система та наповнена система.

Наступна робота «розробка інформаційного цифрового асистента» забезпечує створення сценаріїв роботи, а потім дозволяє прив'язати цифрового асистента до соціальних мереж. Входом для роботи є готова інформаційна система для розміщення та наповнена система. Управляється робота правилами сервісу Flow XO, а механізмом є – програмне забезпечення.

Робота «надання детальної інформації абітурієнту» призначена для того, щоб згідно з правилами оформлення запитів, абітурієнт міг залишитися з необхідною інформацією. У цієї роботи є два входи, це: інформація від абітурієнта і доступний цифровий асистент, розміщений в мережі Інтернет. Управляється правилами оформлення запита і за умовами надання послуг Інтернет-

провайдером. Механізмом є – програмне забезпечення, а виходом даної роботи є абітурієнт з інформацією.

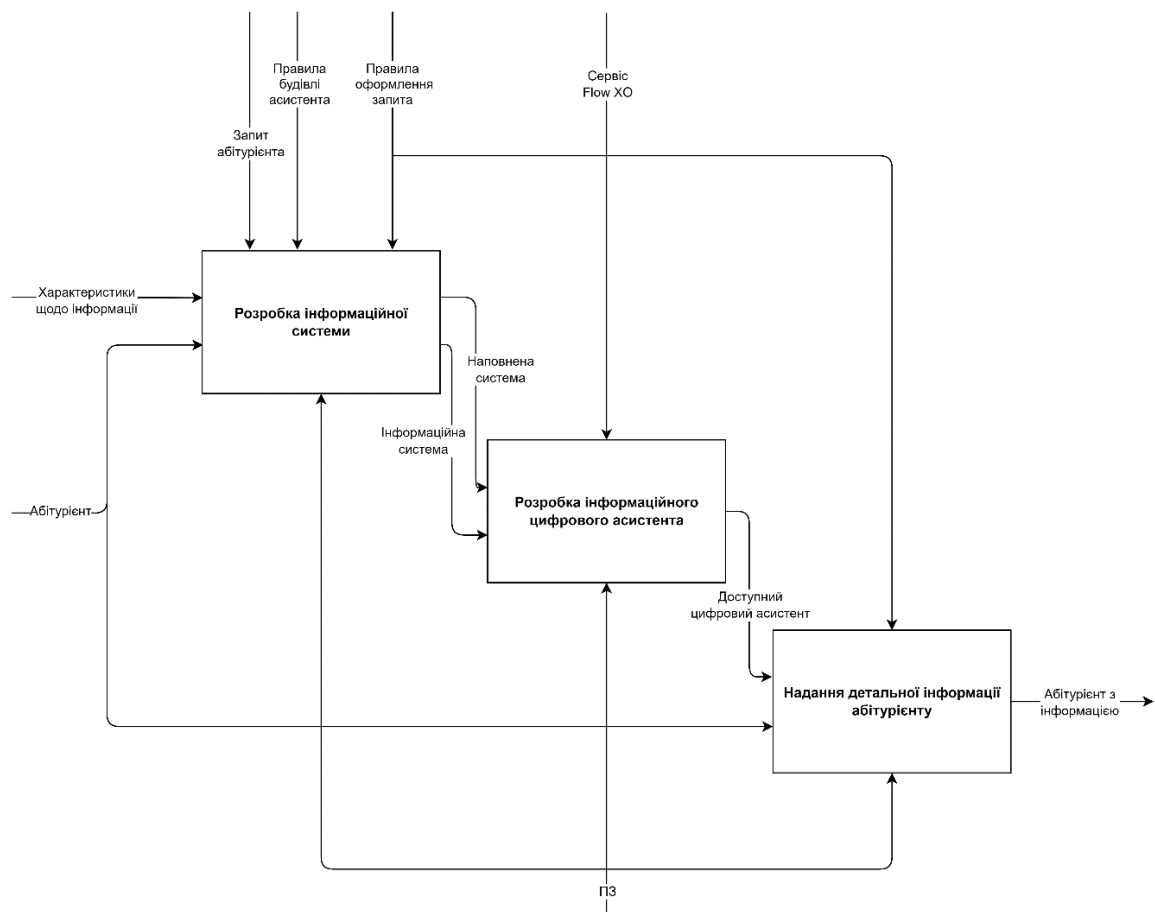


Рисунок 4.2 – Діаграма декомпозиції віртуального цифрового асистента для абітурієнтів

При здійсненні наступного етапу декомпозиції системи, отримаємо наступні блоки декомпозиції першого A1 блоку:

Робота «створення БД» передбачає, що входом є заздалегідь передбачена інформація від абітурієнта та характеристики щодо інформації. Даний блок управляється правилами будівлі асистента та запитом абітурієнта; робота виконується за допомогою програмного забезпечення; виходом є – наповнена система. Робота «розробка інтерфейсу» має входні данні з наповненої системи, управління здійснюється правилами будівлі асистента, запитом абітурієнта;

механізм – програмне забезпечення, вихід розроблений прототип інтерфейсу віртуального цифрового асистента для абітурієнтів. Робота «програмування системи» має входом прототип інтерфейсу, макет; управлінням є, як і в попередньому блоці, правила оформлення запита, запит абітурієнта; механізмом, як і у всіх роботах, є – програмне забезпечення; вихід – готова інформаційна система з необхідним функціоналом.

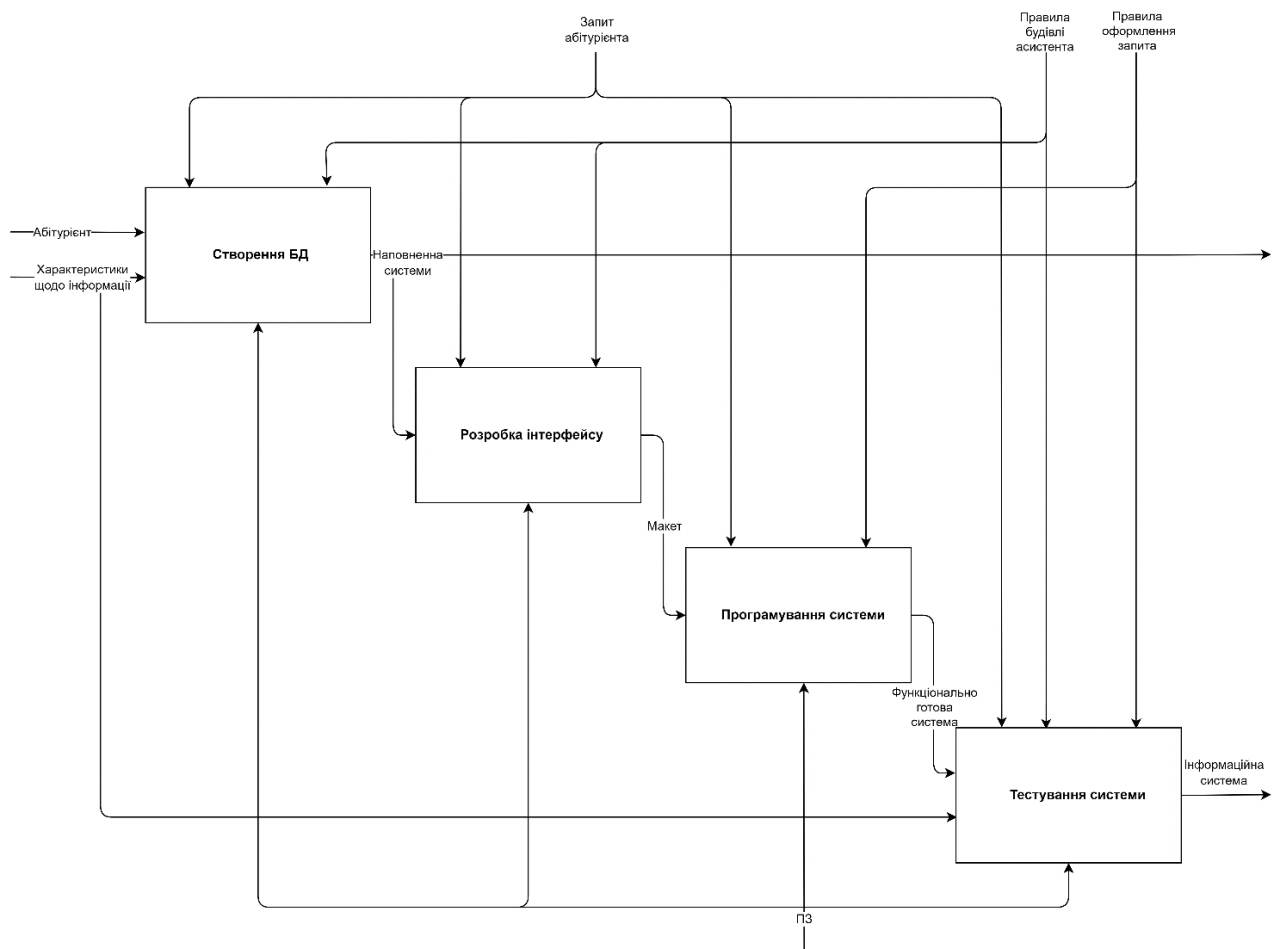


Рисунок 4.3 – Діаграми декомпозиції блоку «розробка інформаційної системи»

Наступна робота, «тестування системи» – має два входи: функціонально готова система, характеристики щодо інформації; керується правилами оформлення запита, запитом абітурієнта та правилами будівлі асистента; механіз-

мом є програмне забезпечення. Вихід з даної роботи є готова інформаційна система, яка переходить входом на наступну роботу. Діаграма декомпозиції першого А1 блоку – «розробка інформаційної системи» представлена на рис.4.3.

При декомпозиції другого А2 блоку – «розробка інформаційного цифрового асистента» виділені наступні чотири роботи: «створення особового кабінету» – входом є інформаційна система, робота керується сервісом Flow XO; виходом є зареєстрований кабінет; «створення сценаріїв роботи» – входом є зареєстрований кабінет, наповнена система та інформаційна система, яка управляється сервісом Flow XO; виходом роботи є створені сценарії. «Прив'язка цифрового асистента до соціальних мереж» – входом є створені сценарії та інформаційна система, управляється сервісом Flow XO; виходом роботи є прив'язаний асистент. «Розміщення асистента в мережі Інтернет» – входом є прив'язаний асистент та інформаційна система, управляється сервісом Flow XO; виходом роботи є доступний цифровий асистент.

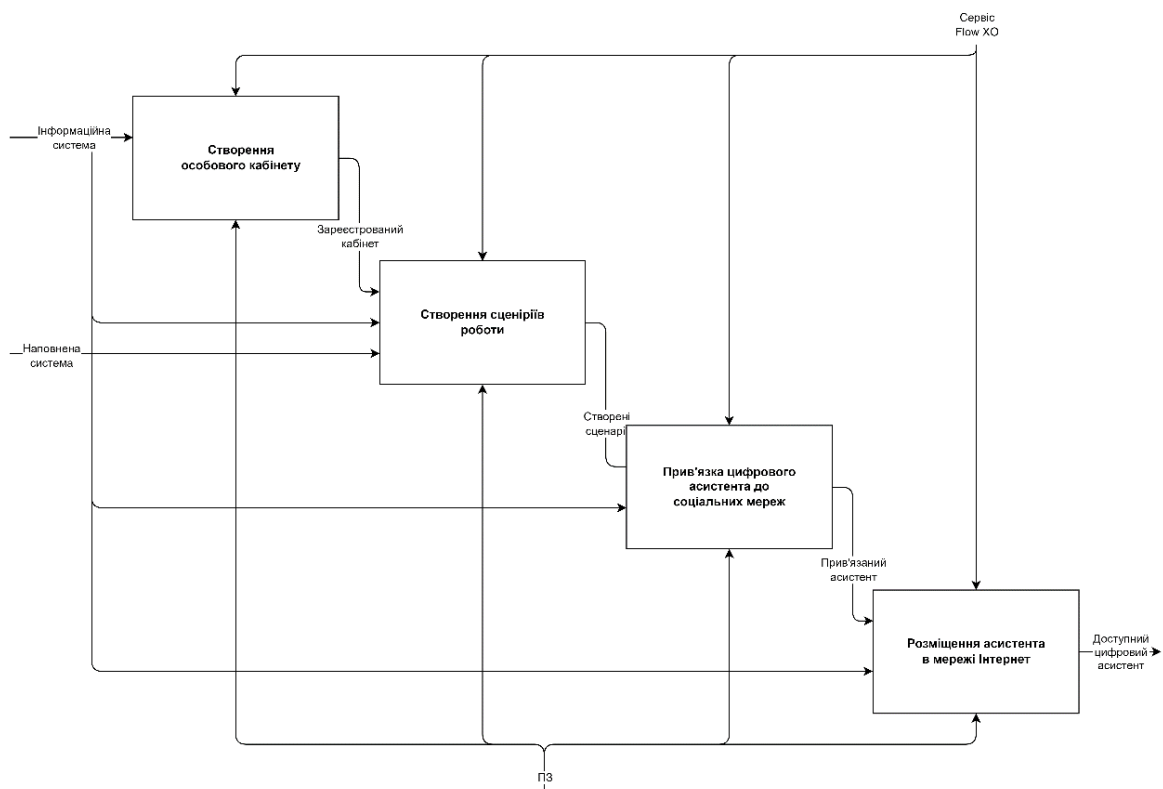


Рисунок 4.4 – Діаграми декомпозиції блоку «розробка інформаційного цифрового асистента»

Робота «розміщення асистента в мережі інтернет» передбачає на вході прив'язаного до соціальних мереж асистента та інформаційну систему, управляється сервісом Flow XO; виходом роботи є доступний цифровий асистент. Діаграма декомпозиції другого А2 блоку – «розробка інформаційного цифрового асистента» наведена на рис.4.4.

В подальшому було проведено наступний етап здійснення декомпозиції інформаційної системи. При декомпозиції третього А3 блоку – «надання детальної інформації абітурієнту» виділені наступні три роботи.

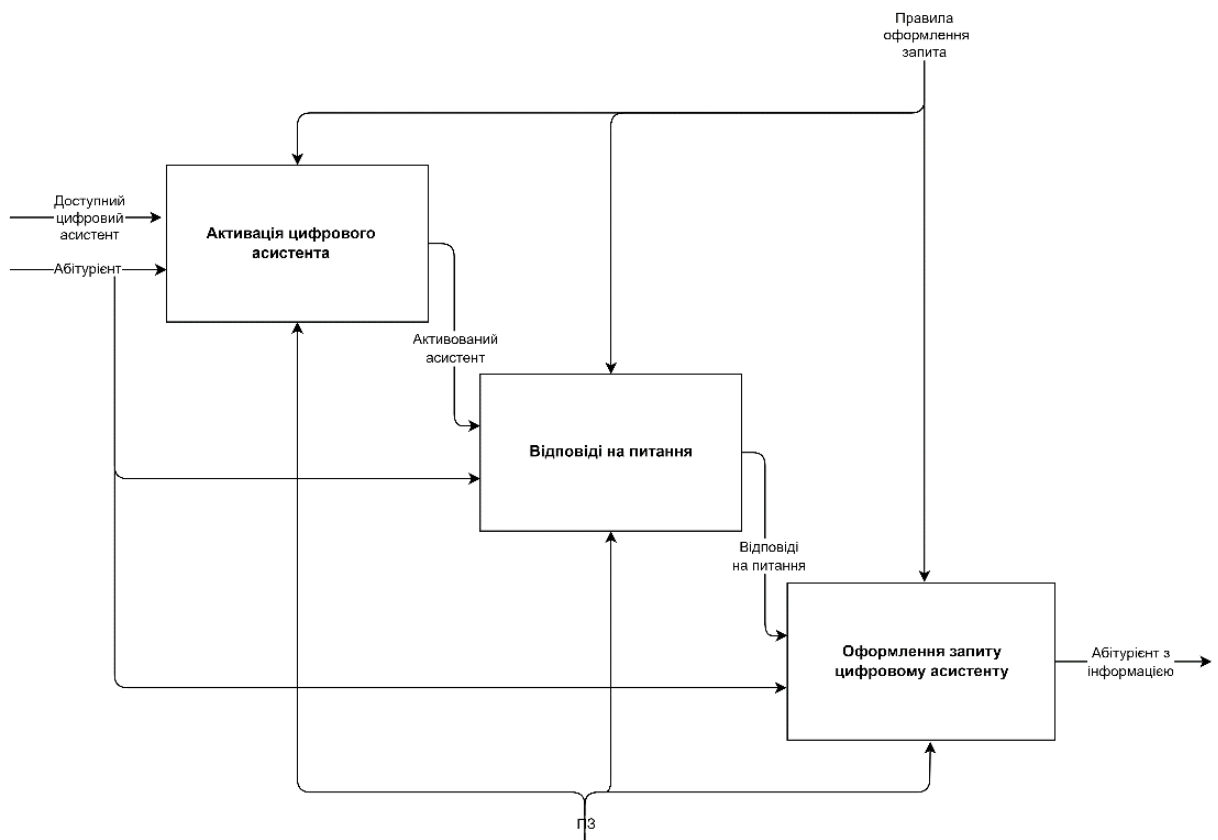


Рисунок 4.5 – Діаграми декомпозиції блоку «надання детальної інформації абітурієнту»

Робота «активація цифрового асистента», щоб здійснити активацію необхідні данні абітурієнтів та доступний цифровий асистент; робота буде керуватися правилами оформлення запита; результатом роботи є активований аси-

стент. Робота «відповіді на питання» передбачає, що абітурієнт повинен відповісти на питання вже активованого асистента, управління є правила оформлення запиту, а результатом є відповіді на питання. Робота «оформлення запиту цифровому асистенту» передбачає, щоб організувати оформлення запиту потрібно відповісти на питання поставлені асистентом, ця робота керується правилами оформлення запиту; механізм даної роботи є програмне забезпечення, а результатом є абітурієнт з інформацією. Діаграма декомпозиції третього АЗ блоку – «надання детальної інформації абітурієнту» наведена на рис.4.5.

4.2 Проектування за методологією Workflow Diagramming

Подальше проектування віртуального цифрового асистента для абітурієнтів було здійснено за допомогою методології послідовного виконання процесів Workflow Diagramming (стандарт IDEF3). Цей стандарт описує логіку виконання дій. IDEF3 може використовуватися самостійно і спільно з методологією IDEF0: будь-який функціональний блок IDEF0 може бути представлений у вигляді послідовності процесів або операцій засобами IDEF3. Якщо IDEF0 описує, що здійснюється в системі, то стандарт IDEF3 описує, як це робиться.

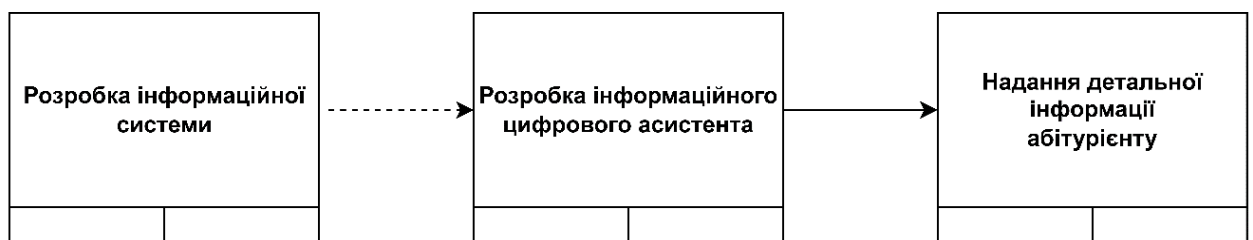


Рисунок 4.6 – Діаграма декомпозиції віртуального цифрового асистента для абітурієнтів

Згідно з методологією IDEF3 віртуального цифрового асистента для абітурієнтів має єдину роботу – «надання інформації щодо ВНЗ абітурієнтам»,

яку можливо навести у контекстній діаграмі системи. Провівши декомпозицію контекстної діаграми, спостерігається наступна послідовність виконання робіт (рис.4.6).

Першою роботою системи є «розробка інформаційної системи», далі – робота «розробка інформаційного цифрового асистента». Зв'язок між цими роботами означає, що робота-приймач може завершитись ще до закінчення роботи-джерела. Наступною є робота «надання детальної інформації абітурієнту», яка пов'язана з блоком «розробка інформаційного цифрового асистента» старшим зв'язком, що передбачає завершення всіх попередніх робіт. При декомпозиції наступного рівня роботи «розробка інформаційної системи» отримано чотири блоки – це роботи з одним перехрестям (рис.4.7).

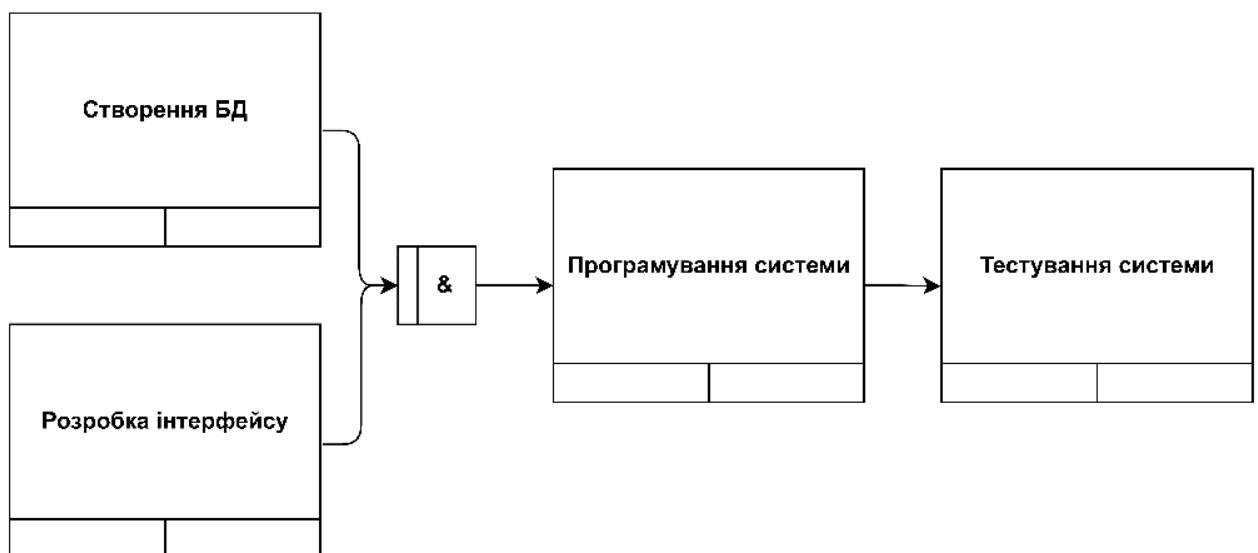


Рисунок 4.7 – Діаграма декомпозиції блоку «розробка інформаційної системи»

Виконання перших двох робіт «створення БД» та «розробка інтерфейсу» можуть виконуватись без прив'язки по часу одна-до-одної, але завершення повинно боти одночасним. При злитті стрілок-виходів з цих робіт, використовується перехрестя «асинхронне І». Наступною є робота «програмування сис-

теми». Наступною є робота «тестування системи», яка пов'язана з блоком «програмування системи», яка і буде завершальною.

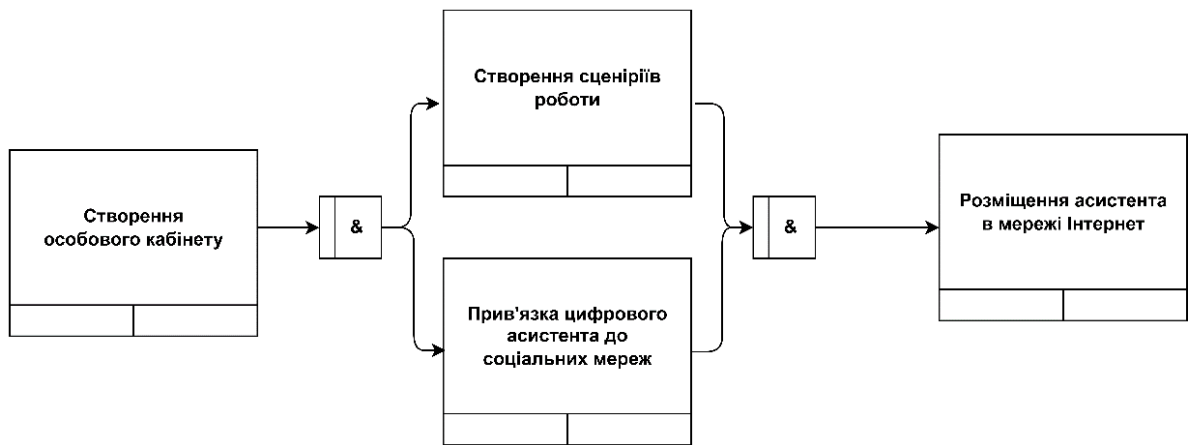


Рисунок 4.8 – Діаграма декомпозиції роботи «розробка інформаційного цифрового асистента»

Після завершення першої роботи «створення особового кабінету» йде перше перехрестя «асинхронне І», що передбачає, що подальші роботи можуть початися не одночасно, але обов'язково повинні бути запущені. Це такі роботи як: «створення сценаріїв роботи» та «прив'язка цифрового асистента до соціальних мереж». При злитті стрілок-виходів з цих робіт, використовується таке ж перехрестя «асинхронне І», що означає те, що роботи мають, завершитися, але це може бути не одночасно. Наступною є робота «розміщення асистента в мережі Інтернет», яка і буде завершальною. (рис.4.8).

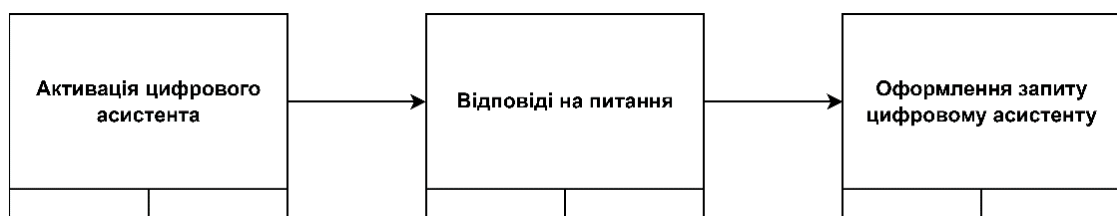


Рисунок 4.9 – Діаграма декомпозиції роботи «надання детальної інформації абітурієнту»

При декомпозиції блоку «надання детальної інформації абітурієнту» отримано три блоки робіт: «активація цифрового асистента», «відповіді на питання», «оформлення запиту цифровому асистенту», які розміщені послідовно і пов'язані між собою старшим зв'язком (рис.4.9).

4.3 Проектування за методологією потоків даних DFD

У відповідність з розглянутими методологіями модель аналізованого віртуального цифрового асистента для абітурієнтів визначається як ієрархія діаграм потоків даних DFD, що описують процес перетворення інформації від введення в систему до видачі інформації користувачу. Діаграми потоків даних використовуються для опису руху документів і обробки інформації, як додаток до методології функціонального моделювання IDEF0. На відміну від методології IDEF0, стрілки на діаграмах DFD показують лише те, як об'єкти (включаючи дані) рухаються від однієї роботи до іншої. Діаграма потоків даних DFD – це граф, на якому показано рух значень даних від їх джерел через перетворюючи їх процеси до їх споживачів в інших об'єктах. Діаграми верхніх рівнів ієрархії (контекстні діаграми) відображають зв'язок основного процесу системи із зовнішніми сутностями, які визначаються відповідними входами і виходами. Контекстні діаграми деталізуються за допомогою діаграм нижнього рівня. Така декомпозиція триває, створюючи багаторівневу ієрархію діаграм, до тих пір, поки не буде досягнутий такий рівень декомпозиції, на якому процеси стають елементарними і деталізувати їх далі неможливо.

У контекстній діаграмі головним процесом системи є «надання інформації щодо ВНЗ абітурієнтам». Зовнішніми сутностями, які впливають на систему, є: «абітурієнт», «сервер» і «видана інформація про спеціальності та ВНЗ». Існує блок-сховище даних. Зв'язок між абітурієнтом і головною роботою полягає в «запиті» і «інформації». Із системи виходять дані в зовнішні сутності «ви-

дана інформація про спеціальності та ВНЗ» – «інформація», і в «сервер» – «інформаційна система». Зі сховища даних в систему передаються «данні про ВНЗ та спеціальності». Контекстна діаграма віртуального цифрового асистента для абітурієнтів представлена на рис.4.10.



Рисунок 4.10 – Контекстна діаграма ІС для віртуального цифрового асистента для абітурієнтів

Для головного процесу, присутнього на контекстній діаграмі, проводиться декомпозиція. На першому рівні ієрархії показані основні внутрішні процеси системи та відповідні їм зовнішні сутності. Перший процес системи – «розробка інформаційної системи», що приймає потік даних з зовнішньої сутності «абітурієнт» – «інформація» і «запит», і з сховища даних – «дані про ВНЗ та спеціальності». Вихідний потік даних з цього блоку – «інформаційна система» та «наповнена система».

На другий блок – «розробка інформаційного цифрового асистента» подається вихідний потік даних з блоку «розробка інформаційної системи» і з блоку «сервер» – «інформація», а вихідним є «доступний цифровий асистент»,

який є входом в зовнішню сутність «надання детальної інформації абітурієнту».

Наступний блок «надання детальної інформації абітурієнту». Вхідними даними для нього є дані із зовнішньої сутності «абітурієнт», а саме: «інформація» та «запит», з блоку «розробка інформаційного цифрового асистента» це – «доступний цифровий асистент» і з зовнішньої сутності «сервер» це – «інформація», також з блоку «данні» – «дані про ВНЗ та спеціальності». І результатом роботи є «інформація», що входить в зовнішню сутність «видана інформація про спеціальності та ВНЗ». Діаграма декомпозиції наведена на рис. 4.11.

Завдяки здійсненню проектування засобами методології потоків даних, у віртуального цифрового асистента для абітурієнтів проведено опис обробки інформації в системі, що забезпечує видачу інформації про спеціальності та ВНЗ, як додаток до методології функціонального моделювання IDEF0.

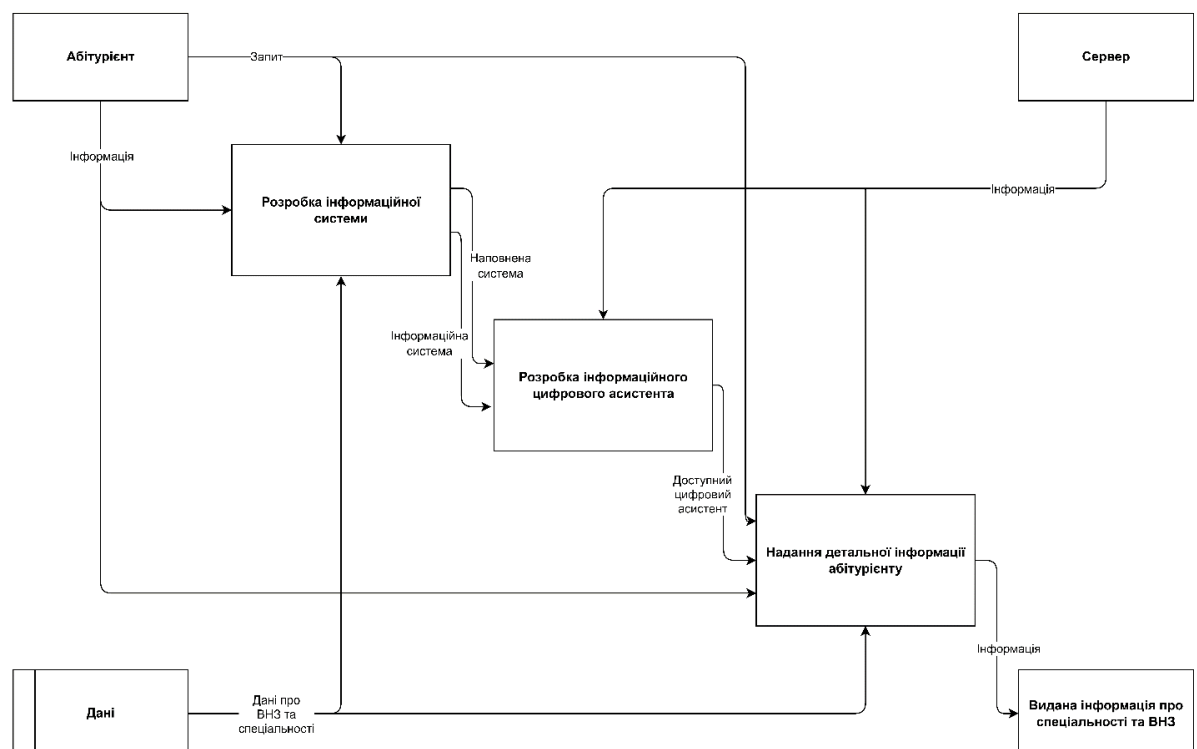


Рисунок 4.11 – Діаграма декомпозиції ІС для віртуального цифрового асистента «Абітурієнт»

4.4 Проектування сценарію функціонування цифрового асистента

Проектування дій роботи віртуального цифрового асистента було виконано за допомогою блок-схем. Блок-схеми – це діаграми, які графічно представляють покрокове проходження процедури чи системи, і вони корисні для демонстрації ходу роботи, пояснення будь-якої теми чи передачі вказівок. Були використані блок-схеми, тому що вони: набагато простіші для розуміння, ніж запис командами; спрощують процес налагодження; дозволяють скласти ефективну програмну документацію; полегшують процес демонстрації та обговорення програми. Блок-схему роботи сценарію для віртуального цифрового асистента для абітурієнтів можна побачити на рисунку 4.12.

Перший елемент «Початок» він починає роботу сценарію після повідомлення від абітурієнта. Даний елемент переходить до наступного блоку «вибір варіанту», на цьому етапі абітурієнту потрібно зробити вибір між двома варіантами: «Дізнатись про спеціальність» або «Дізнатись про навчальні заклади».

Перша дія роботи розпочнеться після вибору від абітурієнта варіанта «Дізнатись про спеціальність». Після даного блоку потрібно буде обрати цікаву для абітурієнта галузь знань з заздалегідь представлених йому варіантів. Далі цифровий помічник представить спеціальності, які входять до даної галузі, та з яких на далі потрібно зробити свій вибір. Майбутнім сповіщенням від помічника буде: підтвердження вибору, повернутися до вибору галузі знань чи спеціальності або повернутися до початку діалогу. Також є варіант «дізнатись детальніше про спеціальність», на цьому етапі абітурієнт має можливість детально прочитати про дану спеціальність її сфери застосування, майбутні професії і т. д. Якщо абітурієнт обирає варіант продовжити, то він отримує наступне питання від цифрового асистента, який цікавиться освітнім ступенем. Після вибору бажаного ступеню абітурієнт має змогу обрати бажаний регіон для подальшого навчання.

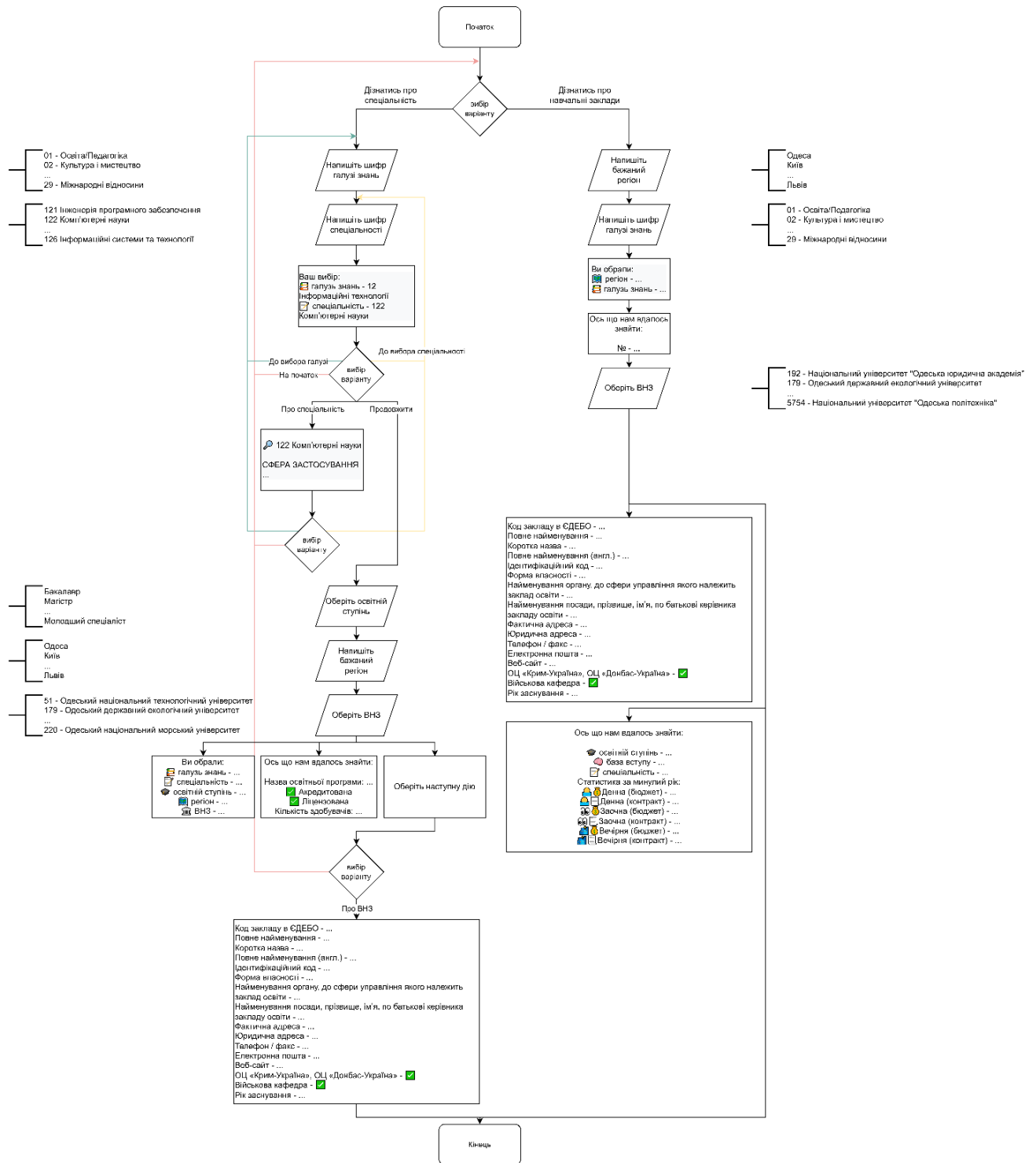


Рисунок 4.12 – Блок-схема роботи сценарію віртуального цифрового асистента для абітурієнтів

Після усіх відповідей на питання, абітурієнт отримує варіанти ВНЗ, які підходять під його критерії. Таким чином він може обрати бажаний ВНЗ та прочитати детальну інформацію про нього. В даній інформації можна поба-

чити: код закладу в ЄДЕБО; повне найменування; коротку назва; повне найменування (англ.); ідентифікаційний код; форму власності; найменування органу, до сфери управління якого належить заклад освіти; найменування посади, прізвище, ім'я, по батькові керівника закладу освіти; фактичну адресу; юридичну адресу; телефон / факс; електронну пошту; веб-сайт; ОЦ «Крим-Україна», ОЦ «Донбас-Україна»; військову кафедру; рік заснування. Крім цього з вище вказаних параметрів пошуку, помічник видасть інформацію щодо рекомендованих освітніх програм, котрі викладаються у ВНЗ, акредитована або ліцензована ця спеціальність та кількість здобувачів освіти за цією освітньою програмою навчаються у ВНЗ.

Друга дія роботи розпочнеться після вибору від абітурієнта варіанта «Дізнатись про навчальні заклади». Після даного блоку потрібно буде обрати бажаний регіон для абітурієнта. Далі цифровий помічник представить галузі знань, з яких потрібно зробити свій вибір. Майбутнім сповіщенням від помічника буде повідомлення з раніше обраних варіантів та ВНЗ в яких викладаються спеціальності вхожі в дані галузі знань. Наступним повідомленням абітурієнту потрібно написати ВНЗ, який йому імпонує та помічник видасть детальну інформацію. В даній інформації можна побачити: код закладу в ЄДЕБО; повне найменування; коротку назва; повне найменування (англ.); ідентифікаційний код; форму власності; найменування органу, до сфери управління якого належить заклад освіти; найменування посади, прізвище, ім'я, по батькові керівника закладу освіти; фактичну адресу; юридичну адресу; телефон / факс; електронну пошту; веб-сайт; ОЦ «Крим-Україна», ОЦ «Донбас-Україна»; військову кафедру; рік заснування. Крім цього з вище вказаних параметрів пошуку, помічник видасть статистичну інформацію на базі минулого року вступу. Тобто: освітній ступінь; база вступу; спеціальність; статистика за минулий рік: кількість вступивших на денне (бюджет); кількість вступивших на денне (контракт); кількість вступивших на заочне (бюджет); кількість вступивших на заочне (контракт); кількість вступивших на вечірнє (бюджет); кількість вступивших на вечірнє (контракт).

Останній елемент «Кінець» він закінчує роботу сценарію до того моменту, поки абітурієнт його по новому не запустить.

4.5 Проектування бази даних

Для здійснення віртуального цифрового асистента для абітурієнтів обрана трирівнева архітектура «клієнт-сервер», яка передбачає, що база даних розміщена на сервері локальної комп'ютерної мережі. На робочих станціях розміщують клієнтську програму-месенджер, за допомогою якої здійснюється формування та відсилка запитів до сервера бази даних. Сервер бази даних, в свою чергу, забезпечує виконання запиту і видачу клієнтові результату, який відображається в приватних повідомленнях.

Перший етап процесу проектування бази даних називається концептуальним проектуванням бази даних. Він полягає у створенні концептуальної моделі даних для аналізованої частини системи. Ця модель даних створюється на основі функціональних вимог користувачів. Концептуальне проектування бази даних абсолютно не залежить від таких подробиць її реалізації, як тип обраної СУБД, набір створюваних прикладних програм, що використовуються мови програмування, тип обраної обчислювальної платформи, а також від будь-яких інших особливостей фізичної реалізації. Концептуальне проектування створення концептуального уявлення бази даних, що включає визначення типів найважливіших сутностей та існуючих між ними зв'язків і атрибутів. Визначимо послідовність етапів проектування концептуальної моделі даних: визначення сутностей; визначення взаємозв'язків між сутностями; визначення атрибутів сутностей; завдання первинних та альтернативних ключів. Побудуємо концептуальну модель бази даних. Перейдемо до виконання послідовності проектування. Оберемо спроектовані таблиці бази даних та запишемо їх головні сутності. Для розробки бази даних віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, була обрана та використана інтегрована СУБД у сервісі Flow XO. Інформація до сервіса поступає через підв'язаний обліковий

запис Google Spreadsheet. При здійсненні проектування були визначені основні сутності бази даних системи.

Сутність СПЕЦІАЛЬНОСТІ У ВНЗ містить атрибути (табл. 1): id спеціальності у ВНЗ, id код закладу, id спеціальності, id освітнього ступеню, id регіону, назва закладу, код головного закладу, категорія, тип закладу, форма власності, підпорядкування, рівень освіти, рішення про ліцензію, назва спеціальності, спеціалізація, обсяг на рік, обсяг на срок навчання, сертифікат про акредитацію, дата закінчення дії сертифікату, обсяг денна, обсяг заочна, обсяг вечірня, акредитовано.

Таблиця 1 – Сутність «СПЕЦІАЛЬНОСТІ У ВНЗ»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	13	rishenya pro licenz	varchar(255)
2	id_kod_zakladu	int(3)	14	nazva spetial	varchar(255)
3	id_spec	int(3)	15	spetializac	varchar(255)
4	id_stupin	varchar(255)	16	obsyag na rik	varchar(4)
5	id_region	integer(3)	17	obsyag na srok navch	varchar(4)
6	nazva zakladu	varchar(255)	18	sertifikat pro akred	varchar(5)
7	kod golovnogogo zakladu	varchar(4)	19	data zakinchenya dii	varchar(5)
8	kategoriya	varchar(255)	20	obsyag denna	varchar(5)
9	tip zakladu	varchar(255)	21	obsyag zaochna	varchar(5)
10	forma vlasnosti	varchar(255)	22	obsyag vechirnya	varchar(5)
11	pidporyadkuv	varchar(255)	23	akreditovano	varchar(5)
12	riven osv	varchar(255)			

Сутність СПЕЦІАЛЬНОСТІ містить наступні атрибути (табл. 2): id спеціальності, назва спеціальності, id галузі, опис галузі.

Таблиця 2 – Сутність «СПЕЦІАЛЬНОСТІ»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	3	id_galuz	int(3)
2	name	varchar(255)	4	opis	varchar(255)

Сутність ГАЛУЗІ містить атрибути (табл. 3): id галузі, назва галузі.

Таблиця 3 – Сутність «ГАЛУЗІ»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	2	name	varchar(255)

Сутність ОСВІТНІЙ СТУПІНЬ містить атрибути (табл. 4): id освітнього ступеню, назву освітнього ступеню, id спеціальності.

Таблиця 4 – Сутність «ОСВІТНІЙ СТУПІНЬ»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	3	id_spec	int(3)
2	name	varchar(255)			

Сутність РЕГІОН містить атрибути (табл. 5): id регіону, назву регіону, id освітнього ступеню, id спеціальності.

Таблиця 5 – Сутність «РЕГІОН»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	3	id_stupin	int(3)
2	name	varchar(255)	4	id_spec	int(3)

Сутність ВНЗ містить атрибути (табл. 6): id ВНЗ, назва ВНЗ, код ВНЗ, код головного закладу, коротка назва, назва на англійській мові, рік заснування, ідентифікаційний код, категорія закладу, форма власності, підпорядкування, індекс, КАТОТТГ, регіон, населений пункт, адреса, індекс юридичний, КАТОТТГ юридичний, регіон юридичний, населений пункт юридичний, адреса юридична, телефон, електронна пошта, Web-сайт, посада керівника, прізвище ім'я по батькові, дата блокування закладу, примітка.

Таблиця 6 – Сутність «ВНЗ»

№	Атрибут	Тип	№	Атрибут	Тип
1	id	int(3)	15	naselen_punkt	varchar(255)
2	name	varchar(255)	16	adresa	varchar(255)
3	kod	varchar(5)	17	index_ur	varchar(5)
4	kod golovного zakladu	varchar(4)	18	katottg_ur	varchar(19)
5	korotka_nazva	varchar(255)	19	region_ur	varchar(255)
6	nazva zakladu_eng	varchar(255)	20	naselen_punkt_ur	varchar(255)
7	rik_zasnuvan	varchar(4)	21	adresa_ur	varchar(255)
8	identfik_kod	varchar(8)	22	telefon	varchar(255)
9	kategoriya_zaklade	varchar(255)	23	email	varchar(255)
10	forma vlasnosti	varchar(255)	24	web_sayt	varchar(255)
11	pidporyadkuv	varchar(255)	25	posada_kerivnika	varchar(255)
12	index	varchar(5)	26	PIB	varchar(255)
13	katottg	varchar(19)	27	data_blok	varchar(10)
14	region	varchar(255)	28	primitka	varchar(255)

Описавши, всі головні сутності й атрибути розроблюваної бази даних для віртуального цифрового асистента, можна визначити зв'язки між сутностями. Уявімо базу даних у вигляді моделі «сутність-зв'язок». Тип використуваного зв'язку «один-до-багатьох». Діаграма «сутність-зв'язок» представлена на рис.4.13.

Після визначення таблиць, полів, індексів і зв'язків між таблицями слід нормалізувати проектовану базу даних. Важливість нормалізації полягає в тому, що вона дозволяє розбити великі відносини, як правило, містять велику надмірність інформації, на дрібніші логічні одиниці. Процес нормалізації включає: усунення повторюваних груп (приведення до 1НФ); видалення частково залежних атрибутів (приведення до 2НФ); видалення транзитивно залежних атрибутів (приведення до 3НФ).

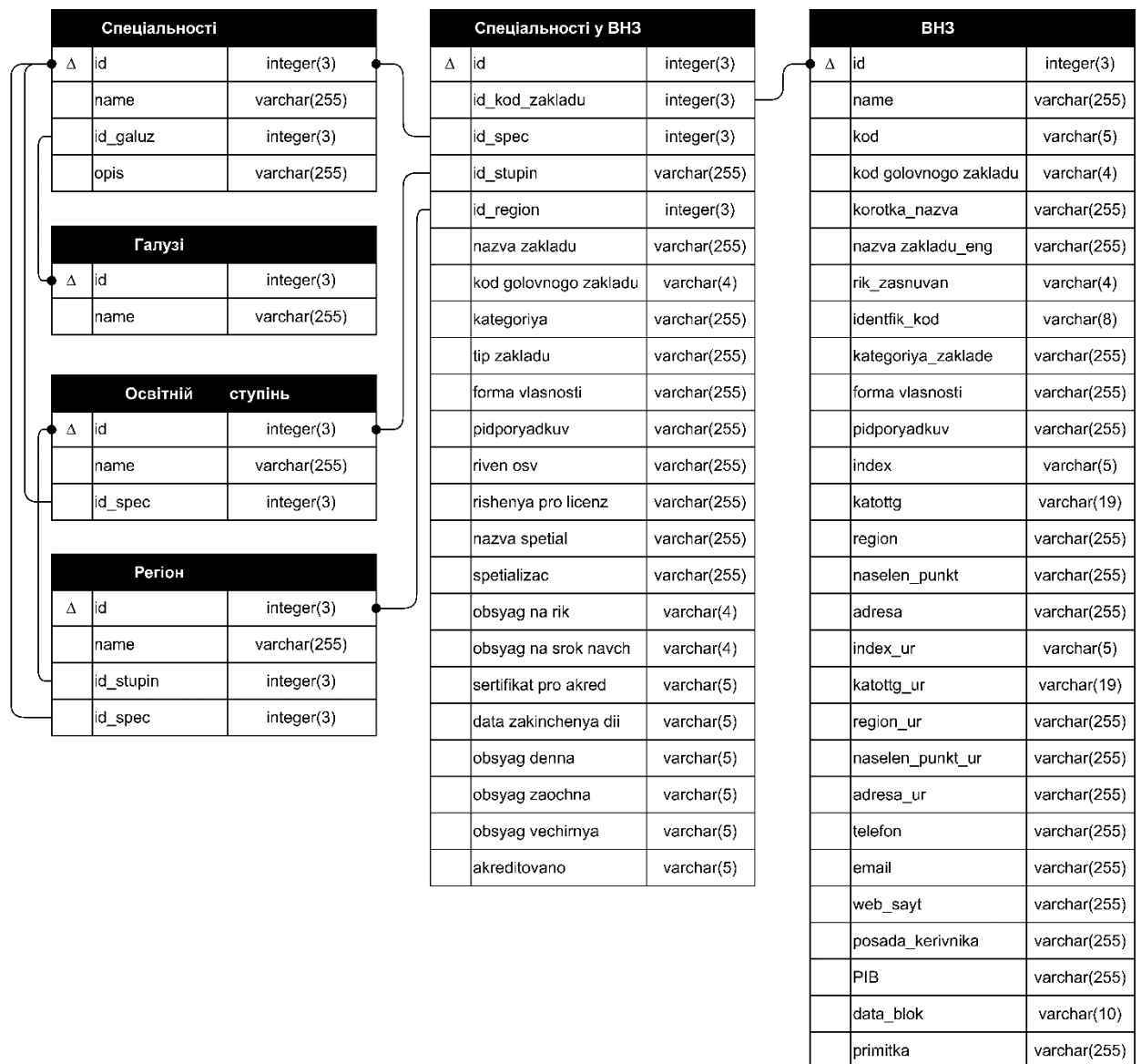


Рисунок 4.13 – Діаграма бази даних «сутність-зв'язок»

Між сутностями «Спеціальності» та «Спеціальності у ВНЗ» існує зв'язок один-до-багатьох: багато спеціальностей належать до однієї спеціальності у ВНЗ. Між сутностями «Освітній ступінь» та «Спеціальності у ВНЗ» існує зв'язок один-до-багатьох: багато освітніх ступенів належать до однієї спеціальності у ВНЗ. Між сутностями «Регіон» та «Спеціальності у ВНЗ» існує зв'язок один-до-багатьох: багато регіонів належать до однієї спеціальності у ВНЗ. Між сутностями «ВНЗ» та «Спеціальності у ВНЗ» існує зв'язок один-до-багатьох: багато ВНЗ належать до однієї спеціальності у ВНЗ. Між сутностями «Галузь» та «Спеціальності» існує зв'язок один-до-багатьох: багато спеціаль-

ностей належать до однієї галузі. Між сутностями «Спеціальності» та «Освітній ступінь» існує зв'язок один-до-багатьох: багато спеціальностей належать до одного освітнього ступеню. Між сутностями «Спеціальності» та «Регіон» існує зв'язок один-до-багатьох: багато спеціальностей належать до одного регіону. Між сутностями «Освітній ступінь» та «Регіон» існує зв'язок один-до-багатьох: багато освітніх ступенів належать до одного регіону.

У результаті проведеного, в ході дипломної роботи, проектування віртуального цифрового асистента для абітурієнтів, що забезпечує засобами мережі Інтернет, визначена архітектура системи, проведено моделювання процесів в системі, розроблена база даних системи. Основним результатом проектування стало реалізація вимог, функціональних можливостей і бізнес-логіки віртуального цифрового асистента для абітурієнтів.

5 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО АСИСТЕНТА «АБІТУРІЄНТ»

Пошук інформації для абітурієнтів починається з першого запуску цифрового асистента у месенджері «Telegram». Для запуску потрібно написати команду «/start». Після даної команди помічник вітається з абітурієнтом та пропонує свою допомогу для вирішення однієї чи іншої задачі, а саме обрати один з двох запропонованих гілок дій «Дізнатись про спеціальності» чи «Дізнатись про навчальні заклади» (рис. 5.1).

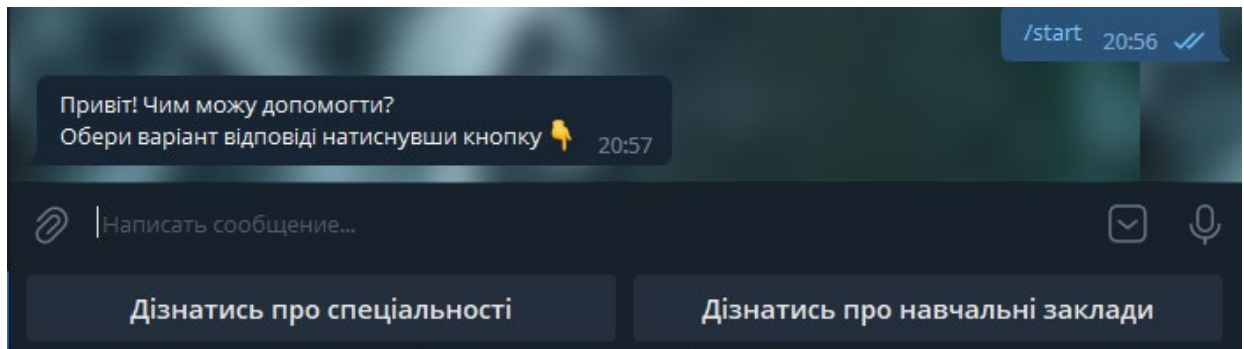


Рисунок 5.1 – Перший запуск віртуального цифрового асистента

5.1 Робота зі сценарієм «Дізнатись про спеціальності»

Дана дія допомагає абітурієнту визначитись з майбутньою професією за допомогою відповідей на запитання. Отже перше що запитає у абітурієнта асистент, це яку галузь знань обере із запропонованих галузей Міністерства освіти і науки України (рис. 5.2).

Наступне питання буде базуватись на основі першої відповіді, так як асистент запропонує абітурієнту визначитись зі спеціальністю. Отже асистент запропонує такі відповіді, які вхожі до раніше обраної галузі знань та входять до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти (рис. 5.3).

Після попередніх пунктів, асистент надішле інформацію щодо попередніх виборів та завдяки кнопкам, які знаходяться під текстовою формою буде чекати наступної команди (рис. 5.4):

- «На початок» – дана команда перемістить абітурієнта з даного місця до початку діалогу (рис. 5.1);
- «До вибора галузі» – дана команда перемістить абітурієнта з даного місця до місця визначення галузі знань (рис. 5.2);
- «До вибора спеціальності» – дана команда перемістить абітурієнта з даного місця визначення спеціальності (рис. 5.3);
- «Про спеціальність» – дана команда перемістить абітурієнта з даного місця до детальної інформації, про обрану раніше спеціальність (рис. 5.5);
- «Продовжити» – дана команда перемістить абітурієнта на наступний крок для вибору освітнього ступеню (рис. 5.6).

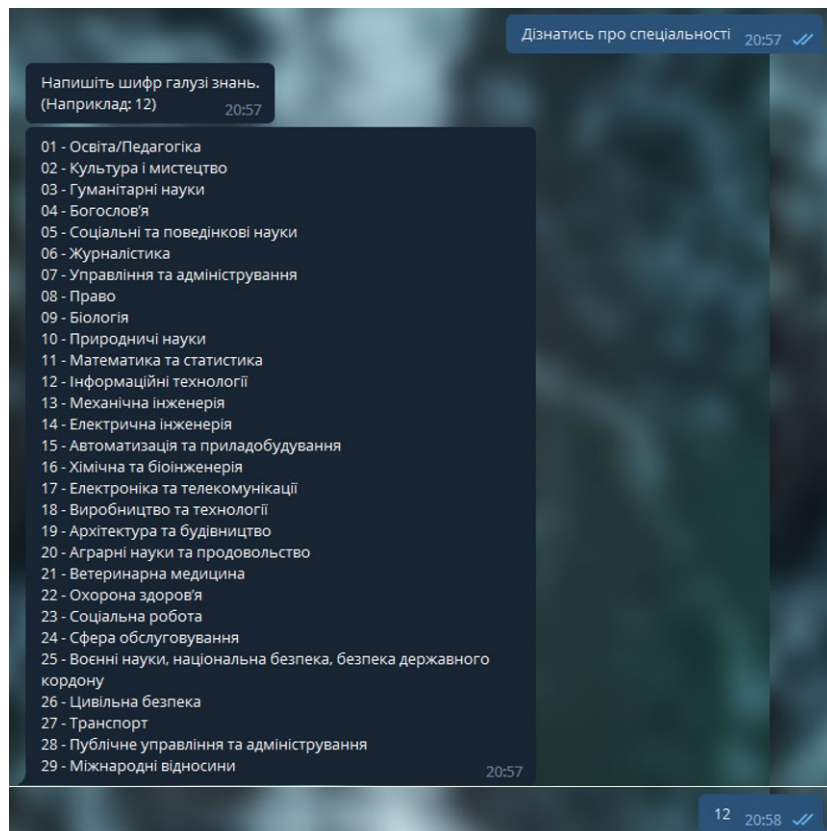


Рисунок 5.2 – Визначення галузі знань

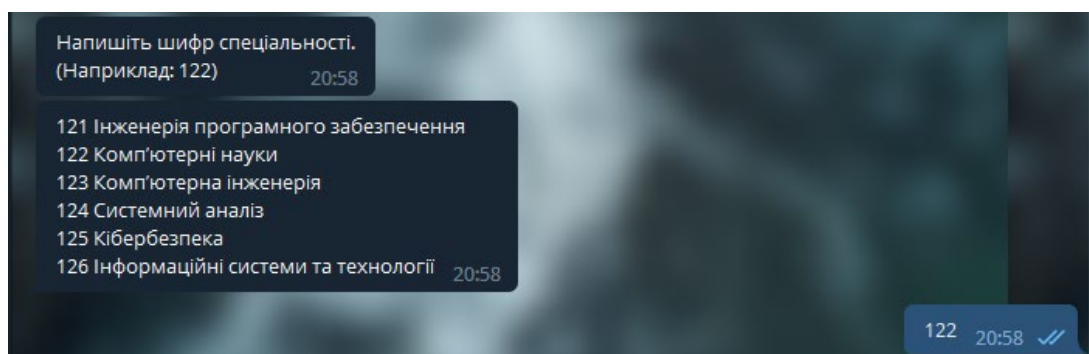


Рисунок 5.3 – Визначення спеціальності;

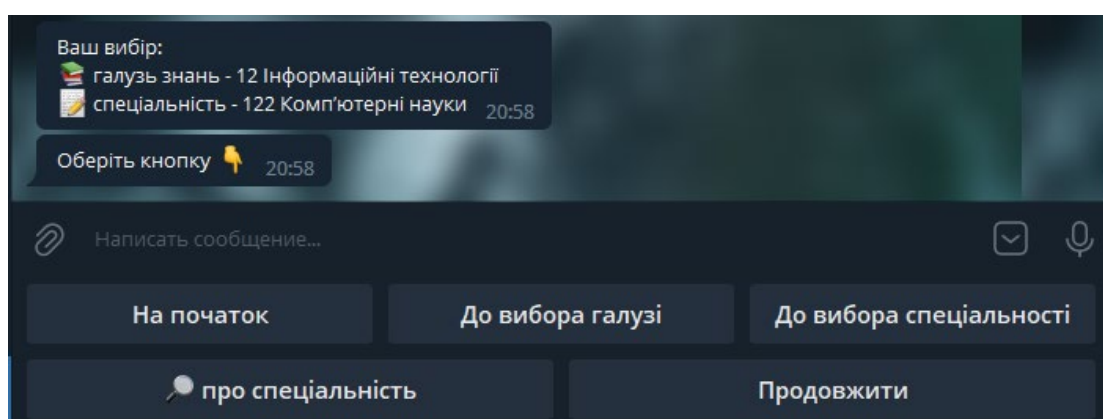


Рисунок 5.4 – Визначення наступної дії

Якщо абітурієнта вибір пав на варіант «Про спеціальність», то асистент видасть інформацію щодо даної, раніше обраної, спеціальності. Ця інформація береться з перевіреного джерела osvita.ua. Повідомлення містить інформацію щодо сфери застосування отриманих навичок, а саме об'єктів професійної діяльності випускника, цілей навчання, теоретичного змісту предметної області, методів, методики та технології (якими має оволодіти здобувач вищої освіти для застосовування на практиці), інструментів та обладнання (об'єктів чи предметів, пристроїв та приладів, які здобувач вчиться застосовувати і використовувати). Також присутня інформація про обсяг освітньої програми, перелік компетентностей випускника (інтегральні, загальні, спеціальні), нормативний зміст підготовки (рис. 5.5). Після ознайомлення з інформацією абітурієнт має

змогу повернутись на початок, до вибора галузі чи спеціальності, або продовжити та перейти на наступний крок алгоритму.

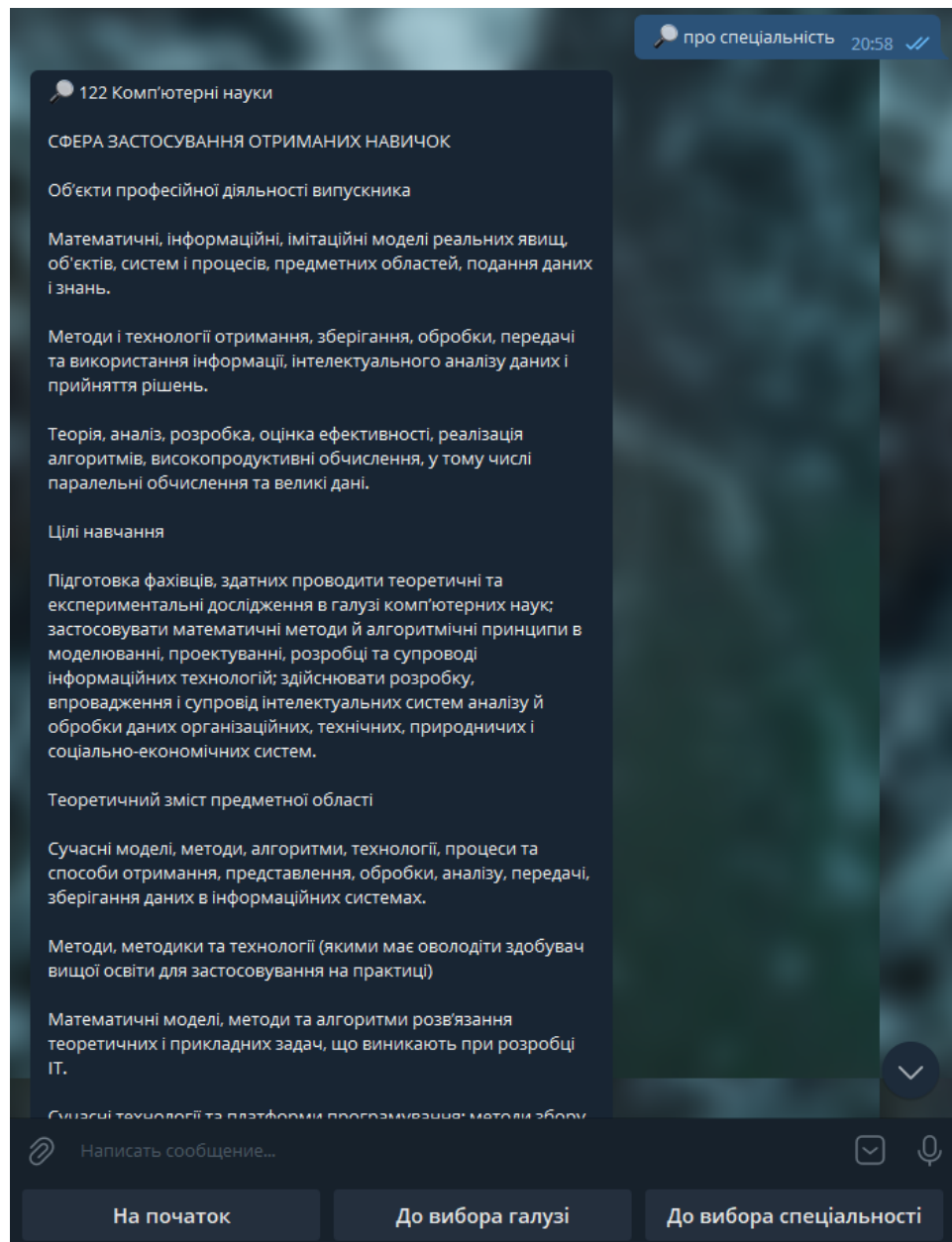


Рисунок 5.5 – Вибрана дія «Про спеціальність»

Наступним етапом після вибору дії «Продовжити», абітурієнт має змогу обрати освітній ступінь, який є по даній, раніше обраній, спеціальності (рис. 5.6). Дану дію він може здійснити натиснувши кнопку з відповідним результатом в нижній частині екрану.

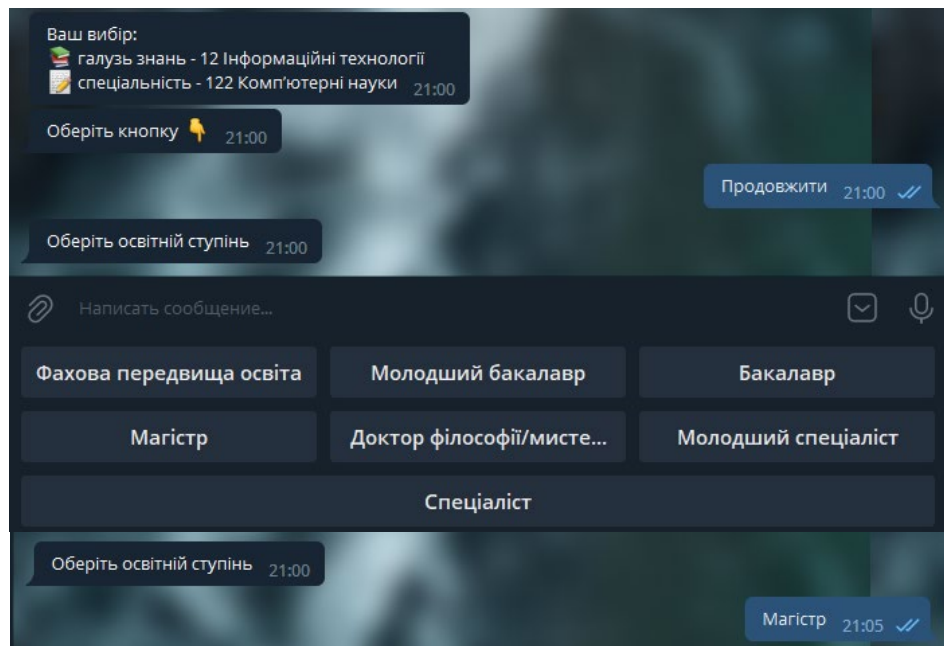


Рисунок 5.6 – Вибір освітнього ступеню

Передостаннім етапом пошуку відповідної інформації буде вибір бажаного регіону для навчання, це потрібно буде зробити написавши місто чи регіон (рис. 5.7).

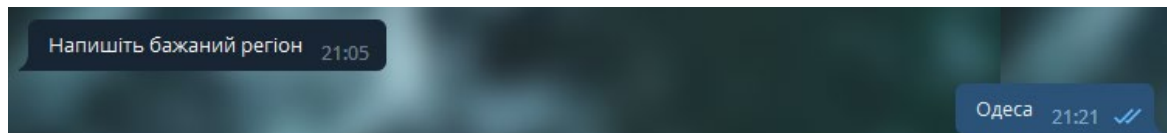


Рисунок 5.7 – Вибір бажаного регіону для навчання

Після усіх минулих етапів, асистент видасть інформацію про вищі навчальні заклади, які найбільшим чином будуть відповідати запитам абітурієнта. На цьому етапі потрібно буде ознайомитись з варіантами, які надішле асистент та обрати цікавий для вас. Обрати потрібно буде написавши спеціальний шифр, який йде попереду назви вищого навчального закладу (рис. 5.8).

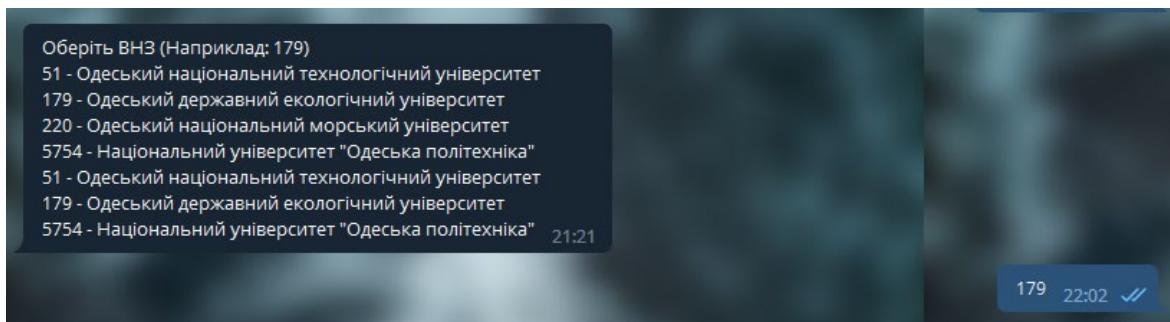


Рисунок 5.8 – Вибір ВНЗ

Після визначення з галуззю знань, спеціальністю, освітнім ступенем, регіоном та ВНЗ, асистент надішле повідомлення з вашими варіантами відповідей. Наступним повідомленням буде інформація про освітні програми які викладаються у раніше обраному ВНЗ та інформація про акредитацію та ліцензування даної програми, а також статистичну інформацію щодо кількості здобувачів даного освітнього ступеню. Також після минулих повідомлень, з'являться кнопки: «На початок» та «Про ВНЗ» (рис. 5.9).

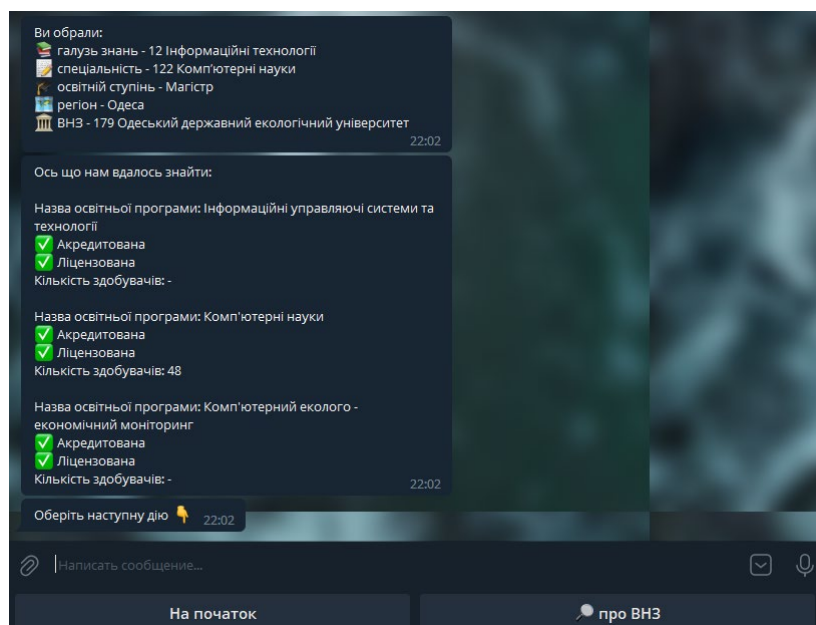


Рисунок 5.9 – Інформація про освітні програми

При натисканні на кнопку «Про ВНЗ» абітурієнту буде доступна така інформація: код закладу в ЄДЕБО; повне найменування; коротку назва; повне

найменування (англ.); ідентифікаційний код; форму власності; найменування органу, до сфери управління якого належить заклад освіти; найменування посади, прізвище, ім'я, по батькові керівника закладу освіти; фактичну адресу; юридичну адресу; телефон / факс; електронну пошту; веб-сайт; ОЦ «Крим-Україна», ОЦ «Донбас-Україна»; військову кафедру; рік заснування (рис. 5.10). На цьому етапі робота даної дії завершується.

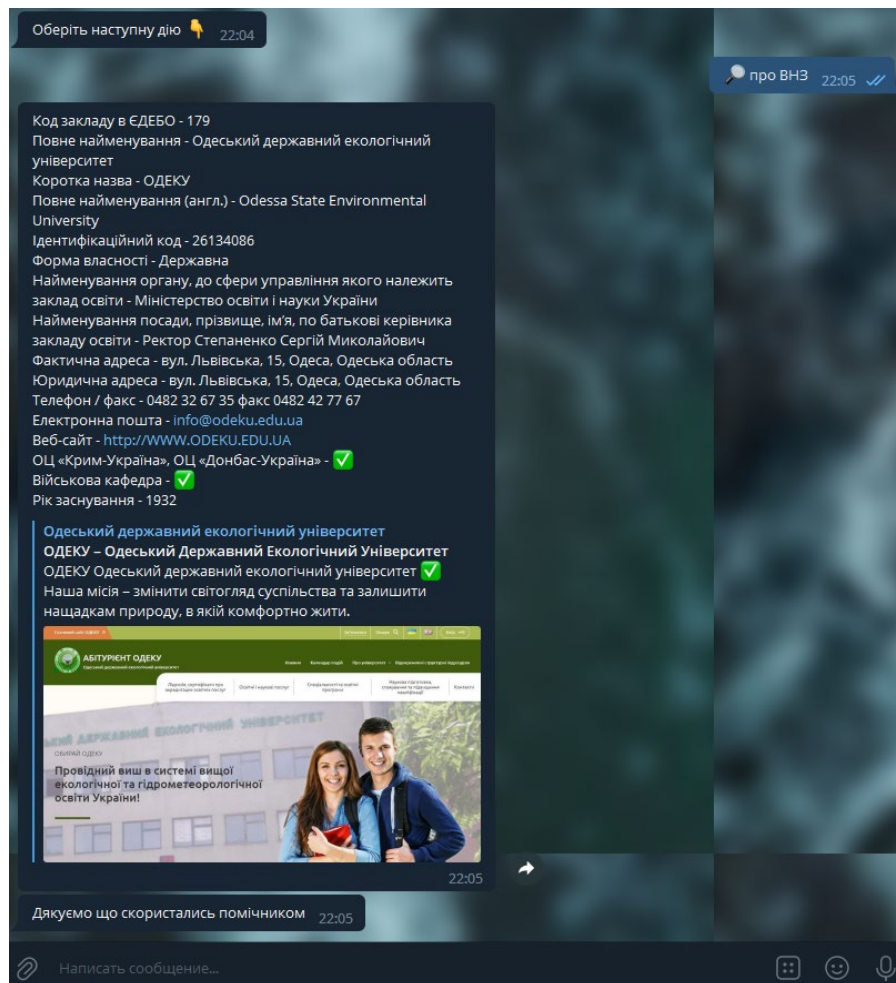


Рисунок 5.10 – Інформація про ВНЗ

5.2 Робота зі сценарієм «Дізнатись про навчальні заклади»

Дана дія потрібна абітурієнту, якщо раніше він вже визначився в якому регіоні хоче навчатись, але вагається обрати конкретну спеціальність, для

цього потрібно буде відповісти на деякі запитання. Отже перше що запитає у абітурієнта асистент, це який регіон обере, для цього потрібно написати назву міста або регіону в текстову строку (рис. 5.11).

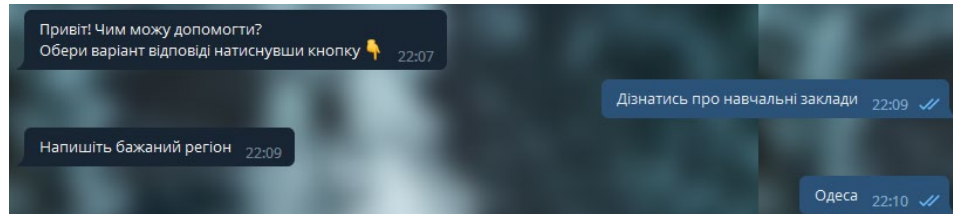


Рисунок 5.11 – Вибір регіону

Наступний етап – це вибір галузі знань, яка присутня у ВНЗ регіону, який абітурієнт обрав на минулому етапі. Після чого асистент надсилає повідомлення з раніше обраною інформацією про галузь знань та регіон (рис. 5.12).

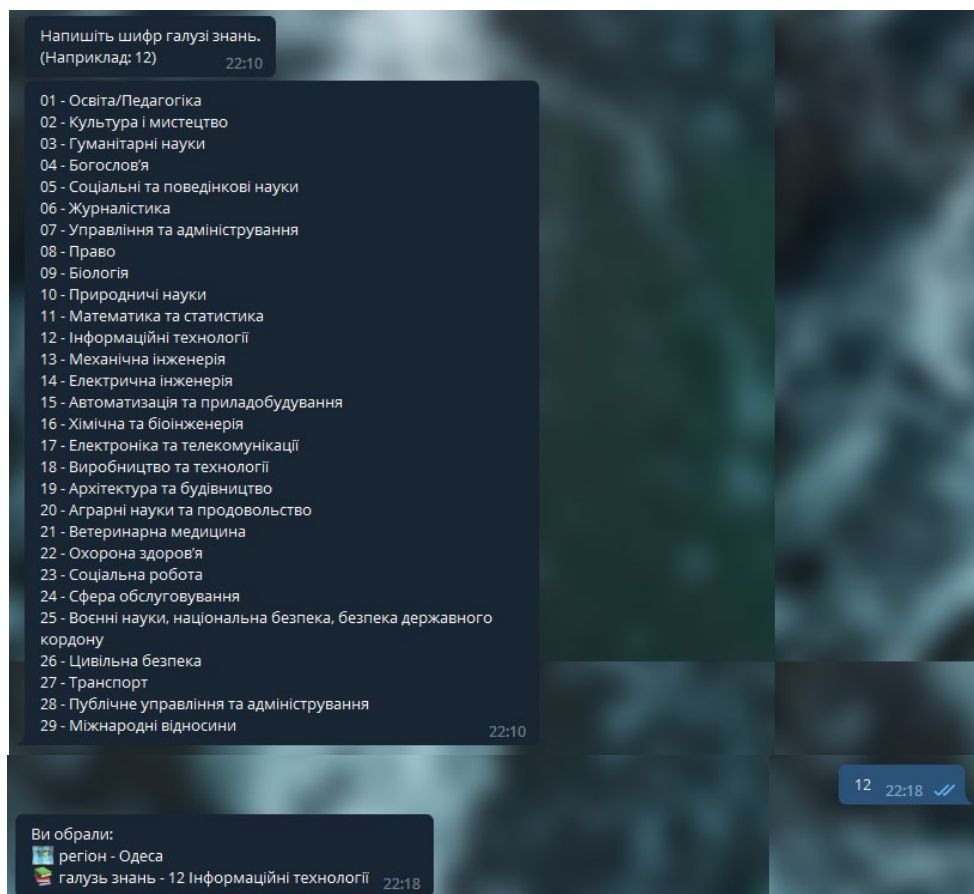


Рисунок 5.12 – Вибір галузі знань

Отже за цими двома критеріями асистент знаходить цілу низку варіантів вищих навчальних закладів конкретного регіону для ознайомлення. Та чекає повідомлення від абітурієнта з потрібним шифром закладу, який він обирає для подальшого ознайомлення (рис. 5.13).

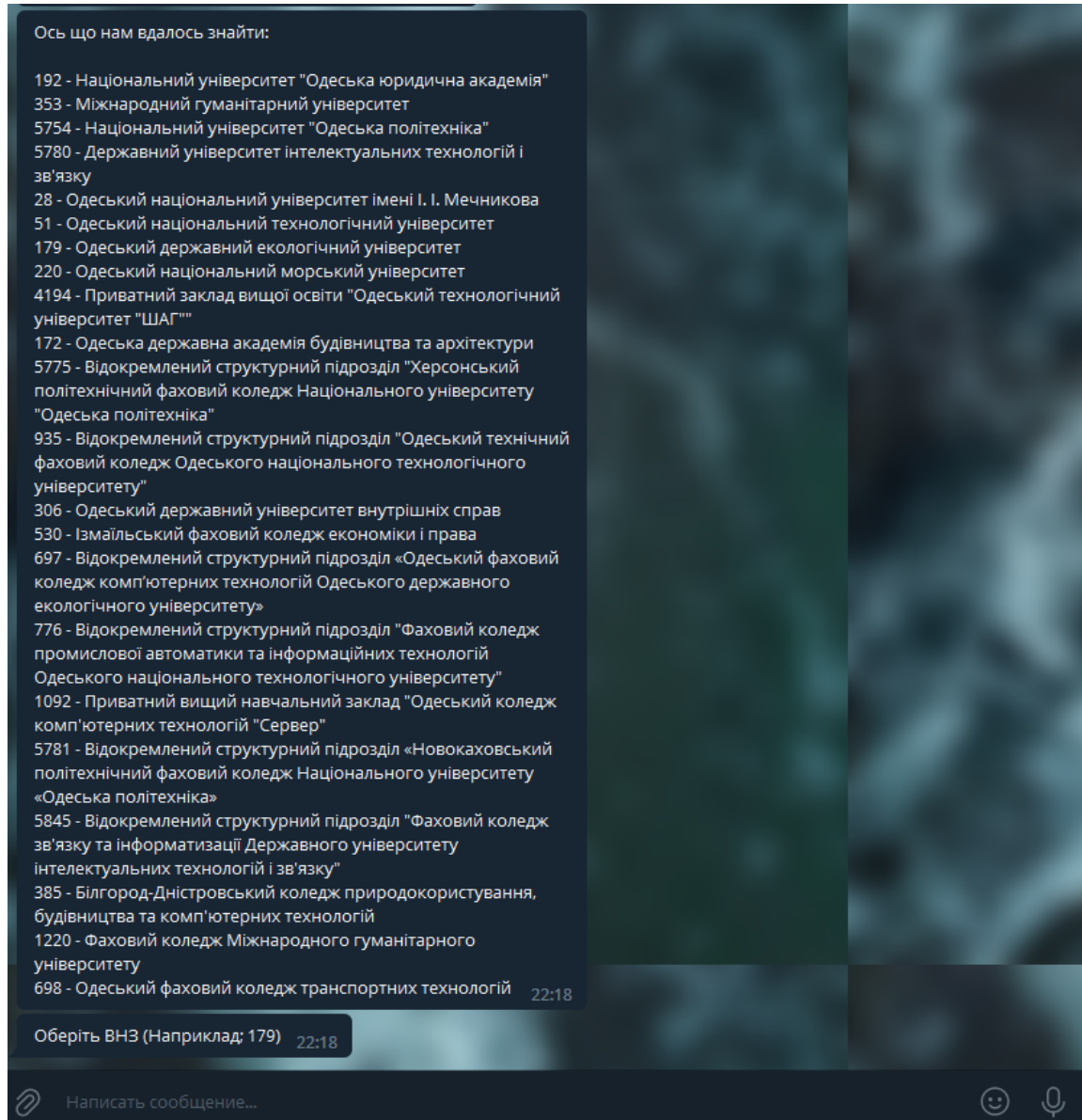


Рисунок 5.13 – Вибір ВНЗ

Після вибору ВНЗ абітурієнту буде доступна така інформація: код закладу в ЄДЕБО; повне найменування; коротку назва; повне найменування (англ.); ідентифікаційний код; форму власності; найменування органу, до сфери управління якого належить заклад освіти; найменування посади, при-

звище, ім'я, по батькові керівника закладу освіти; фактичну адресу; юридичну адресу; телефон / факс; електронну пошту; веб-сайт; ОЦ «Крим-Україна», ОЦ «Донбас-Україна»; військову кафедру; рік заснування (рис. 5.14).

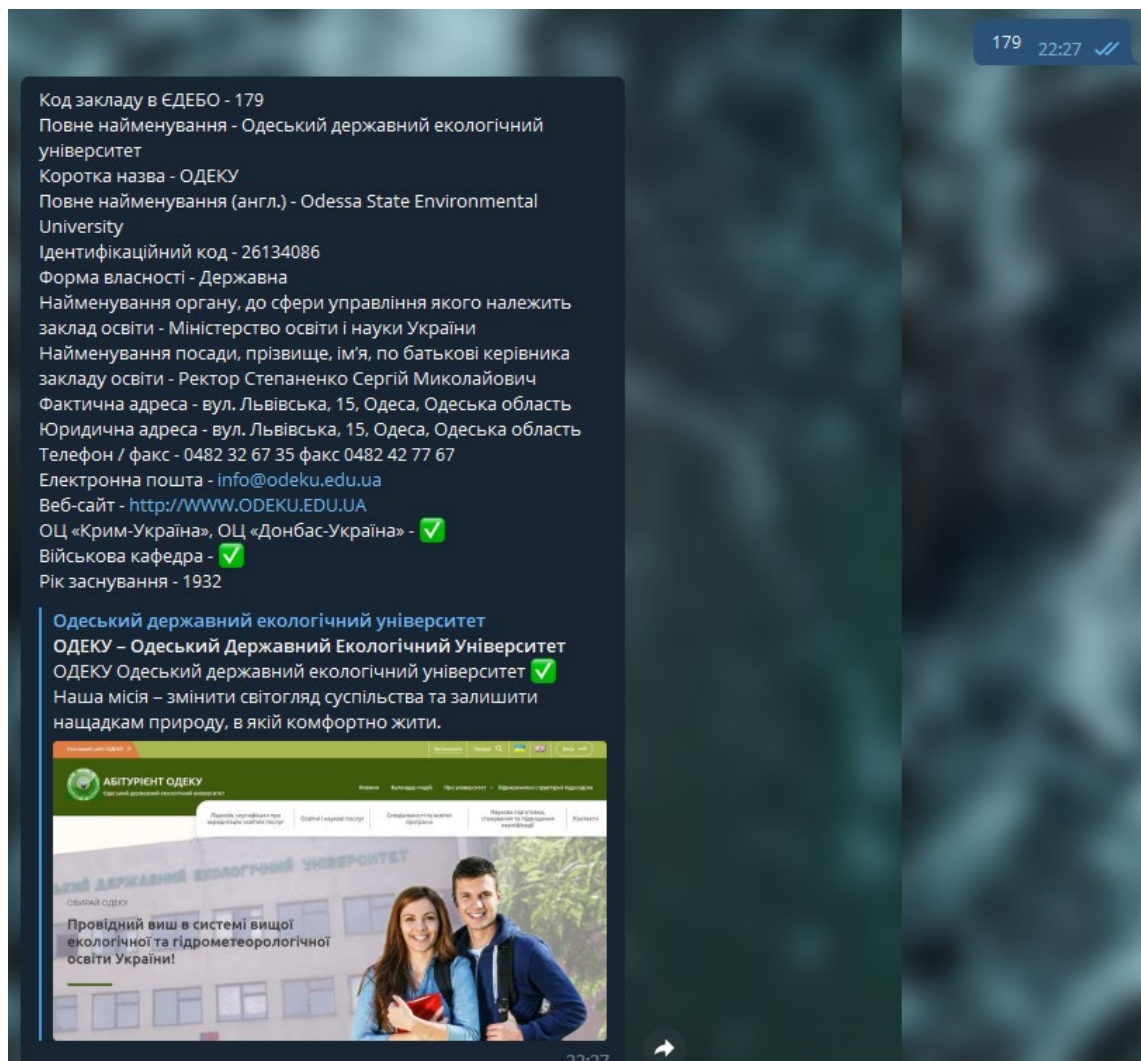


Рисунок 5.14 – Інформація про ВНЗ

Та одразу наступним повідомленням прийде інформація про спеціальності, які викладаються у раніше обраному закладі за раніше обраною галуззю знань. Також окрім інформації про назву спеціальності є інформація про освітній ступінь, бузу вступу, та статистику минулих років, таку як кількість абітурієнтів вступивших на або денну, або заочну, або вечірню, або бюджетну чи

контрактну форму навчання (рис. 5.15). На цьому етапі робота даної дії завершується.

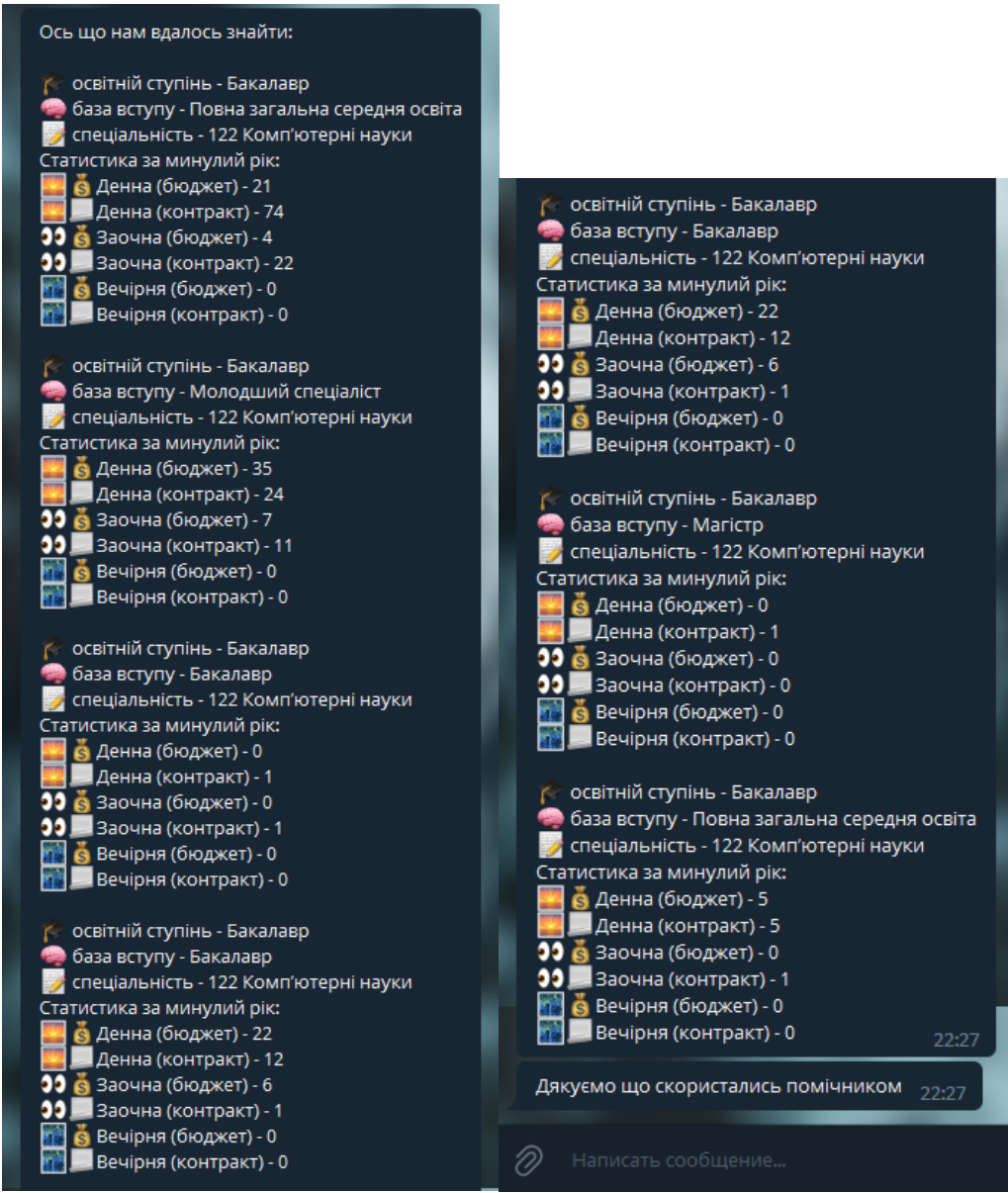


Рисунок 5.15 – Інформація про спеціальності

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної магістерської роботи було проведено проектування та розробка віртуального цифрового асистенту «Абітурієнт» на базі сервісу Flow XO, що дозволило вирішити питання зростаючого попиту користувачів на персоналізоване, швидке і актуальне інформування засобами віртуального асистента, щодо питань надання освітніх послуг вищими навчальними закладами. Створений віртуальний цифровий асистент «Абітурієнт» надає актуальну інформацію з питань галузей знань, освітніх рівнів, форм навчання, вартості освітніх послуг, спеціальностей, освітніх програм за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти різними навчальними закладами України.

При виконанні роботи проведено дослідження технологій розробки та аналіз методів, алгоритмів розробки віртуальних цифрових асистентів, здійснено вибір платформ реалізації, архітектурних рішень та моделей функціонування цифрового асистента «Абітурієнт», виконано програмну реалізацію цифрового асистента з використанням сервісу Flow XO.

Застосування цифрового асистента «Абітурієнт» дозволить користувачам здійснювати швидкий пошук та доступ до актуальної інформації, засобами автоматизації діалогових процесів для майбутніх абітурієнтів навчальних закладів України. Практична цінність роботи полягає в тому, що створений віртуальний цифровий асистент надає майбутнім абітурієнтам швидкий та зручний засіб автоматизованого пошуку необхідної інформації, що безумовно сприяє ефективному проведенню вступних компаній навчальними закладами та залученню зацікавлених абітурієнтів до вищих навчальних закладів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. А. Литвин, В. Величко, В. Каверинський. Розробка архітектури інтелектуального чат-бота, 2019. – 199 с. – ISBN 946-4-4875-2543-0.
2. Д. Р. Філонов, Д. Ю. Чалий, Д. М. Мурін, В. Г. Дурнєв, В. А. Соколов. Питання-відповіді система для підтримки абітурієнтів з використанням з тимчасових месенджерів, Модел. та аналіз інформ. систем, 2018. – 411-420 с. – ISBN 975-1-5425-2354-1.
3. Markets R.A. Intelligent Virtual Assistant (IVA) Market - Growth, Trends, and Forecast. – Global: Global, 2021. – 110 с. – ISBN 845-6-2458-4265-5.
4. Gartner I. Virtual Customer Assistants Market Gartner. – Global: Global, 2017. – 67 с. – ISBN 845-6-2356-4521-2.
5. Акуліч М. В. Чат-боти та маркетинг. Київ: Ridero, 2019. – 180 с. – ISBN 978-5-4490-7160-6.
6. Джанарсанам С. Розробка чат-ботів та розмовних інтерфейсів. Київ: ДМК Пресс, 2019. – 340 с. – ISBN 978-5-97060-542-4.
7. Гадяцький І. А. Технології розробки інтерактивних цифрових помічників: Матеріали VI-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук, 25-26 червня 2022 р. Одеса: ОДЕКУ, 2022. – 18-19 с. – ISBN 978-966-186-155-7
8. Ihor K. Архітектура складних інтерактивних цифрових помічників. habr.com. – 2018. – URL: <https://habr.com/post/429638/> (дата звернення: 04.10.2022)
9. Карлін Л. Програмні боти. osp.com. – 2018. – URL: <https://www.osp.com/os/2018/01/13053935> (дата звернення: 04.10.2022)
10. 10 най інноваційних чат-ботів у мережі. Affde.com – 2020. – URL: <https://www.affde.com/ru/chatbots.html> (дата звернення: 04.10.2022)
11. Як працює інтерактивний цифровий помічник для сайту: технології створення, схеми, алгоритми живого інтерактивного цифрового помі-

- чника. Envybox.io – 2020. – URL: <https://envybox.io/blog/kak-rabotaet-chat-bot/> (дата звернення: 17.10.2022)
12. Волкова Д. Інтерактивний цифровий помічник для бізнесу. texterra.ua – 2021. – URL: <https://texterra.ua/blog/chat-boty-dlya-biznesa-stsenarii-ispolzovaniya-servisy-a-takzhe-udachnye-i-ne-ochen-keysy-kompaniy.html> (дата звернення: 17.10.2022)
13. Плюси та мінуси використання інтерактивних цифрових помічників у бізнесі. Просування – 2021. – URL: <https://xn--b1adeadlc3bdjl.kz/pljusy-i-minusy-ispolzovaniya-chat-botov-v-biznese/> (дата звернення: 20.10.2022)
14. Інтерактивний цифровий помічник. Що це і навіщо потрібне бізнесу? shcherbakovs.com – 2018. – URL: <https://shcherbakovs.com/chat-bots-whatisit-and-whyyouneedit/> (дата звернення: 20.10.2022)
15. Що таке інтерактивний цифровий помічник і як його зробити. mnews.agency – 2022. – URL: <https://mnews.agency/blog/kak-sdelat-chat-bota-dlya-facebook-i-telegram> (дата звернення: 20.10.2022)
16. Як побудувати масштабовану архітектуру інтерактивного цифрового помічника з нуля в 2020. chatbots.studio. – 2020. – URL: <https://chatbots.studio/blog/how-to-build-a> (дата звернення: 21.10.2022)
17. Як правильно обрати архітектуру чат-бота. proglib.io. – 2020. – URL: <https://proglib.io/p/otlichaetsya-umom-i-soobrazitelnostyu-kak-pravilno-vybrat-arhitekturu-chat-bota-2020-09-14> (дата звернення: 21.10.2022)
18. Про користь чат-бота. tanix.ua. – 2021. – URL: <https://tanix.ua/blog/tehnology/o-polze-chatbota> (дата звернення: 21.10.2022)
19. Розробка і впровадження чат-ботів. avada-media. – 2021. – URL: <https://avada-media.ua/services/chat-bot/> (дата звернення: 21.10.2022)
20. Розробка чат-ботів. roi4cio.com. – 2021. – URL: <https://roi4cio.com/categories/category/razrabotka-chat-botov/> (дата звернення: 01.11.2021)