

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук

Рекомендовано до захисту:

протокол засідання кафедри

№ ____ від ____ . ____ .2023 р.

Завідувач кафедри МСіТ

Ткачук М.В.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему «Моделі та методи штучного інтелекту в процесах розробки
програмних систем «Розумного будинку»

Захищено на засіданні ЕК № ____

протокол № ____ від ____ . ____ .2023 р.

Оцінка ____ / ____

Голова ЕК

Чалий С.Ф.

Виконав:

студент 4 курсу, групи КС- 43

Спеціальності:

122 Комп'ютерні науки

Савченко Роман Вікторович

Керівник д.ф. з комп'ютерних наук

Товстокоренко О.Ю

Рецензент _____

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: 45 с., 2 табл., 4 рис., 19 джерел, 3 додатки.

Робота присвячена дослідженню моделей та методів штучного інтелекту в процесах розробки програмних систем «Розумного будинку». Ця робота є дослідженням в області застосування методів штучного інтелекту в системах «Розумний будинок».

Досліджено застосування методів штучного інтелекту в системах "Розумний будинок". Починаючи з вивчення способів впровадження штучного інтелекту в процес розробки ПЗ для таких систем, проаналізовані функціональні вимоги, що ставляться до ПЗ "Розумний будинок" і можуть бути задоволені через використання штучного інтелекту.

Було розглянуто інструменти, які можуть бути використані для застосування методів та моделей штучного інтелекту в процесі розробки. Основна частина роботи зосереджена на розробці підходів до застосування штучного інтелекту в процесах розробки ПЗ, зокрема на створення сценаріїв автоматизації систем "Розумний будинок". Значний акцент зроблено на аналіз ефективності та показників якості цих підходів.

Ключові слова: ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, СХЕМА, ПІДХІД.

ANNOTATION

Explanatory note to the thesis: 45 p., 2 table, 4 figures, 19 sources, 3 appendixes.

The work is devoted to the study of models and methods of artificial intelligence in the processes of developing software systems of the "Smart Home". This work is a study in the field of application of artificial intelligence methods in "Smart Home" systems.

The application of artificial intelligence methods in "Smart Home" systems is investigated. Starting with the study of ways to introduce artificial intelligence into the software development process for such systems, the functional requirements for Smart Home software that can be met through the use of artificial intelligence are analyzed.

The tools that can be used to apply artificial intelligence methods and models in the development process were considered. The main part of the work is focused on developing approaches to the use of artificial intelligence in software development processes, in particular, on creating scenarios for the automation of Smart Home systems. Considerable emphasis is placed on analyzing the efficiency and quality indicators of these approaches.

Key words: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, SMART HOME, MODELS AND METHODS, EFFICIENCY, SCHEME, APPROACH.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	10
1.1 Особливості застосування методів штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок».....	10
2 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	18
2.1 Аналіз функціональних вимог до ПЗ «Розумний будинок», що можуть бути розробленими з використанням методів штучного інтелекту	18
2.2 Аналіз інструментальних засобів для застосування методів та моделей штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок».....	20
3 РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСАХ РОЗРОБКИ ПЗ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ ДІМ»	26
3.1 Розробка підходу до застосування методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем «Розумний будинок»	26
3.2 Дослідження ефективності застосування запропонованого підходу до застосування методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем «Розумний будинок»	36
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	41
ДОДАТОК А. ДІАГРАМА ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	43
ДОДАТОК Б. ПРОДОВЖЕННЯ ДІАГРАМИ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	44

ДОДАТОК В. USE-CASE ДІАГРАМА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ПЗ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	45
---	----

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПЗ	– програмне забезпечення,
СУБД	– система управління базами даних,
ШІ	– штучний інтелект,
IoT-пристрої	– (Internet of Things) пристрої інтернет речей,
AWS	– (Amazon Web Services) хмарні сервіси амазон,
CBR	– (Cased Based Reasoning) аргументація на основі конкретних прикладів,
UX	– (User Experience) користувацький досвід,
UI	– (User Interface) користувацький інтерфейс.

ВСТУП

Використання концептів та методів штучного інтелекту при створенні програмних рішень для «Розумного будинку» є важливим питанням, враховуючи їх значний потенціал для поліпшення якості життя, комфорту і безпеки мешканців [1, 2]. Такі системи допомагають оптимізувати споживання енергії, завдяки автоматичному регулюванню різних параметрів, таких як температура та освітлення, враховуючи денний світло та присутність людей у приміщенні.

Системи «Розумного будинку», що використовують штучний інтелект, мають здатність адаптуватися до поведінки користувачів, аналізуючи та відповідаючи на їхні індивідуальні потреби та звички [1, 3]. Це може включати навчання вподобань мешканців, рекомендації для оптимального розкладу температури, освітлення та інших параметрів. Штучний інтелект може працювати разом з різними пристроями та сенсорами через Інтернет речей (IoT), що дозволяє розумному будинку збирати та обробляти дані з цих пристроїв.

Об'єктом роботи є програмні системи «Розумний будинок», що використовують моделі та методи штучного інтелекту. Предметом роботи є методи, моделі та інструментальні засоби штучного інтелекту, які використовуються в розробці та реалізації цих систем.

Завдання дипломної роботи полягає у вивченні та аналізі використання моделей та методів штучного інтелекту в програмних системах «Розумний будинок», розробці підходу до застосування штучного інтелекту в процесах розробки та автоматизації систем «Розумний будинок».

Метою роботи є покращення ефективності розробки та функціоналу програмних систем «Розумний будинок» за допомогою застосування методів штучного інтелекту. Робота включає аналіз актуальних проблем і методів

застосування штучного інтелекту в цих системах, а також розробку підходу до створення сценаріїв автоматизації.

Використання штучного інтелекту в системах "Розумний будинок" може привести до значного зниження витрат на управління та обслуговування цих будівель. Це стає можливим завдяки автоматизації множини процесів, які раніше вимагали постійного людського втручання або нагляду. Автоматизація може стосуватися різних аспектів експлуатації розумного будинку, включаючи контроль за енергоспоживанням, системами безпеки, освітленням та температурою.

Окрім зниження витрат, використання штучного інтелекту може суттєво полегшити використання розумних будинків для їхніх мешканців. Це досягається через створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів, які допомагають користувачам легко взаємодіяти з технологіями будинку. Більше того, штучний інтелект може допомогти в автоматичному виконанні рутинних задач, таких як управління освітленням або регулювання температури, відповідно до пристосовуваного графіка або відповідно до певних сценаріїв. Це забезпечує зручність та комфорт для користувачів, дозволяючи їм зосередитися на більш важливих аспектах свого життя.

У цілому, впровадження штучного інтелекту в розумні будинки стає все більш поширеним і це може стати важливою тенденцією в розвитку сучасних технологій та будівництва. Актуальність проблеми застосування моделей та методів штучного інтелекту в розробці програмних систем «Розумний будинок» впливає зі зростання популярності розумних будинків та інтеграції IoT-пристроїв у повсякденне життя людей. Це сприяє забезпеченню комфорту, безпеки, енергоефективності та екологічності проживання в таких будинках [1, 2].

Застосування штучного інтелекту у програмних системах «Розумний будинок» дозволяє автоматизувати та оптимізувати процеси, покращити

класифікацію та інтеграцію пристроїв IoT, забезпечити високий рівень кібербезпеки та сприяти розробці голосових помічників та рекомендаційних систем [3 - 5].

Крім того, актуальність застосування штучного інтелекту у системах «Розумний будинок» пов'язана з потребою розробки та підтримки програмного забезпечення, яке відповідає потребам користувачів та дозволяє легко кастомізувати функціональність будинку [2, 6].

Також важливим аспектом є розробка пояснюваного штучного інтелекту, який допомагає користувачам краще розуміти роботу системи та контролювати її, що забезпечує зворотний зв'язок для покращення алгоритмів та систем. Наведено у праці [3].

Оглядаючи наведені джерела, можна зробити висновок, що актуальність проблеми застосування моделей та методів штучного інтелекту в розробці програмних систем «Розумний будинок» відображається в потребі розробки нових технологій та підходів для створення комфортних, ефективних та інтелектуальних середовищ проживання.

Застосування штучного інтелекту може допомогти досягти цієї мети шляхом автоматизації процесів, підвищення безпеки, полегшення інтеграції пристроїв та сенсорів, а також надання рекомендацій та асистування користувачам у керуванні своїм домом. Ці методи спільно працюють на створення комфортних, безпечних та енергоефективних середовищ для проживання, розширюючи можливості інтелектуального управління будинком і покращуючи якість життя мешканців.

1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Особливості застосування методів штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок»

Адаптація – це процес або здатність системи, організму або особи до змін у навколишньому середовищі або умовах [1]. В контексті штучного інтелекту та систем «Розумного будинку», адаптація відноситься до здатності системи змінювати свою поведінку або реакції на основі нової інформації, навчання або досвіду, щоб покращити свою ефективність або доцільність.

Адаптивні системи - це системи, які мають здатність до самоналаштування і адаптації до змін у своєму середовищі або умовах. В контексті «розумних будинків», адаптивні системи використовують штучний інтелект, щоб аналізувати дані, вивчати звички та потреби користувачів, і, на основі цього, автоматично змінювати свої налаштування, щоб покращити ефективність, комфорт або безпеку [1, 6].

Особливості застосування методів штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок» можна виділити на декілька ключових аспектів:

Адаптивність та індивідуалізація в системах «Розумний будинок» відіграють важливу роль, оскільки вони впливають на зручність користування та персоналізацію досвіду користувача. Завдяки методам штучного інтелекту, системи «Розумний будинок» можуть вчитися від даних користувачів та адаптуватися до їх потреб та вподобань.

Штучний інтелект в системах «Розумний будинок» використовує алгоритми машинного навчання, щоб вчитися від поведінки користувача, його вподобань та звичок. Це може включати аналіз даних про час, коли користувач зазвичай повертається додому, його звички щодо використання освітлення,

опалення та інших пристроїв у будинку. Ці дані потім використовуються для створення індивідуальних налаштувань та сценаріїв для кожного користувача.

III в системах «Розумний будинок» може автоматично адаптуватися до змін у поведінці користувача. Наприклад, якщо користувач змінив свій розпорядок дня, система зможе виявити цю зміну та автоматично внести відповідні налаштування в режими освітлення, опалення та інших систем. Це забезпечує максимальну зручність та ефективність використання системи.

На основі даних користувача, система може створювати високо персоналізовані сценарії та рекомендації. Наприклад, вона може автоматично включати улюблену музику користувача, коли він повертається додому, або регулювати температуру в кімнатах відповідно до його персональних вподобань. Це створює унікальний та приємний досвід використання, який може значно поліпшити комфорт життя користувача.

Додатково до реагування на поточні потреби користувача, штучний інтелект може також використовувати історичні дані та аналітику для прогнозування майбутніх потреб. Наприклад, він може виявити, що користувач зазвичай підвищує температуру опалення після повернення з роботи, і автоматично зробити це перед прибуттям користувача, забезпечуючи таким чином максимальний комфорт.

На кінець, штучний інтелект також може навчатися від своїх помилок та корегувати свою поведінку відповідно. Якщо система зробила неефективне або небажане налаштування, вона може використати цю інформацію для уникнення подібних помилок у майбутньому [7].

Отже, адаптивність та індивідуалізація є ключовими аспектами застосування штучного інтелекту в системах «Розумний будинок». Вони дозволяють системі краще відповідати на потреби користувача, поліпшуючи тим самим зручність та ефективність використання.

Ефективність керування в контексті застосування методів штучного інтелекту в системах «Розумний будинок» відноситься до оптимізації використання ресурсів, зокрема енергії, що може призвести до зниження витрат. Наведено у праці [1, 2].

Застосування штучного інтелекту може допомогти в автоматизації процесів керування ресурсами, дозволяючи системі самостійно налаштовувати і контролювати різні аспекти роботи будинку. Це може включати керування системами освітлення, опалення, охолодження та іншими пристроями на основі даних про звички та вподобання користувачів, а також з урахуванням зовнішніх факторів, таких як погодні умови.

Одним з ключових аспектів ефективності керування є енергоефективність. Методи машинного навчання можуть бути використані для прогнозування та аналізу споживання енергії, що дозволяє системі оптимізувати її використання. Наприклад, система може вчитися виключати освітлення в певних кімнатах, коли вони не використовуються, або регулювати температуру опалення в залежності від того, чи є люди в будинку.

Також система може використовувати аналіз даних для планування оптимального режиму роботи різних пристроїв. Наприклад, вона може виявляти, коли електроенергія є найдешевшою, і запускати певні пристрої, такі як пральна машина або посудомийна машина, під час цих періодів.

Отже, штучний інтелект може значно підвищити ефективність керування в системах «Розумний будинок», допомагаючи оптимізувати використання ресурсів, покращувати енергоефективність та знижувати витрати. Така автоматизована система керування не тільки сприяє більш стійкому та відповідальному використанню ресурсів, але й може суттєво полегшити повсякденне життя користувачів, автоматизуючи рутинні задачі та адаптуючись до індивідуальних потреб і вподобань.

Безпека в системах «Розумний будинок» є одним із ключових пріоритетів, і штучний інтелект може значно сприяти підвищенню цього параметру. Його можна застосувати для виявлення аномалій та потенційних загроз, що дозволить вчасно виявляти та реагувати на небезпечні ситуації, зокрема на спроби кібератак.

Штучний інтелект може використовуватися для виявлення аномальної активності, яка може вказувати на несанкціонований доступ до системи. За допомогою алгоритмів машинного навчання система може вчитися розпізнавати звичайні шаблони поведінки та виявляти відхилення від них. Це може включати несвоєчасні спроби входу в систему, незвичайні запити на доступ до даних або незвичайні зміни в налаштуваннях системи [9].

Штучний інтелект може також допомогти в розробці ефективних механізмів захисту від кіберзлочинців. Системи «Розумний будинок» можуть бути цільовими для кібератак, що мають на меті викрасти особисті дані, здійснити шахрайство або завдати шкоди системі. Штучний інтелект може допомогти в розробці розширених систем виявлення загроз, які можуть виявляти та блокувати такі атаки [10].

Крім реагування на поточні загрози, штучний інтелект може також допомогти в розробці проактивних механізмів захисту. Це може включати використання передбачувального аналізу для прогнозування потенційних векторів атак або виявлення слабких місць в системі. Завдяки цьому можна заздалегідь вжити заходів для зміцнення захисту системи і попередити потенційні атаки [11].

Штучний інтелект може також використовуватися для підвищення контролю над приватними даними користувача. Системи «Розумний будинок» збирають великі обсяги даних, які можуть включати особисту інформацію. Штучний інтелект може допомогти в розробці механізмів, які забезпечують,

що ці дані використовуються виключно для покращення роботи системи і не витікають за її межі.

Таким чином, ШІ може значно підвищити безпеку систем «Розумний будинок», допомагаючи виявляти та відвертати потенційні загрози, забезпечувати захист від кібератак та контролювати приватність даних користувача.

Прозорість та інтерпретованість в контексті штучного інтелекту та систем «Розумний будинок» відносяться до здатності системи робити рішення зрозумілими та доступними для користувача. Це означає, що користувач має можливість зрозуміти, як система приймає рішення та як вона використовує отримані дані [3].

Інтерпретованість – це один із ключових аспектів довіри до систем штучного інтелекту. В системах «Розумний будинок», це може означати, наприклад, ясне роз'яснення того, як система визначає оптимальний режим освітлення або температури, використовуючи дані користувача та зовнішні умови. Користувач може побачити, які дані використовуються для прийняття рішення, і має змогу керувати цим процесом, вносячи корективи або задаючи свої власні умови [12].

Прозорість в цьому контексті включає не тільки зрозумілість процесів прийняття рішень, але й прозорість у використанні даних. Це означає, що користувачі мають повне розуміння того, які їх дані використовуються, і можуть контролювати цей процес.

Використання методів штучного інтелекту може значно підвищити прозорість та інтерпретованість систем «Розумний будинок». Пояснювальні моделі штучного інтелекту можуть надавати інформацію про те, які фактори враховуються при прийнятті рішень, а механізми прозорості даних можуть допомогти користувачам краще розуміти, як їх особиста інформація використовується системою.

Гнучкість та інтеграція є важливими аспектами використання штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок». Ці аспекти спрямовані на створення систем, які можуть легко адаптуватися до нових умов та інтегрувати нові технології [9].

Гнучкість є особливо важливою, оскільки вона дозволяє системам «Розумний будинок» адаптуватися до постійно змінюваних потреб користувачів та нових технологічних тенденцій. Штучний інтелект, особливо методи машинного навчання, можуть допомогти у розробці модульних систем, які можуть навчатися і адаптуватися до нових умов без необхідності в значних змінах архітектури системи. Це означає, що система може продовжувати працювати ефективно незважаючи на зміни у вимогах або технологіях.

Інтероперабельність також важлива для «Розумного будинку», оскільки це дозволяє системам легко співпрацювати з новими пристроями та сервісами. Це може включати підключення нових розумних пристроїв до системи, інтеграцію з іншими домашніми системами або навіть співпрацю з зовнішніми сервісами, такими як ті, що надають прогноз погоди або трафіку. Штучний інтелект може допомогти у вирішенні складних проблем інтеграції, аналізуючи дані з різних джерел та визначаючи найкращі способи їх об'єднання.

Відповідно до дослідження [9], методи штучного інтелекту допомагають у підтримці різних стандартів комунікації та протоколів, що відкриває можливості для розвитку системи в майбутньому. Використовуючи методи штучного інтелекту, системи «Розумний будинок» можуть легко інтегрувати нові пристрої, які використовують різні стандарти та протоколи комунікації, що значно спрощує процес розширення та модернізації системи.

Таким чином, гнучкість та інтеграція є важливими аспектами використання штучного інтелекту в системах «Розумний будинок». Вони забезпечують здатність системи адаптуватися до змін та легко інтегрувати нові

пристрої та технології, що в свою чергу сприяє покращенню ефективності, функціональності та зручності використання системи для користувача.

Конфігурація користувача в контексті систем «Розумний будинок» і штучного інтелекту відноситься до створення інтуїтивних та ефективних інтерфейсів користувача. Це критичний аспект, оскільки ці системи мають бути не лише розумними, але й простими в експлуатації для користувача.

ШІ може відігравати ключову роль в адаптації цих інтерфейсів до конкретних потреб користувача. Застосування методів машинного навчання та аналізу даних може допомогти системі вивчити звички та вподобання користувача, а потім відповідно адаптувати інтерфейс. Наприклад, система може автоматично вивчити, коли користувач зазвичай повертається додому після роботи, і запропонувати оптимальне налаштування системи опалення або охолодження для цього часу.

Інтелектуальний аналіз даних також може допомогти візуалізувати та розуміти споживання енергії, стану систем безпеки, та інших критичних параметрів, що допоможе користувачам краще управляти своїми домашніми системами.

Крім того, штучний інтелект може полегшити процес налаштування нових пристроїв та інтеграції їх у систему. Це може включати автоматичне виявлення та налаштування нових пристроїв, підказки користувачам щодо найкращого способу використання нового обладнання, та автоматичне налаштування параметрів системи для оптимізації нового обладнання.

Розвиток змінних програмних компонентів у контексті застосування штучного інтелекту в системах «Розумний будинок» відіграє важливу роль, оскільки він забезпечує гнучкість та адаптивність системи [6]. Це означає, що програмні компоненти можуть легко налаштовуватися та модифікуватися для відповіді на зміни потреб користувачів та впровадження нових функціональних можливостей.

III дозволяє розробляти модульні системи, що полегшують інтеграцію з різними пристроями та сервісами. Це сприяє розвитку системи, дозволяючи легко додавати нові компоненти або оновлювати існуючі без втрати функціональності.

Застосування методів штучного інтелекту допомагає системі навчатися від даних користувачів та адаптуватися до їх потреб. Це може включати адаптацію до змінних умов навколишнього середовища, змінних вимог користувачів або внутрішніх змін системи.

Методи машинного навчання дозволяють програмним компонентам вдосконалюватися з часом, аналізуючи дані та отримуючи зворотний зв'язок від користувачів. Це може поліпшити точність та ефективність системи, а також зменшити потребу в ручному управлінні та налаштуванні.

Розвиток змінних програмних компонентів сприяє підтримці різних стандартів комунікації та протоколів, що дозволяє системі інтегруватися з різними типами пристроїв та сервісами. Це відкриває можливості для майбутнього розвитку, оскільки система може легко адаптуватися до нових технологій.

Отже, розвиток змінних програмних компонентів є важливим аспектом впровадження штучного інтелекту в системах «Розумний будинок». Це дозволяє забезпечити гнучкість, адаптивність та можливість зростання системи, що відповідає змінним вимогам користувачів та технологічному прогресу.

Отже, особливості застосування методів штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок» включають адаптивність, ефективність керування, безпеку, прозорість, гнучкість, конфігурацію користувача та розвиток змінних програмних компонентів. Застосування штучного інтелекту в цій сфері створює нові можливості для розвитку інноваційних рішень та покращення якості життя користувачів.

2 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

2.1 Аналіз функціональних вимог до ПЗ «Розумний будинок», що можуть бути розробленими з використанням методів штучного інтелекту

Застосування методів штучного інтелекту при розробці програмного забезпечення «Розумний будинок» вимагає врахування функціональних вимог, таких як керування освітленням, контроль клімату, безпека, енергоефективність, інтеграція пристроїв, голосовий асистент, сценарії та автоматизація, адаптація та навчання, звітування та статистика, а також оновлення та інтеграція з новими технологіями.

Штучний інтелект може аналізувати освітлення приміщень, враховуючи зовнішнє світло, присутність людей та час доби, щоб автоматично регулювати яскравість та колір світла. Він також може керувати системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря на основі індивідуальних потреб мешканців та погодних умов. Штучний інтелект може використовуватися для аналізу даних з камер відеоспостереження, датчиків руху, датчиків диму та інших систем безпеки для виявлення небезпечних ситуацій та надання повідомлень про них користувачам.

Штучний інтелект також допомагає оптимізувати споживання енергії, керуючи ресурсами та знижуючи витрати на опалення, охолодження та освітлення. Він може забезпечувати інтеграцію різних пристроїв та систем, таких як розважальні системи, кухонні прилади, розетки та вимикачі, створюючи єдину екосистему розумного будинку.

Голосовий асистент дозволяє користувачам взаємодіяти з системою через голосові команди та отримувати інформацію або керувати пристроями. Штучний інтелект може допомогти в розробці та застосуванні сценаріїв, які автоматично активуються на основі різних умов, таких як час доби,

присутність людей, зовнішні умови тощо, для забезпечення максимального комфорту та ефективності.

Адаптація та навчання полягає в тому, що штучний інтелект повинен мати здатність адаптуватися до змін у поведінці користувачів та навчатися на основі взаємодії з ними, щоб забезпечити кращий досвід використання та врахувати індивідуальні потреби. Звітування та статистика передбачає, що програмне забезпечення «Розумний будинок» повинно забезпечувати функціональність збору статистичних даних про використання ресурсів, роботу пристроїв та систем, а також можливість генерації звітів для користувачів, що допоможе в аналізі ефективності та плануванні оптимізації.

Оновлення та інтеграція з новими технологіями передбачає, що штучний інтелект повинен дозволяти легко оновлювати та інтегрувати нові пристрої, стандарти та технології, щоб система «Розумний будинок» завжди була актуальною та відповідала сучасним вимогам та тенденціям.

Окрім звітування та статистики, програмне забезпечення «Розумний будинок» повинно забезпечувати можливість генерації звітів для користувачів, що допоможе в аналізі ефективності та плануванні оптимізації. Це включає збір даних про споживання енергії, роботу пристроїв, ефективність різних сценаріїв та режимів роботи.

Щоб відповідати сучасним вимогам та тенденціям, система «Розумний будинок» повинна мати можливість оновлюватися та інтегрувати нові пристрої, стандарти та технології. Штучний інтелект дозволяє легко адаптувати систему до змін, враховуючи нові технічні можливості та рішення.

Далі буде наведена Use-case діаграма основних функціональних вимог до програмного забезпечення системи «Розумний будинок» (Рис 2.1).

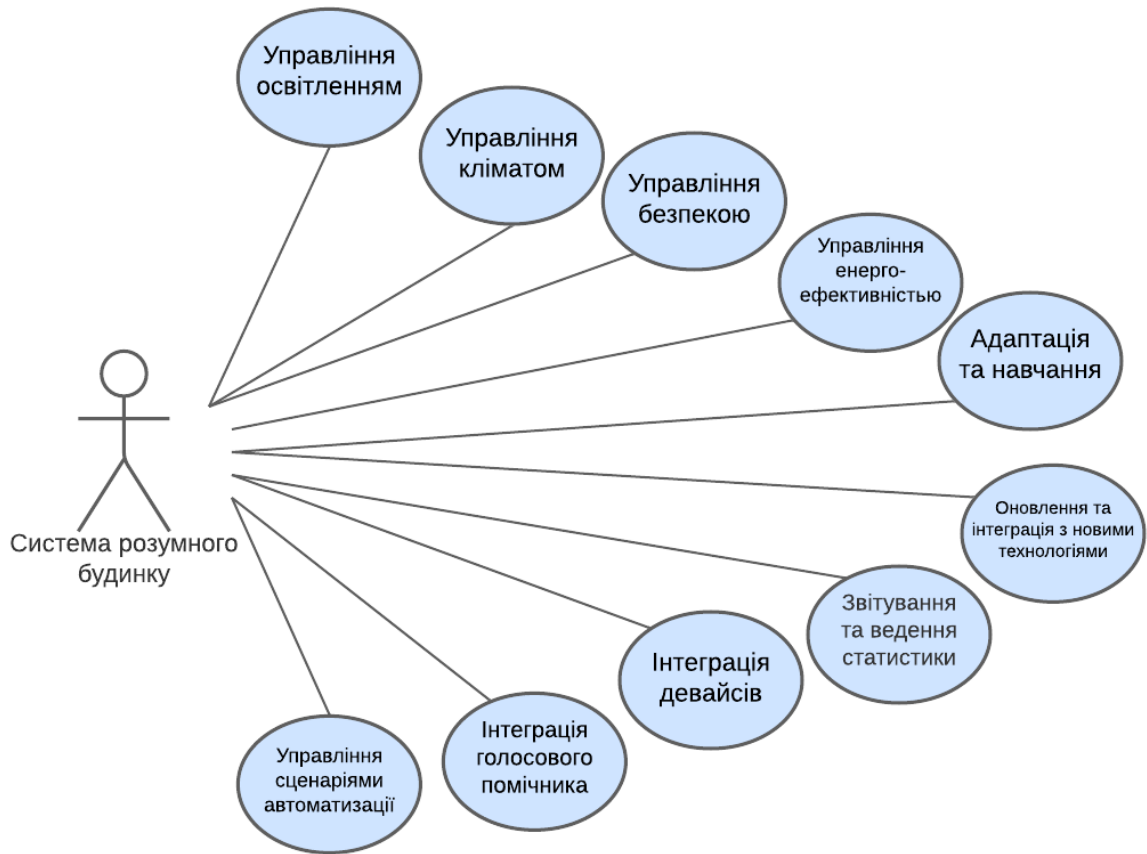


Рисунок 2.1 – use-case діаграма функціональних вимог до ПЗ «Розумний будинок»

Таким чином, враховуючи різні функціональні вимоги та особливості застосування методів штучного інтелекту, можна створити ефективне, зручне та інноваційне програмне забезпечення «Розумний будинок». Це дозволить користувачам краще керувати своїм житлом та отримувати максимальний комфорт, безпеку та енергоефективність.

2.2 Аналіз інструментальних засобів для застосування методів та моделей штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок»

Аналіз інструментальних засобів для застосування методів та моделей штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ «Розумний будинок» дозволяє виявити наступні ключові компоненти.

Бази даних та системи управління базами даних. PostgreSQL, MongoDB та InfluxDB – це системи управління базами даних, які можуть бути використані для зберігання та аналізу даних, зібраних від сенсорів та пристроїв у «Розумному будинку». Вони забезпечують ефективне зберігання та обробку великих обсягів даних, які можуть бути аналізовані для виявлення закономірностей та покращення роботи системи «Розумний будинок» [6].

Хмарні платформи. AWS (Amazon Web Services), Microsoft Azure та Google Cloud Platform – це хмарні платформи, які пропонують послуги та інструменти для розробки та впровадження рішень на базі штучного інтелекту в системах «Розумний будинок». Вони дозволяють розробникам забезпечити масштабування, безпеку та надійність своїх розробок [4].

Віртуальні асистенти та голосові інтерфейси. Розробка віртуальних асистентів, таких як Amazon Alexa, Google Assistant та Apple Siri, може полегшити взаємодію користувачів з системами «Розумний будинок» та дозволяє керувати пристроями та сервісами за допомогою голосових команд [5].

Далі ми розберемо конкретні приклади, такі як Home Assistant та OpenHub.

Home Assistant – це відкрите програмне забезпечення для автоматизації дому, яке спрямоване на захист вашої приватності і контроль над вашими даними. Воно працює на більшості систем із можливістю встановлення Python3 і може бути встановлене на Raspberry Pi, різноманітні системи на базі Linux/Unix і MacOS. Через його модульну архітектуру, Home Assistant може інтегруватися з багатьма системами та пристроями для "розумного будинку".

Home Assistant є платформою для автоматизації дому з відкритим вихідним кодом, яка працює на багатьох платформах та може взаємодіяти з сотнями різних пристроїв для «розумного» дому.

Ось деякі ключові особливості.

Сумісність з пристроями. Home Assistant може працювати з великою кількістю різних пристроїв, включаючи, але не обмежуючись, пристроями для розумного освітлення, розумних замків, медіа-програвачів, сенсорів температури, розумних годинників, тощо. Він може використовувати Інтернет речей (IoT) для контролю та взаємодії з цими пристроями.

Модульність. Це платформа з відкритим вихідним кодом, яка дозволяє розробникам створювати власні модулі та розширення для підтримки нових пристроїв або функціональності.

Автоматизація. Home Assistant дозволяє користувачам створювати власні сценарії автоматизації, що сприяє зручності використання. Наприклад, ви можете налаштувати систему так, щоб світло автоматично вмикалося, коли ви приходите додому, або вимикалося, коли ви йдете спати.

Гнучке налаштування. Home Assistant дозволяє вам налаштовувати свій інтерфейс згідно з власними потребами та бажаннями. Є можливість створити різні панелі для керування різними елементами вашого розумного будинку.

Підтримка спільноти. Як платформа з відкритим вихідним кодом, Home Assistant має активну спільноту розробників та користувачів, які допомагають покращувати платформу, надають підтримку та діляться порадами та кращими практиками.

OpenHAB (відкритий автоматизований будинок) – це відкрита, гнучка та універсальна платформа для автоматизації будинку, яка спрямована на максимальну сумісність різних пристроїв та систем. Основна ціль OpenHAB – надати платформу, яка б вирівнювала різницю між різними системами «розумного будинку», дозволяючи користувачам використовувати найкращі пристрої для конкретних потреб, незалежно від їх технологічної сумісності.

OpenHAB (Open Home Automation Bus) – це платформа для автоматизації дому з відкритим вихідним кодом, яка має сильний акцент на приватність та безпеку. Ось декілька ключових особливостей OpenHAB:

Сумісність з пристроями. OpenHAB працює з широким спектром пристроїв для «розумного» дому, включаючи освітлення, замки, датчики, системи безпеки та багато іншого. Вона підтримує багато протоколів Інтернету речей (IoT), що дозволяє інтегрувати різноманітні пристрої в єдину систему.

Модульність. OpenHAB є платформою з відкритим вихідним кодом, що дозволяє розробникам створювати власні модулі («байндинги») для підтримки нових пристроїв або функцій. Це також дає можливість створювати персоналізовані інтерфейси користувача.

Автоматизація. OpenHAB надає можливість створення розширених сценаріїв автоматизації для ваших розумних пристроїв. Це може включати в себе розклади освітлення, автоматичне керування температурою, включення/виключення пристроїв на основі вашого місцезнаходження та багато іншого.

Підтримка спільноти. OpenHAB підтримується активною спільнотою розробників та користувачів, які допомагають покращувати систему, надають технічну підтримку та діляться своїми досвідом використання та налаштування системи.

Інструменти для розробки користувацьких інтерфейсів (UI) та користувацького досвіду (UX). Фреймворки та бібліотеки, такі як React, Angular та Vue.js, можуть бути використані для створення інтуїтивних та адаптивних інтерфейсів для систем «Розумний будинок» [5].

Інструменти для візуалізації даних. Бібліотеки, такі як D3.js, Plotly та Tableau, можуть допомогти у візуалізації даних, зібраних від сенсорів та пристроїв у «Розумному будинку», що полегшує аналіз та оцінку ефективності системи [3].

Далі буде наведена порівняльна таблиця OpenHAB та Home Assistant (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – порівняльна таблиця OpenHAB та Home Assistant

Характеристики	OpenHAB	Home Assistant
Модульність	Є платформою з відкритим вихідним кодом, що дозволяє розробникам створювати власні модулі («байндинги») для підтримки нових пристроїв або функцій.	Платформа з відкритим вихідним кодом, яка дозволяє розробникам створювати власні модулі та розширення для підтримки нових пристроїв або функціональності.
Автоматизація	Надає можливість створення розширених сценаріїв автоматизації для ваших розумних пристроїв.	Дозволяє користувачам створювати власні сценарії автоматизації, що сприяє зручності використання.
Сумісність з пристроями	Працює з широким спектром пристроїв для «розумного» дому, включаючи освітлення, замки, датчики, системи безпеки та багато іншого.	Може працювати з великою кількістю різних пристроїв, включаючи, але не обмежуючись, пристроями для розумного освітлення, розумних замків, медіа-програвачів, сенсорів температури, розумних годинників, тощо.

Продовження таблиці 2.1

Підтримка спільноти	Підтримується активною спільнотою розробників та користувачів, які допомагають покращувати систему, надають технічну підтримку та діляться своїми досвідом використання та налаштування системи.	Як платформа з відкритим вихідним кодом, Home Assistant має активну спільноту розробників та користувачів, які допомагають покращувати платформу, надають підтримку та діляться порадами та кращими практиками.
---------------------	--	--

Використовуючи ці інструменти, розробники можуть створювати ефективні, інтелектуальні та адаптивні системи «Розумний будинок», які відповідають вимогам сучасного життя. Ці інструменти також допомагають враховувати потреби користувачів та створювати системи, які можуть легко адаптуватися до змін у вимогах та технологіях. Відповідно до зростання складності систем «Розумний будинок» та широкого спектру можливих застосувань, застосування методів та моделей штучного інтелекту є актуальною проблемою для розробки програмних систем та підтримки ефективної взаємодії з користувачами [2].

3 РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСАХ РОЗРОБКИ ПЗ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

3.1 Розробка підходу до застосування методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем «Розумний будинок»

В результаті аналізу відповідних джерел, інструментальних засобів, функціональних вимог та особливостей застосування штучного інтелекту в програмних системах «Розумний будинок», виявлено значний потенціал для покращення процесу створення сценаріїв автоматизації. Особливо важливим аспектом є можливість адаптації до змінних умов та потреб користувача, яка є ключовою характеристикою інтелектуальних систем.

Враховуючи це, в цьому розділі представлений новий підхід до використання методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем «Розумний будинок». Основну ідею підходу складає використання методу Case-Based Reasoning (CBR), що дозволяє не лише адаптувати існуючі рішення до поточних вимог і можливостей системи, але й зберігати нові сценарії для використання в майбутньому. Наведено у праці [6].

Цей підхід дозволяє створювати більш гнучкі та адаптивні сценарії, здатні реагувати на різноманітні тригерні події, перевіряти встановлені умови та виконувати потрібні дії відповідно до поточного стану системи та потреб користувача. Далі в цьому розділі будуть представлені деталі цього підходу, вимоги до нього та показники якості.

Далі наведено основні етапи запропонованої схеми:

1. Підготовка пристроїв системи та налаштування їх програмних модулів;
2. Визначення набору пристроїв з файлу конфігурації інтеграції;
3. Пошук наявних рішень;

4. Визначення тригерних подій;
5. Визначення умов;
6. Адаптація рішень за необхідності;
7. Визначення дій;
8. Зберігання нового сценарію для майбутнього використання.

Далі буде наведено детальний опис кожного з етапів.

Підготовка пристроїв системи та налаштування їх програмних модулів

– За необхідності проводиться налаштування апаратного та програмного забезпечення. Результатом цього кроку є файл конфігурації інтеграції у форматі «.xml». Підготовка пристроїв системи та налаштування їх програмних модулів – цей етап включає в себе декілька ключових складових.

Визначаємо, які конкретні пристрої та програмне забезпечення потрібні для створення автоматизації. Можливо, необхідне обладнання вже є в наявності, або його необхідно додатково придбати або налаштувати.

Кожен пристрій, що буде використовуватися в процесі автоматизації, має бути вірно налаштований. Це може включати в себе з'єднання пристроїв між собою, налаштування їх параметрів для коректної роботи, налаштування зв'язку з мережею, тощо.

На кожному з пристроїв може бути встановлене програмне забезпечення, яке вимагає налаштування. Наприклад, могли б бути налаштовані різні параметри системи, змінено конфігурацію для підтримки конкретних можливостей або змінено деякі настройки для підвищення продуктивності.

Після того, як всі пристрої та програмне забезпечення були налаштовані, створюється файл конфігурації інтеграції в форматі «.xml». Цей файл містить деталі про всі пристрої та їх налаштування, що дозволяє системі автоматично використовувати ці пристрої та їх налаштування в майбутньому. Це допомагає уникнути необхідності повторного введення цих даних при кожному новому створенні сценарію автоматизації.

Визначення набору пристроїв з файлу конфігурації інтеграції – За допомогою файлу конфігурації визначаються пристрої, які будуть використовуватися в сценарії автоматизації.

Визначення набору пристроїв з файлу конфігурації інтеграції – це критичний етап процесу автоматизації, що базується на інформації, зібраній під час підготовчого етапу.

Файл конфігурації інтеграції, який було створено на попередньому етапі, зчитується системою. Цей файл, як правило, включає в себе інформацію про кожен пристрій, який буде використовуватися в процесі автоматизації, включаючи його характеристики, параметри налаштування та програмне забезпечення.

На основі інформації з файлу конфігурації система визначає набір пристроїв, які будуть використовуватися. Це може включати в себе такі елементи, як обчислювальні пристрої (наприклад, сервери або персональні комп'ютери), пристрої вводу/виводу (наприклад, клавіатури, миші, принтери), мережеві пристрої (наприклад, роутери, комутатори), та інші спеціалізовані пристрої, що можуть бути необхідні для конкретного сценарію автоматизації.

Після того, як набір пристроїв було визначено, система може перевірити, чи є всі ці пристрої готовими до використання. Це може включати перевірку з'єднання, функціональності програмного забезпечення та інших параметрів, що були вказані в файлі конфігурації.

Цей етап важливий для забезпечення того, що всі необхідні пристрої доступні і готові до використання, перш ніж почнеться створення конкретного сценарію автоматизації.

Пошук наявних рішень – Використовуючи метод CBR, аналізуються вже існуючі сценарії автоматизації, що мають відношення до задачі. Це може допомогти знайти вже існуючі тригерні події, умови та дії, які були використані в схожих задачах.

Пошук наявних рішень – цей етап включає використання методології Case-Based Reasoning (CBR) для аналізу вже існуючих сценаріїв автоматизації, які можуть бути відносними до поточної задачі. Ось деякі з ключових аспектів цього процесу:

Зазвичай існує база даних вже реалізованих сценаріїв автоматизації. Метод CBR полягає у пошуку сценаріїв, які вже були використані для розв'язання подібних задач в минулому.

Застосовуючи CBR, система оцінює схожість між поточною задачею та сценаріями в базі даних. Це може включати в себе оцінку схожості обладнання, програмного забезпечення, тригерних подій, умов та дій.

На основі оцінки схожості система визначає потенційні рішення, які могли б бути адаптовані для поточного сценарію автоматизації. Ці рішення можуть включати вже визначені тригерні події, умови та дії, що були використані в схожих сценаріях.

Останнім кроком є оцінка потенційних рішень за критеріями, такими як їх ефективність, надійність та можливість адаптації до поточного сценарію.

Застосування CBR на цьому етапі може допомогти значно прискорити процес створення сценарію автоматизації, оскільки воно дозволяє використовувати вже випробувані та відпрацьовані рішення замість розробки нових з нуля.

Визначення тригерних подій – На основі переліку пристроїв з конфігураційного файлу визначаються тригерні події, в разі виявлення яких система почне виконання сценарію автоматизації.

Визначення тригерних подій – цей етап є важливою частиною процесу створення сценарію автоматизації. Тригерна подія – це подія, яка ініціює виконання сценарію автоматизації. Ось деякі ключові аспекти цього процесу:

На основі списку пристроїв з конфігураційного файлу, потрібно зрозуміти, які події можуть бути ініційовані цими пристроями. Це можуть бути події, пов'язані з вхідними даними (наприклад, натискання кнопки на пульті дистанційного керування), змінами статусу (наприклад, розрядженням батареї пристрою) або зовнішніми подіями (наприклад, виявленням руху камерою).

Після того, як ми визначили можливі події, наступним кроком є вибір подій, які будуть слугувати тригерами для сценарію автоматизації. Вибір залежить від цілей сценарію автоматизації та потреб користувача.

Для кожної вибраної тригерної події, потрібно вказати параметри, що визначають, коли і як вона повинна спрацювати. Наприклад, використовується датчик руху як тригер, можна встановити, що тригер спрацює лише в певний час доби.

Цей процес важливий для забезпечення правильної роботи сценарію автоматизації, оскільки він визначає, які події ініціюють виконання сценарію.

Визначення умов – Встановлюються умови, які необхідно перевірити в разі спрацювання тригера і перед безпосереднім виконанням дій сценарію.

Визначення умов – це етап, коли встановлюються специфічні критерії або умови, які необхідно перевірити після того, як спрацював тригер і перед виконанням визначених дій автоматизації. Ось декілька ключових аспектів цього процесу:

Умови часто базуються на статусі пристроїв, задіяних в сценарії, або загальному статусі системи. Наприклад, умовою може бути перевірка заряду батареї пристрою, статусу підключення до мережі або навіть часу доби.

Для кожної умови потрібно встановити конкретні критерії, які будуть перевірятися. Наприклад, якщо умова полягає в перевірці заряду батареї, потрібно вказати конкретний рівень заряду, при якому виконується дія.

Умови слугують перехідним етапом між тригерними подіями та діями сценарію автоматизації. Вони забезпечують, що дії виконуються лише тоді, коли усі визначені критерії відповідають заданим умовам.

Умови можуть також включати більш складні логічні умови, які базуються на багатьох критеріях. Наприклад, умова може вимагати, щоб обидва критерії були виконані одночасно, або щоб було виконано хоча б один з критеріїв.

Використання умов дозволяє більш гнучко та ефективно реагувати на тригерні події, забезпечуючи при цьому, що дії виконуються в правильному контексті.

Адаптація рішень за необхідності – За потреби, використовуючи методику CBR, адаптуємо вже існуючі рішення до поточних вимог і можливостей системи.

Адаптація рішень за необхідності – це процес зміни та налаштування вже існуючих рішень на основі специфічних потреб і можливостей вашої системи. Використання методу Case-based reasoning (CBR), або «метод на основі випадків», дозволяє цей процес зробити більш вишуканим та ефективним. Ось декілька ключових аспектів цього процесу:

CBR – це підхід, який базується на використанні знань про вже відомі випадки для вирішення нових проблем. Це означає, що можна використовувати вже існуючі рішення, адаптуючи їх до нових випадків.

Важливо враховувати специфіку системи та задачі. Наприклад, якщо розробляється сценарій автоматизації для системи освітлення, потрібно адаптувати вже існуючі рішення, щоб вони враховували особливості системи, такі як кількість та типи пристроїв, а також специфіку використання (наприклад, розклад включення освітлення).

Після того, як рішення адаптоване, важливо перевірити його ефективність та відповідність задачі. Це може включати в себе тестування в реальних умовах, аналіз відгуків користувачів, а також перевірку згідно з заданими критеріями (наприклад, ефективність використання ресурсів).

Використання CBR та адаптація вже існуючих рішень можуть бути корисними для підвищення ефективності процесу розробки сценаріїв автоматизації, зменшення ризику помилок та забезпечення кращої відповідності вимогам вашої системи та користувачів.

Визначення дій – Встановлюються дії, які необхідно виконати після виконання умов.

Визначення дій – це важливий етап у створенні сценарію автоматизації. В цьому контексті, «дії» – це функції, які система виконує після виконання заданих умов. Ось більш детальний огляд цього процесу:

Потрібно вирішити, які дії будуть найбільш ефективними в даному контексті. Це може включати в себе аналіз потреб користувачів, вивчення функціональності системи та дослідження можливостей ваших пристроїв.

Одного разу визначивши потрібні дії, потрібно розробити сценарій, який визначає, як і коли ці дії будуть виконуватися. Це може включати в себе визначення порядку дій, а також умов, при яких вони будуть виконуватися.

Після того, як сценарій дій розроблений, потрібно провести тестування, щоб переконатися, що він працює належним чином. Це може включати в себе перевірку коректності виконання дій, а також оцінку ефективності сценарію в реальних умовах.

Оскільки потреби користувачів та можливості системи можуть змінюватися з часом, важливо постійно переглядати і оптимізувати ваші дії. Це може включати в себе внесення змін на основі відгуків користувачів, а також адаптацію до нових технологій або змін у функціональності системи.

Потрібно звернути увагу, що важливість визначення дій не можна переоцінити. Вони є ключовим елементом автоматизації, і вони визначають, як система реагує на різні події та умови. Тому важливо приділити цьому процесу достатньо часу і уваги.

Зберігання нового сценарію для майбутнього використання – Після завершення створення нового сценарію автоматизації, він зберігається для майбутнього використання і може бути використаний як база для майбутніх сценаріїв.

Зберігання нового сценарію для майбутнього використання – це фінальний крок у процесі створення сценарію автоматизації. Важливість цього кроку полягає в забезпеченні можливості легкого доступу до сценарію в майбутньому, а також в використанні цього сценарію як базового шаблону для подальших сценаріїв. Ось більш детальний огляд цього процесу:

Після завершення розробки сценарію автоматизації, створюється файл сценарію. Це може бути, наприклад, XML файл, що включає всю необхідну інформацію про сценарій, включаючи пристрої, тригери, умови та дії.

Наступним кроком є зберігання файлу сценарію в безпечному місці, доступному для майбутнього використання. Це може бути внутрішній сервер, облачне сховище або інша локація, що відповідає політиці безпеки вашої організації.

Складається документація для сценарію, яка містить деталі про його функціональність, включаючи опис тригерних подій, умов і дій. Це полегшує розуміння сценарію іншими членами команди та майбутніми користувачами.

Важливо, щоб сценарій був систематично перевірений і оновлений, щоб він залишався актуальним і відповідав змінам в системі або вимогам користувачів. Це може включати в себе перегляд відгуків користувачів, проведення тестувань та внесення необхідних змін до сценарію.

Таким чином, зберігання нового сценарію є важливою частиною процесу створення сценарію автоматизації, що забезпечує його ефективне використання в майбутньому.

Нова схема включає в себе використання CBR для адаптації існуючих рішень, а також для зберігання нових сценаріїв для використання в майбутньому.

Варто зазначити, що особливістю пропонованої схеми є не тільки інтеграція методу Case-Based Reasoning (CBR), але й можливість гнучкого втручання на кожному з етапів. Це може бути як втручання спеціаліста, так і програмного забезпечення системи «розумного будинку».

Далі буде наведена побудована діаграма запропонованого підходу (рис. 3.1, рис. 3.2).

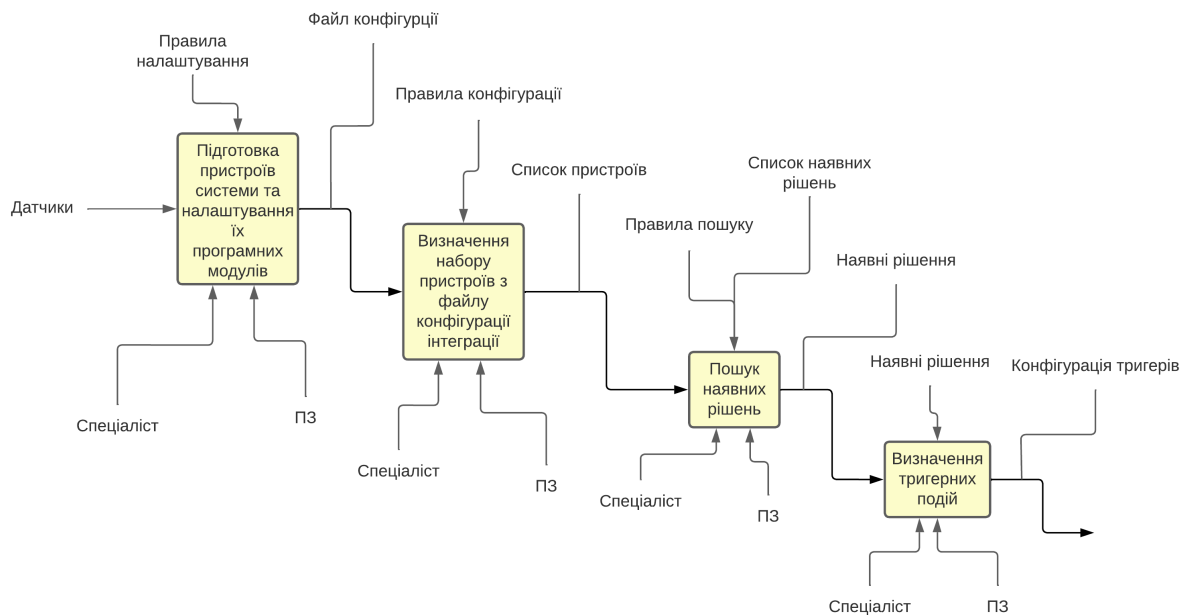


Рисунок 3.1 – Діаграма запропонованого методу штучного інтелекту

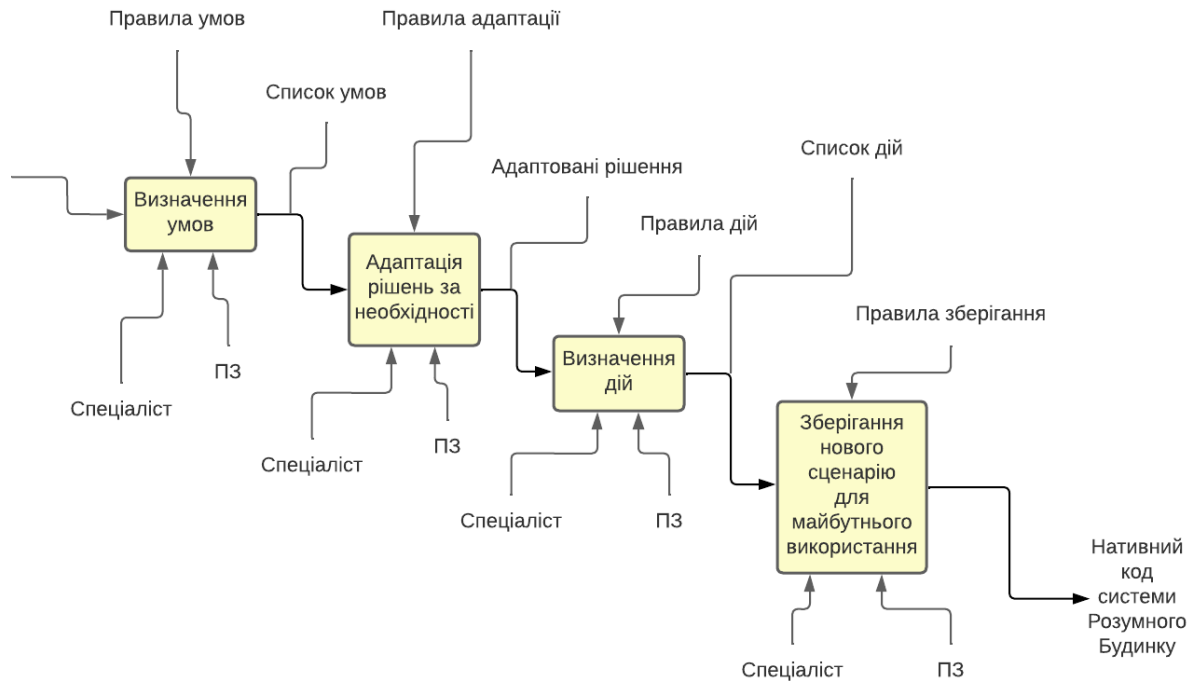


Рисунок 3.2 – продовження діаграми запропонованого методу штучного інтелекту

На першому етапі, спеціаліст може вносити необхідні зміни до конфігурації апаратного та програмного забезпечення. Програмне забезпечення, в свою чергу, може автоматично підлаштовуватися до потреб системи.

На другій стадії, спеціаліст може вносити зміни у вибір пристроїв для використання в сценарії, а програмне забезпечення може адаптуватися до змін у конфігурації.

На третьому етапі, спеціаліст може вибрати найбільш підходящі вже існуючі сценарії автоматизації, а програмне забезпечення може допомагати в цьому пошуку, пропонуючи рішення на основі CBR.

На стадії з 4 по 7, спеціаліст може вносити корективи у вибір тригерів, умов, адаптації рішень і визначення дій. Програмне забезпечення, в свою чергу, може автоматично адаптувати сценарії з урахуванням цих коректив.

На останньому етапі, спеціаліст може визначати параметри зберігання нового сценарію, а програмне забезпечення автоматично зберігає новий сценарій для використання в майбутньому.

Таким чином, кожний етап запропонованої схеми передбачає можливість активного втручання як зі сторони спеціаліста, так і з боку програмного забезпечення, що забезпечує високу гнучкість та адаптивність цього підходу.

3.2 Дослідження ефективності застосування запропонованого підходу до застосування методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем «Розумний будинок»

Запропонована функціональна модель є одним з варіантів реалізації універсального програмного модуля, який надає змогу формувати, зберігати та перевикористовувати сценарії автоматизації у відповідній системі підтримки прийняття рішень. Для перевірки ефективності застосування запропонованого підходу буде використовуватися метрика затрат часу для налаштування сценарію та перевикористовування методів та сценаріїв у подальшому.

Для перевірки запропонованих метрик, потрібно пройти кроки, які вказані у таблиці 3.1.

Для перевірки запропонованої функціональної моделі було здійснено експеримент за допомогою тестового середовища систем розумного будинку із реальними пристроями та домашнім помічником із вбудованими датчиками/активаторами.

Таблиця 3.1 – Результат експериментів по затраті часу для налаштування сценаріїв

Кроки по налаштуванню системи	Час витрачений для налаштування існуючої системи (людино-хвилин)	Час витрачений для налаштування запропонованої системи (людино-хвилин)
Підготовка пристроїв системи та налаштування їх програмних модулів	15.0	15.0
Визначення набору пристроїв з файлу конфігурації	5.0	5.0
Пошук наявних рішень	-	2.0
Визначення тригерних подій	13.0	2.0
Визначення умов	6.0	3.0
Адаптація рішень за необхідності	-	2.0
Визначення дій	10.0	2.0
Зберігання нового сценарію для майбутнього використання	-	1.0

Для аналізу ефективності запропонованої функціональної моделі була використана наступна формула 3.1, 3.2 [11]:

$$Maintainability = \frac{1}{Model_1 Conf(F)}; \quad (3.1)$$

де F – певний набір функцій системи (сценарії автоматизації).

$Model_1 Conf(F)$ – метрика, яка у нашому випадку – час. Необхідний для певного сценарію n.

$$Model_nConf(F) = \sum_1^m Model_nConf(F_i); \quad (3.2)$$

де F_i – певна (і-та) функція системи; m – загальна кількість функцій системи.

Для спрощення розрахунків в якості часу створення сценарію автоматизації було використано середнє значення для тестового набору компонентів системи, оскільки в даній роботі більш важливою є загальна різниця у витраченому часі. Таким чином, за середній час певного етапу створення сценарію були взяті значення, наведені у таблиці 3.1

Всі етапи належать до процесу налагодження у випадку застосування запропонованої функціональної моделі. Так, час, необхідний для виконання етапів створення сценарію автоматизації, наведений у другому стовпчику – дані для $Maintainability_{Model1}$, а третій стовпчик - $Maintainability_{Model2}$. Формули 3.3 та 3.4.

$$Maintainability_{Model1} = \frac{1}{15+5+13+6+10} = 0.0204; \quad (3.3)$$

$$Maintainability_{Model2} = \frac{1}{15 + 5 + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 + 1} = 0.0312. \quad (3.4)$$

Як видно з розрахунків критерію підтримки (Maintainability), застосування запропонованої функціональної моделі для створення сценарію автоматизації «Розумного будинку» призводить до збільшення показника якості, а саме Maintainability (підтримки системи). Також, запропонований підхід дозволяє перевикористання вже створених сценаріїв автоматизації, що підвищує швидкість налаштування та реакції системи на тригери подій (рис. 3.3).

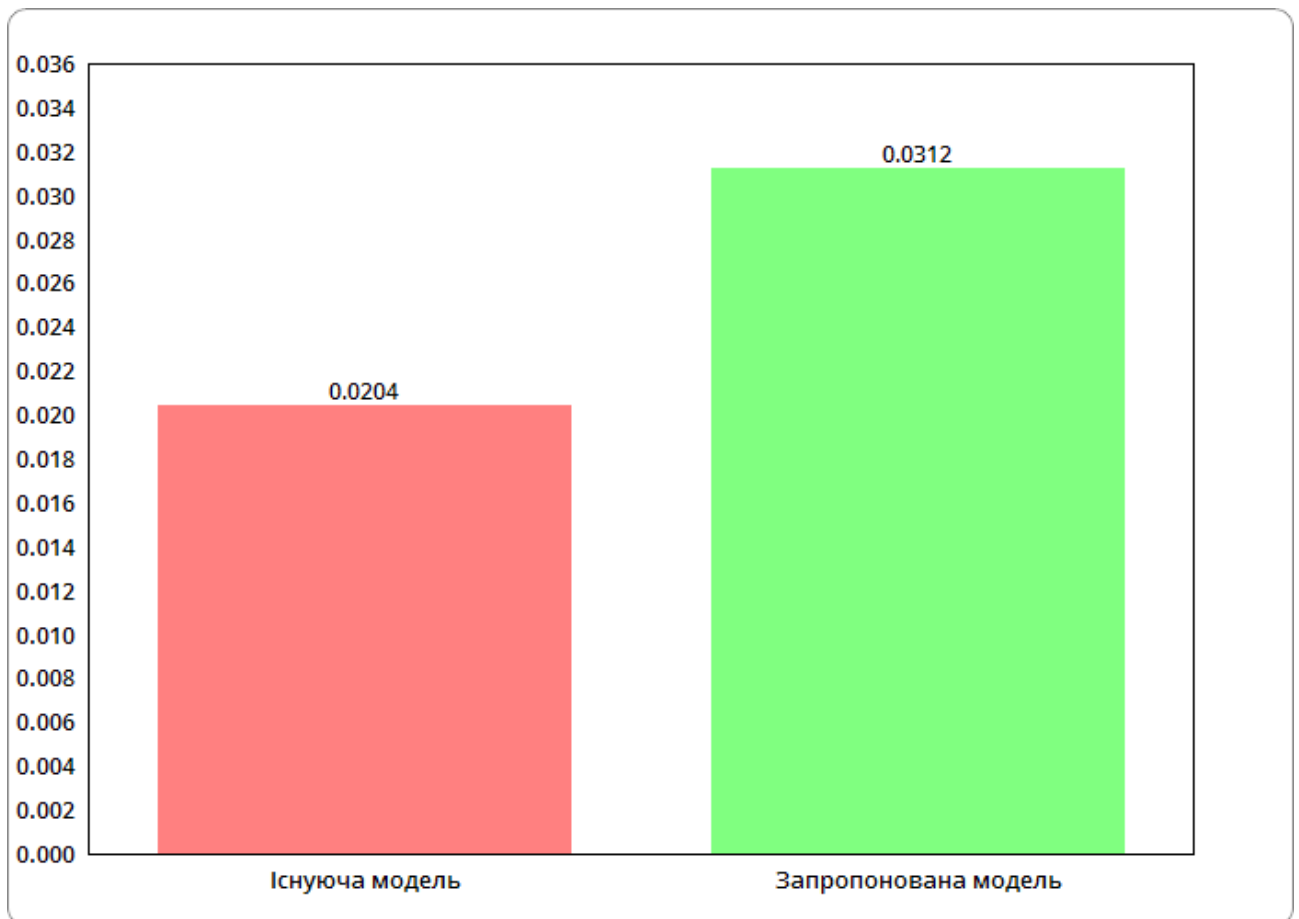


Рисунок 3.3 – Візуалізація результатів експерименту по витраті часу на налаштування сценаріїв автоматизації

Також, нова запропонована модель дозволяє перевикористовувати сценарії для їх подальшого використання у майбутньому.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання цієї роботи було здійснено аналіз та вивчення моделей, методів та засобів застосування штучного інтелекту в програмних системах "Розумний будинок". Визначено актуальність проблеми та проведено аналіз предметної області. Вивчено особливості застосування методів штучного інтелекту в процесі розробки ПЗ "Розумний будинок", оцінено функціональні вимоги, які можуть бути вирішені за допомогою цих методів.

Здійснено детальний аналіз інструментальних засобів, що використовуються для застосування моделей і методів штучного інтелекту в розробці таких систем.

Окрім того, було розроблено підхід до використання методів штучного інтелекту в процесі створення сценаріїв автоматизації систем "Розумний будинок". Ефективність та показники якості цього підходу були досліджені, що дозволило зробити висновки про його потенціал і перспективність.

Таким чином, робота представляє собою значний внесок в розробку методів та технологій штучного інтелекту для "Розумних будинків", надаючи цінні вказівки та рекомендації для подальшої розробки і вдосконалення.

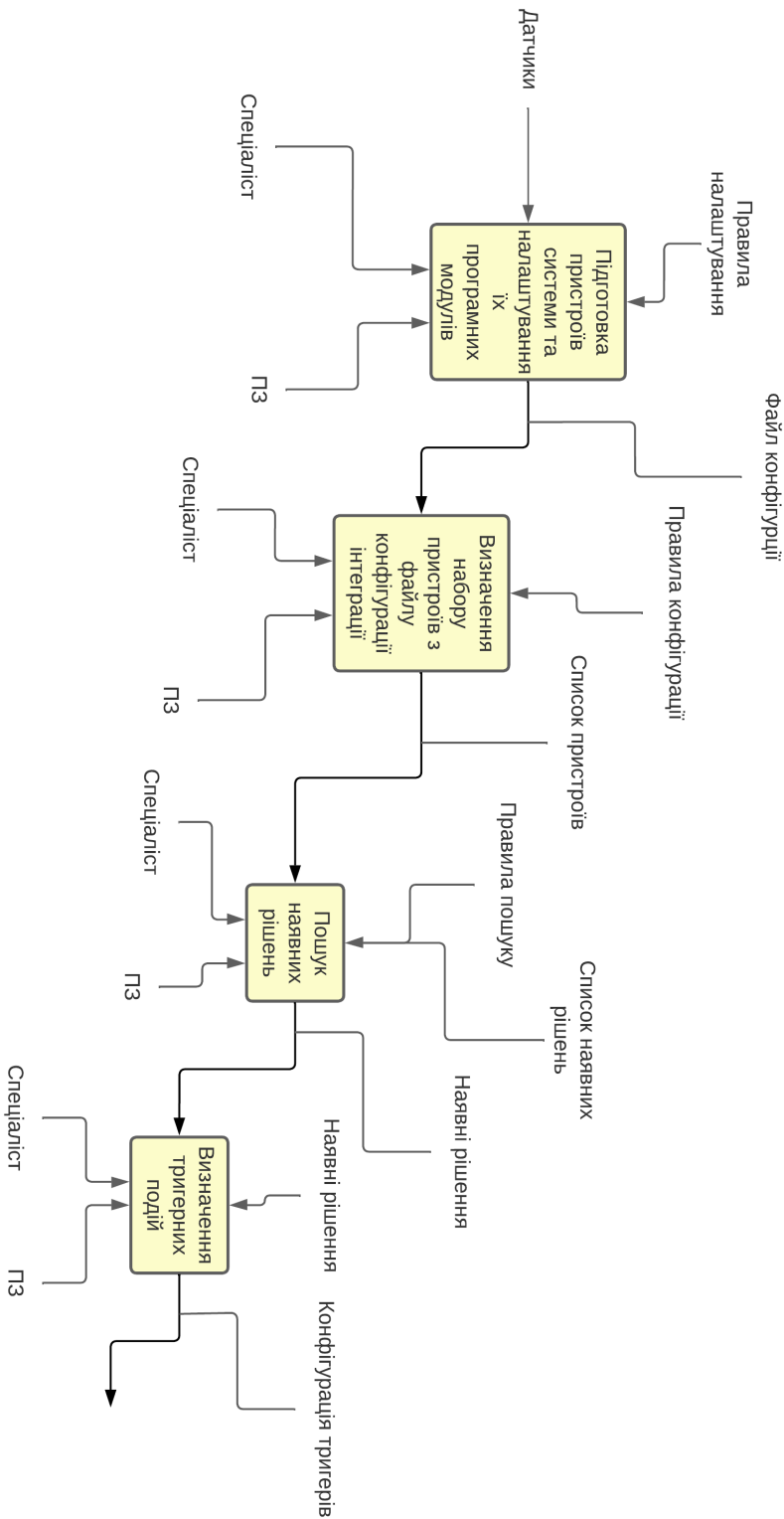
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Towards the evolution of smart home environments: A survey. International Journal of Automation and Smart Technology / [A. Bejarano, B. Fernandez, M. Jimeno та ін.], 2016. – 136 с. – (6). – (3).
2. Solaimani S. What we do–and don’t–know about the Smart Home: an analysis of the Smart Home literature. Indoor and Built Environment / S. Solaimani, W. Keijzer-Broers, H. Bouwman, 2015. – (24). – (3). – С. 370–383.
3. Rai A. Explainable AI: From black box to glass box / Rai // Journal of the Academy of Marketing Science / Rai., 2020. – (48; кн. 1). – С. 137–141.
4. Kuzlu M. Role of artificial intelligence in the Internet of Things (IoT) cybersecurity. / M. Kuzlu, C. Fair, O. Guler // Discover Internet of things / M. Kuzlu, C. Fair, O. Guler., 2021. – (1; кн. 1). – С. 1–14.
5. User interfaces for configuration environments / [G. Leitner, A. Felfernig, P. Blazek та ін.] // Knowledge-based Configuration / [G. Leitner, A. Felfernig, P. Blazek та ін.], 2014. – С. 89–106.
6. Tovstokorenko O. Y. Models and tools for development and maintenance of variable software components of "Smart House" systems. : дис. докт. / Tovstokorenko, 2021.
7. Cvitić, I., Peraković, D., Periša, M., et.al. (2021). Ensemble machine learning approach for classification of IoT devices in smart home. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 12(11), 3179-3202.
8. Customization / P.Blazek, C. Streichsbier, M. Partl, L. Skjelstad // User Interface Modifications in Established Product Configuration. / P.Blazek, C. Streichsbier, M. Partl, L. Skjelstad., 2018. – (4.0). – С. 451–466.
9. Smart Home Crawler: Towards a framework for semi-automatic IoT sensor integration. / M.Strohbach, L. Saavedra, P. Smirnov, S. Legostaieva, 2019. – С. 1–6.
10. Liu C. Y. Applying AI analysis-based IoT system control to the individualized learning field / C. Y. Liu, H. Y. Yu, I. C. Tsai., 2019. – 7 с.

11. Technical Report. // Defining and Measuring Maintainability / – Ottawa: Dept. of Computer Science, University of Ottawa, 1995. – С. 12.
12. Key Concepts in AI Safety: Interpretability in Machine Learning. URL: <https://cutt.ly/xwqKPD9e>. Дата звернення: 29.04.2023.
13. Що таке ІОТ. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/iot/>. Дата звернення: 05.05.2023.
14. Розумний будинок. URL: <https://cutt.ly/qwqKP2uh>. Дата звернення: 10.05.2023.
15. Методи штучного інтелекту. URL: <https://cutt.ly/6wqKP7GI>. Дата звернення: 25.04.2023.
16. SMART HOME SYSTEMS. URL: <https://cutt.ly/qwqKAtwJ>. Дата звернення: 14.05.2023.
17. Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology. URL: <https://cutt.ly/vwqKAo9Q>. Дата звернення: 09.05.2023.
18. What AI And IoT Can Do For Smart Homes. URL: <https://cutt.ly/3wqKAdGA>. Дата звернення: 7.05.2023.
19. Explainable Artificial Intelligence for the Smart Home. URL: <https://cutt.ly/VwqKAjLf>. Дата звернення 15.05.2023.

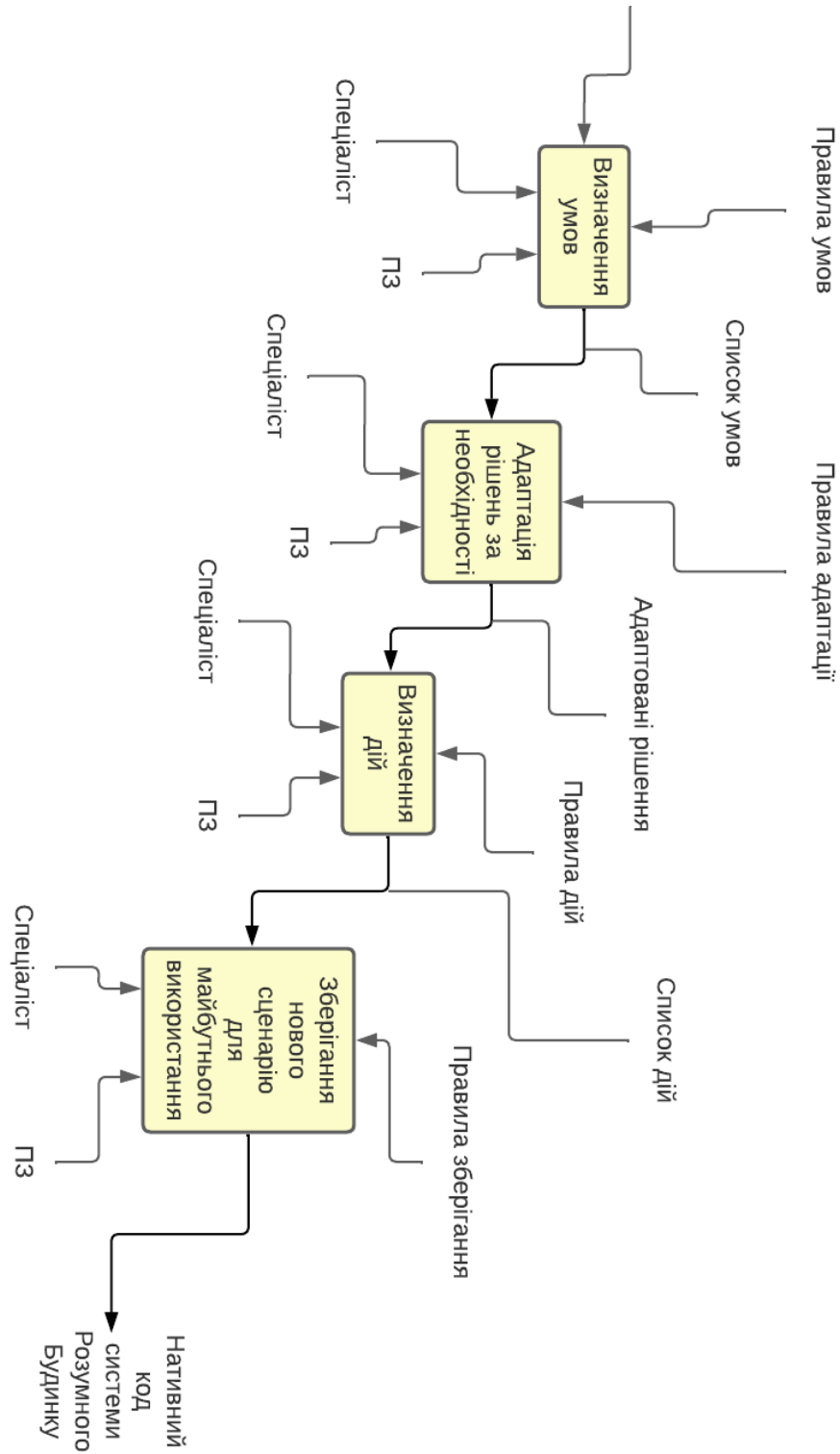
ДОДАТОК А

ДІАГРАМА ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ



ДОДАТОК Б

ПРОДОВЖЕННЯ ДІАГРАМИ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ



ДОДАТОК В

USE-CASE ДІАГРАМА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ПЗ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

