

DOI [10.28925/2663-4023.2020.9.140148](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.9.140148)

УДК 004.85:004.42

Цира Олександра Василівна

к.ф.н., старший викладач

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Одеса, Україна

ORCID: 0000-0003-3552-2039

aleksandra.tsyra@gmail.com**Пунченко Наталія Олегівна**

кандидат технічних наук, доцент

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Одеса, Україна

ORCID: 0000-0003-1382-4490

iioonn24@rambler.ru**Фразе-Фразенко Олексій Олексійович**

кандидат технічних наук, доцент

Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

ORCID: 0000-0002-2288-8253

frazenko@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТА ОСНОВІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ВІРТУАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ АСИСТЕНТІВ

Анотація. В статті проаналізовані основні аспекти створення віртуальних асистентів, що входять до складу інтелектуальних комп'ютерних програм – системи штучного інтелекту (ШІ). Основним завданням «штучного інтелекту» є забезпечення ефективної комунікації інтелектуальних робото-технічних систем (в том числі і безпілотні транспортні засоби) з людиною. Основою вищезазначеного виступає глибинне навчання (систематизований машинний переклад, розпізнавання мови, обробка складних текстів на природних мовах, комп'ютерний зір, автоматизація керування автомобілем та ін.). Складну систему машинного навчання можна охарактеризувати застосуванням моделей нейронних мереж, що імітують роботу інтелектуальних здібностей людини. Будь-яка модель нейронної мережі навчається та формує свій досвід на опрацюванні великих наборів даних, таким чином, вона набуває деяких «навичок», але, яким чином вона їх використовує – для інженерів й досі залишається це гострим питанням, що стає однією з найважливіших проблем для багатьох додатків глибинного навчання. Головна причина полягає в тому, що така модель є формальною та без розуміння логіки власних дій, що виконуються нею. Тут постає питання: чи можливо підвищити рівень довіри до таких систем, що побудовані на основі машинного навчання? Алгоритми машинного навчання представляють собою складні математичні описи і процедури та надають зростаючий вплив на життя людей. Оскільки рішення все більше визначаються алгоритмами, вони стають менш прозорими і зрозумілими. Виходячи з вище вказаного, в роботі розглянуто питання технологічної складової та процеси алгоритмізації віртуальних цифрових асистентів, проведено інформаційне моделювання на основі концептуальної моделі взаємодії віртуального асистента з базою даних та проаналізовані сфери застосування та подальшого розвитку ІТ-сфери.

Ключові слова: віртуальний асистент; машинне навчання; концептуальна модель; сутність; атрибут; програмне забезпечення.

1. ВСТУП

Розвиток програмного забезпечення у галузі віртуальної реальності зайняв місце однієї з підсистем складної системи «штучний інтелект» (ШІ), яка в свою чергу поділяється на два ключових напрямки: по-перше, на фізичну підсистему



(робототехніка, промислові роботи, смарт-машини, дрони та ін.), по-друге, віртуальну підсистему, до якої саме і відносяться віртуальні цифрові асистенти (від англ. Virtual Digital Assistant / VDA, віртуальні цифрові помічники, що мають свої власні підпрограми, наприклад, чат-боти). На сьогодні, використання таких сучасних інструментів як робототехніка, штучний інтелект та машинне навчання, а також великі дані та Інтернет-речі є засобами цифрових перетворень у світі [1]. Основною метою таких перетворень є стрімке зростання економічної ефективності за рахунок адаптації нових інформаційних технологій до класичних галузей, а також сприяння алгоритмізації всього функціоналу, від логістики до керування компанією. Вдосконалення інформаційних систем та вирішення прикладних задач програмування потребує якісно нового підходу щодо інтелектуального розвитку програмних засобів таких, як системи захисту на базі хмарних технологій, безпеки інформаційних ресурсів, а також змістовного аналізу та пошук інформації і т. ін. [2].

Постановка проблеми. Розвиток високих технологій та науково-технічних новацій, що якісно змінюють науково-технічний прогрес, проблеми створення штучного інтелекту та роботизованих систем, таких як віртуальні цифрові асистенти, отримала особливу актуальність та стала одним з головних завдань сучасної науки та техніки. Саме складність побудови таких інтелектуальних систем вимагає універсальних методів розробки програмних засобів, що й обумовило проведення даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Віртуальні цифрові асистенти набувають широкого застосування у різноманітних сферах життєдіяльності у якості месенджерів, чат-ботів та голосових додатків з метою швидкого пошуку достовірної інформації щодо місцезнаходження, прокладання найкоротшого маршруту, швидкого обміну аудіо- та відео-повідомленнями для сучасного користувача, тощо. Відповідно, такі інформаційних систем обробляють величезну кількість персональних даних, оскільки в основі цих систем закладені принципи безпосереднього доступу до баз даних, які користувачі надають згідно відповідних персональних угод, тому питання щодо взаємодії та принципу роботи широко висвітлюються в роботах науковців [3], а ось проблематика безпеки таких систем не є достатньо розкритою у наукових роботах. Архітектура віртуальних цифрових асистентів, що базується на класичних мовах програмування є достатньо аргументованою в наукових роботах, її проблеми та особливості при застосуванні в окремих сферах достатньо досліджені, так само принципи алгоритмізації та методології побудови таких систем наявні у відкритому доступі [4]. Слід звернути увагу на той факт, що у сучасних дослідженнях стосовно архітектури інформаційних систем акцент зроблено на неоднорідність та складну структуру таких систем, але майже не приділяється уваги формуванню універсального підходу щодо побудови таких систем. Зокрема, саме в питанні впровадження віртуальних асистентів у сферу освіти, медицини, комерційної діяльності підприємств не постають питання уніфікованості процесів та необхідності в масштабованості та гнучкості для адаптації систем на основі машинного навчання до існуючих середовищ [2,4]. Істотним фактором розвитку таких інформаційних систем є безпосередньо розробка таких клієнтських додатків, які відповідатимуть вищезазначеному. Все це зумовлює актуальність дослідження.

Метою статті є виявлення основних аспектів побудови цифрових віртуальних асистентів та розробка на базі складових, що входять до архітектурного рішення, клієнтського додатку.



2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На даному етапі розвитку інформаційного суспільства експериментальні дослідження науковців виходять за межі лабораторій та прототипів, оскільки в своєму розпорядженні вони мають неосяжне відкрите джерело персональних даних – мережу Інтернет, що змінює потреби щодо потужних обчислювальних ресурсів: складні операційні системи можуть легко замінюватись більш дешевими, або взагалі будуватись на хмарних платформах. Тому реалізація інноваційних програмних засобів знаходить своє відображення в якості створення систем зі штучним інтелектом, до яких і належить саме віртуальні цифрові асистенти, які виконують функції швидкого пошуку необхідної та достовірної інформації для людей всіх соціальних та вікових рівнів.

В основі цієї системи лежить термін машинне навчання (machine learning). Цей метод базується на комплексному застосуванні статистики для пошуку закономірностей в даних та створення на їх основі достовірних прогнозів. Алгоритмізація [5] цього процесу дозволяє операційній системі робити аргументовані висновки на основі наявних даних за рахунок спеціального набору команд для виконання визначеної задачі і, яка на самостійній основі, користується власними когнітивними можливостями або приймає рішення за рахунок так званого «наставника» (особи, що приймає рішення).

На даний час використовуються наступні технології побудови інтелектуальних систем взаємодії з людиною природною мовою [6]:

- активація за голосом (Voice Activation / VA),
- автоматичне розпізнавання мови (Automatic Speech Recognition / ASR),
- синтез мови (Text-To-Speech / TS),
- голосова біометрія (Voice Biometrics / VB),
- діалоговий менеджер (Dialog Manager / DM),
- розпізнавання природної мови (Natural Language Processing/Understanding, NLP/NLU),
- розпізнавання іменованих сутностей (Named Entity Recognition / NER).

Базисом цих технологій є застосування методів глибинного навчання для обробки та розпізнавання змісту інформаційних даних на природній мові (NLP/NLU, Natural Language Processing/Understanding). В основі методів глибинного навчання сьогодні лежать нейронні мережі (ще у 1958 р. Ф. Розенблат вперше запропонував модель нейронної мережі для персонального комп'ютера), в яких розпізнавання та обробка мови, а також комп'ютерне бачення у порівнянні з аналогами перейшли на новий якісний рівень за рахунок того, що ця мережа самостійно здатна виділити важливі ознаки для вирішення завдань. У всіх інших підходах ці ознаки формують інженери-розробники, навіть існує окремий напрям досліджень – інженерія ознак (feature engineering). Очевидним є те, що нейронна мережа виконує це набагато ефективніше.

Розглядаючи NLP-архітектуру можна виділити наступні складові [7]:

- сукупність базових моделей NLP для обробки даних на природній мові (для вирішення задач формування бази правил для розпізнавання частин речення та виконання розподілу на взаємопов'язані словосполучення);
- набір модулів NLU щодо розпізнавання даних (етапи вилучення змістовних одиниць та опис визначень);
- підсистеми семантичного розподілу (визначення словосполучень);
- підсистеми створення діалогу з використанням штучного інтелекту;

- конструктори для створення типових сервісів та шаблони додатків з можливістю супроводу віртуальними асистентами, машинного читання та інтерфейсів щодо реалізації взаємозв'язків поміж словами.

В якості рекомендації слід зазначити, що при проектуванні віртуального асистенту необхідно враховувати складність і неоднорідність NLP-архітектури та чітко розуміти які завдання буде виконувати саме цей помічник та на якого користувача його орієнтовано. У даному випадку моделювання необхідно розпочинати з чіткого розуміння застосовуваних сутностей та їх атрибутів, що базується на описі поля вхідних даних, призначення та обмежень. Все зазначене на пряму залежить від обґрунтування системи керування базою даних (СКБД) та мови програмування.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Першим етапом розробки є формування концептуальної моделі взаємодії віртуального асистенту з базою даних (рис. 1).

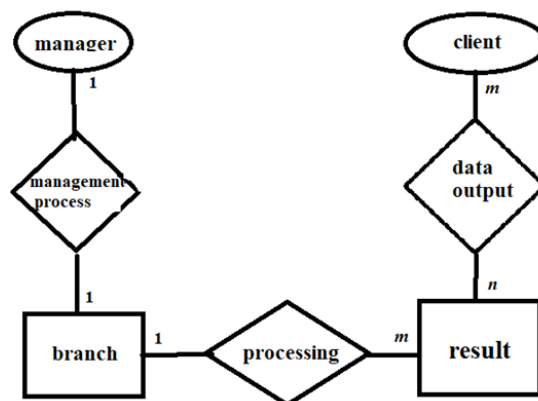


Рис. 1 – Концептуальна модель взаємодії віртуального асистента з базою даних

Розглянута концептуальна модель є високорівневою та має в своїй основі ER-модель проектування бази даних (entity-relationship model). З її допомогою можна виділити ключові сутності і позначити зв'язки, які можуть встановлюватися між цими сутностями. Під час проектування бази даних відбувається перетворення цієї ER-моделі в конкретно-задану схему бази даних на основі обраної моделі даних (реляційної, об'єктної, мережевої та ін.).

В даній моделі можна виділити наступні типи зав'язків: багато до багатьох ($m:n$); один до багатьох ($1:m$); один до одного ($1:1$).

В залежності від принципів взаємодії між полями вхідних даних, призначення та введених обмежень можна будувати чітку ієрархічну залежність у вигляді таблиць, формалізацією яких виступають прописані атрибути зовнішніх та внутрішніх ключів, що відповідають n -кратності зв'язку.

Насьогодні майже всі розробники сучасних додатків, що передбачають взаємозв'язок з базами даних, орієнтовані на реляційні СКБД [8]. За результатами аналітиків цієї галузі, реляційні СКБД використовують в абсолютній більшості ключових проектів з розробки інформаційних систем. За результатами досліджень

фірми IDC лише 7% складають проекти, в яких використовуються проекти нереляційного типу [7]. Реляційні системи керування базами даних РСКБД (наприклад, MySQL) характеризуються високою швидкістю, стійкістю та простотою використання, окрім цього, у більшості цих систем не обмежується кількістю задіяних користувачів, передбачається висока швидкість виконання команд та наявність простої та ефективної системи безпеки.

Другим етапом при проектуванні віртуальних асистентів є вибір мови програмування. В даному випадку найбільш ефективними показали себе інтерпретовані об'єктно-орієнтовані мови високого рівня [9]. Подібні мови мають початковий код, що виконується методом інтерпретації та в якому оператори програми один за одним трансляються й одразу виконуються за допомогою спеціальної програми-інтерпретатора. Така мова створює конструкції, що дозволяють враховувати динамічні зміни на стадії виконання (модифікація існуючих чи створення нових програм). У якості реалізації віртуального асистента, що має в своєму розпорядженні чат-ботів, можна запропонувати використання мови Python [9], яка має структуровані дані високого рівня та динамічну семантику, що в свою чергу ефективно себе проявляє в швидкій розробці програм, а також як засіб поєднування необхідних компонентів.

Враховуючи вищезазначене в якості основи для віртуального асистента запропоновано програму реалізацію клієнтського додатку на прикладі чат-боту API мовою Python. Для взаємодії з базою даних у якості основних модулів, що реалізують процеси взаємодії в представленій концептуальній моделі на рис. 1, можна запропонувати наступні:

- Асинхронний модуль (Aioogram) – дозволяє організувати швидко взаємодію з об'єктами, має підтримку автомату-абстракції FSM (finite-state machine), що використовується для опису шляху зміни стану об'єкта в залежності від поточного стану та інформації із зовнішнього середовища (з практичної точки зору можна використовувати у якості вирішення задач автоматизації проектування електронних пристроїв, проектування протоколів, синтаксичного аналізу та ін.).

- Модуль маніпуляції базою даних (Peewee) – дозволяє організувати зв'язок бази даних з концепцією об'єктно-орієнтованої мови, створюючи так звану «віртуальну об'єктну базу даних» за рахунок зменшення програмного коду і тим самим значно підвищити швидкість розробки (практичні функції – збереження в базу даних, завантаження, пошук та ін.).

- База даних (MySQL) – опис та структура бази даних надається у вигляді ER-діаграми, що описує концепцію «сутність – зв'язок», іншими словами, враховує поля вихідних даних з обмеженням довжини символів, має включати ідентифікатори окремих таблиць, які описуються автоінкрементами – змінюються в залежності від додавання нових кортежів до таблиць, що і роблять їх унікальними по відношенню до інших. Також необхідно враховувати розподіл запитів до бази даних при розробці рішення конкретної задачі.

На підставі проведеного аналізу, представляється, що в якості основних модулів мови Python може бути доцільним використання «Bot» та «Dispatcher».

Клас «Bot» дозволяє організувати екземпляр класу та опис аргументів для взаємодії з ботом:

```
bot = Bot(token=BOT_TOKEN, parse_mode="HTML")
```

Для взаємодії з користувачем у обраному середовищі необхідно створити екземпляр класу «Dispatcher», в якості аргументи виступатиме новостворений бот:

```
dp = Dispatcher(bot, storage=storage, loop=loop)
```




Для підключення модулю взаємодії з базою даних та налаштувати дане підключення виконуємо наступне:

```
mysql_db = MySQLDatabase(MS_DATABASE,  
                          **{'charset': 'utf8', 'sql_mode':  
                             'PIPES_AS_CONCAT', 'use_unicode': True, 'user': MS_USER,  
                             'password': MS_PASS})
```

Для відповіді на повідомлення користувача в залежності від змісту повідомлення модуль надає набір методів зі спеціальним синтаксисом (декоратори), дозволяють змінити поведінку функції, не змінюючи її код. В мові Python функції є об'єктами, відповідно їх можна викликати з іншої функції, або передавати в якості аргументу. При використанні чат-ботів, користувач як правило самостійне надає свої персональні данні. Ці данні накопичуються у тимчасовому сховищі – машині станів (FSM). Для кожного поля реєстраційних даних необхідно створювати окрему змінну з індивідуальним станом.

Персональні цифрові асистенти, що будуються на чат-ботах, створюють можливості переходу від графічного інтерфейсу користувача (Graphical User Interface, GUI) до діалогового інтерфейсу (Conversational User Interface, CUI), і виступають надзвичайно важливим інструментом при узгодженні різноманітних програмних продуктів. Окрім цього, можливості розширення функціональності віртуальних асистентів за рахунок клієнтських додатків, здатна зробити його високо-масштабованим бізнесом.

Економічний потенціал технологій обробки природньої мови (NLP) оцінюється великою кількістю глобальних інвестицій та за прогнозами міжнародної дослідницької компанії Market And Markets у порівнянні з 2016 роком у 7,63 млрд. дол. має збільшитися у 16,07 млрд. дол. до 2021 року. Аналіз компанії будується на зростаючому попиті використання штучних інтелектуальних систем розвинутими користувачами, зростання інвестицій в медицині, постійне зростання застосування мережових та хмарних бізнес-додатків [10]. За рахунок того, що кожна з компаній-розробників подібного програмного забезпечення користується власними унікальними підходами та специфічними алгоритмами, це відображає особистий «характер» системи і дозволяє констатувати, що на сьогодні не існує універсального підходу для виконання будь-якого завдання даною технологією.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведений аналіз дозволив констатувати наступне – віртуальні цифрові асистенти розкривають подальші перспективи у новітніх проектах, які пов'язані з масовою появою користувацької техніки, що підтримує NLU, а також елементів «розумного будинку» та інтернет-речей. Оскільки немає єдиного підходу щодо побудови віртуальних асистентів, в даному дослідженні запропоновано архітектурне рішення клієнтського додатку мовою Python на базі універсальної концептуальної моделі взаємодії з базою даних MySQL, що може бути корисним для розробників такого програмного забезпечення.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В роботі на основі аналізу предметної області описані логічна та фізична структури віртуальних цифрових асистентів. Дані клієнтські додатки здатні ефективно



взаємодіяти з базами даних, але рекомендується звертати увагу на можливості розширення об'єму інформації, що накопичується у базах даних та враховувати можливості щодо обробки персональних даних, сервіси сповіщень та редагування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Воробієнко П. П., Пунченко О. П. (2010). Теоретические основания становления современной информационной цивилизации. *Философия и социальные науки: Научный журнал*, (1), с. 65-71. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/7965>.
- [2] Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. (2010). *Телекомунікаційні та інформаційні мережі*. САММІТ-КНИГА.
- [3] Sutton R., Barto A. (2012). *Reinforcement Learning An Introduction*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
- [4] Спасітелева С. О., Бурячок В.Л. (2018). Перспективи розвитку додатків блокчейн в Україні. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*, 1(1), с. 35-48. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2018.1>
- [5] Хайнеман Д., Полліс Г. (2017). *Алгоритмы. Справочник с примерами на C, C++, Java и Python*. (Селков С., Пер.). Вільямс. (Оригінал опубліковано 2017 р.).
- [6] Poibeau Th., Saggion H., Piskorski J. (2013). *Multi-source, multilingual information extraction and summarization, Theory and Applications of Natural Language Processing*, Springer-Verlag (Yangarber R., Eds.). Berlin–Heidelberg.
- [7] Фаулер М. (2007). *Архитектура корпоративных программных приложений*. Вільямс.
- [8] Jing H., Haihong E., Guan L., Jian D. (2011). Survey on NoSQL database. *Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 6th International Conference*, p. 363–366. <https://doi.org/10.1109/ICPCA.2011.6106531>
- [9] Чан У. (2017). *Python: создание приложений. Библиотека профессионала*. Вільямс.
- [10] Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 / Markets and Markets. <https://www.marketsandmarkets.com/pdfdownloadNew.asp?id=107369271>

**Oleksandra Tsyra**

PhD, Senior Lecturer

O.S. Popov Odesa National Academy of Telecommunications, Odesa, Ukraine

ORCID: 0000-0003-3552-2039

*aleksandra.tsyra@gmail.com***Nataliia Punchenko**

PhD, Assoc. Professor

Odessa State Academy of Technical Regulation and Quality, Odesa, Ukraine

ORCID: 0000-0003-1382-4490

*iioonn24@rambler.ru***Oleksii Fraze-Frazenko**

PhD, Assoc. Professor

Odessa State Environmental University, Odesa, Ukraine

ORCID: 0000-0002-2288-8253

frazenko@gmail.com

FEATURES OF CONSTRUCTION AND BASIC DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF VIRTUAL DIGITAL ASSISTANTS

Abstract. The article analyzes the main aspects of creating virtual assistants that are part of intelligent computer programs – artificial intelligence systems (AI). The main task of “artificial intelligence” is to ensure effective communication of intelligent robotic systems (including unmanned vehicles) with humans. The basis of the above is in-depth training (systematic machine translation, speech recognition, processing of complex texts in natural languages, computer vision, automation of driving, etc.). This machine learning subsystem can be characterized using neural network models that mimic the brain. Any neural network model learns from large data sets, so it acquires some “skills”, but how it uses them remains for engineers, which ultimately becomes one of the most important problems for many deep learning applications. The reason is that such a model is formal and without an understanding of the logic of its actions. This raises the question: is it possible to increase the level of trust in such systems based on machine learning? Machine learning algorithms are complex mathematical descriptions and procedures and have a growing impact on people's lives. As the decision is increasingly determined by the algorithms, they become less transparent and understandable. Based on the foregoing, the paper considers the issues of the technological component and the algorithms of virtual digital assistants, conducts information modeling based on the conceptual model of the interaction of the virtual assistant with the database, and analyzes the scope and further development of the IT-sphere.

Keywords: virtual assistant machine learning; conceptual model; essence; attribute; software.

REFERENCES

- [1] Vorobienko P.P., Punchenko O.P. (2010). The theoretical foundations of the formation of modern information civilization. *Philosophy and Social Sciences: Scientific Journal*, (1), p. 65-71. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/7965>.
- [2] Vorobienko P.P., Nikityuk L.A., Reznichenko P.I. (2010). *Telecommunication and information networks. SAMMIT-BOOK*.
- [3] Sutton R. and Barto A. (2012). *Reinforcement Learning an Introduction*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
- [4] Spasiteleva S., Buriachok V. (2018). Perspectives for development of blockchain applications in Ukraine. *Cybersecurity: education, science, technique*, 1(1), p. 35-48. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2018.1>
- [5] Heineman D., Pollis G., Selkov S. (2017). *Algorithms. Reference with examples on C, C++, Java and Python*. (Selkov S., Eds.). Williams Publishing House. (The original has been published at 2017).



- [6] Poibeau Th., Saggion H., Piskorski J. (2013). Multi-source, multilingual information extraction and summarization, Theory and Applications of Natural Language Processing, Springer-Verlag (Yanarber R., Eds.). Berlin–Heidelberg.
- [7] Fowler M. (2007). Architecture of corporate software applications. Williams Publishing House.
- [8] Jing H., Haihong E., Guan L., Jian D. (2011). Survey on NoSQL database. Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 6th International Conference, p. 363–366. <https://doi.org/10.1109/ICPCA.2011.6106531>
- [9] Chan W. (2017). Python: application creation. Professional Library. Williams Publishing House.
- [10] Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 / Markets and Markets. <https://www.marketsandmarkets.com/pdfdownloadNew.asp?id=107369271>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.