

ФАБРИКАТОР МИКИТА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0009-0005-8903-8420>e-mail: dk01.fabrikator@iit.kpi.ua

ЯГАНОВ ПЕТРО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0001-7358-9846>e-mail: p.yagano@kpi.ua

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА ОПЕРАТИВНОГО ІНФОРМУВАННЯ

В роботі наведено результати досліджень з використання технологій штучного інтелекту у телекомунікаційних системах моніторингу територій та оперативного інформування населення, що мешкає на цих територіях. Такі системи створюються як апаратно-програмні комплекси, в яких апаратна платформа функціонує під управлінням програмного забезпечення, здійснюючи взаємодію з інформаційним простором і автоматизуючи процес збору, обробки даних та прийняття рішень. Сучасні системи моніторингу та інформування використовують технології штучного інтелекту, зокрема, нейромережні, навчені аналізувати текстові повідомлення, виявляючи у ньому семантичні сутності, об'єднуючи їх за змістом чи місцем події. Однією з інтелектуальних телекомунікаційних технологій, що динамічно розвивається і постійно вдосконалюється завдяки новим дослідженням та розробкам, є парсинг – процес вилучення інформації з даних, будь то текст, код або інші структуровані формати. Це відбувається за допомогою алгоритмів, які здатні розуміти граматику, синтаксис та семантику даних. Здатність до розуміння є ключовою характеристикою штучного інтелекту, і вона необхідна для ефективного парсингу. З розвитком штучного інтелекту та машинного навчання парсинг стає ще більш потужним та гнучким інструментом, що відкриває нові можливості для його застосування в телекомунікаціях. Можливості парсингу представлені у цій роботі для розробки і реалізації системи моніторингу за інформаційним простором і оповіщення про небезпеку. Представлено технічне рішення пристрою на основі мікроконтролера та веб-сервера, який забезпечує доступ до інформаційного простору, виконуючи функцію особистого сповіщувача про стан небезпеки. Регулярні запити до веб-ресурсу та перевірка стану з'єднання дозволяють своєчасно реагувати на зміни, підтримуючи актуальність і достовірність інформації для користувача.

Ключові слова: телекомунікації, штучний інтелект, нейронні мережі, парсинг, системи оповіщення.

FABRYKATOR MYKYTA, YAHANOV PETRO

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

SMART TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR MONITORING AND OPERATIONAL INFORMATION SYSTEMS

The paper presents the results of research on the use of artificial intelligence technologies in telecommunication systems for monitoring territories and promptly informing the population living in these territories. Such systems are created as hardware and software complexes in which the hardware platform operates under the control of software, interacting with the information space and automating the process of collecting, processing data and making decisions. Modern monitoring and information systems use artificial intelligence technologies, in particular, neural network technologies, which are trained to analyse text messages, identifying semantic entities in them, and combining them by content or location. One of the smart telecommunications technologies that is dynamically developing and constantly improving thanks to new research and development is parsing. Parsing is the process of extracting information from data, whether it is text, code or other structured formats. This is done with the help of algorithms that are able to understand the grammar, syntax, and semantics of the data. The ability to understand is a key characteristic of artificial intelligence, and it is necessary for effective parsing. With the development of artificial intelligence and machine learning, parsing will become an even more powerful and flexible tool, opening up new opportunities for its application in telecommunications. Parsing capabilities are used in this paper to develop and implement an information space monitoring and danger warning system. The paper presents a technical solution of a device based on a microcontroller and a web server that provides access to the information space, acting as a personal danger alert. Regular requests to the web resource and checking the connection status allow timely response to changes, maintaining the relevance and reliability of information for the user.

Keywords: telecommunications, artificial intelligence, neural networks, parsing, notification systems.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Безпечне та комфортне навколишнє середовище є об'єктивною необхідністю для сталого розвитку суспільства. Воно створює передумови для генерування нових технологічних рішень, які здатні створити основу для розв'язку актуальних задач. Достовірність інформації та доступ до неї широкого кола споживачів є об'єктивною необхідністю для розвитку засобів реагування на складні виклики сучасності. Одним з таких викликів є проблема моніторингу та оцінки стану навколишнього середовища. На глобальному рівні створена програма ООН з навколишнього середовища UNEP (United Nations Environment Programme), яка співпрацює з країнами, урядовими та науковими установами, громадськістю для покращення стану довкілля та розробки стратегій по боротьбі із забрудненням. В Україні діє державна система моніторингу довкілля, яка здійснює свої функції на загальнодержавному, регіональному і локальному рівні. Створені системи збору даних, які ведуть облік викидів та забруднень, здійснюють контроль якості повітря, водних ресурсів,

грунту, стан рослинного та тваринного світу, фермерських угідь, пасовищ тощо.

Безпечність і комфорт навколишнього середовища не слід розглядати лише у контексті кліматичного стану довкілля, але і як умову збереження життя і здоров'я населення в умовах надзвичайних ситуацій. Хоча створення комфорту в такій ситуації не є пріоритетною задачею, але вчасна і об'єктивна інформація про можливі небезпеки з метою уникнення трагічних наслідків є необхідністю.

Аналіз досліджень та публікацій

Сучасні технології оповіщення про небезпеку використовують різні канали зв'язку. Система NOAA Weather Radio (NWR) [1] використовує радіозв'язок за технологію SAME (Specific Area Message Encoding), яка дозволяє транслювати автоматизовані повідомлення про надзвичайні ситуації у обраному регіоні. З розвитком мобільних технологій все більшої популярності набувають мобільні додатки та системи розсилки текстових повідомлень. Одним із таких рішень є додаток Nixle для оповіщення населення про надзвичайні ситуації через SMS та електронну пошту [2]. Система Alertus використовує централізовану платформу для активації різних засобів оповіщення, включаючи гучномовці, цифрові табло та мобільні додатки [3].

Однією з перспективних інтелектуальних телекомунікаційних технологій є парсинг – процес вилучення інформації з даних, будь то текст, код або інші структуровані формати. Парсинг здійснюється спеціальною програмою «парсером» за допомогою алгоритмів, які здатні розуміти граматику, синтаксис та семантику даних. Ця здатність до розуміння є ключовою характеристикою штучного інтелекту, який необхідний для ефективного парсингу. Для парсингу даних використовуються знання та правила, які описують структуру та формат даних. Ці знання можуть бути вбудовані в алгоритми парсингу або ж динамічно поповнюватися на основі аналізу даних. Використання знань та правил дозволяє парсеру правильно інтерпретувати дані та вилучати з них релевантну інформацію. Парсинг широко використовується в телекомунікаціях для різних цілей, таких як аналіз мережевого трафіку з метою виявлення проблем, оптимізація продуктивності та безпеки, обробка даних про виклики та наданні послуг з обслуговування клієнтів, аналіз текстових повідомлень, фільтрування небажаного контенту та захисті користувачів від шкідливого контенту. Алгоритми парсингу переважно засновані на нейромережних технологіях класифікації, кластеризації, ідентифікації, прогнозування тощо [4-6].

У контексті систем оповіщення парсинг відіграє важливу роль у фільтрації та обробці даних, отриманих від різних джерел, для забезпечення точного та швидкого інформування користувачів про потенційну небезпеку. Багатошарові перцептрони реалізують ефективні алгоритми з виявлення прихованих загроз у телекомунікаційних мережах, здійснюючи їх класифікацію та попереджаючи про небезпеку. За допомогою парсингу системи можуть автоматично відбирати та інтерпретувати тільки ті повідомлення, що відповідають певним критеріям, наприклад, регіону або типу небезпеки. Це дозволяє зменшити ризик інформаційного перенавантаження та забезпечити оперативне реагування на загрози. Одним з прикладів використання парсингу у медіа-ресурсах є сервіс Google Alerts [3]. Він використовується для моніторингу новин та соціальних мереж, а також дозволяє налаштовувати оповіщення за ключовими словами та темами, що дозволяє швидко виявляти та передавати релевантну інформацію користувачам.

Прямого рішення з використанням парсингу в системах радіоповіщення в Україні немає. З початку повномасштабного вторгнення створено волонтерський проєкт Alerts.in.ua [7], у якому отримання інформації про загрози відбувається шляхом парсингу різних джерел: з офіційного каналу «Повітряна тривога», з каналів ОДА, ДСНС, Повітряних сил ЗСУ, «Суспільне», з офіційної мапи повітряної тривоги. Для середньостатистичного користувача це вимагає свідомого пошуку, що може утруднити процес отримання актуальної інформації. За допомогою парсингу системи оповіщення можуть автоматично відбирати та інтерпретувати тільки ті повідомлення, що відповідають певним критеріям, наприклад, регіону або типу небезпеки. Це дозволяє зменшити ризик інформаційного перенавантаження та забезпечити оперативне реагування на загрози.

В аналітичній записці Національного інституту стратегічних досліджень [8] зроблено висновок про те, що «... технічне оснащення державної системи моніторингу довкілля ... не забезпечує вимірювання необхідного комплексу показників, автоматизованого збирання, зберігання та оперативного надання інформації основним споживачам», а першочерговим завданням є «...організація автоматизованого моніторингу навколишнього середовища, що ґрунтується на створенні і застосуванні комп'ютерних технологій оперативного збирання, оброблення та передавання даних від великої кількості віддалених та розподілених на значній території об'єктів». Цей висновок актуальний і щодо систем оперативного інформування про надзвичайні ситуації. Використовуючи згенеровані і доступні технології електронних комунікацій і радіотехніки, фахівці з конструкторсько-технологічного проектування інформаційно-обчислювальних засобів радіоелектронних систем цілком спроможні розв'язувати задачі, пов'язані з реалізацією як системних проєктів, так і проєктів регіонального чи місцевого рівня. Взаємне доповнення композиційних та телекомунікаційних методів проектування таких систем у єдиному технологічному середовищі дозволяє отримати нову якість рішень прикладних задач, коректність яких впливає з їх побудови [9, 10]. Тому розробка авторського веб-сервісу, який оброблятиме запити та надаватиме інформацію про повітряну тривогу в обраному регіоні, є актуальною задачею.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є дослідження можливості впровадження інтелектуальних телекомунікаційних технологій в систему моніторингу та оперативного інформування на базі апаратно-програмного комплексу

тривожного оповіщення. Представлено концептуальне рішення пристрою, який виконує задачу особистого оповіщувача про стан безпеки, що дозволяє користувачу персонально отримувати важливі повідомлення про потенційну загрозу.

Виклад основного матеріалу

Система персонального оповіщення, яка вирішує одну з проблем існуючих технічних рішень, а саме недостатню персоналізацію та обмежену універсальність, зменшуючи ризик пропуску важливих сповіщень через обмеження веб-сервісу існуючих систем, складається з апаратної частини та веб-серверу. Її структурна схема з мінімально можливою компоновкою наведена на рис. 1.

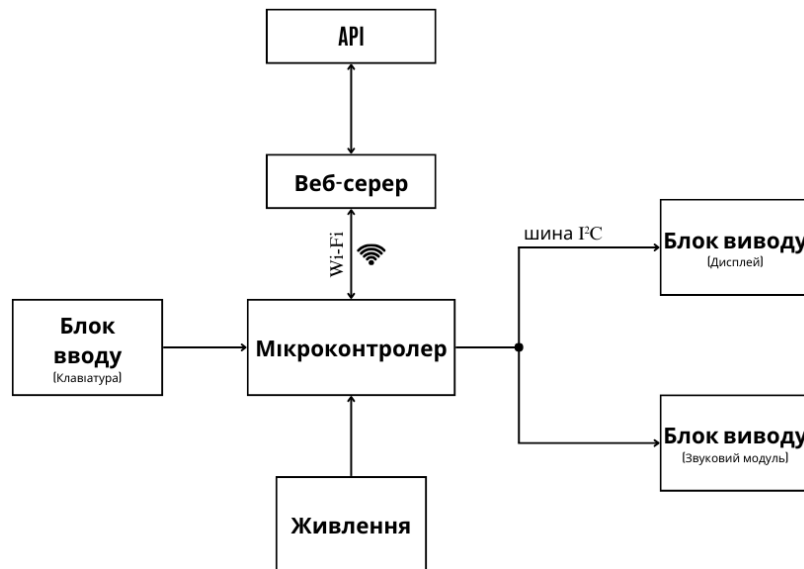


Рис. 1. Структурна схема системи оповіщення

Мікроконтролер є центральним блоком управління системи оповіщення. Він відповідає за обробку всіх вхідних та вихідних даних, виконання логіки програми та керування підключеними модулями. Блок вводу є основним інтерфейсом для введення даних і взаємодії з системою. Блоки виводу – дисплей та звуковий модуль – є основними засобом візуального та аудіо інформування. Важливим фактором при виборі мікроконтролера є наявність вбудованого Wi-Fi-модуля. Додатковими критеріями є наявність флеш-пам'яті, інтерфейсу I²C (Inter-Integrated Circuit) для обміну даними між мікроконтролером та дисплеєм, кількість GPIO, тактова частота. Алгоритм функціонування пристрою забезпечує безперервний моніторинг стану безпеки, використовуючи підключення до Інтернету через Wi-Fi та власний веб-ресурс. Приклад реалізації системи оповіщення з використанням згенерованих телекомунікаційних технологій подається нижче.

Аргументованим вибором для даної системи є мікроконтролер ESP8266MOD версії ESP-12E [11]. Програмне забезпечення для пристрою проведено у середовищі Arduino IDE [12] мовою програмування C++. Дане середовище є зручним і популярним інструментом для розробки, компіляції та завантаження коду в мікроконтролери різних типів, включаючи ESP8266MOD. Воно здійснює інтеграцію з багатьма бібліотеками, які значно спрощують процес розробки програм для роботи з апаратними компонентами та мережевими інтерфейсами. Функціонал для взаємодії мікроконтролера з веб-сервером Wi-Fi сформовано за допомогою бібліотек ESP8266WiFi.h, ESP8266WebServer.h, ESP8266HTTPClient.h. Бібліотеки LiquidCrystal_I2C.h, Wire.h реалізують інтерфейс I²C – послідовну асиметричну шину для зв'язку між інтегральними схемами у складі електронних приладів. Бібліотека EEPROM.h дозволяє зберігати і читати дані у внутрішній пам'яті EEPROM мікроконтролера. Це корисно для зберігання налаштувань між перезавантаженнями пристрою.

Для роботи веб-сервісу у середовищі Visual Studio Code [13] розроблений код, написаний мовою програмування Python з використанням мікрофреймворку Flask [14], забезпечуючи передачу даних пристрою за допомогою HTTP-запитів, інтерфейсу API (Application Programming Interface) та веб-додатків. Веб-сервер взаємодіє з зовнішнім API для отримання необхідних даних, які зберігаються в кеші та надаються на запит у форматі JSON [15]. Спрощений алгоритм програмного забезпечення системи наведений на рис. 2.

На початку роботи визначається URL-адреса зовнішнього API та заголовки для авторизації. Це дозволяє програмі виконувати запити до захищеного API, використовуючи токен доступу. Далі декларуються глобальні змінні для зберігання кешованих даних та часу останнього оновлення. Наступним етапом створюється список регіонів. Цей список використовується для відповідності індексів даних з назвами регіонів. Регіоном може бути як окрема локація, так і технічна система з власним іменем.

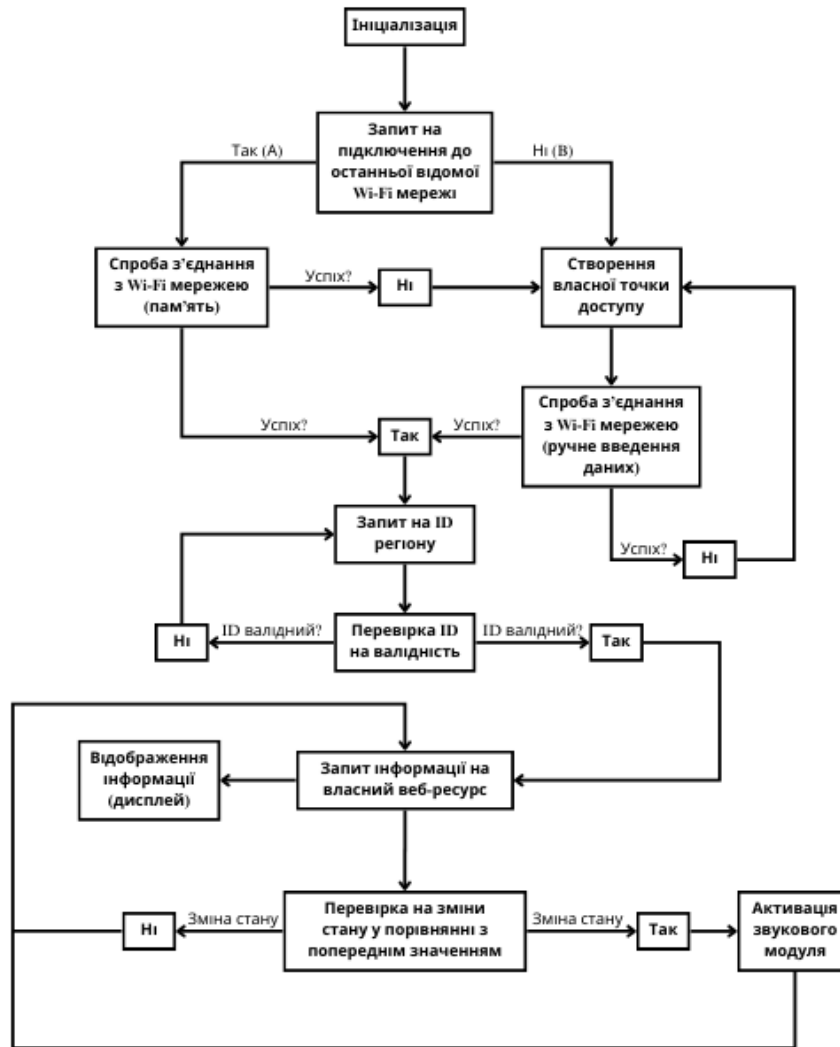


Рис. 2. Спрощений алгоритм роботи програмного забезпечення системи оповіщення

Використання ресурсів мікроконтролера для частих HTTP-запитів може призвести до перевантаження процесора та пам'яті пристрою, знизивши його ефективність і стабільність роботи. Тому створення веб-сервера, який централізовано обробляє запити до зовнішнього джерела, є більш ефективним рішенням. Веб-сервер кешує дані, зменшуючи кількість запитів до зовнішнього API, і надає ці дані всім підключеним пристроям. Використання власного веб-сервера має свої переваги. Він зберігає можливість у майбутньому допрацювати код таким чином, щоб сайт повертав дані з декількох джерел. Це може підвищити надійність та точність отримуваної інформації.

У цій системі парсинг використовується для обробки вхідних даних, отримання інформації від зовнішніх джерел та підготовки даних для відображення. Система здійснює HTTP-запити до зовнішнього API, отримуючи відповідь, яка парситься для витягнення необхідних даних. Ці дані зберігаються у кеші та використовуються для обробки запитів користувачів, перевіряючи валідність параметрів та формуючи відповіді, які включають значення, назву регіону та час останнього оновлення. На пристрої парсинг застосовується для зчитування параметрів з власної точки доступу під час налаштування Wi-Fi, а також для збереження облікових даних у EEPROM. Під час запитів до веб-сервісу відповіді у форматі JSON парсяться для отримання статусу тривоги та необхідних значень, що дозволяє відображати відповідну інформацію на LCD-дисплеї та активувати звуковий сигнал.

Висновки з даного дослідження

і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Обґрунтована та практично підтверджена реалізація системи оповіщення з використанням згенерованих телекомунікаційних технологій. Апаратна частина пристрою використовує звичні функції взаємодії мікроконтролера з підсистемами вводу-виводу даних, живлення, веб-сервером. Алгоритм програмного забезпечення забезпечує ефективне функціонування процесу ініціалізації компонентів та встановлення з'єднання з бездротовою мережею. Функції для витягування значень з JSON-рядків, генерації звукових сигналів, зчитування і запису налаштувань Wi-Fi у EEPROM, а також для перевірки підключення до мережі створюють належну взаємодію з користувачем. Завдяки цьому пристрій здійснює постійний моніторинг інформаційного середовища та оперативне оновлення даних. Регулярні запити до веб-сервісу та

перевірка стану з'єднання дозволяють своєчасно реагувати на зміни, підтримуючи актуальність і достовірність інформації для користувача. Це значно підвищує оперативність та точність отримання інформації, зменшуючи ризик пропуску важливих сповіщень.

На базі запропонованого технічного рішення можна створювати інші системи моніторингу або шляхом розширення функцій даного пристрою, або інтегруючи його до складу інших систем. Використання веб-серверу для надання статичного та динамічного веб-контенту користувачу через Інтернет дозволить використати можливості інших технологій, наприклад, IoT. Конфігураційна гнучкість забезпечує просту адаптацію до потреб користувача.

Література

1. NOAA Weather Radio. <https://www.weather.gov/nwr/>
2. NIXLE. <https://www.everbridge.com/products/nixle/>
3. Уніфіковане масове оповіщення Alertus. <https://www.alertus.com/>
4. Lebedev A.V., Voronova L. I. Analysis of Network Traffic in Telecommunication Networks of a Transport Company. 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2022. P. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEECONF53456.2022.9744285> .
5. Yarovy A., Kudriavtsev D. Multi-purpose search to determine the context of a text message based on the dictionary data structure. 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), LVIV, Ukraine. 2021. P. 65-68. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648803> .
6. Ved M. Big Data Analytics in Telecommunication using State-of-the-art Big Data Framework in a Distributed Computing Environment: A Case Study. 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Milwaukee, WI, USA. 2019. P. 411-416. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2019.00066> .
7. Мапа повітряних тривог України. Alerts.in.ua. <https://alerts.in.ua/>
8. Створення ефективної системи моніторингу довкілля в Україні: проблеми і шляхи їх вирішення : аналітична записка. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/stvorennya-efektivnoi-sistemi-monitoringu-dovkilliya-v-ukraini>
9. Редько І.В. Теоретичні основи програмної релятивізації у технологічних системах програмування / І.В. Редько, М.О. Зилевич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2023. – № 2. – С. 72-80.
10. Редько І.В. Редукційне програмування задач у технологічному середовищі програмування / І.В. Редько, М.О. Зилевич // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2023. – Т. 34, № 2. – С. 228-233.
11. Мікроконтролер ESP8266MOD версії ESP-12E. Arduino.ua. <https://arduino.ua/prod1379-wi-fi-modul-esp8266-versiya-esp-12e>
12. Arduino IDE. Arduino.cc. <https://www.arduino.cc/en/software/>
13. Visual Studio Code. Visualstudio.com. <https://code.visualstudio.com/>
14. Мікрофреймворк Flask. Flask.palletsprojects.com. <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>
15. API alerts.in.ua. alerts.in.ua. <https://devs.alerts.in.ua/>

References

1. NOAA Weather Radio. <https://www.weather.gov/nwr/>
2. NIXLE. <https://www.everbridge.com/products/nixle/>
3. Unifikovane masove opovishchennia Alertus. <https://www.alertus.com/>
4. Lebedev A.V., Voronova L. I. Analysis of Network Traffic in Telecommunication Networks of a Transport Company. 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2022. P. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEECONF53456.2022.9744285> .
5. Yarovy A., Kudriavtsev D. Multi-purpose search to determine the context of a text message based on the dictionary data structure. 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), LVIV, Ukraine. 2021. P. 65-68. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648803> .
6. Ved M. Big Data Analytics in Telecommunication using State-of-the-art Big Data Framework in a Distributed Computing Environment: A Case Study. 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Milwaukee, WI, USA. 2019. P. 411-416. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2019.00066> .
7. Mapa povitrianykh tryvoh Ukrainy. Alerts.in.ua. <https://alerts.in.ua/>
8. Stvorennia effektivnoi systemy monitorynhu dovkillia v Ukraini: problemy i shliakhy yikh vyrishennia : analitichna zapyska. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/stvorennya-efektivnoi-sistemi-monitoringu-dovkilliya-v-ukraini>
9. Redko I.V. Teoretichni osnovy prohramnoi relatyvizatsii u tekhnolohichnykh systemakh prohramuvannia / I.V. Redko, M.O. Zylevich // Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. – 2023. – № 2. – S. 72-80.
10. Redko I.V. Reduktsiine prohramuvannia zadach u tekhnolohichnomu seredovyskhi prohramuvannia / I.V. Redko, M.O. Zylevich // Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho. Seria: Tekhnichni nauky. – 2023. – T. 34, № 2. – S. 228-233.
11. Mikrokontroler ESP8266MOD versii ESP-12E. Arduino.ua. <https://arduino.ua/prod1379-wi-fi-modul-esp8266-versiya-esp-12e>
12. Arduino IDE. Arduino.cc. <https://www.arduino.cc/en/software/>
13. Visual Studio Code. Visualstudio.com. <https://code.visualstudio.com/>
14. Mikrofreimvork Flask. Flask.palletsprojects.com. <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>
15. API alerts.in.ua. alerts.in.ua. <https://devs.alerts.in.ua/>