

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій,
обліку та фінансів
Кафедра комп'ютерних технологій
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Пожарко Антон Русланович

УДК 004.614:84

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Інформаційна система пожежної безпеки зон відпочинку на базі
технології IoT
126 «Інформаційні системи та технології»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Лапін Андрій Валерійович,
к.е.н., доцент кафедри КТіМС

Житомир – 2024

Висновок кафедри _____
за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____
№ від «_____» _____ 20____ р.

Завідувач кафедри _____

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)
«_» _____ 20____ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:
сума балів за 100-бальною шкалою ____
за шкалою ECTS ____
за національною шкалою ____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці інформаційної системи пожежної безпеки для рекреаційних зон на основі технології Інтернету речей (IoT). Розроблена модель системи включає наступні основні компоненти:

1. Модуль моніторингу та виявлення пожеж. Безперервний моніторинг та виявлення пожежних загроз за допомогою різноманітних датчиків та систем відеоспостереження.

2. Система оповіщення та екстреного сповіщення, яка забезпечує надійне та швидке сповіщення про пожежну загрозу та координує дії в екстрених ситуаціях.

3. Системи автоматичного управління евакуацією, які автоматично керують процесом евакуації, в тому числі спрямовують і направляють людей до безпечних шляхів евакуації в разі загрози пожежі.

4. Система аналізу даних та звітності, яка надає можливість аналізувати отримані дані про пожежні загрози та реагування на них і формувати звіти для подальшого вдосконалення процесів забезпечення пожежної безпеки.

Розроблена інформаційна система стане ефективним інструментом запобігання пожежам та забезпечення безпеки відвідувачів у рекреаційних зонах.

Ключові слова: *пожежна безпека, зони відпочинку, інформаційна система, Інтернет речей (IoT), моніторинг, виявлення, сповіщення, аварійна комунікація, управління евакуацією, аналіз даних, звітність, покращення безпеки.*

Summary

This qualification work is dedicated to the development of an information fire safety system for recreational areas based on Internet of Things (IoT) technology. The developed system model includes the following key components:

1. Monitoring and fire detection module, which provides continuous monitoring and detection of fire threats using various sensors and video surveillance systems.
2. Notification and emergency communication system, which reliably and quickly informs about fire threats and coordinates actions in case of emergency situations.
3. Automated evacuation management system, which provides automatic control of the evacuation process in case of fire threats, including providing instructions and guidance for safe evacuation routes.
4. Data analysis and reporting system, which provides the ability to analyze the collected data on fire threats and response, as well as generate reports for further improvement of fire safety processes.

The developed information system can become an effective tool for preventing fires in recreational areas and ensuring the safety of visitors.

Key words: fire safety, recreational areas, information system, Internet of Things (IoT), monitoring, detection, notification, emergency communication, evacuation management, data analysis, reporting, safety improvement.

Перелік умовних скорочень

- 1) IoT – Internet of Things (Інтернет речей)
- 2) GSM – Global System for Mobile Communications (Глобальна система мобільного зв'язку)
- 2) ПД – пожежний датчик
- 3) ЦУС – центральна управляюча система
- 4) САК – система автоматичного контролю
- 5) ССП – система сповіщення та пожежного захисту

Зміст

Анотація	3
Summary	4
Перелік умовних скорочень	5
Зміст	6
Вступ	7
Розділ 1. Аналіз досліджуваної області	8
1.1 Інформаційні потреби об'єкта інформатизації:	8
1.2 Функціональні вимоги до інформаційної системи пожежної безпеки:	8
Розділ 2. Запропоноване рішення та його узагальнення	100
2.1 Розробка та функціональна схема інформаційної системи пожежної безпеки на основі IoT	10
2.2 Визначення ефективності та інтеграція функціональних блоків системи	11
Розділ 3. Опис інтерфейсу та реалізація	13
3.1 Опис системи	13
3.2 Інтерфейс сайту	18
Висновок	21
Список використаних джерел	22

Вступ

Останні роки показують тривожну тенденцію зростання кількості пожеж у зонах відпочинку, таких як парки та інші місця масового відпочинку. Ця проблема стає все більш актуальною через низку факторів [1]. По-перше, збільшення потоку відвідувачів у таких місцях призводить до збільшення можливостей виникнення пожеж, оскільки з великим числом людей збільшується і ризик необережного поводження з вогнем [2]. По-друге, природні фактори, такі як спека, сухість, а також можливість спалаху блискавки, створюють сприятливі умови для пожеж [3]. По-третє, технічні проблеми з обладнанням або несправність електромережі також можуть бути причиною пожеж [4].

Сучасні системи пожежної безпеки, які застосовуються у зонах відпочинку, мають свої обмеження. Більшість з них базуються на стандартних датчиках та обладнанні, яке не завжди може забезпечити повне покриття та ефективність моніторингу [5]. Недоліки в цих системах можуть включати обмежену зону виявлення пожеж, недостатню швидкість реакції на загрозу та обмежені можливості автоматизації процесів [6].

Тому інформаційна система пожежної безпеки повинна бути розроблена з урахуванням цих проблем. Вона повинна мати здатність поєднувати дані з різних джерел, таких як датчики пожежі, відеоспостереження, метеостанції та інші, щоб надати повну картину пожежної ситуації [7]. Також важливо, щоб система була здатна автоматично виявляти пожежні загрози та надавати оперативну інформацію рятувальним службам для ефективною координації дій та мінімізації збитків [8][9]. Додатково, система повинна бути надійною та стійкою до впливу навколишнього середовища, що може включати екстремальні погодні умови та високий рівень вологості. Також важливо мати можливість забезпечити резервне живлення та системи аварійного відновлення для збереження працездатності системи у випадку відмови основного живлення або інших непередбачуваних ситуацій [10].

Розділ 1. Аналіз досліджуваної області

1.1 Інформаційні потреби об'єкта інформатизації:

У зонах відпочинку існує ряд проблем, які становлять серйозну загрозу пожежній безпеці та можуть призвести до небезпечних ситуацій для відвідувачів та навколишнього середовища [11]. Багато зон відпочинку мають обмежені системи моніторингу, які не завжди здатні ефективно виявляти пожежі, що може призвести до запізненого реагування на пожежу та втрати часу для організації евакуації відвідувачів [12][13]. Обмежена реакція на пожежні загрози виникає через недостатній обсяг та якість інформації про пожежі. Пожежні служби та рятувальні команди можуть мати обмежену доступність інформації про масштаби та місцезнаходження пожежі, що ускладнює їхню реакцію та здатність ефективно керувати подією [14].

Неясність щодо евакуаційних маршрутів ускладнює процес евакуації в разі пожежі. Багато зон відпочинку можуть мати складні або недоступні маршрути, що може спричинити паніку серед відвідувачів та ускладнити організацію евакуаційних заходів [15].

Потреба у забезпеченні доступу до різноманітних даних про погоду, стан ризику пожежі та додаткові дані про відвідувачів зони відпочинку стає критичною для прийняття ефективних рішень щодо пожежної безпеки [16].

Нарешті, для успішного керування пожежною ситуацією в зонах відпочинку необхідні надійні системи сповіщення та зв'язку, які забезпечать швидку та ефективну координацію дій рятувальних служб та відвідувачів, щоб мінімізувати ризики та збитки у разі пожежі [17].

1.2 Функціональні вимоги до інформаційної системи пожежної безпеки:

Після визначення проблематики та потреб об'єкта інформатизації, можна визначити основні функціональні вимоги до інформаційної системи пожежної

безпеки [18]. Першою функціональною вимогою є моніторинг та виявлення пожеж. Система повинна мати можливість постійного моніторингу та виявлення пожежних загроз за допомогою датчиків, відеоспостереження та інших джерел інформації [19].

Друга вимога – це наявність надійної системи сповіщення та аварійного повідомлення. Інформаційна система повинна швидко та ефективно інформувати про пожежні загрози та координувати дії в разі надзвичайної ситуації [20].

Третя вимога передбачає наявність автоматизованої системи управління евакуацією. Система повинна мати можливість автоматичного керування процесом евакуації в разі пожежної загрози, включаючи надання інструкцій та вказівок щодо безпечних маршрутів евакуації [21].

Четверта вимога - це наявність аналітичних засобів та звітності. Система повинна забезпечувати можливість аналізу даних про пожежні загрози та реакцію на них, а також створення звітів для подальшого вдосконалення процесів пожежної безпеки [22][23].

Висновок до розділу 1.

Отже, аналізуючи проблематику пожежної безпеки в зонах відпочинку та визначаючи функціональні вимоги до інформаційної системи, можемо визначити, що створення та впровадження надійних і ефективних систем моніторингу, сповіщення та управління є важливим завданням для забезпечення безпеки відвідувачів та природного середовища. Необхідно вдосконалювати технології та процедури з пожежного моніторингу та реагування, забезпечуючи доступ до потрібної інформації та швидку взаємодію між службами та відвідувачами. Розробка та впровадження інформаційних систем, що відповідають виявленим потребам, є ключовим етапом у покращенні пожежної безпеки в зонах відпочинку та зменшенні ризиків для громадськості та навколишнього середовища.

Розділ 2. Запропоноване рішення та його узагальнення

2.1 Розробка та функціональна схема інформаційної системи пожежної безпеки на основі IoT.

У даному розділі було розглянуто запропоноване рішення щодо розробки інформаційної системи пожежної безпеки для зон відпочинку, базоване на технології Інтернету речей (IoT) [24]. Вказана інтегрована система охоплює широкий спектр компонентів, включаючи системи датчиків, збору та передачі даних, центральне управління та автоматизоване керування [25].

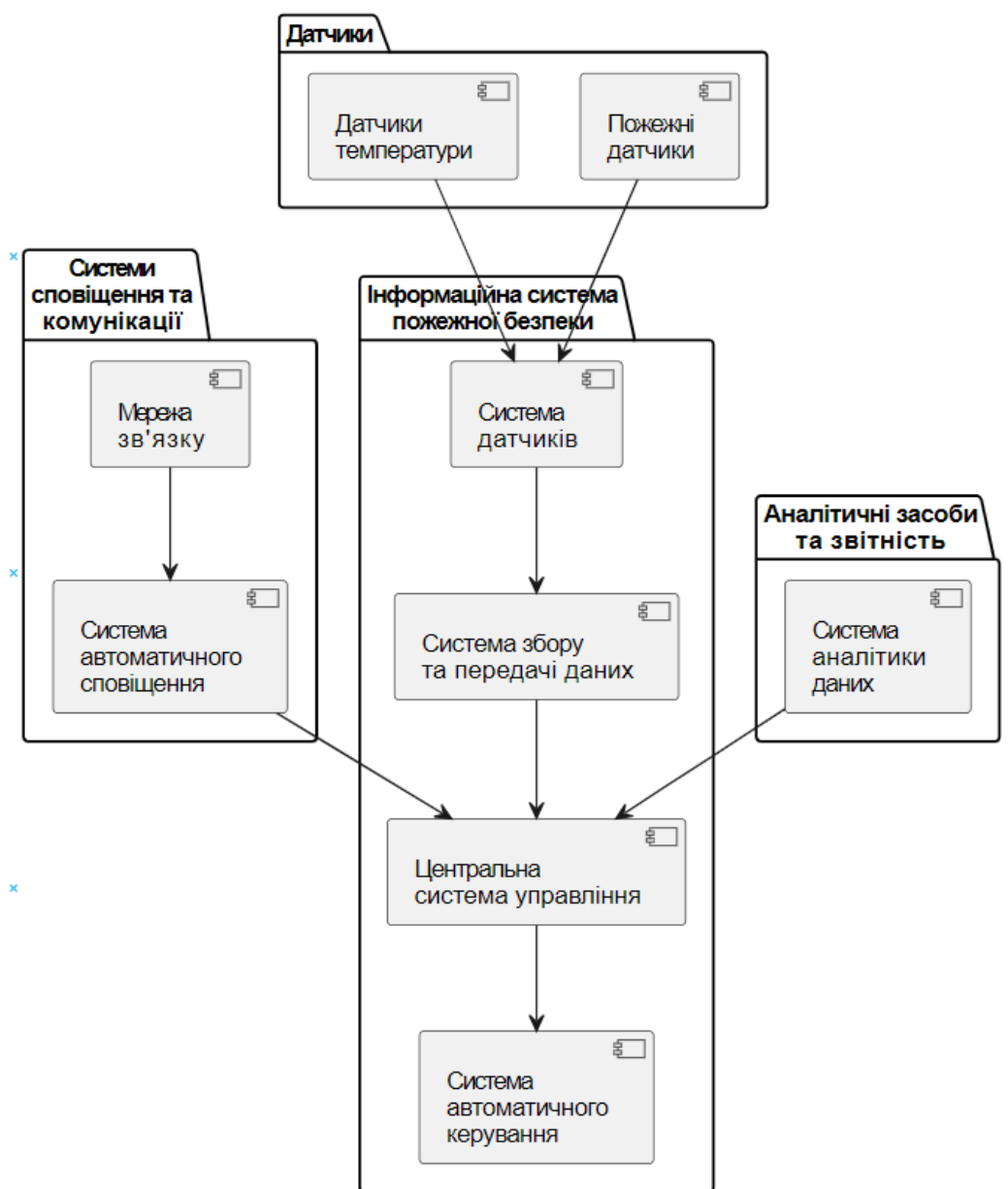


Рисунок 2.1 — Діаграма структури інформаційної системи

На рисунку 2.1 показані компоненти та взаємозв'язки інформаційної системи пожежної безпеки рекреаційних зон на основі технології Інтернету речей (IoT) [27]. Схема розробленого рішення відображає важливі елементи, такі як система датчиків, система збору та передачі даних, центральне управління та система автоматичного керування. Крім того, відображаються зв'язки між цими компонентами та основні напрямки потоків інформації та керування в системі [26]. Чотири ключові компоненти відіграють важливу роль у цій системі: система датчиків, система збору та передачі даних, центральна система управління та система автоматичного управління [28].

Система датчиків відповідає за виявлення пожежної загрози та збір необхідних даних з датчиків пожежі та температури. Ці дані надсилаються до системи збору та передачі даних, а потім до центральної системи управління [29].

Центральна система управління аналізує дані, виявляє пожежну загрозу і приймає відповідні рішення. Система також працює у взаємодії з системами сигналізації та зв'язку для швидкого та ефективного реагування на надзвичайні ситуації [30][31]. Крім того, система має компонент аналізу даних, який аналізує та повідомляє про пожежні загрози для подальшого вдосконалення процесу пожежної безпеки [32].

Алгоритми функціонування системи описують процес збору, аналізу та реагування на пожежні загрози, що включає в себе активування необхідних заходів пожежної безпеки. Детальний аналіз кожного кроку процесу дозволяє краще розуміти взаємозв'язок між компонентами та ефективність системи в цілому [33].

2.2 Визначення ефективності та інтеграція функціональних блоків системи

Результати інформаційного моделювання підтверджують ефективність системи виявлення та гасіння пожеж у зонах відпочинку. Це включає аналіз впливу різних факторів на роботу системи, виявлення можливих проблем та шляхи їх вирішення [34].

Реалізація функціональних блоків системи передбачає використання сучасних технологій програмування та інтеграцію в загальну систему для забезпечення стабільної та ефективної роботи в реальних умовах експлуатації [35]. Підвищення деталізації реалізації кожного блоку дозволяє виявити потенційні проблеми та забезпечити їх вирішення ще на етапі розробки [36].

Висновок до розділу 2.

У цьому розділі було розглянуто запропоноване рішення щодо створення інформаційної системи пожежної безпеки для зон відпочинку на базі технології Інтернету речей (IoT). Підвищена деталізація блок-схеми, алгоритмів функціонування, результатів моделювання та реалізації функціональних блоків дозволяє зрозуміти ефективність та потенційні можливості цієї системи. Враховуючи розглянуті аспекти, можна зробити висновок про перспективність впровадження подібних інноваційних рішень у практику пожежного захисту зон відпочинку. Такий підхід не лише сприятиме забезпеченню безпеки відвідувачів та збереженню природного середовища, а й покращить імідж регіону та сприятиме економічному розвитку через підвищення привабливості туристичних об'єктів.

Розділ 3. Опис інтерфейсу та реалізація

3.1 Опис системи

Розроблено систему пожежної безпеки на базі технології IoT, який дозволяє перевіряти наявність пожеж та сповіщати відвідувачів про пожежу, також людина через сайт зможе перевірити систему на те чи активні датчики чи ні.

Для досягнення цієї мети був розроблений прототип комунікаційної мережі, що поєднує різні типи комп'ютерних мереж, де перевага надається безпроводним засобам зв'язку. Завдяки мобільним системам зв'язку користувачі можуть отримувати доступ до мереж і сервісів поза обмеженнями проводних з'єднань. Це особливо важливо для продуктивної роботи системи пожежної безпеки зон відпочинку, оскільки дозволяє підтримувати безперебійність зв'язку у будь якій географічній точці.

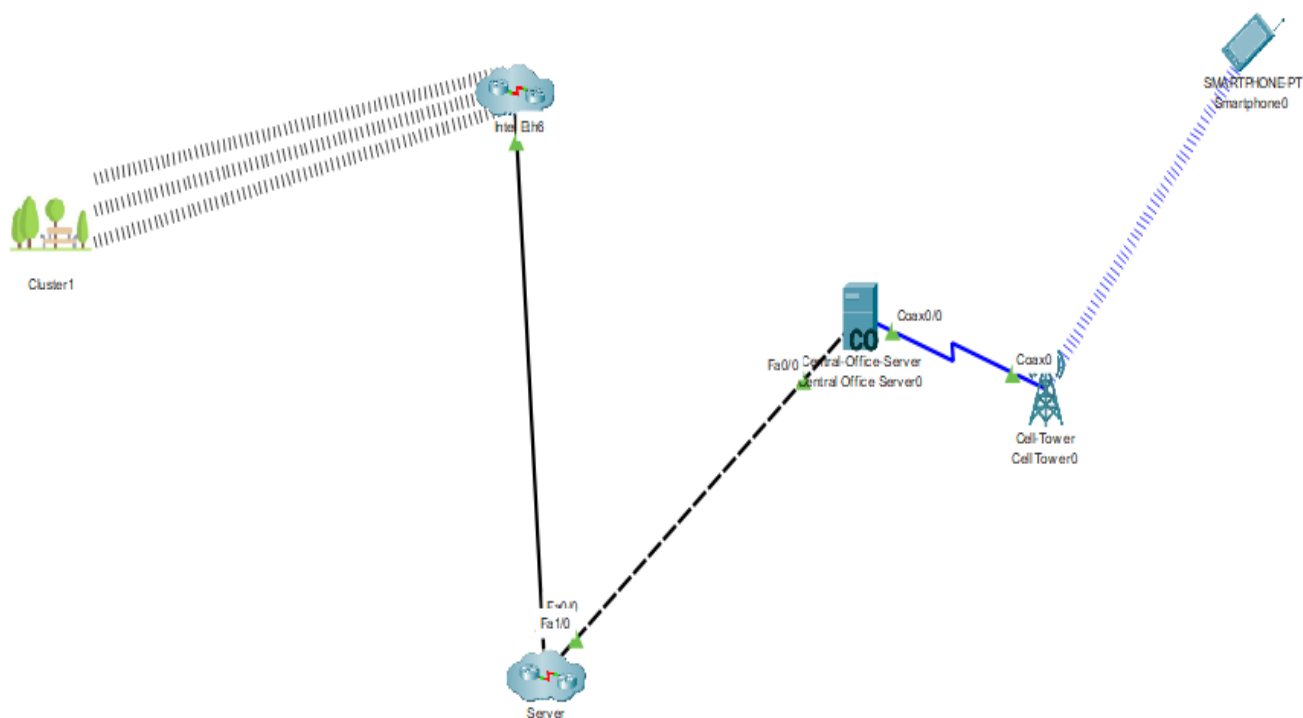


Рисунок 3.1 – Прототип системи

Контролери в системах Інтернету речей (IoT) відіграють ключову роль у забезпеченні управління та координації різноманітних пристроїв та сенсорів у мережі. При розробці нашої системи контролери забезпечують локальне

процесування даних на місці збору (на «краю» мережі), що дозволяє знижувати затримки та обмежувати обсяги даних, що передаються до центральних керуючих систем.

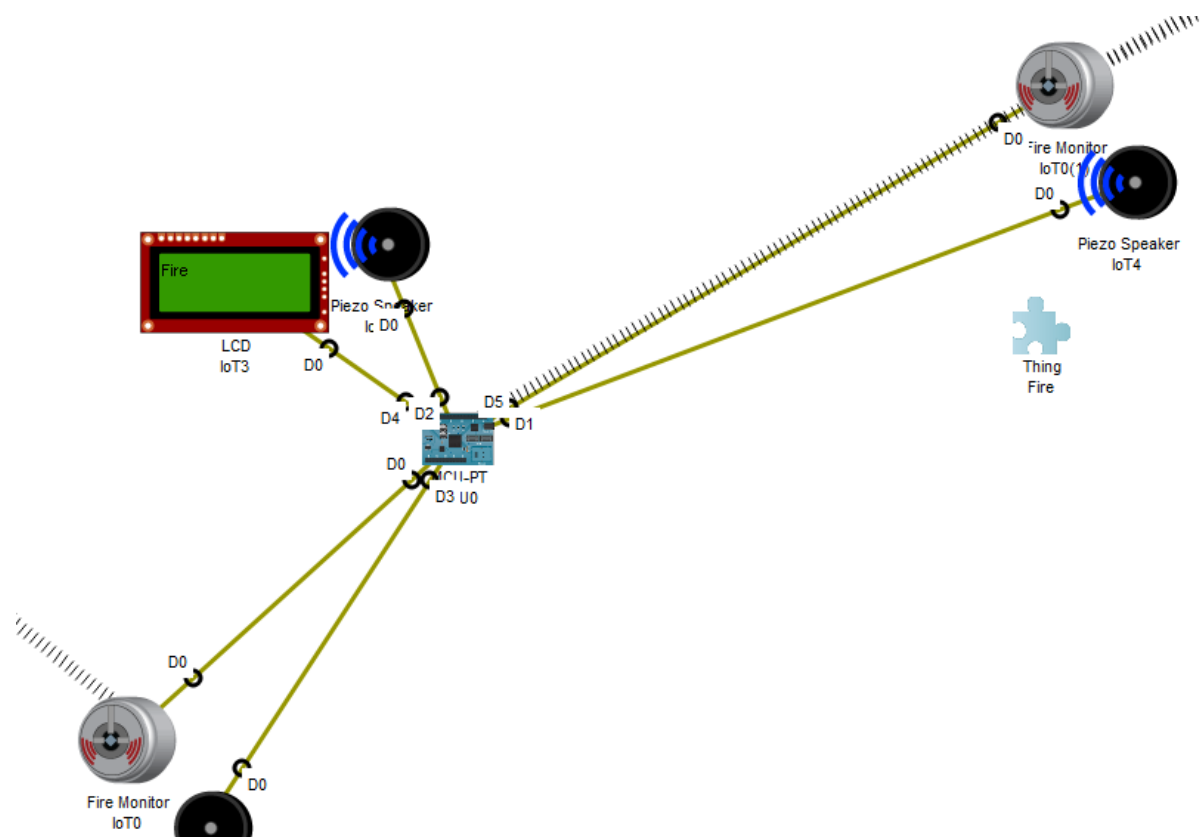


Рисунок 3.2 – Демонстрація роботи контролера

На рисунку 3.2 відображено тестовий режим системи при екстрених подіях. На те, чи спрацювала система, вкажуть звукові сигнали та екран, що передається спостерігачам. Контролери повинні бути здатні до масштабування для обробки великої кількості пристроїв і даних у розширюючихся мережах IoT, а також повинні оптимально використовувати обмежені ресурси (такі як енергія, обчислювальна потужність) пристроїв IoT.

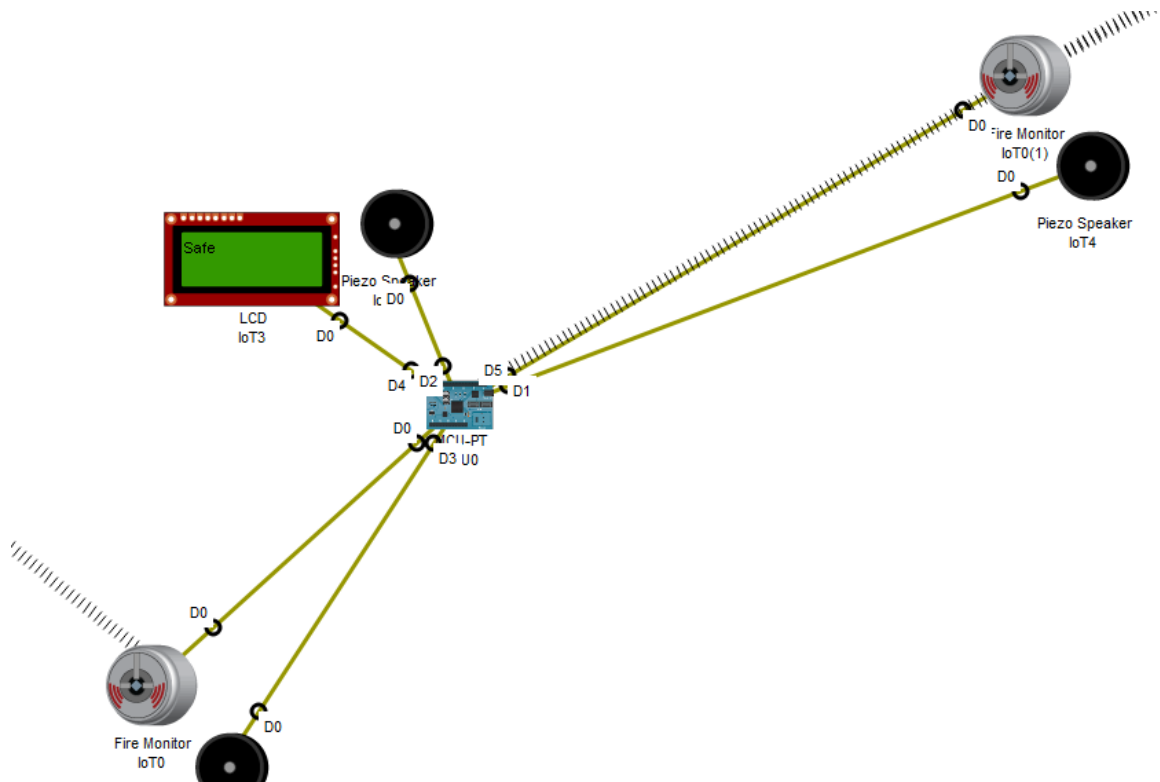


Рисунок 3.3 Демонстрація системи без пожежі

Коли нема пожежі Екран виводить напис “Safe”, що зручно так як не треба нікуди заходити наприклад на сайт, щоб перевірити чи пожежа.

Вся система з’єднується через інтернет як було вказано на рисунку 3.1.

Встановлюється окремий Gateway, який виводить датчики до доступу в Інтернет.

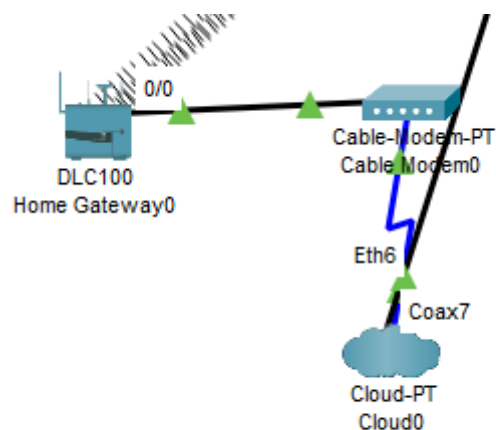


Рисунок 3.4 З’єднання з провайдером послуг інтернет

Також так як ми можемо перевіряти стан датчиків для системи важливий IoT сервер на якому будуть зберігатися дані про них.

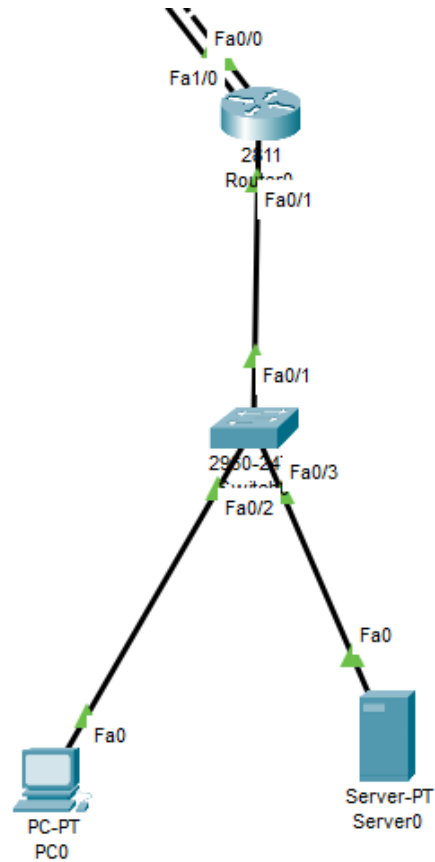


Рисунок 3.5 Серверна частина протипожежної системи

IoT Server Address:

User Name:

Password:

Рисунок 3.6 Авторизація на IoT моніторингу



Рисунок 3.7 Моніторинг датчиків системи

Також для комфортнішого використання системою було все підключено до телефонної мережі через мережеву вежу і через це аналогічним способом з телефона також можна перевірити систему.

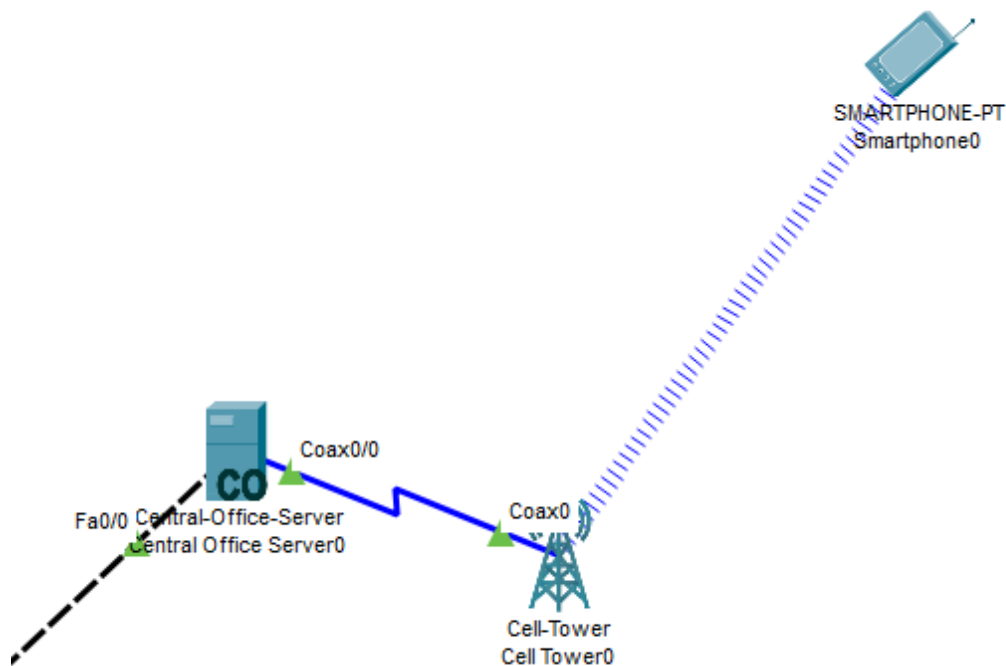


Рисунок 3.8 З'єднання системи за допомогою мережі GSM

3.2 Інтерфейс сайту

Веб-застосунки забезпечують гнучкість і легкість доступу до інформації та сервісів з будь-якого місця, де є Інтернет. Вони дозволяють ефективно співпрацювати над проектами, обмінюватися даними та документами, зменшуючи необхідність у фізичному присутності або локальному зберіганні інформації. Також вони забезпечують постійне оновлення і покращення функціоналу без необхідності завантаження та встановлення оновлень на кожному пристрої окремо.

Для системи був розроблений інтерфейс користувача для швидкого використання менеджером бригади. Вона складається всього з 2 кнопок для простого і ефективного використання системи. Перша кнопка для швидкого сповіщення бригад, друга кнопка для перевірки стану датчиків.

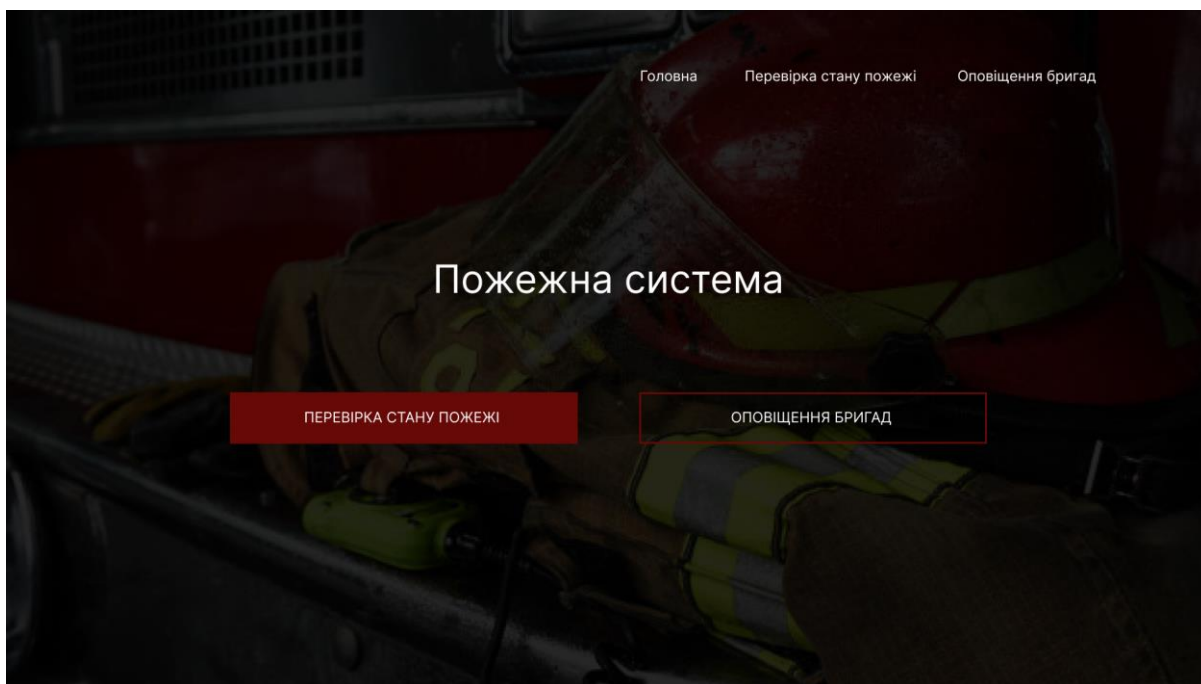


Рисунок 3.9 Головна сторінка

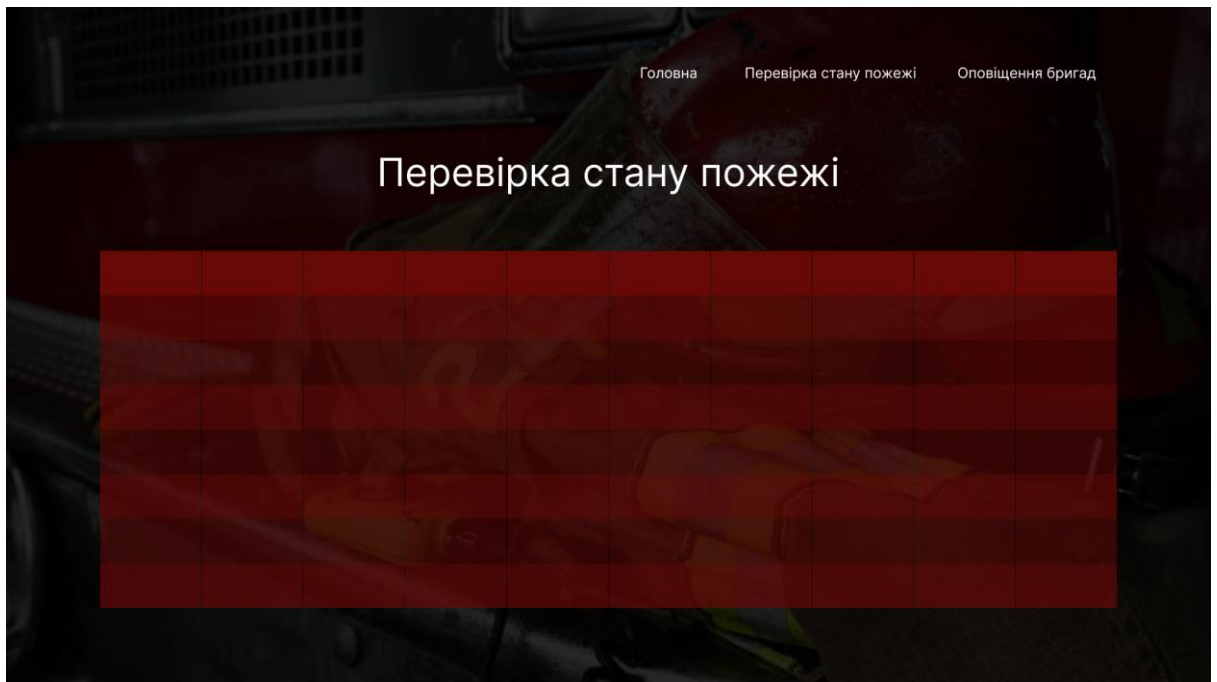


Рисунок 3.10 Сторінка для перевірки стану датчиків

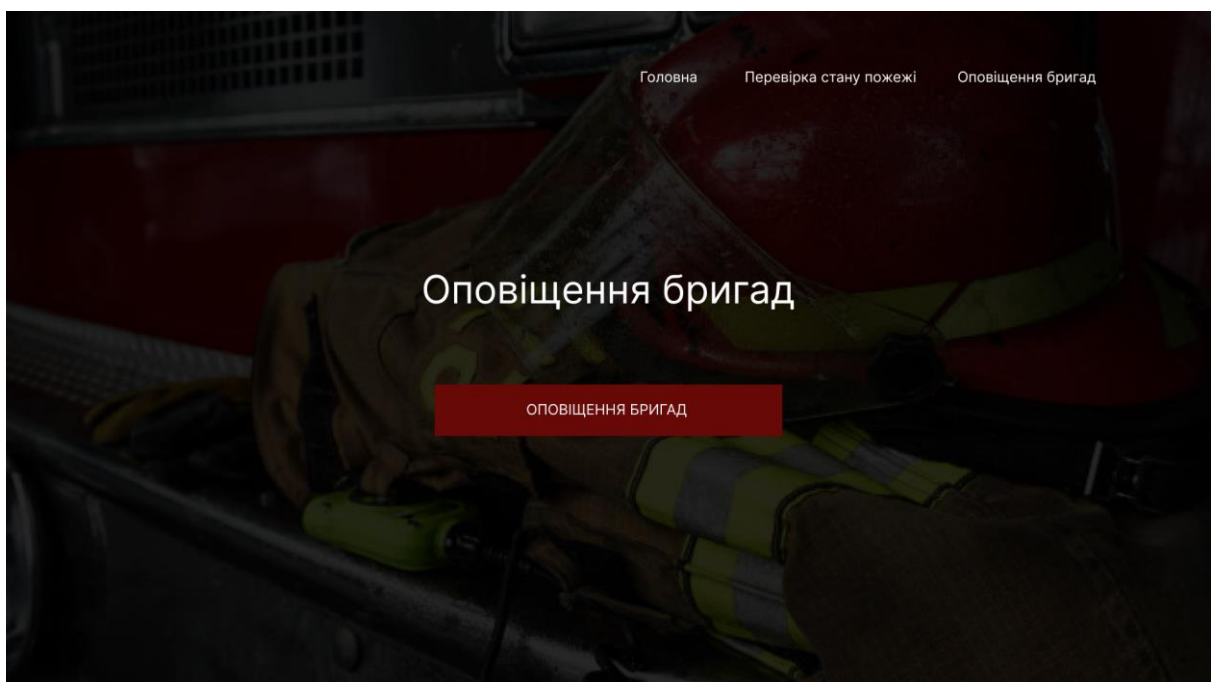


Рисунок 3.11 Сторінка для оповіщення бригад

Висновок до розділу 3.

Реалізація функціональних блоків системи пожежної безпеки була успішно завершена з використанням сучасних технологій програмування та інтернет-

з'єднання. Кожен функціональний блок був уважно протестований та інтегрований в загальну систему, що забезпечує її стабільну та ефективну роботу в реальних умовах експлуатації. Реалізація системи дозволить забезпечити оперативну реакцію на пожежні загрози та мінімізувати можливі ризики для відвідувачів та майна в зонах відпочинку.

Висновок

Проведене дослідження підтвердило критичну важливість впровадження інформаційних систем пожежної безпеки в зонах відпочинку, зокрема, у парках, на базі технології Інтернету речей. Недостатня ефективність існуючих систем та загрози безпеці виявились серйозними проблемами, які потребують негайного уваги та розв'язання.

Запропоноване рішення, розроблене на основі вивчення предметної області та узагальнення результатів аналізу, виявилось перспективним і ефективним. Його потенціал полягає в забезпеченні безпеки відвідувачів та майна в зонах відпочинку та може слугувати важливим кроком у покращенні сучасних систем безпеки. Реалізація цього рішення має великий практичний і стратегічний значення для забезпечення безпеки громадських місць та може сприяти зменшенню ризиків виникнення пожеж та збереженню людських життів та майна.

Список використаних джерел

1. IOT Based Surveillance System for Fire and Smoke Detection. IEEE Xplore : веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10072509> (дата звернення: 15.02.2024).
2. IoT based Fire Alerting Smart System. ResearchGate : веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/366590302_IoT_based_Fire_Alerting_Smart_System (дата звернення: 16.02.2024).
3. Elsevier B. V. The role of IoT sensor in smart building context for indoor fire hazard scenario: A systematic review of interdisciplinary articles. ScienceDirect : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660523001269> (дата звернення: 16.02.2024).
4. FireNot - An IoT Based Fire Alerting System: Design and Implementation. MDPI : веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/341263960_FireNot_-_An_IoT_Based_Fire_Alerting_System_Design_and_Implementation (дата звернення: 16.02.2024).
5. A Smart Fire Detector IoT System with Extinguisher Class Recommendation Using Deep Learning. MDPI : веб-сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2624-831X/4/4/24> (дата звернення: 16.02.2024).
6. Sensor Based Smart Fire Detection and Fire Alarm System. SSRN : веб-сайт. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3724291 (дата звернення: 18.02.2024).
7. Що таке IoT технологія та як вона впливає на різні галузі? KYIVSTARBUSINESSHUB : веб-сайт. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/shho-take-iot-tehnologiya-ta-yak-vona-vplyvaye-na-rizni-galuzi> (дата звернення: 18.02.2024).

8. IOT Applications in Fire safety. IOT Applications in Fire safety : веб-сайт. URL: <https://www.eurchembull.com/uploads/paper/cfb3383e9fa99f3ba0668b6bf27a572a.pdf> (дата звернення: 19.02.2024).
9. IOT IN FIRE SAFETY – AN EXCITING FUTURE, BUT APPROACH WITH CAUTION. Koorsen : веб-сайт. URL: <https://blog.koorsen.com/iot-in-fire-safety-an-exciting-future-but-approach-with-caution> (дата звернення: 19.02.2024).
10. IOT Based Fire Detection System. ResearchGate : веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/353205967_IOT_Based_Fire_Detection_System (дата звернення: 19.02.2024).
11. An integrated fire detection system using IoT and image processing technique for smart cities. ScienceDirect : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670720305539> (дата звернення: 22.02.2024).
12. Інтернет речей та сектор охоронної сигналізації. WORLDVISION : веб-сайт. URL: <https://worldvision.com.ua/internet-veshchey-i-sektor-okhrannoy-signalizatsii/> (дата звернення: 26.02.2024).
13. Using Artificial Intelligence and IoT Solution for Forest Fire Prevention. IEEE Xplore : веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10074289> (дата звернення: 26.02.2024).
14. IoT Based Fire Protection System. IEEE Xplore : веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10125807/> (дата звернення: 30.02.2024).
15. Як розумні системи безпеки захищають будівлі від пожеж? WORLDVISION : веб-сайт. URL: <https://worldvision.com.ua/kak-umnye-sistemy-bezopasnosti-zashchishchaut-zdaniya-ot-pozharov/> (дата звернення: 01.03.2024).
16. A Smart Fire Detector IoT System with Extinguisher Class Recommendation Using Deep Learning. MDPI : веб-сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2624-831X/4/4/24> (дата звернення: 03.03.2024).

- 17.Протипожежна сигналізація і системи оповіщення. WORLDVISION : веб-сайт. URL: <https://worldvision.com.ua/kak-umnye-sistemy-bezopasnosti-zashchishchaut-zdaniya-ot-pozharov/> (дата звернення: 04.03.2024).
- 18.Інтернет речей (IoT). deps : веб-сайт. URL: <https://deps.ua/ua/katalog/iot.html> (дата звернення: 05.03.2024).
- 19.The role of IoT sensor in smart building context for indoor fire hazard scenario: A systematic review of interdisciplinary articles. ScienceDirect : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660523001269> (дата звернення: 05.03.2024).
- 20.Performance Analysis and Optimization for RIS-Aided Communication Systems. IEEE Xplore : веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10072573> (дата звернення: 07.03.2024).
- 21.Перелік стандартів у сфері пожежної безпеки, які розроблено технічним комітетом зі стандартизації ТК 25 і затверджено Мінекономрозвитку та Мінрегіоном України (за станом на січень 2016). BudStandart : веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64321 (дата звернення: 07.03.2024).
- 22.Розумні міста та Інтернет речей: вплив розробок у сфері ІТ на розвиток міст і покращення якості життя. ITssi : веб-сайт. URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/426> (дата звернення: 10.03.2024).
- 23.Кількість лісових пожеж у порівнянні з 2021 р. зросла у 2,3 рази, а площа – у 77 разів. Товариство Лісників України : веб-сайт. URL: <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/kilkist-lisovikh-pozhezh-u-porivnjanni-z-2021-r-zrosla-u-23-razi-a-ploshcha-u-77-raziv.html> (дата звернення: 11.03.2024).
- 24.Моніторинг Лісових Пожеж. EOS DATA ANALYTICS : веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/industries/forestry/wildfires/> (дата звернення: 13.03.2024).
- 25.Пожежна безпека на дитячих майданчиках та в парках: як забезпечити безпеку дітей. bezpeka-praci : веб-сайт. URL: <https://bezpeka->

- praci.kiev.ua/pozhezhna-bezpeka-na-dytyachyh-majdanchyках-ta-v-parkah-yak-zabezpechyty-bezpeku-ditej/ (дата звернення: 14.03.2024).
- 26.СТАТУТ дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. ligazakon : веб-сайт. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE32254> (дата звернення: 20.03.2024).
- 27.Пожежна безпека вдома: практичні поради для захисту від пожеж. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ : веб-сайт. URL: <https://euroservis.com.ua/ua/pozharnaya-bezopasnost-doma-prakticheskie-sovety-po-zashchite-ot-pozharov/> (дата звернення: 22.03.2024).
- 28.ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. БУДСТАНДАРТ : веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82138 (дата звернення: 22.03.2024).
- 29.ДСТУ 9058:2020 Пожежна безпека. Визначення протипожежних відстаней між об'єктами розрахунковими методами. Основні положення. БУДСТАНДАРТ : веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90764 (дата звернення: 26.03.2024).
- 30.Відпочинок без вогню. Особливості пожежної безпеки у готелях. Охорона праці і пожежна безпека : веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/vidpochynok-bez-vognyu-osoblyvosti-pozhezhnoyi-bezpeky-u-gotelyah> (дата звернення: 27.03.2024).
- 31.Захист від пожеж та правила поведінки під час пожеж. pervozvanivka : веб-сайт. URL: <https://pervozvanivka.silrada.org/5650-2/> (дата звернення: 30.03.2024) .
- 32.Правила поведінки при пожежі. Інформаційний портал Сумської міської ради : веб-сайт. URL: <https://smr.gov.ua/uk/dovidka/pro-tse-var-to-znati-vsimplam-yatki-gorodyanam/7513-pravila-povedinki-pri-pozhezhi.html> (дата звернення: 02.04.2024).

33. What are the applications of IoT? STL.Tech : веб-сайт. URL: <https://stl.tech/blog/what-are-the-applications-of-iot/> (дата звернення: 06.04.2024).
34. National Building Code of India 2016 (NBC 2016). Bureau of Indian Standards : веб-сайт. URL: <https://www.bis.gov.in/standards/technical-department/national-building-code/>.
35. Пожежі в природних екосистемах. Дніпровська районна в місті Києві державна адміністрація : веб-сайт. URL: <https://dnipr.kyivcity.gov.ua/news/pozhezhi-v-prirodnikh-ekosistemakh> (дата звернення: 10.04.2024).
36. Причини виникнення лісових пожеж: веб-сайт. URL: <https://nais-n.com.ua/pro-pozhezhi/prychynu-vynyknennya-lisovyh-pozhezh/> (дата звернення: 16.04.2024).
37. Причини пожеж в екосистемах. Спалення сміття та сухостою. DSNS : веб-сайт. URL: <https://dp.dsns.gov.ua/abetka-bezpeki/pozhezhna-bezpeka/prichini-pozhezh-v-ekosistemah-spalennya-smitty-ta-suhostoyu> (дата звернення: 26.04.2024).