

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка інформаційної системи для збору та аналізу показників  
лічильника електроенергії з використанням Arduino

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи СНМ-61  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Волощак Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Литвиненко Я.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мацюк О.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2021



## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	21.09.21-27.09.21	Виконано
2.	Підбір наукових джерел про інформаційні системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino	28.09.21-4.10.21	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових джерел про інформаційні системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino	05.10.21-11.10.21	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо розроблення інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino	12.10.21-18.10.21	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області»	19.10.21-25.10.21	Виконано
6.	Оформлення розділу «Аналіз методів, систем та проектування систем збору та аналізу показників лічильника»	26.10.21-01.11.21	Виконано
7.	Оформлення розділу «Опис програмної реалізації»	09.11.21-15.11.21	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	16.11.21-22.11.21	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	23.11.21-29.11.21	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	30.11.21-05.12.21	Виконано
11.	Нормоконтроль	06.12.21	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	14.12.21	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.12.21	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	20.12.21	

Студент

(підпис)

Волощак Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Литвиненко Я.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Розробка інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino // Дипломна робота освітнього рівня «Магістр» // Волощак Роман Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2021 // С. 57, рис. – 22, додат. – 2, бібліогр. – 57, формул - 6.

Ключові слова:автоматизація, лічильник, інформація система, метод, опрацювання.

Дипломна робота присв'ячена розробці інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino. В першому розділі дипломної роботи описана актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника. Проаналізовано публікацій в предметній області.

В другому розділі дипломної роботи аналіз методів, систем та проектування системи для збору та аналізу показників.

В третьому розділі дипломної роботи описано програмне забезпечення інформаційної системи. наведена архітектура розробленої інформаційної системи.

## ANNOTATION

Development of an information system for the collection and analysis of electricity meters using Arduino // Thesis of educational level "Master" // Voloshchak Roman Ivanovich // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science of Computer Science, group SNm-61 // Ternopil, 2021 // P. 57, fig. - 22, appendix. - 2, bibliogr. – 57, form - 6.

Key words: automation, counter, information system, method, processing.

Thesis is devoted to the development of an information system for the collection and analysis of electricity meters using the Arduino. The first section of the thesis describes the relevance of systems for automatic submission of meter readings. Analyzed publications in the subject area.

In the second section of the thesis analysis methods, systems and system design for the collection and analysis of indicators.

The third section of the thesis describes the software of the information system. the architecture of the developed information system is given.

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1. Актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника .....	8
1.2. Аналіз тенденції інтернет речей у сучасному світі .....	10
1.3. Аналіз тенденції в області розумних будинків .....	13
1.4. Аналіз публікацій в предметній області .....	14
1.5. Висновок до першого розділу.....	19
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ, СИСТЕМ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ЛІЧИЛЬНИКА.....	20
2.1. Середовище Node.js .....	20
2.2. NPM: фреймворк Express та менеджер пакетів Node .....	22
2.3. Framework для JavaScript React .....	23
2.4. База даних MongoDB .....	25
2.5. Arduino .....	27
2.6. Internet of things .....	28
2.7. JSON Web Token .....	29
2.8. Mqtt протокол.....	30
2.9. Висновок до другого розділу .....	32
3 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	33
3.1. Проектування системи.....	33
3.2. Розробка серверної частини.....	33
3.3. Робота з базою даних.....	35
3.4. Розробка клієтської частини .....	37
3.5. Робота з Mqtt .....	39
3.6. Прошивка плати Arduino.....	40
3.7. Висновок до третього розділу.....	41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	42
4.1. Небезпечні та шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером .....	42
4.2. Комп'ютерне моделювання безпеки радіоелектроніки .....	45
виробництво в аварійній ситуації.....	45
ВИСНОВКИ .....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....	52
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

На сьогоднішній день спосіб передачі даних про надання житловокомунальних послуг, являє собою пережиток минулого. Ця область розвивається маленькими кроками. Створюються сайти, чат-боти та інші не досить ефективні рішення проблем у сучасному світі.

Якщо ми розглянемо піраміду потреб Маслоу, ми дізнаємось, що при вирішенні фізіологічних потреб, перед людьми виникає питання в безпеці та комфортабельності. В багатьох інших сферах людської діяльності, можна зустріти таке поняття як автоматизація. Наприклад при звичайному поході в магазин, можна розплатитись напряду за допомогою терміналів, не використовуючи готівку.

Автоматизовані системи для обліку даних про споживання енергоресурсів – не тільки підвищують рівень комфортабельності споживача, а також будуть надавати фахівцям більш актуальну інформацію про енергоспоживання, для кращого аналізу, виявлення та припинення проблем у використанні енергоресурсів.

Також виникає питання швидкого збільшення населення, що приводить до скорочення числа доступних енергетичних та природних ресурсів. Розвиток технологій викликає зростання споживання ресурсів, також це призводить до збільшення їх вартості. В таких умовах стає актуальним об'єктивний контроль за споживанням ресурсів.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1. Актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника

На сьогоднішній день, одною з актуальних проблем все більше і більше виражається в проблема надмірного використання природних ресурсів. Нераціональне використання природних ресурсів призводить не лише до економічних проблем, але і до екологічних.

Надмірне використання енергоресурсів призводить до негативних факторів таких як:

- Забруднення навколишнього середовища через значне використання енергоресурсів;
- Переповнення фізичних сховищ енергоресурсів;
- Перенавантаження систем постачання;

Не можна забувати і про недостовірний та неточний аналіз використання енергоресурсів. При неточному аналізі та обліку витрат енергоресурсів виникають недопустимі та незворотні втрати цих енергоресурсів. Це призводить до перевтілення енергоресурсів в доволі дорогу одиницю, яка ставить нові вимоги до виріювання та обліку енергоресурсів.

Встановлення приладів обліку витрат енергоресурсів на об'єктах їх витрати є необхідною мірою та засобом покращення обліку та аналізу витрат в всю. Але встановлення приладів даних не дає можливості зчитувати витрати та проводити їх глибокий аналіз. Так як прилади, встановлені на об'єктах витрат, чи то квартира, чи то приватний будинок, чи то велике підприємство, не має зв'язку з одним, можливий лишень обхід об'єктів і збір даних, що в свою чергу потребує невинправних витрат зі сторони організації в цілому.

Саме тому, реалізація системи, яка дасть змогу повністю автоматизувати збір та аналіз даних, які поступають з приладів вимірювання витрат енергоресурсів є гостро актуальною. Дана система надасть змогу заощадити не тільки витрати енергоресурсів і економічних ресурсів, а й найголовніше – людські сили та час.

Інтернет речі і весь(ІоТ/Е) — відносно нова концепція, яка пояснює агрегацію об'єктів, систем, процесів тощо через магістраль IPv6 у середовищі Інтернет. В



Існуюча установка енергосистеми, структура IoT може бути використана для покращення проблем, з якими стикається енергетика споживачів щодня. Наприклад, споживачам представлена інформація про спожиту енергію лише один раз на місяць з нульовим контролем розгорнутого розумного лічильника (якщо він існує). Проміжок часу між оновленнями даних про споживання електроенергії занадто довгий, щоб споживач міг помітити його миттєво зміни у споживанні електроенергії. Крім того, рахунки за комунальні послуги можуть бути заплутаними в тому, як вони представлені інформацію про використання, але споживач може бути не в змозі розшифрувати зміни у споживанні електроенергії з останнього рахунку. У більшості випадків, якщо який-небудь споживач не сплачує за рахунком, комунальні підприємства займаються маркетологами ходить до своїх будинків, щоб відключити електропостачання .

В даний час звичайні лічильники енергії встановлені в домогосподарствах, відображають лише загальне використання його потужності в реальному часі та кількість електроенергії доступний. Немає можливості отримати доступ до інформації про споживання за день, тиждень чи місяць перебував на цих метрах. Часто ці лічильники розміщують у незручному місці, що робить звичайним перегляд дещо утруднений. На жаль, повсюдний доступ до рівня споживання та енергетичного профілю.

Міжнародний журнал мехатроніки, електротехніки та комп'ютерних технологій (IJMEC) Універсальна наукова організація, споживачів неможливо. Розгортаючи механізм відстеження/моніторингу в реальному часі (з використанням Інтернету речей), точну споживану потужність можна визначити під час прийняття обґрунтованих рішень про те, як керувати підключені навантаження. Система, яка може дати користувачам оцінку того, скільки енергії споживається використані, або які можуть бути спожиті, дозволить їм скорегувати свої звички та знизити витрати. Це форма управління попитом, яка розглядалася в попередньому дослідженні, тобто R-SGEMS.

Використання модуля Arduino для досягнення високопродуктивних обчислень у реальному часі (RTHPC) для розумного застосування вимірювання є новою концепцією. Це має переваги для обробки транзакцій і аналізу даних середовище

хмарних обчислень. Бездротовий лічильник на основі Arduino дає більше контролю для обох утиліт і споживачів, надаючи їм детальну інформацію про споживання електроенергії в режимі реального часу основи. Лічильник надсилає такі показання на сервер. Потім ця інформація зберігається у своїй базі даних для прогнозного аналізу дозволяючи споживачам віддалено переглядати спожиту електроенергію та рахунки будь-який пристрій з підтримкою Інтернету. Дані можна збирати за будь-який бажаний інтервал часу, наприклад щогодини, щодня, щотижня або щомісячно. Оскільки в цей процес немає втручання людини усуває людські помилки та корупцію. Цей тип дистанційного лічильника можна використовувати в житлових приміщеннях квартири, особливо для промислових споживачів, де споживається велика кількість енергії.

## **1.2. Аналіз тенденції інтернет речей у сучасному світі**

Ми є свідками початку нової ери Інтернету речей (IoT; також відомого як Інтернет об'єкти). Взагалі кажучи, IoT відноситься до мережевого взаємозв'язку повсякденних об'єктів, які часто оснащені повсюдним інтелектом. IoT збільшить поширеність Інтернету шляхом інтеграції кожного об'єкта для взаємодії через вбудовані системи, що призводить до високого розподілу мережа пристроїв, що спілкуються з людьми, а також інші пристрої. Завдяки швидкому досягненню базових технологій IoT відкриває величезні можливості для великої кількості людей нових програм, які обіцяють покращити якість нашого життя. В останні роки IoT набув популярності багато уваги дослідників і практиків з усього світу.

Радіочастотна ідентифікація є незамінною технологією для IoT. У статті «Поділ коду множинний доступ/імпульсна модуляція позиції надширокосмугової радіочастотної ідентифікації для Інтернету речей: концепція та аналіз», Zhang et al. пропонуємо використовувати кодове поділ з низькою частотою імпульсів множинний доступ/імпульсна модуляція положення надширокосмугового зв'язку між тегом і зчитувачем для забезпечення можливості доступу до кількох тегів і створення високопропускної системи радіочастотної ідентифікації для IoT. Щоб

оптимізувати пропускну здатність мережі, вони розробляють ефективний протокол керування доступом до середовища а також динамічний алгоритм налаштування розміру кадру.

Призначення каналу може значно вплинути на пропускну здатність мережі. Стаття «Динамічний канал стратегія призначення, заснована на міжрівневому дизайні для вирішення цієї проблеми бездротових мережевих мереж, з акцентом на розподіл каналів відповідно до статусу суміжних посилань, тобто динамічне призначення каналів. Автори пропонують алгоритм призначення каналів, орієнтований на маршрутизацію на основі міжшарової конструкції. Запропонований спосіб дозволяє динамічно виділяти канали для бездротового зв'язку вузли, коли їм потрібен зв'язок і звільнення каналів після передачі даних. Таким чином, обмежені ресурси каналу можуть ефективно використовуватися більшою кількістю бездротових вузлів.

Як наслідок, пропускну здатність зв'язку можна покращити. Зіткнення та перешкоди між вузлами створюють проблему для агрегації даних у багатьох програмах. Стаття «Енергоефективний протокол контролю доступу до середовища для відстеження цілі на основі Спільна робота з динамічним деревом передачі в бездротових сенсорних мережах вирішує цю проблему. Автори уточнити розподіл слотів для вузлів у динамічному дереві передачі та створити енергоефективне середовище Протокол контролю доступу називається множинним доступом з динамічним поділом часу. Динаміко-часовий поділ протокол множинного доступу уникає зіткнень і перешкод і виділяє суміжні активні слоти для вузли якомога далі під час агрегації даних від листових вузлів до кореневого вузла. В результаті енергія споживання при переході зі сну в активний стан можна зменшити.

Локалізація на основі індикації потужності отриманого сигналу є недорогою та малоскладною технологією. Із зростанням популярності послуг на основі визначення місця розташування цієї технології стає все більше і що ще важливіше, особливо в контексті Інтернету речей. У статті «Стратегія локалізації на основі n-кратний тристоронній центроїд з вагою», Qiu et al. представити зважений центроїд тристороннього N-раз алгоритм локалізації, який може значно зменшити похибку локалізації.

Безпека залишається однією з найважливіших проблем, яка ставить під сумнів розробку та застосування Інтернет речей. У статті «Інтегрована схема на основі класифікації послуг у поширених мобільних послугах» Лю та ін. розглянути, як захистити безпеку користувача в поширених мобільних контекстах. Щоб вирішити це У цьому питанні автори пропонують модель довіри, в якій білінговий або довірчий оператор працює як агент забезпечити аутентифікацію довіри для всіх постачальників послуг.

Новий стандарт 6LoWPAN дозволяє розгортати велику кількість розумних об'єктів за допомогою величезний адресний простір IPv6 для збору даних та інформації через Інтернет. В документі «6LoWPAN: дослідження загроз безпеки QoS та контрзаходів із використанням виявлення вторгнень системний підхід», Le et al. проаналізуйте потенційні загрози безпеці в 6LoWPAN та перегляньте поточні контрзаходи, зокрема, рішення для протидії на основі системи виявлення вторгнень (IDS). інсайдерські/внутрішні загрози. Вони виявляють три нові загрози безпеки, пов'язані з QoS, і представляють нову Концепція двошарової IDS як метод протидії для захисту протоколу маршрутизації для малопотужних і мережева топологія з втратами від внутрішніх атак QoS.

Експериментальні інфраструктури відіграють дуже важливу роль в оцінці продуктивності рішень IoT. У статті «NetEye: орієнтована на користувача бездротова сенсорна мережа для тестування високоякісної та надійної експериментування», Джу та ін. розробити тестовий стенд NetEye як високоякісний, надійний бездротовий датчик мережева експериментальна інфраструктура, яка забезпечує простоту наукових експериментів. Варто згадуючи, що NetEye містить службу моніторингу здоров'я NetEye Doctor, яка контролює обладнання і статус програмного забезпечення; інформація моніторингу стану в реальному часі про тестовий стенд легко інтегрується з життєвим циклом планування експерименту, моніторингу статусу експерименту та експерименту аналіз даних як для надійного експерименту, так і для інформованого аналізу експерименту.

У статті «Класифікація технологій, промисловість та освіта для майбутнього Інтернету речей» Нін і Ху представляють бачення швидкого розвитку Інтернету речей у всьому світі. Вони пропонують дві моделі майбутнього IoT. Для

класифікації складних технологій Інтернету речей створено розмірну модель, і модель рівня будується для майбутньої архітектури системи IoT. Вони стверджують, що IoT – це новий етап розвитку розвитку інтелігентності та інформатизації. Що стосується освіти IoT, вони обговорюють проблеми встановлення IoT як спеціальності/дисципліни в коледжі та дати деякі пропозиції.

### **1.3. Аналіз тенденцій в області розумних будинків**

Досягнення в області розумних будинків – не поодинокий випадок. Перш за все події відбуваються всередині суспільства і знаходяться під впливом тенденцій у цілому суспільстві. Крім того, щоб створити додану вартість, слід зосередитися на розумному домі навколишньому середовищі, а не тільки на використаній технології. По-третє, створення розумного середовища для підтримки людей похилого віку та інвалідів має величезний потенціал. Щоб повністю відповідати Однак очікування є складним процесом, який включає різні зацікавлені сторони. Розумний дім це інтеграція технологій та послуг через домашню мережу для кращої якості життя.

Розумний дім – це термін, який зазвичай використовується для визначення місця проживання, яке використовує будинок Контролер для інтеграції різних систем домашньої автоматизації резиденції. Найбільш популярні домашні контролери – це ті, які підключені до ПК на базі Windows , а потім використовуються для виконання обов'язків управління будинком на автономній основі. Інтеграція домашніх систем дозволяє їм спілкуватися один з іншим через домашній контролер, завдяки чому можна керувати за допомогою однієї кнопки або за допомогою голосу різних домашніх систем одночасно, у заздалегідь запрограмованих сценаріях або в роботі режими.

Сфера домашньої автоматизації швидко розширюється в міру зближення електронних технологій. Домашня мережа включає в себе засоби зв'язку, розваги, безпеку, зручність і інформаційні системи. Powerline Carrier Systems (PCS) – це технологія, до якої звикли надсилати кодовані сигнали по існуючій електричній проводці будинку до програмованих перемикачів, або розетки. Ці сигнали

передають команди, які відповідають «адресам» або місцезнаходженням конкретних пристроїв, які контролюють, як і коли ці пристрої працюють. Передавач PCS, для прикладу, може надсилати сигнал по домашній електропроводці та приймати, підключений до будь-якої електричної мережі сигнал і керувати приладом, до якого вона підключена.

X10 - це звичайний протокол для PCS, це техніка сигналізації для дистанційного керування будь-яким пристрій, підключений до електромережі. Сигнали X10, які включають коротке радіо частотні (RF) пакети, які представляють цифрову інформацію, забезпечують зв'язок між передавачом та приймачом. У Європі центри технологій оснащення будинків розумними пристроями щодо розробки європейської інсталяційної шини, або Instabus. Це вбудований контроль Протокол для цифрового зв'язку між розумними пристроями складається з двопровідної лінії шини, яка встановлюється разом зі звичайною електропроводкою. Лінія Instabus з'єднує всю техніку з децентралізованою системою зв'язку і функціонує як телефонна лінія, по якій приладами можна керувати. Європейська асоціація Instabus є частиною Konnex, асоціації, яка має на меті стандартизувати домашні та будівельні мережі в Європі.

Творець системи LonWorks, Echelon Corp., сприяє прийняттю відкритих стандартів сумісності між постачальниками в галузі управління мережами. LonWorks є відкритий стандарт для мережевої автоматизації та управління для будівель, транспорту, промисловості і внутрішні ринки. Американський національний інститут стандартів (ANSI) прийняв протокол, що лежить в основі мереж керування LonWorks, як галузевий стандарт. LonMark асоціація сумісності складається з більш ніж 200 керуючих компаній, які працюють над стандартом для інтеграції систем від кількох виробників на основі мереж LonWorks.

#### **1.4. Аналіз публікацій в предметній області**

На даний момент отримання природних ресурсів є актуальною задачею. Питання, пов'язані з видобутком, транспортуванням, переробкою, розподілом та

продажою природних ресурсів грає ключову роль у всіх сферах життєдіяльності людини. Генерація енергії розвивається в кожні секунду, не можна не замітити як змінюється існуюча система.

Крім традиційних джерел генерації енергії (з використанням ТЕЦ, АЕС, ГЕС та ін.) на сучасному ринку з'являються рішення, коли споживач перестає лише споживати електроенергію, починаючи генерувати її, і потенційно може віддавати її «надлишок» іншим споживачам. Одним із прикладів подібних рішень є використання сонячних панелей, вітряних електростанцій та інших збирачів вільної енергії.

Фактично вводиться поняття розподілених джерел енергії, при якому відбувається заміщення традиційної централізованої системи генерації енергії. Це є дуже важливим моментом для розвитку економіки та як наслідок, з'являється необхідність створення розподілених систем для моніторингу та спостереження за генерацією енергії.

Використання таких систем на рівні підстанцій пропонує можливість для децентралізованого обліку та контролю інтелектуальних мереж, що підвищує надійність та точність у зборі даних обліку енергоспоживання. Крім того, завдяки використанню таких систем, з'являється можливість відстежувати дисбаланс напруги, який призводить до високих втрат енергії, зниження напруги в мережі та менше ефективного планування енергоспоживання [1,2].

Згідно з багатьма джерелами [3] у США до 40% енергії втрачається через необізнаності споживачів про витрати та втрати в електричних мережах, використовуючи нові способи обліку енергії, можливо не тільки запобігати втрату енергії, але й отримувати прибуток за рахунок продажу надлишкової енергії.

Застосування «розумних» мереж, можливо, довгострокове планування розширення системи електромереж, що збільшує загальну економічну ефективність електрогенеруючих підприємств. Крім того, можливе зменшення середньої тривалості відмови енергомереж, за рахунок зменшення перевантаження загальної потужності мережі завдяки своєчасного відстеження короточасних стрибків та провалів енергоспоживання [4,5].

Надалі отримані дані про енергоспоживання окремих ділянок мережі, можна використовувати в рамках «bigdata» - акумуляції інформації у величезних дата-центрах, які виробляють подальший аналіз усієї мережі та її окремих ділянок, зокрема.

Одним із прикладів використання розподілених систем створення Система Yipetal в Університеті Малайї, Малайзія [6]. Використовуючи статистичні методи, були побудовані дві схеми відстеження зlodійства енергії з урахуванням регресійного аналізу. Завдяки цим схемам, можливе відстеження аномального споживання електроенергії, на основі якого можна зробити висновок про можливий крадіжку електроенергії або дефект вимірювальної системи.

Іншим прикладом, є дослідження Zhouetal, проведене в Китаї, у місті Куншане, провінції Діжангсу [7]. У ньому за допомогою використання «bigdata» було зібрано дані про енергоспоживання приватних споживачів низьковольтних мереж та представлені типові схеми споживання електроенергії, отриману інформацію можна використовувати для більш ретельного та раціонального планування під час будівництва енергомереж.

Ще одним прикладом, є політика, що проводиться, в країнах Євросоюзу, орієнтована на повсюдне впровадження «розумних» систем збору інформації та «розумних» лічильників. Згідно з документом ЕС, 2009a [8], до 2020 року не менше 80% користувачів повинні бути обладнані «розумними лічильниками». На даний момент, лише у 6 із 27 країн виконали необхідний мінімум заходів.

Досить великою проблемою є вартість програми розгортання «розумних» мереж у різних галузях, а також неузгодженість у розгортанні різних мереж. Ключовим способом зменшення витрат, є розробка та одночасне введення систем обліку електрики та газу. Розглядаючи досвід Великобританії та Нідерландів видно, що одночасне встановлення даних систем на 13% дешевше, ніж роздільне встановлення [9].

Згідно з деякими дослідженнями, пілотні програми дозволили зменшити витрати газу від 0,5% [10] до 7% [11]. Крім того, використовуючи системи із



зворотним зв'язком (що дозволяє оцінювати витрати в реальному часі) спонукає споживачів використовувати менше ресурсів [12].

Крім того, дослідження Міністерства економіки Нідерландів [13] показує, що спостереження користувачами в реальному часі витратою газу дозволяє скоротити споживання на 14%, порівняно з не обладнаними даними системами. В одному з досліджень [14] показано, що встановлення теплових таймерів, лічильників, енергоефективних ламп та матеріалів, в середньому збільшує енергоефективність будинків на 4%.

У дослідженні Zhouetal [15] проведено порівняння п'яти європейських країн (Швеції, Фінляндії, Данії, Німеччини та Нідерландів) на предмет кореляції швидкості впровадження «розумних» лічильників та проведеної державної політики. За його результатами, лідерство займають ті країни (Фінляндія та Швеція), в яких державна політика сприяла використанню «розумних» лічильників, а також сприяла усуненню бар'єрів щодо впровадження та дослідження даних систем із боку сторонніх організацій.

Одним з яскравих прикладів масштабної заміни та встановлення розумних лічильників є досвід Італії. Починаючи з 2009 року, було поставлено завдання до 2012 року замінити газові лічильники на «розумні» газові лічильники на всіх непобутових підприємствах. Крім того, дана ініціатива стосувалася і побутових лічильників – до 2016 року, необхідно було замінити як мінімум 80% наявного устаткування [16].

Перед початком програми, було забезпечено ряд супровідних заходів:

- Створено робочу групу, яка сформулювала вимоги до "розумним" лічильникам газу;
- Враховано потенційні переваги та недоліки модифікування системи (зокрема й у грошах);
- Зроблено огляд ринку з доступних технологічних рішення для систем обліку газу.

Кінцевою метою програми було підвищення обізнаності про споживанні газу серед кінцевих споживачів, створюючи для них можливість спостерігати витрати газу в реальному часі.

В одному з досліджень [17], що проводять оцінку італійської програми заміни лічильників, розглядається потенційна економія та вигода для кінцевого споживача від заміни лічильників та наводиться приклад Великобританії:

- Внаслідок встановлення лічильників, економія газової та електричної енергії становила близько 42% (7,8 мільярдів фунтів стерлінгів) від загальної вигоди (18 мільярдів фунтів стерлінгів), очікуваної від використання програми "розумних" систем лічильників.

- Разом з цим, використання не-побутових розумних лічильників становило до 76% (2,1 мільярда фунтів стерлінгів) від загальної вигоди 2,8 мільярда фунтів стерлінгів) щодо впровадження програми розумних» не побутових систем підрахунку енергії. Економія енергії становила до 2,8 відсотків для електричних та до 4,5% для газових лічильників.

- Щодо побутових лічильників обліку, то економія енергії становила 2% для газових та 2,8% для електричних лічильників. Разом з цим, частка вигоди від заощадженої енергії для «розумних» лічильників становила 36% (5,6 мільярдів фунтів стерлінгів) від загальної вигоди впровадження даних систем у приватному секторі (15,8 мільярда фунтів стерлінгів).

- Крім того, при розрахунку потенційної вигоди від впровадження даних систем, важливим є правильний економічний розрахунок, який повинен включати вигоди від енергозбереження. Цей факт іноді є неочевидним: наприклад, у разі британського досвіду, без урахування даної вигоди, загальна вигода від впровадження системи інтелектуального обліку газу знижується з 8,3 мільярдів до 4,9 мільярдів фунтів стерлінгів, за вартістю впровадження системи в 6,1 мільярдів фунтів стерлінгів.

Іншим прикладом, що розглядається в цьому ж дослідженні, є приклад Франції. Згідно з деякими оцінками [17], вигода від економії енергії після встановлення газових лічильників складе близько 462 мільйони євро, що становить

30% від загальної вигоди (1,5 мільярда євро), при вартості програми 1,2 мільярда євро. Крім того, згідно з цими ж оцінками, економія з боку французьких приватних споживачів буде набагато менше – близько 0,5%, що вчетверо менше за економію британські споживачі.

Враховуючи досвід європейських країн щодо впровадження «розумних» мереж, та тенденції розвитку інформаційних систем у сфері споживання енергоресурсів можна розробити інформаційну систему, що враховує особливості російського ЖКГ.

У роботі [18] проведено огляд існуючих та впроваджених систем Росії, та запропонована схема поділу для створення системи автоматизованого обліку енергоресурсів. Також, у рамках роботи над проектом за державної фінансової підтримки у межах постанови Уряду Російської Федерації від 09.04.2010р. №218 (Постанова уряду РФ 9 квітня 2010 року N 218 «Про заходи державної підтримки розвитку кооперації російських вищих навчальних закладів та організацій, що реалізують комплексні проекти з створенню високотехнологічного виробництва»), розроблено структуру програмного забезпечення всієї системи АІСКВЕ [19]. Але використання будь-якої системи передбачає її сертифікацію, а також відповідність нормативним актам.

## **1.5. Висновок до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» описано актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника. Подано розлогий опис обширного переліку проаналізованих публікацій. Проаналізовано тенденції у сферах розумного будинку та інтернет речей.

## **2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ, СИСТЕМ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ЛІЧИЛЬНИКА**

Для розробки програмного продукту для автоматизації збору та аналізу показників лічильника потрібно задовольнити поставлені задачі такі як:

- Передача даних з мікропроцесора;
- Отримання даних та робота з ними;
- Зберігання даних;
- Перегляд збережених даних;

На лічильник встановлюємо мікропроцесор на основі плат Arduino, який зчитує дані та за допомогою мікроконтролера esp2866 відправляє дані за допомогою мережевого протоколу Mqtt.

Для роботи з даними було використано таку мову програмування, як JavaScript. Вибір цієї мови було зумовлено її зручністю для розробки веб-продуктів.

Для розробки серверної частини було використано середовище Node.js, яке перетворює мову програмування JavaScript в машинний код та надає змогу підключати зовнішні бібліотеки.

Для розробки клієнтської частини було використано JavaScript-бібліотеку з відкритим початковим кодом React. Ця бібліотека використовується для розробки користувацького інтерфейсу.

Для зберігання даних використовується документоорієнтована система управління даних MongoDB. Яка рахується одною з класичних прикладів NoSQL системи та не потребує опису схеми таблиць.

### **2.1. Середовище Node.js**

Node.js – це середовище було створено для побудови масштабних мережесов'язаних додатків. Node.js було створено під впливом Event Machine в Ruby та Twisted у Python, тому воно має схожий дизайн. Це середовище являє собою асинхронне серверне оточення, яке побудоване на JavaScript-рушієві Chrome v8.

Середовище Node на відмінну від аналогів використовує подієву модель значно ширше. Тому що замість того щоб використовувати в якості бібліотеки цикл

подій (event loop) його було прийнято за основу оточення. Подібні системи для того щоб запустити цикл подій, постійно використовують блокування виклику. Поведінка Node схожа на поведінку браузерного JavaScript, вона також приховує подієвий цикл від користувача. В аналогових системах на відміну від Node поведінка визначається на початку програмного коду за допомогою функції зворотнього виклику.

Node.js є відмінним інструментом, якщо ви хочете жити взаємодія, отримувати результат в режимі реального часу. Він здатний дуже швидко доставляти дані на/з веб-сервера. Традиційно завжди була велика проблема з комп'ютерами, де центральний процесор може робити лише одну справу за раз. Це вже давно вирішено за допомогою багатопотоковості, що дозволяє нам мати кілька «потоків» на один ЦП. Він постійно перемикається між ними це досить швидко, перемикання має масу накладних витрат.

Щоб уникнути цю накладку node.js вирішує цю проблему, запускаючи єдиний, керований подіями потік. Замість того, щоб створювати нову тему для кожного запиту, він створює для кожного один потік єдиних запитів. Коли надходить новий, він запускає подію який запускає деякий код. Коли ви здійснюєте виклик до бази даних, наприклад, замість того, щоб блокувати, доки його не повернуть, ви просто запускаєте функція зворотного виклику після завершення виклику. Будь-яке число зворотних викликів може реагувати на будь-яку подію, але тільки одна функція зворотного виклику буде виконуватися в будь-який час. Все інакше ваша програма може зробити, наприклад, очікування даних від а файл або вхідний HTTP-запит — обробляється Node, і паралельно, за лаштунками. Ваш код програми ніколи не буде виконуватися одночасно з найважливішою справою з веб-сервером є його здатність працювати з кількома користувачами ефективно. Це має багато спільного з програмуванням мова, яка використовується для написання свого сценарію.

Ваш код програми ніколи не буде виконується одночасно з усім іншим. Так буде завжди. Поки він працює, зверніть повну увагу на механізм JavaScript Node. Важкі програми введення-виводу добре виграють від цього, тоді як ЦП інтенсивних додатків не буде. Однак бекенд база даних сервер є більш інтенсивним введенням-виводом, тому це, як правило, ефективне компроміс. Багато завдань проміжного

програмного забезпечення пов'язані з вводом-виводом, як і клієнтські сценарії та бази даних. Ці серверні програмам часто доводиться чекати таких речей, як результат бази даних, відгук від стороннього веб-сервісу або вхідний запити на підключення. Node.js призначений саме для них види додатків. У порівнянні з кількома користувачами продуктивність Node.js краще. Продуктивність Node.js вдвічі вища ніж PHP і в шість-сім разів більший за Python. Отже що робить його дуже одночасним і в режимі реального часу.

Вибір бази даних дуже важливий при розгляді а веб-сервер. Він повинен відповідати вибраній структурі сервера. Node.js написаний у середовищі JavaScript і з тих пір MongoDB також чудово працює на JavaScript синхронізуватися та працювати разом.

MongoDB — це документ бази даних. Концепція рядків все ще існує, але є стовпці видалено з картинки. Замість визначення стовпця що має бути в рядку, кожен рядок є документом, а це Документ визначає і зберігає самі дані. MongoDB зберігає документи як BSON, який є двійковим JSON. Коротко,

JSON – це спосіб зберігання даних на JavaScript, отже, чому MongoDB так добре вписується в нашу роботу з JavaScript каркас.

## **2.2. NPM: фреймворк Express та менеджер пакетів Node**

Якщо ми говоримо про Node.js в якій за замовчування встановлено NPM. NPM це інструмент який використовується для керування пакетами, і одним з найпопулярніших модулів фреймворк Express.

Express.js – це фреймворк веб-додатків з відкритим початковим кодом, який створений для проектування веб-додатків з широким набором функцій.

Express використовується для керування сеансами користувачів, с додаткова підтримка від MongoDB. Аутентифікація користувача зазвичай використовує Node.js, Express, MongoDB і Мангуст, але є ряд сторонніх модулів, які ви можете підключити до своєї програми що вам не доведеться виконувати всю важку роботу.

Express абстрагує цю складність, встановлюючи веб-сервер для прослуховування вхідних запитів і повернення відповідні відповіді. Крім цього, він

також визначає а структура каталогів. Одна з цих папок налаштована на останнє обслуговувати статичні файли неблокуючим способом ви хочете, щоб ваша програма чекала, коли хтось інший запитує файл CSS! Ви можете налаштувати це самостійно безпосередньо в Node.js, але Express робить це для вас. Модель асинхронного програмування подій і зворотний виклик добре підходить для сервера, який повинен очікувати багато речей, таких як вхідні запити для комунікації між процесами з іншими службами (наприклад MongoDB).

## **2.3. Framework для JavaScript React**

Бібліотека React використовується у браузерних веб-додатках для розробки користувацьких інтерфейсів. Одна з ключових переваг React це створення інтерактивних інтерфесів, які можна ефективно розділяти на компоненти, для того щоб зобразити і обновлювати конкретні компоненти, а не сторінку загалом. Також не менш важливим є компонентна орієнтованість, яка дозволяє інкапсульованим компонентам об'єднуватись разом для створення складних інтерфейсів.

ReactJS з'явився, і він змінив спосіб роботи веб-додатків які створюються. У ReactJS кожен компонент має справу зі своїм станом і робить їх у інтерфейсах користувача. З такою ідеєю, компонентів а не макети в JavaScript , багато інформації може без особливих розтягувань переходити до програми та у цьому плані допомагає утримувати стан поза межами DOM.

У будь-якому випадку, React не є структурою MVC, як здається Angular. Вона виконує функції головної бібліотеки. Тобто ReactJS робить виключно адміністраторів, комутаторів і директорів API центральної бібліотеки. Це може нагадувати перешкоду для React інженерів, але це просто найкраще у створенні сайту як для простого коду з усіма частинами та різними речами. Що робить React настільки корисною для побудови інтерфейсу користувача, що дані також будуть отримані з батьківського компонента розділу, або він міститься в сама порція.

React створює інтелектуальний і динамічний інтерфейс користувача для сайтів і портативні програми. Складе основні перспективи для кожної частини у вашій програмі, і React ефективно оновить і постачайте ідеальні компоненти, коли ваша

інформація змінюється. Точні перспективи роблять ваш код більш помітним і простіше для налагодження.

Простий і нескладний характер ReactJS дозволяє швидко розібратися зі структурою. Реакція є залучений до численних яскравих моментів. Зрозумілість є мабуть, найкраща властивість React. Це ефективно зрозумілим навіть для тих, хто не знає цього. Хоча різні системи вимагають вивчення численних ідей про саму структуру, не враховуючи основ мови, React робить, безсумнівно, зворотне. Отже, початкові рівні здібностей в структуру без сумніву можна вдосконалити стримуючих факторів або складнощів.

ReactJS має односторонні односпрямовані потік даних між станами та рівнями в додатку. Це означає, що дані можуть надходити в одному напрямку між станами і рівнями програми. З іншого боку, у двосторонній прив'язка даних, як у Angular, якщо модель змінена, подача даних також зміниться і навпаки. Переваги одиночних обмеження інформації про напрямок дає вам кращий контроль над усіма через додаток. У тому випадку, якщо інформація потік спрямований на інший шлях, на цьому етапі він вимагає додаткового основні моменти. Саме на тій підставі, що компоненти повинні бути незмінними, і інформація всередині них не може бути змінена. Порівнянний стиль обмеження інформації дає Flux in ReactJS, який є опцією на відміну від звичайної моделі контролер перегляду (MVC).

Framework Reactjs можна використовувати для створення красивих користувацькі інтерфейси шляхом впровадження деяких основних JavaScript особливості. Він простий у використанні та застосуванні, він нам надає синтаксис розмітки, який тісно пов'язаний з HTML.

Віртуальний DOM - це найважливіша функція, яка запобігає перезавантаженню сторінки та підвищує загальну ефективність нашої додаток. Оскільки наша програма побудована на JavaScript, вона також надає нам менеджер пакетів під назвою NPM, який забезпечує простіший спосіб встановлення зовнішніх залежностей. Щоб змінити життєвий цикл компонентів нашого класу, що нам надає React з методами життєвого циклу. React Hooks також надає нам ті ж функції, але створені для нашого функціоналу компонентів. React є одним з найбільш широко використовуваних фреймворків який використовується багатьма забудовниками для будівництва програми або інтерфейси. Таким чином, попит на цей каркас і його



функціональні можливості, безсумнівно, будуть розширюватися найближчим часом. Реакція полягає в тому, що компанії, які допомагають бібліотекам, досягають досягнення

## **2.4. База даних MongoDB**

MongoDB - це популярна розподілена база даних, яка підтримує реплікацію, горизонтальне розділення, гнучку схему документа та гарантію ACID на рівні документа. Хоча він, як правило, групується з базами даних NoSQL, MongoDB надає багато функцій, подібних до традиційних СУБД, таких як вторинні індекси, спеціальна мова запитів, підтримка агрегації і нові, починаючи з версії 4.0 багато-інструкційний мультидокумент операцій ACID.

MongoDB — це сховище даних NoSQL на основі відкритих документів, яке комерційно підтримує 10gen. Хоча MongoDB не є реляційним, він реалізує багато функцій реляційного бази даних, такі як сортування, вторинне індексування, запити діапазону та запити вкладених документів. Такі оператори, як create, insert, read, також підтримується оновлення та видалення, а також ручне індексування, індексування вбудованих документів та індексування даних на основі розташування. У таких системах дані зберігаються в колекціях, вони називаються документами які є об'єктами, вони забезпечують певну структуру та кодування на керовані дані.

Кожен документ по суті є асоціативним масив скалярного значення, списки або вкладені масиви. Кожен документ має унікальний спеціальний ключ "ObjectId", який використовується для явної ідентифікації тоді як цей ключ і відповідний документ концептуально схожий на пару ключ-значення. Документи MongoDB серіалізовані природно, як об'єкти Javascript Object Notation (JSON) і зберігаються внутрішньо використовуючи двійкове кодування JSON під назвою BSON . Як і всі системи NoSQL, у MongoDB немає обмежень щодо схеми і може підтримувати напівструктуровані дані та багатоатрибутні пошук записів, які можуть мати різні типи ключ-значення пари. Загалом, документи є напівструктурованими файлами XML, JSON, YALM і CSV. Зберігати дані можна двома способами:

- Вкладення документів один в одного, варіант, який може працювати для зв'язків «один до одного» або «один до багатьох»
- Посилання до документів, у яких лише отриманий документ, на який посилається коли користувач запитує дані в цьому документі.

Підтримувати просторової функціональності, дані зберігаються в GeoJSON, який є форматом для кодування різноманітних структур географічних даних . GeoJSON підтримує:

- Типи геометрії, як Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString і MultiPolygon,
- Feature, який є геометричним об'єктом з додатковими властивостями
- FeatureCollection, що складається з набору функцій. Кожен GeoJSON

Документ складається з двох полів:

- Тип, форма представлений, який інформує читача GeoJSON, як інтерпретувати поле "координати"
- Координати, масив точок, конкретне розташування яких визначається полем "тип".

Географічне представлення має відповідати структурі формату GeoJSON, щоб мати можливість встановити геопросторовий індекс на географічна інформація. Спочатку MongoDB обчислює геохеш значення для пар координат, а потім індексує ці геохеш цінності.

Індексування є важливим фактором для прискорення обробки запитів. MongoDB надає індекси Btree для підтримки конкретних типи даних і запитів, такі як: єдине поле, складений індекс, Багатоключовий індекс, текстові індекси, хешовані індекси та геопросторові показчик. Для підтримки ефективних запитів до геопросторових координатних даних, MongoDB надає два спеціальні індекси: 2d індекс, який використовує планарний геометрію під час повернення результатів та індекс 2dsphere, які використовують сферична геометрія для отримання результатів. Індекс 2dsphere підтримує запити, які обчислюють геометрію на земній кулі та може обробляти всі геопросторові запити: запити щодо включення, перетину та близькості. Він підтримує чотири оператори геопросторових запитів для просторово-часової функціональності: \$geoIntersects, \$geoWithin, \$near і \$nearSphere

і використовує систему відліку WGS84 для геопросторові запити до об'єктів GeoJSON.

## 2.5. Arduino

Arduino - торговая марка аппаратно-программных средств для построения и прототипирования простых систем, моделей и экспериментов в области электроники, автоматики, автоматизации процессов и робототехники. Розширення Arduino з'явилося в ІТАЛІЇ для нарощування недорого обладнання для комунікаційного дизайну. Arduino UNO — чудовий вибір для будь-якого дизайну додатків IOT , можна очікувати та вирізати програми відповідно до потреби. При цьому плата Arduino UNO виступає в якості блоку управління експеримент(рисунок 2.1).

### 2.5.1. Esp2866

Модуль ESP8266 WiFi є автономним SOC з вбудований стек протоколів TCP/IP, який може надати будь-якому мікроконтролеру доступ до вашої мережі WiFi. ESP8266 є здатний розмістити програму або розвантажити весь Wi-Fi мережеві функції з іншого програмного процесора(рисунок 2.2).

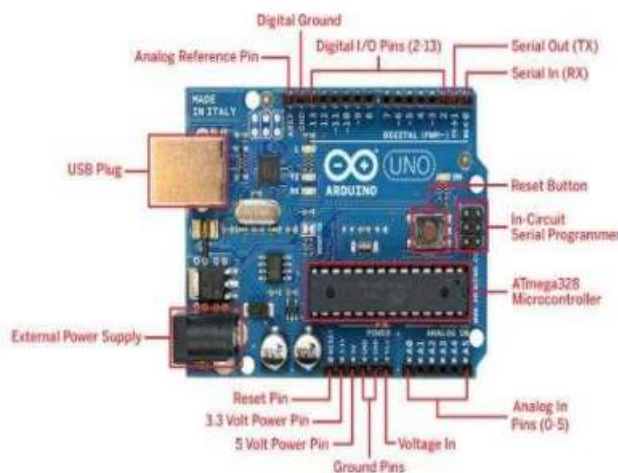


Рисунок 2.1 Arduino UNO.



Рисунок 2.2 Модуль esp2866.

### **2.5.2. Arduino IDE**

Програмне забезпечення Arduino (IDE) з відкритим вихідним кодом спрощує написання коду і завантаження його на плату. Він працює на Windows, Mac OS X і Linux. Середовище написане на Java на основі Processing та іншого програмного забезпечення з відкритим кодом. Воно запускається на вашому комп'ютері, використовується для запису та завантаження комп'ютерного коду до фізичної плати.

## **2.6. Internet of things**

Інтернет речей відноситься до швидко зростаючої мережі підключених об'єктів, які можуть збирати та обмінюватися даними за допомогою вбудовані датчики. Сьогодні він знаходить глибоке застосування в кожній галузі та відіграє ключову роль у пропонувані екологічних також система моніторингу. Об'єднання Інтернету речей із хмарними обчисленнями пропонує нову техніку для кращого керування даними, що надходять та зберігає його. Нижче показано робочий процес Інтернету речей(рисунок 2.3).

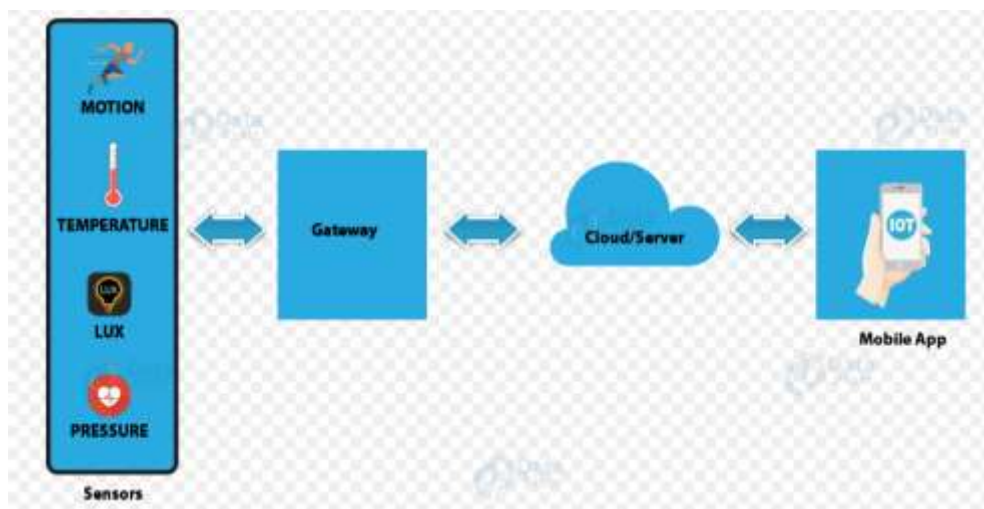


Рисунок 2.3 Схема роботи Internet of things.

## 2.7. JSON Web Token

Веб-токени JSON забезпечують масштабоване рішення зі значними перевагами продуктивності для контролю доступу користувачів у децентралізованих, великомасштабних розподілених системах. Такі приклади охоплюють хмарні системи у стилі мікросервісів або типові рішення Інтернету речей. Однією з перешкод, яка все ще перешкоджає широкому використанню контролю доступу на основі веб-токенів JSON, є проблема скасування виданих маркерів після того, як клієнти залишають систему. В даний час скасування маркера вимагає значних витрат на обробку або значно збільшує архітектурну складність.

У типовій схемі контролю доступу на основі JWT початкова аутентифікація користувача виконується за допомогою традиційного методу, наприклад, надання комбінації імені користувача та пароля.

Після успішної автентифікації деталі авторизації користувача, такі як ідентифікатори, ролі та дозволи, упаковуються в JWT. Потім маркер шифрується за допомогою спільного ключа шифрування (званого секретом JWT), що забезпечує можливість перевірки на кожній захищеній кінцевій точці.

Цей маркер передається клієнтом уздовж кожного наступного запиту (відомий як «токен носія»), розшифровується та розпаковується службою, а дані контролю

доступу з маркера витягуються. У термінології безпеки ми зазвичай називаємо ці маркери маркерами доступу.

Доступ до захищеного ресурсу за цією схемою передбачає наступну процедуру:

- Клієнт надсилає запит на аутентифікацію за допомогою попередньо визначеного методу, наприклад комбінації імені користувача та пароля.
- Служба аутентифікації після перевірки облікових даних користувача створює JWT із отриманих даних авторизації користувача. Цей маркер шифрується за допомогою секрету JWT, а потім повертається клієнту, але не зберігається на сервері.
- Клієнт передає цей маркер із запитом до захищеного ресурсу.
- Захищена служба отримує запит, розшифровує прикріплений маркер і розпаковує з нього дані аутентифікації користувача. Використовуючи цю інформацію, запит можна авторизувати або відхилити, а також надіслати відповідну відповідь.

Для додаткового комфорту користувача більшість рішень інтегрують інший рівень аутентифікації, надаючи маркери оновлення (подібно до концепції, відомої з протоколу OAuth). Ці довговічні маркери призначаються після успішної аутентифікації і можуть використовуватися для запиту нових маркерів доступу. Це можна зробити невидимо для користувача, на відміну від запиту імені користувача та пароля.

## **2.8. Mqtt протокол**

Інтернет речей (IoT) надає можливість підключати велику кількість речей або пристроїв через Інтернет. Ці речі або пристрої мають унікальну ідентичність. IoT створює розумне середовище, підключаючи пристрої до Інтернету та надати їм можливість збирати дані та обмінюватися ними. Ці пристрої або гаджети зазвичай підключаються до мікроконтролерів, датчиків, виконавчих механізмів та підключення до Інтернету. Такі гаджети можуть включати звичайні побутові предмети, наприклад пральні машини, холодильники, звукові системи, кавоварки,

будильники тощо. Також застосування IoT в розумних міста включають моніторинг дорожнього руху, моніторинг забруднення повітря та води, моніторинг споживання електроенергії тощо.

Інтернет речей забезпечує платформу для різних об'єктів, де вони можуть спілкуватися один з одним, надаючи їм здатність до самоорганізації. У IoT для передачі даних використовуються легкі протоколи, такі як MQTT і CoAP. Повідомлення Транспортування телеметрії черги (MQTT) — це протокол, який використовується в Інтернеті речей для передачі даних. Це протокол на основі абонента, який дозволяє кільком пристроям спілкуватися один з одним через бездротовий зв'язок мережі.

Найвищий рівень TCP/IP - це прикладний рівень, і на цьому рівні використовується протокол MQTT. У MQTT видавець і передплатник (або клієнти) не повинні знати особи один одного. MQTT надає інформацію з від джерела до місця призначення та реалізовано на рівні TCP. MQTT переважно підходить для вузлів IoT, які мають обмежені здібності та активи. Будь-яке з'єднання MQTT розглядає два типи агентів: перший - це клієнти MQTT а інший - брокерський сервер MQTT(рисунок 2.4). Інформація, що передається за протоколом, відома як повідомлення програми.

Клієнт MQTT відноситься до пристроїв або об'єктів, підключених до мережі, які беруть участь у спілкуванні або обміні повідомлення через MQTT. Клієнти MQTT називаються видавцем і передплатником. Видавець може надіслати повідомлення програми та абонент може запитати повідомлення програми, щоб отримати інформацію, пов'язану з це повідомлення.

Брокер дозволяє різним клієнтам підключатися один до одного. Він визнає і передає повідомлення програми між різними клієнтами, пов'язаними з ним. Клієнт MQTT може бути сенсорним, мобільним тощо.

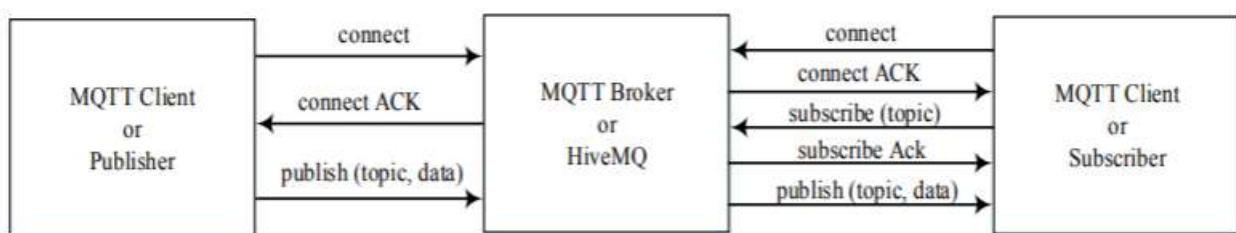


Рисунок 2.4 Схема роботи Mqtt

З'єднання в MQTT розглядають такі типи операторів: перший є клієнтом MQTT, а інший викликається Брокер MQTT або, можна сказати, сервер MQTT.

Інформація, яку надає MQTT, відома як додаток повідомлення. Коли клієнт MQTT хоче передати або опублікувати якусь інформацію брокеру MQTT, клієнту це потрібно щоб встановити з'єднання з брокером MQTT. Клієнт просить брокера з'єднатися з ним, потім брокер надсилає підтвердження цього запиту на з'єднання клієнту після встановлення з'єднання між клієнтом і MQTT брокер. Клієнт може надіслати або опублікувати тему брокеру. Аналогічно, будь-який інший клієнт, який хоче інформація тієї ж теми, опублікована клієнтом 1, може надіслати запит на підключення до брокера, потім брокер надсилає підтвердження, якщо другий клієнт підключається до брокера. Він може підписатися на будь-яку тему на стороні брокера, або клієнт може опублікувати нове повідомлення брокеру. Тому ця система дозволяє клієнтам спілкуватися з кожним іншим, не знаючи один одного.

## **2.9. Висновок до другого розділу**

В другому розділі кваліфікаційної роботи досліджено методи автоматизації подачі показників лічильника. Проаналізовано методи передачі показників лічильника. Систематизовано систему автоматизації подачі показників лічильника.



## 3 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

### 3.1. Проектування системи

Для початку потрібно продумувати діаграму сутностей для програмного продукту(рисунок 3.1). Це потрібно для моделювання структури програми, для того щоб розуміти які дані потрібні і як вони між собою взаємодіють.

Діаграми сутність - зв'язок (Entity Relations Diagram - ERD) є одним з найпоширеніших засобів семантичного моделювання даних. Діаграма сутностей визначає важливі ПО об'єкти, їх зв'язки та властивості. Діаграму сутностей зазвичай використовують для проектування бази даних.

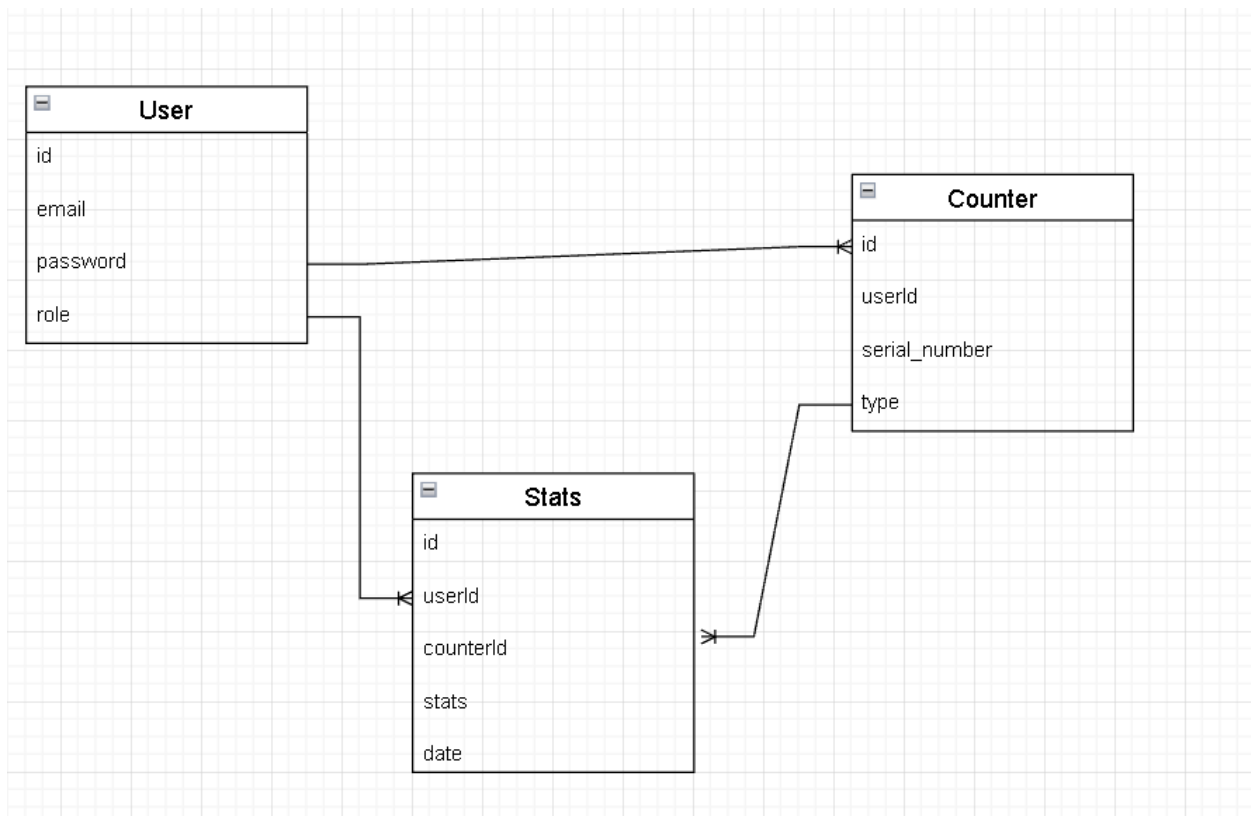


Рисунок 3.1 Діаграма сутностей.

### 3.2. Розробка серверної частини

Сформувавши діаграму сутностей наступним кроком потрібно почати розробку серверної частини. Для розробки серверної частини я використовував IDE Visual Studio Code(рисунок 3.2).

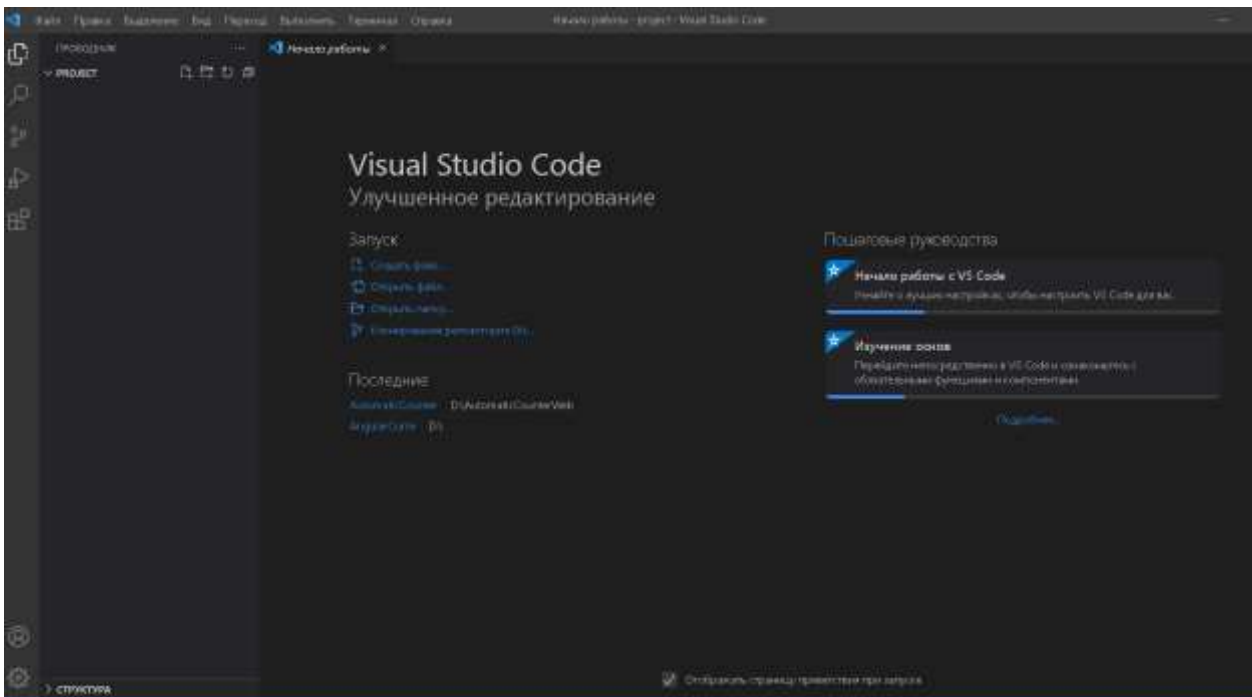


Рисунок 3.2 Visual Studio Code

Після цього нам потрібно ініціювати створення додатку Node.js, для цього потрібно відкрити термінал і перейти в директорію проекту. Наступним кроком потрібно прописати команду в командну строку “npm init”. Ініціювавши Node.js нам потрібно скачати і встановити бібліотеки, для цього потрібно ввести команду “npm install”. Для встановлення фреймворку Express потрібно ввести команду “npm i express”.

Нижче наведено приклад коду серверу, що завантажує клієнтську частину системи (рисунок 3.3). Загружені бібліотеки знаходяться в папці node\_modules. При встановленні нових бібліотек вони автоматично буду поміщатися в цю папку.

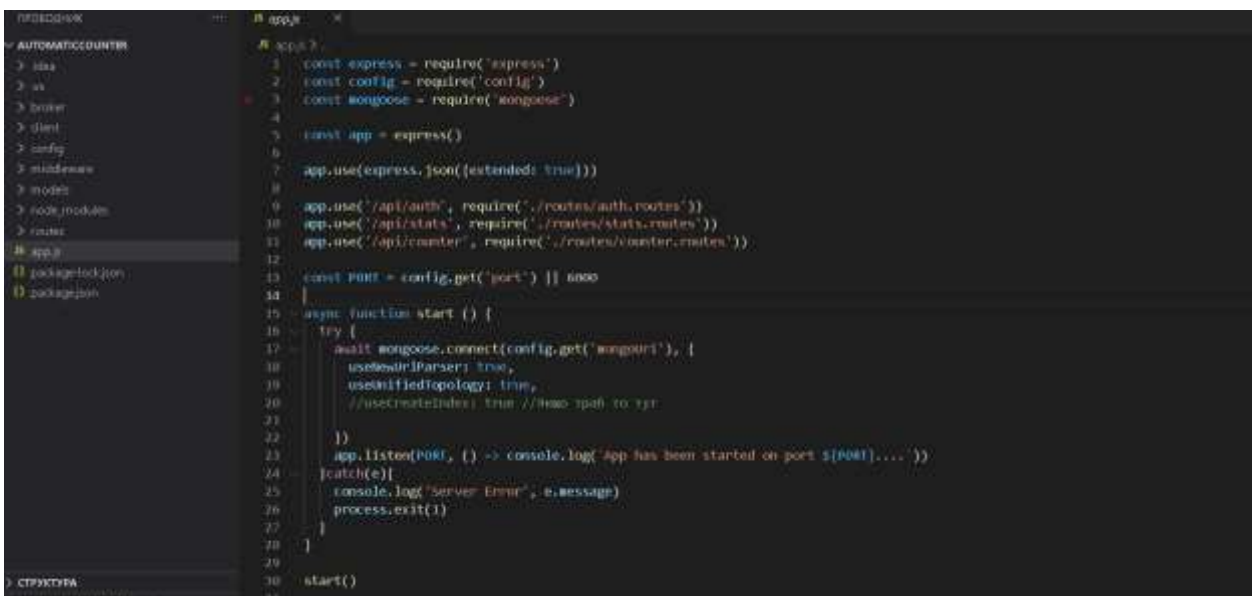


Рисунок 3.3 Файл app.js, що являє собою основний файл серверу.

Після цього нам потрібно описати основні моделі на основі сутностей які були сформовані на діаграмі сутностей. Для цього потрібно створити нову папку, яку потрібно назвати “models”. В створеній папці потрібно створити новий файл з назвою моделі. Нижче наведено приклад коду для опису моделі User(рисунок 3.4).

```
1  const {Schema, model, Types} = require('mongoose')
2
3  const schema = new Schema({
4    email: {type: String, required: true, unique: true},
5    password: { type: String, required: true },
6    role: {type: Number, default: 0},
7    stats: [{ type: Types.ObjectId, ref: 'Stats' }],
8    counters: [{type: Types.ObjectId, ref: 'Counter'}]
9  })
10
11 module.exports = model('User', schema)
12
```

Рисунок 3.4 Файл моделі User - User.js.

### 3.3. Робота з базою даних

Наступним кроком потрібно зайти на офіційний сайт “mongoDB”, для того щоб створити новий кластер. Після створення кластеру на сайті згенерується посилання-ключ для доступу до бази даних(рисунок 3.5).

MongoDB — це база даних з низькими витратами, де всі сутності є BSON у довільній формі — «бінарний JSON» — документи. Це дозволяє працювати з неоднорідними даних і полегшує обробку різноманітних даних формати. Оскільки BSON сумісний з JSON, побудувати REST API просто — код сервера може передавати запити до драйвера бази даних без великої кількості проміжна обробка.

Node і MongoDB за своєю суттю є масштабованими і легко синхронізуватися між кількома машинами в а розподілена модель; це поєднання - хороший вибір для додатків, які не мають рівномірного розподілу навантаження. Цей асинхронний характер на вузлі пов'язаний пара з його сумісністю з MongoDb робить це важливо для нашого сервера, оскільки він функціонує в режимі реального часу каркас. Далі маємо написати все можливе операція, яка має бути на сервері бази даних. Усі CRUD (створювати, читати, оновлювати, видаляти) до та з дб. Ми створюємо API

для всіх операцій з використанням CRUD функція зворотного виклику Node.js. API коли спрацьовує веде до виконання своєї операції в бази даних і закінчується отриманим зворотним викликом функція.

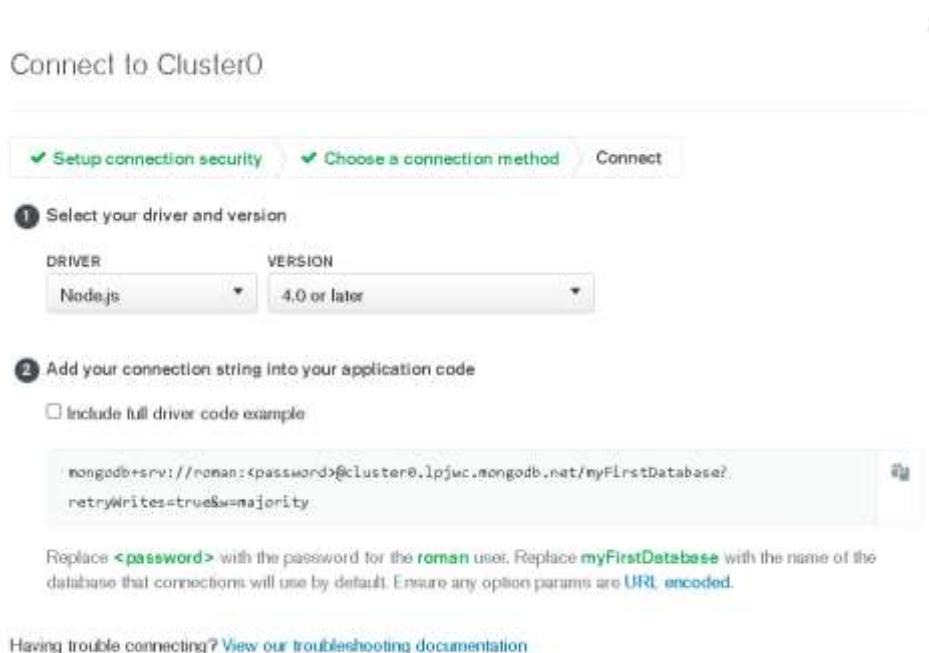


Рисунок 3.5 Посилання для доступу до бази даних.

Після цього потрібно написати routes для роботи з базою даних. Для цього потрібно створити нову папку routes в папці проекту. Нижче зображено приклад routes для взаємодії з користувачем(рисунок 3.6).

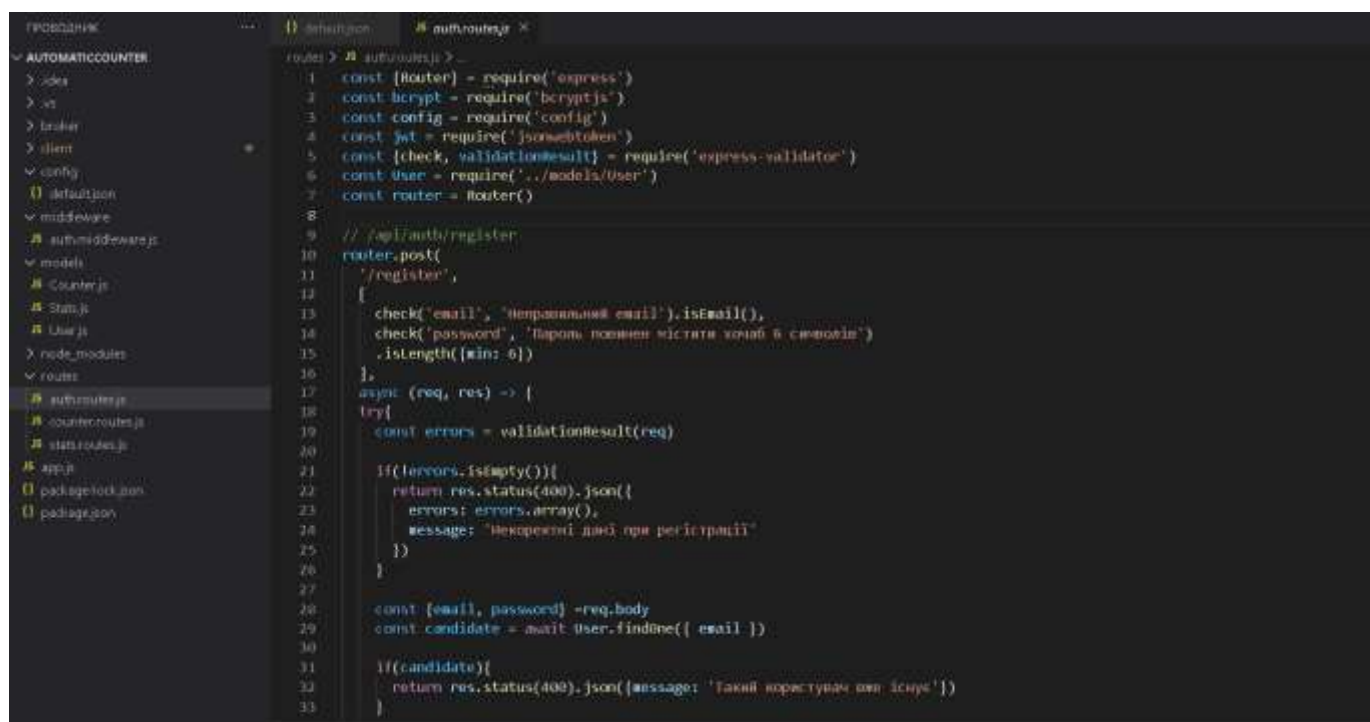


Рисунок 3.6 Файл auth.routes.js для роботи з базою даних.

### 3.4. Розробка клієтської частини

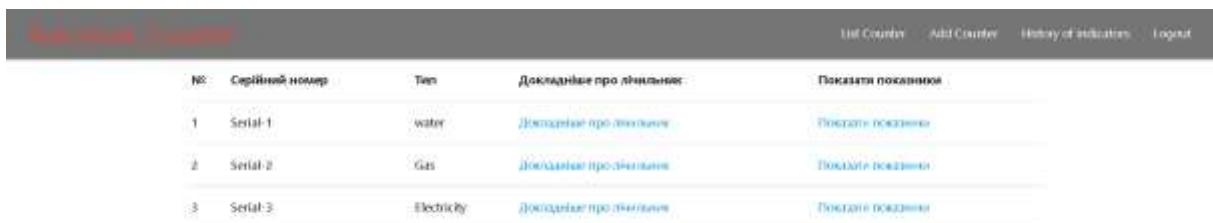
Для розробки клієтської частини потрібно в папці проекту створити папку client в якій потрібно ініціалізувати react. Для цього потрібно в терміналі перейти в директорію client і ввести наступний код “`npm create-react-app`”. Після цього потрібно цього потрібно написати front-end частину.

Створюєм html сторінки авторизації(рисунок 3.7), сторінку з лічильниками авторизованого користувача(рисунок 3.8), сторінку для додавання нового лічильника(рисунок 3.9), сторінку з подачею показників(рисунок 3.10), сторінку з детальною інформацією про лічильник(рисунок 3.11), сторінку для показників вибраного лічильника (рисунок 3.12), сторінку з показниками авторизованого користувача (рисунок 3.13).

## Automatic Counter



Рисунок 3.7 Сторінка авторизації.



ID	Серійний номер	Type	Докладніше про лічильник	Показати показники
1	Serial-1	water	<a href="#">Докладніше про лічильник</a>	<a href="#">Показати показники</a>
2	Serial-2	Gas	<a href="#">Докладніше про лічильник</a>	<a href="#">Показати показники</a>
3	Serial-3	Electricity	<a href="#">Докладніше про лічильник</a>	<a href="#">Показати показники</a>

Рисунок 3.8 Сторінка з лічильниками авторизованого користувача.



Рисунок 3.9 Сторінка для додавання нового лічильника.



Рисунок 3.10 Сторінка для подачі показників в ручну.



Рисунок 3.11 Сторінка з детальною інформацією про лічильник.

Адміністратор			
<a href="#">List Counter</a> <a href="#">Add Counter</a> <a href="#">History of indicators</a> <a href="#">Logout</a>			
№	Показник	Дата подачі	Подати показник
1	100	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
2	200	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
3	300	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>

Рисунок 3.12 Сторінка з показниками вибраного лічильника.

Адміністратор			
<a href="#">List Counter</a> <a href="#">Add Counter</a> <a href="#">History of indicators</a> <a href="#">Logout</a>			
№	Показник	Дата подачі	Подати показник
1	100	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
2	200	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
3	300	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
4	11	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
5	12	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
6	13	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
7	1000	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>
8	1200	2021-11-22T10:11:16.502Z	<a href="#">Подати показник</a>

Рисунок 3.13 Сторінка з показниками авторизованого користувача.

### 3.5. Робота з Mqtt

Наступний крок створення broker mqtt. Для цього в папці проекту створюємо нову папку broker в якій ініціалізуємо новий node сервер і підключимо бібліотеки mqtt та mosca. В папці broker створюємо новий файл broker.js(рисунок 3.14). На сторінці подачі показників(рисунок 3.10) підключаємося до mqtt, як subscribe де в ролі topic виступатиме Id лічильника.

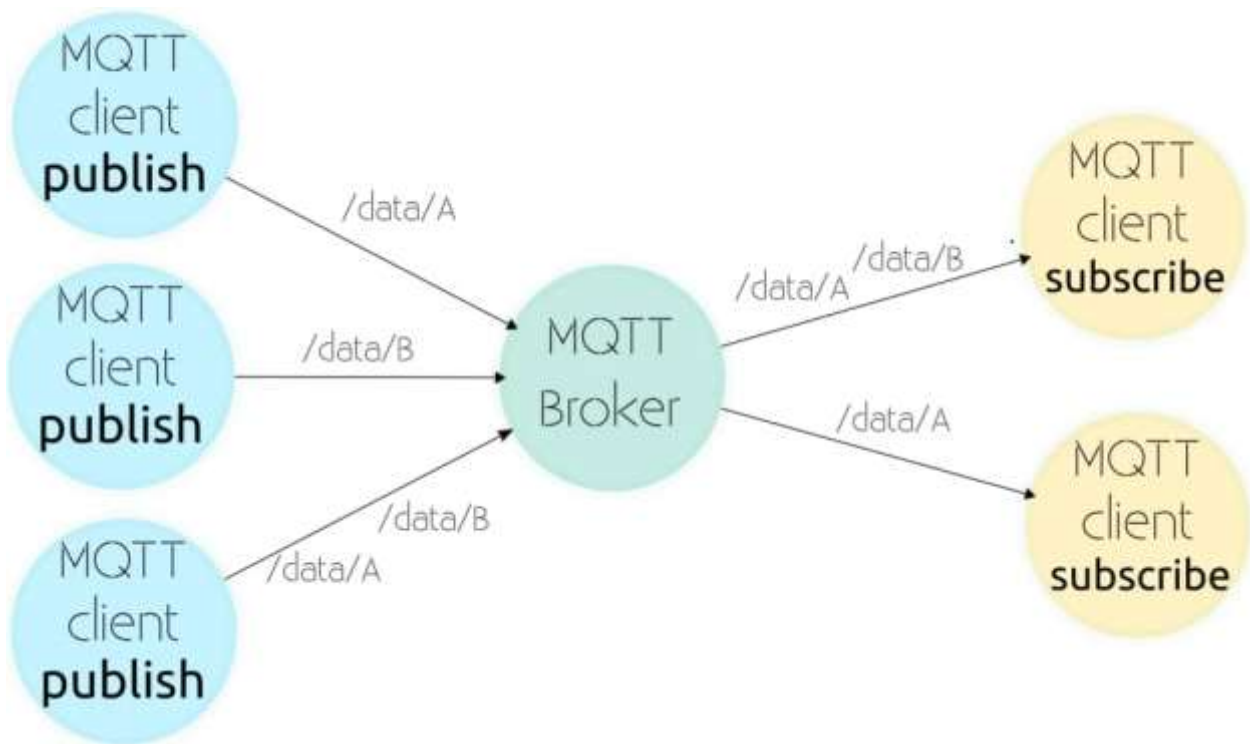


Рисунок 3.14 Схема роботи Mqtt.

### 3.6. Прошивка плати Arduino

Наступним кроком створюємо файл для прошивки Arduino. В ньому підключаємось до Mqtt. За допомогою мікроконтролера зчитуємо дані з лічильника. Задаємо топіс, як Id лічильника в базі даних. Після цього публікуємо дані на Mqtt з заданим інтервалом(рисунок 3.16). До плати Arduino підключаємо модуль esp2866(рисунок 3.15).

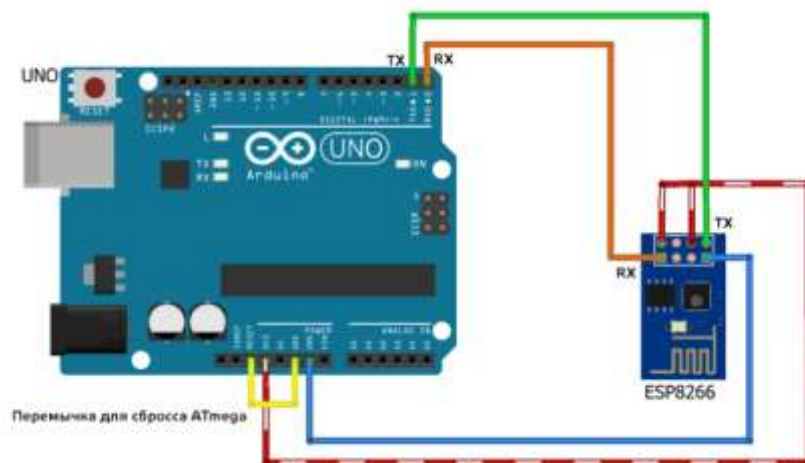


Рисунок 3.15 Плата Arduino з підключеним модулем esp2866





```
esp8266 $ mqtt

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <PubSubClient.h>

const char *ssid = "";
const char *password = "";

String mqtt_server = "";
int mqtt_port = ;
String mqtt_user = "";
String mqtt_pass = "";
String device_name = "";
String group= "";

|
int mqtt_data_status;

String A;

WiFiClient mqtttestclient;
PubSubClient mqttclient(mqtttestclient);

void callback(const MQTT::Publish& pub) {
    String payload = pub.payload_string();
}
```

Рисунок 3.16 Файл для прошивки Arduino.

### 3.7. Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано програмне забезпечення інформаційної системи. Спроектовано архітектуру розробленої інформаційної системи.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1. Небезпечні та шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером**

Сучасна технологічна революція зробила наше життя настільки зручним, що люди навряд чи уявляють собі життя без комп'ютера, інтернету, кабельного телебачення, стільникового зв'язку, різноманітних інструментів та гаджетів.

Комп'ютери є одним з основних інструментів на підприємствах, в навчальних закладах, офісах, будинках і навіть в автомобілях. З одного боку, ці технології, включаючи комп'ютери, зробили життя таким легким, але з іншого боку створили багато ризиків для здоров'я людини. Негативні ризики пов'язані з використанням цих технологій зростають з їх попитом. Кожен електронний пристрій, включаючи комп'ютери та ноутбуки створюють форму електромагнітного поля (ЕМП). Це електро магнітне поле насправді є неіонізуючим випромінюванням яке вивільняє енергію з цих електронних пристроїв, якої немає достатньо, щоб іонізувати атоми, а отже, замість видалення електронів він лише збуджує електрони. Ця енергія приносить негативний вплив на здоров'я людини. Використовуючи комп'ютери, ноутбуки або навіть сидячи на комп'ютеризованих робочих місцях людина піддається впливу небезпечних хвиль. Ці випромінювання можуть швидко або повільно завдати шкоди здоров'ю. Це означає, що особи, особливо працівники, і їх кількість годин, що витрачається на роботу за комп'ютером безпосередньо піддаються шкідливому впливу ЕМП. ISO стандарти якості підкреслюють необхідність вимірювання якості продукції протягом усього її життєвого циклу, тобто з сировини матеріали для утилізації. Мета – виробляти безпечні довкілля та його компонентів шляхом вивчення впливу продуктів на нього. Таким чином, необхідно вивчити прямий або непрямий вплив комп'ютерів на здоров'я людини, тому що світ у цей час залежить від комп'ютерів, і саме люди користуватися комп'ютерами.

Відповідно до ISO 14040, Оцінка життєвого циклу (LCA) посиляється на «поняття, що для справедливої, цілісної оцінки сировина виробництва, виробництва, розподілу, використання та утилізація (включаючи всі проміжні транспортуючі кроки) необхідно оцінити». Він складається з трьох підходів до управління

життєвим циклом, інвентаризація життєвого циклу та оцінка впливу на життєвий цикл. Області захисту у підході життєвого циклу - це здоров'я людини, якість екосистеми, клімат і ресурси. Життєвий цикл оцінку впливу можна сказати як цілісний підхід до впливу на навколишнє середовище. Він є мірою впливу конкретного продукту, наприклад комп'ютер, який може пошкодити одну або кілька сфер виробництва. Це не тільки враховує токсичні викиди з хімічних речовин, але також враховує використання землі, здоров'я людей, випромінювання. Підхід до інвентаризації життєвого циклу складається з результатів життєвого циклу, середніх точок (14 категорій такі як іонізуюче випромінювання, фотохімічне окислення, глобальне потепління тощо) та категорії збитків (людський здоров'я, якість екосистем, зміна клімату та ресурси). Оцінка впливу на життєвий цикл (LCIA) методологія пропонує практичне виконання, комбінований підхід до середини/шкоди, пов'язуючи всі типи.

Результати інвентаризації життєвого циклу (LCI) через середину 14 категорій до 4 категорій пошкодження (Іфтехар Уддін і Джанатул Фердоус, 2010). В одному дослідженні Socolof, Overly and Geibig (2005) автори Використовуючи підхід життєвого циклу, досліджували навколишнє середовище і впливу на здоров'я людини функціонально еквівалентного 17- дюймові ЕМП та 15-дюймові РК-монітори комп'ютерів. Вони виявили, що водна евтрофікація та водний екотоксичний вплив під час аналізу життєвого циклу був більшим для ПК, тоді як усі інші категорії впливу (наприклад, використання ресурсів, енергія, руйнування озонового шару, використання простору на сміттєзвалищах, здоров'я людини токсичність) були більшими для ЕПТ-моніторів. В іншому дослідження Duan et al (2009) також проводили життєвий цикл оцінка (LCA) для дослідження навколишнього середовища продуктивність китайського настільного персонального комп'ютера, який відповідає серії ISO14040. Результати їх дослідження також підтвердило вплив комп'ютера на навколишнє середовище. В обох дослідженнях вплив життєвого циклу комп'ютера на навколишнє середовище, включаючи здоров'я людини підтверджено. Беручи до уваги стандарти ISO, які також підкреслюють необхідність оцінки використання продукту, ці дослідження спрямовані на оцінку тривалого використання комп'ютери та їх вплив на здоров'я людини.

Електромагнітні поля (ЕМП) - це невидимі силові лінії які виникають під час проведення електрики. Ці два типи електромагнітних полів - іонізуюче та неіонізуюче випромінювання. Іонізуюче випромінювання має достатньо енергії для видалення електронів з атомів. Втрата електрона своїм негативним зарядом змушує атом (або молекулу) до заряджаються позитивно. Неіонізуюче випромінювання - це серія енергетичних хвиль, що складається з коливальних електричних і магнітних полів, що рухаються зі швидкістю світла. Неіонізуюче випромінювання зустрічається в широкому діапазоні професій та може становити небезпеку для здоров'я працівників, які піддаються впливу не контрольованим належним чином (Smith, 2010).

Комп'ютери також є одним із джерел електромагнітне поле. Однак через складність комп'ютерна схема випромінювального механізму кожної частини комп'ютера непросто пояснити, наразі немає «моделі електромагнітного випромінювання» в цілому доступної комп'ютерної системи (Hong-xin et al., 2003). Однак у звітах федерації NYSUT пояснює, що коли промінь осцилюючих електронів потрапив на світлу поверхню екран комп'ютера, він створює сяюче зображення разом з випромінювання в навколишнє середовище. Ці електрони при попаданні на екран комп'ютера також виробляється імпульсне електромагнітне випромінювання (PEMR), яке триває протягом ряду годин навіть після вимкнення комп'ютера і негативно впливають на живі клітини. Небезпечний вплив цих електромагнітних полів на здоров'я людини не досліджуються всебічно. Досліджень, що стосуються цих питання, наприклад (Barnes, 2006; Mercola, 2010; Kanareckas et al., 2007). Ці кілька досліджень є зосереджені на впливі тривалого використання комп'ютера на здоров'ї у вигляді виснаження іонів у повітрі, навколишнє середовище через монітори, радіоактивне випромінювання від моніторів (рентгенівські/гамма-промені, ультрафіолетові); відблиски та відображення від монітори; випромінювання електричного поля, електромагнітне поле з моніторів; створення статичної напруги від моніторів; хімічні гази від матеріалів комп'ютерного обладнання та ергономічність (Lee, 1994). Бріггс-Камара та ін.,(2009) провели дослідження з метою вивчення впливу роботи з комп'ютером і копіювальним апаратом в середовищі в Нігерійському університеті. Їхнє

дослідження підтвердило, що радіаційний профіль університету свідчить про існування ризиків для здоров'я.

#### **4.2. Комп'ютерне моделювання безпеки радіоелектроніки виробництво в аварійній ситуації**

Організація будь-якого виробництва пов'язана з встановленням ряду технологічних процесів, як основних, так і суміжних. Забезпечення безпеки та стійкості є одними з важливих супутніх процеси радіоелектронної та приладобудівної промисловості (PEI) в даний час, ці процеси виходять на перший план, особливо це стає актуальним, коли необхідно налагодити виробництво в умовах прогнозованих надзвичайних ситуацій. Продукція виробництва-радіоелектронні пристрої також повинна відповідати вимогам термічної, радіаційної та механічної стійкості. Якщо не брати до уваги фактори ризику виходу з ладу пристроїв і електронних компонентів, то навіть невелике відхилення параметри навколишнього середовища від нормальних значень призведуть до техногенної аварії. Це особливо вірно для приладів, що працюють в умовах іонізуючого випромінювання, великих перепадів температур, і механічного впливу, наприклад обладнання супутників ГЛОНАС на орбіті Землі.

З появою комп'ютерів і комп'ютерних програм, що реалізують алгоритми отримання, оброблення, представлення та використання інформації про об'єкти, стало можливим багаторазово і ефективно проводити обчислювальні експерименти, тобто проводити комп'ютерне моделювання. Загальна структура пакета програми складається з частин, детально описаних:

В рамках комп'ютерного моделювання при створенні додатків дотримуються наступні вимоги підкреслювали: науковість, адаптивність, свідоме навчання, самостійність та активізацію діяльності, наочність та доступність у навчальному процесі. В даний час додатки використовуються в практичні заняття зі студентами напряму «Техносферна безпека» та в секції ст дисципліна з техніки безпеки «Захист у надзвичайних ситуаціях».

Відомо, що речовини і матеріали можуть бути небезпечними з точки зору пожежної небезпеки використовуються у виробництві REI. Це можуть бути легкозаймисті рідини добудуємо детерміновану аналітичну математичну модель процесу горіння високо легкозаймистих рідин (ГЛР) на основі розрахункової методики. Як приклад розглянемо модель «Розрахунок теплового випромінювання від пожежі протоки». Відомий ряд праць, в яких моделюються процеси забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях [51-56]. Автори провели дослідження в цій галузі для створення математичних моделей, що описують вплив ушкоджуючих факторів на охоронювані об'єкти. Додаткову інформацію про це див. у [10-13]. Розглянемо докладніше моделювання теплового випромінювання протокової пожежі.

Початкові параметри моделі.

1. Розлитий HFL.
2. Площа протоки (м<sup>2</sup>).
3. Довжина радіуса до центру розливу (м).

Розрахункові параметри моделі.

1. Ефективний діаметр протоки  $d$ , м ( формула 4.1).
2. Висота полум'я (формула 4.2).

Розраховуємо ефективний діаметр протоки  $d$ , м за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}, \quad (4.1)$$

де  $S$  – площа протоки, м<sup>2</sup>.

Обчисліть висоту полум'я  $H$ , м, за формулою

$$H = 42 d \left( \frac{m_c}{\rho_w \sqrt{g d}} \right)^{0,61}, \quad (4.2)$$

де  $m_c$  – питома масова швидкість вигорання палива, кг/(м · с);

$\rho W$  – щільність навколишнього повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  — прискорення сили тяжіння, що дорівнює

Визначаємо кутовий коефіцієнт опромінення  $F_q$  за формулою

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2},$$

(4.3)

де,

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{S_1} \cdot \arctg \left( \frac{h}{\sqrt{S_1^2 - 1}} \right) + \frac{h}{S_1} \left\{ \arctg \left( \frac{h}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \frac{(A+1)(S_1-1)}{(A-1)(S_1+1)} \right) \right\} \right],$$

(4.4)

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{(B-S_1^{-1})}{\sqrt{B^2-1}} \cdot \arctg \left( \frac{(B+1)(S_1-1)}{(B-1)(S_1+1)} \right) - \frac{(A-S_1^{-1})}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left( \frac{(A+1)(S_1-1)}{(A-1)(S_1+1)} \right) \right],$$

(4.5)

де,  $A = (h^2 + S_1 + 1) / 2S_1$ ,  $S_1 = 2r/d$  ( $r$  - відстань від геометричного центру протоки до опромінений об'єкт)

$$q = E_f \cdot F_q \cdot t$$

(4.6)

де,  $E_f$  - середня-найбільша щільність теплового випромінювання полум'я, кВт·год·м<sup>-2</sup>;

$F_q$  - кутовий коефіцієнт опромінення;

$t$  - коефіцієнт пропускної здатності.

Результатом розрахунку є показник пожежної небезпеки протоки Інтенсивність теплового випромінювання (TRI)». Відомі порогові значення TRI, з якими визначаються значення TRI, отримані під час оцінки порівнюються. Наступний етап побудови моделі руйнування технічних об'єктів і персоналом REI є побудова алгоритму оцінки, що служить основою для написання комп'ютерного коду.

У нашому випадку з ушкоджуючими факторами джерел надзвичайних ситуацій ми маємо справу з математичним модель впливу теплового випромінювання. Це аналітична детермінована модель, де є формули і немає невизначеності в вихідних даних. На основі основних операцій методу для Розраховуючи інтенсивність теплового випромінювання, автори розробили алгоритм розрахунку, який обслуговує як основа для написання коду прикладної програми. Алгоритм розроблено з використанням Програма блок-схем, яку можна використовувати для створення візуальних блок-схем. Для цього псевдокод був підготовлений з використанням синтаксису мови C++.

З огляду на те, що провести повномасштабний або навіть напівприродний експеримент неможливо через його небезпеку та обмеженими ресурсами, ми проведемо обчислювальний експеримент із застосуванням методів комп'ютерного моделювання [57-59]. Побудувавши математичну модель, на основі оцінки отримано алгоритм розрахунку метод і розроблений додаток на мові програмування C++, ми проведемо обчислювальний експеримент для знаходження залежності «інтенсивність теплового випромінювання – відстань від об'єкта до геометричного центру протоки».

Мета експерименту – знайти безпечні відстані, які можна знайти, знаючи таблицю порогових значень значення інтенсивності теплового випромінювання.

Результати обчислювального експерименту зведені в таблицю(рисунок 4.1) і представлені на графіку.

Head 1	R,m	Q kW/m2
1	12.7	16.345
2	13	14.680
3	14	11.824
4	15	10.020
5	16	8.668
6	17	7.596
7	18	6.717
8	19	5.983
9	20	5.357
10	21	4.824
11	22	4.360
12	23	4.000

Рисунок 4.1. Результати обчислювального експерменту.



На (рисунок 4.2): зображено графік інтенсивності теплового випромінювання від відстані до центру свогонь». З графіка видно, що на відстані від 22 до 23 метрів інтенсивність теплового випромінювання становитиме від 4 до 4,36 кВт / м<sup>2</sup>. Порогове значення, коли людина вже відчуває дискомфорт від дії теплове випромінювання 4,2 кВт/м<sup>2</sup>.

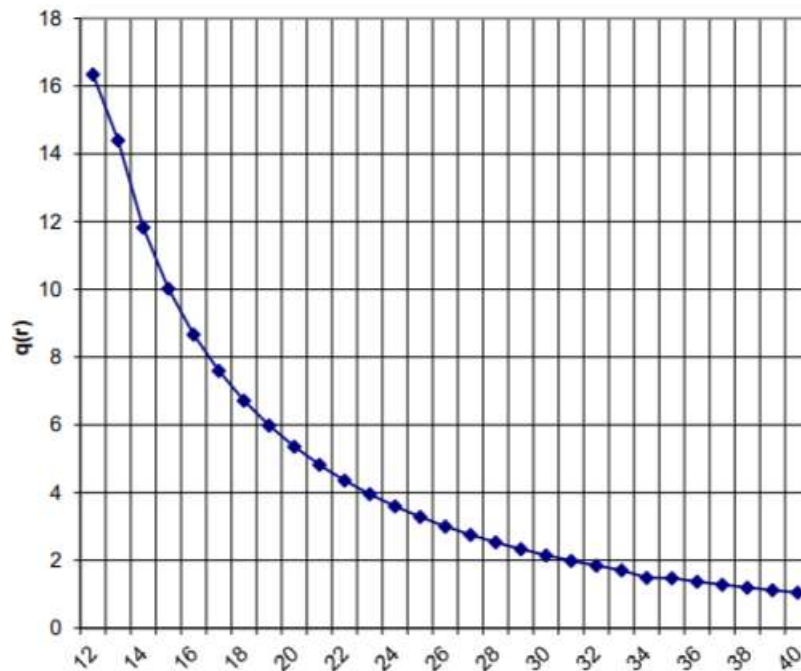


Рисунок 4.2. Графік інтенсивності теплового випромінювання від відстані до геометричного центру джерела вогню.

Таким чином, за допомогою математичної моделі та побудованого графіка залежності небезпека для людини і пожежне навантаження перебування в зоні пожежі добре видно і можна визначити безпечну відстань, яка становила 23 м. Є реальна можливість, уникаючи рутинних операцій, за допомогою комп'ютерного додатка, щоб передбачити параметри небезпечного явища та оцінити несприятливі наслідки для особи та обладнання РЕІ. Знаючи показники небезпеки, можна приймати управлінські рішення та вживати заходів для організації виробництва таким чином, щоб мінімізувати шкоду. Такі дії називаються заходами невідкладної профілактики. Перебуваючи в зоні пожежі, людина має можливість застосовувати методи захисту від надзвичайних ситуацій.

Отримані результати є науковою основою для подальших досліджень можливостей комп'ютерного моделювання для забезпечення безпеки радіоелектронної та приладобудівної промисловості під впливом ушкоджуючих факторів джерел надзвичайних ситуацій.

## **ВИСНОВКИ**

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр»:

- Актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника.
- Проанализовано публікацій в предметній області.

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Аналіз методів, систем та проектування системи для збору та аналізу показників.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- Описано програмне забезпечення інформаційної системи.
- Наведена архітектура розробленої інформаційної системи.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано небезпечні й шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером. Описано комп'ютерне моделювання безпеки радіоелектроніки виробництво в аварійній ситуації.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Performance analysis of smart metering for smart grid: An overview. K. Sharma, L. Saini // Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 49, Sept 2015, pp. 720-735 URL: doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.170 (circulation date: 15.07.2017).
2. Smart grid technologies and applications, R.Bayndir, I.Colak, G.Fulli. // Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 66, Dec 2016, pp. 499-516. URL: doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.002 (circulation date: 15.07.2017).
3. Scoping the potential of monitoring and control technologies to reduce energy use in homes. R.J.Mayers, E.Williams, S.Matthews // Energy and Buildings, Vol 42. pp. 563–569. URL: doi:10.1016/j.enbuild.2009.10.026 (circulation date: 15.07.2017).
4. A survey on behind the meter energy management systems in smart grid. I. Bayram, T. Ustun // Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol 72, May 2017, pp. 1208-1232. URL: doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.034 (circulation date: 15.07.2017).
5. Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status. S. Depuru, L. Wang. // Power Systems Conference and Exposition (PSCE), 2011 IEEE/PES, doi: 10.1109/PSCE.2011.5772451 (circulation date: 15.07.2017).
6. Detection of energy theft and defective smart meters in smart grids using linear regression. S. Yip, K. Wong. // International Journal of Electrical Power &Energy Systems, Vol 91, pp. 230-240. doi:10.1016/j.ijepes.2017.04.005 (circulation date: 15.07.2017).
7. Discovering residential electricity consumption patterns through smartmeter data mining: A case study from China. K. Zhou, C. Yang. // Utilities Policy Vol 44, Feb 2017, pp. 73-84. URL: doi.org/10.1016/j.jup.2017.01.004 (circulation date: 15.07.2017).
8. EC, 2009a. Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC (circulation date: 15.07.2017).
9. An assessment of the Italian smart gas-metering program. M. Castelnovo, E. Fumagali. Energy Policy Vol 60, Sept 2013, pp. 714-721. URL:doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.008 (circulation date: 15.07.2017).

10. Smart meter rollout for the domestic sector. Impact assessment DECC 0009. DECC and Ofgem (Office of the Gas and Electricity Markets), 2011 (circulation date: 15.07.2017).

11. Study on a cost/benefit analysis regarding the introduction of smart metering throughout Austria. PwC, 2010 (circulation date: 15.07.2017).

12. The impact of informational feedback on energy consumption—a survey of the experimental evidence. Faruqi, A., Sergici, S., Sharif, A., 2010. Energy Vol 35, pp. 1598–1608. URL: [doi.org/10.1016/j.energy.2009.07.042](https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.07.042) (circulation date: 20.07.2017).

13. Smart meters in the Netherlands – revised financial analysis and policy advice – By order of the Ministry of Economic Affairs. KEMA, 2010 (circulation date: 20.07.2017).

14. Ranking appliance energy efficiency in households: Utilizing smart meter data and energy efficiency frontiers to estimate and identify the determinants of appliance energy efficiency in residential buildings. A. Kavousian, R. Rajagopal. // Energy and Buildings. Vol 99, 15 Jul 2015, pp. 220-230. URL: [doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.03.052](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.03.052) (circulation date: 25.07.2017).

15. Smart meter deployment in Europe: A comparative case study on the impacts of national policy schemes. S. Zhou, M. Brown. // Journal of Cleaner Production Vol 144, 15 Feb 2017, pp. 22-32. URL: [doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.031](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.031) (circulation date: 20.07.2017).

16. Relazione tecnica - Direttive per la messa in servizio dei gruppi di misura del gas, caratterizzati da requisiti funzionali minimi e con funzioni di telelettura e telegestione, per i punti di riconsegna delle reti di distribuzione del gas naturale. Regulatory decision ARG/gas 155/08 (only in Italian) (circulation date: 12.08.2017).

17. An assessment of the Italian smart gas metering program. M. Castelnovo, E. Fumagalli. Energy Policy Vol 60, Sept 2013, pp. 714-721. URL: [doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.008](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.008) (circulation date: 10.08.2017).

18. Е.С. Семенистая, Н.С. Линник, А.А. Горбунов Обзор существующих схем деления систем учета расхода энергоресурсов и воды и разработка схемы деления нового типа // Инженерный вестник Дона, 2016, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860).

19. Е.С. Семенистая, И.Г. Анацкий, Ю.А. Бойко Разработка программного обеспечения автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов и воды // Инженерный вестник Дона, 2016, №4  
[URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897).

20. Документація Node.js [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nodejs.org/uk/docs/>.

21. Литвиненко Я. В. Моделювання та методи визначення зонної часової структури електрокардіосигналу в автоматизованих діагностичних системах / Литвиненко Я.В. . — Тернопіль , 2005 — 207 с.

22. Литвиненко Я. В. Моделювання та методи визначення зонної часової структури електрокардіосигналу в автоматизованих діагностичних системах / Литвиненко Я.В. . — Тернопіль , 2005 — 20 с.

23. DTEK, "DTEK kyivski electromereji [DTEK Kyiv Power Grids]," [Online]. Available: [https://dtek-kem.com.ua/eecompany/sistemi\\_luzodaskoe](https://dtek-kem.com.ua/eecompany/sistemi_luzodaskoe) [Accessed 26, Nov. 2018].

24. Technotronics, "Uchet energoresursov [Accounting of energy resources]," [Online]. Available: <http://ttronics.ru/?menu=calculation>. [Accessed 26, Nov.2018].

25. Z. Cai, C. Wei and Y. Yuan, "An Efficient Method for Electric Meter Readings Automatic Location and Recognition," Procedia Engineering, vol. 23, pp. 565-571, 2011. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.11.2548.

26. M. Cerman, G. Shalunts and D. Albertini, "A Mobile Recognition System for Analog Energy Meter Scanning," Bebis G. et al. (eds) Advances in Visual Computing. ISVC 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol. 10072, pp. 247-256, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-50835-123.

27. W. Qi, B. Xue and Y. Lui, "Research on reading recognition technology of gas meter based on key feature matching," in Lecture Notes in Electrical Engineering. Advanced Graphic Communications and Media Technologies, vol. 417, Springer, Singapore, 2017, pp. 317-324. ISBN: 978-981-10- 3530-2.

28. M. Rodriguez, G. Berdugo, D. Jabba, M. Calle and M. Jimeno, "HD\_MR: a new algorithm for number recognition in electrical meters," Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, vol. 22, pp. 87-96, 2014. DOI: 10.3906/elk-1202-34.

29. M. Kompf, "OpenCV practice: OCR for the electricity meter," [Online]. Available: <https://www.mkompf.com/cplus/emeocv.html> [Accessed 25, Dec. 2018].

30. "Syomka pokazaniy schetchika ns telefon sposleduyushim raspoznavaniem [Filming of meter values using phone with further recognition]," [Online]. Available: <https://habr.com/post/220869/> [Accessed 25, Dec. 2018].

31. D. M. Svaha and A. Y. Varfolomieiev, "Systema avtomatychnogo visual'nogo znyattya pokazan' lichilnyka [The system for automatic visual meter reading]," in XI International Scientific and Technical Conference of Young Scientists "Electronics-2018", Kyiv, 2018. URL: [http://elconf.kpi.ua/wpcontent/uploads/2018/06/%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-26\\_06\\_2018.pdf](http://elconf.kpi.ua/wpcontent/uploads/2018/06/%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-26_06_2018.pdf) [Accessed 19, Nov. 2018].

32. R. C. Gonzalez та R. E. Woods, Digital Image Processing (3rd Edition), New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2008. ISBN: 978-0131687288, p. 954.
33. D. A. Forsyth та J. Ponce, Computer vision. A modern Approach, New Jersey: Prentice Hall Inc., 2003. ISBN: 0-13-085198-1.
34. C. R. Jung and R. Schramm, "Rectangle Detection based on a Windowed Hough Transform," in Proceedings of 17th Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, Curitiba, 2004. DOI: 10.1109/SIBGRA.2004.1352951.
35. N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 9, no. 1, pp. 62-66, 1979. DOI: 10.1109/TSMC.1979.4310076.
36. Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio and P. Haffner, "Gradient Based Learning Applied to Document Recognition," Proceedings of the IEEE, vol. 86, no. 11, p. 2278-2324, 1998. DOI: 10.1109/5.726791.
37. I. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville, Deep Learning, Massachusetts: MIT Press, 2016. ISBN: 978-0262035613.
38. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Дж. Приемы объектноориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб: Питер, 2001. — 368 с.: ил. (Серия «Библиотека программиста») ISBN 5- 272-00355-1.
39. JavaScript [Електронна адреса]  
[https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/JavaScript\\_basics](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/JavaScript_basics).
40. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. — М.: Инфра-М, 2006. — 481 с.
41. Автоматизована система збору даних з приладів обліку (вимірювання) енергоресурсів (АСЗД) для побутових споживачів [Електронна адреса]: <http://aim-ltd.kiev.ua/ua/K/id/180713-15764>.
42. Литвиненко Я. В. Основи методології сегментації циклічних сигналів / Ярослав Литвиненко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 211–212. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).
43. Ониськів П. А. Live дистрибутив, як допоміжний інструмент у роботі з комп'ютерами / П. А. Ониськів, Я. В. Литвиненко // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-29 листопада 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 2. — С. 137. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).
44. Борисюк Н. І. Застосування інтернет речей в логістиці / Н. І. Борисюк, Я. В. Литвиненко // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-29 листопада 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 192. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

45. Дубовий В. Методи та засоби аналізу профілів соціальних мереж у процесі побудови рекламної кампанії / В. Дубовий, Д. Дмитрів, Я. Литвиненко // Матеріали VI науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 12-13 грудня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 27. — (Інформаційні системи та технології).

46. Литвиненко Я. В. Застосування адитивної математичної моделі циклічного випадкового процесу і детермінованої функції тренду для аналізу руйнування газопроводу / Литвиненко Я.В., Марущак П.О. // Фізико-хімічна механіка матеріалів , 2018 — с.95-104

47. Інформаційна технологія прогнозування циклічних економічних процесів / Горкуненко А., Козак Р., Литвиненко Я. [та ін.] // Вісник ТНТУ. — 2012. — Том 65. — № 1. — С.143-153. — (приладобудування та інформаційно-вимірювальні технології).

48. Maruschak P.O.a Influence of deformation process in material at multiple cracking and fragmentation of nanocoating / Maruschak P.O.a, Panin S.V.b, Ignatovich S.R.c, Zakiev I.M.c, Konovalenko I.V.a, Lytvynenko I.V.a, Sergeev V.P.b // Theoretical and Applied Fracture Mechanics , 2012 — vol. 57, no. 1. — 43-48 — ISSN 01678442.

49. Maruschak P.O. Influence of deformation process in material at multiple cracking and fragmentation of nanocoating / P.O. Maruschak, S.V. Panin, S.R. Ignatovich, I.M. Zakiev, I.V. Konovalenko, I.V. Lytvynenko, V.P. Sergeev // Theoretical and Applied Fracture Mechanics.- 2012.- №57.- с.43-48

50. Lytvynenko I.V. Analysis of multiple cracking of nanocoating as a cyclic random process / Lytvynenko I.V., Lupenko S.A., Marushchak P.O. // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing , 2013 — vol. 49, no. 2. — 68-75 — ISSN 87566990.

[51] I. Coudron, T. Goedemé, Rapid Urban 3D Modeling for Drone-Based Situational Awareness Assistance in Emergency Situations, in: Proceedings of RFMI 2017, Communications in Computer and Information Science 842 (2019). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-19816-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19816-9_11).

[52] A. Portero, R. Vavrik, S. Kuchar, M. Golasowski, V. Vondrak, S. Libutti, G. Massari, W. Fornaciari, Flood Prediction Model Simulation with Heterogeneous Trade-Offs In High Performance Computing Framework, in: Proceedings of ECMS (2015). Doi: 10.7148/2015-0115.

[53] Sharad Sharma, Shanmukha Jerripothula, An indoor augmented reality mobile application for simulation of building evacuation", in: Proceedings of Proc. SPIE 9392, The Engineering Reality of Virtual Reality 939208 (2015). Doi: 10.1117/12.2086390.

[54] E. Briano, C. Caballini, R. Mosca, R. Revetria, A. Testa, Study of an emergency situation using 2D and 3D simulation models, in: Proceedings of WSEAS Transactions on Systems 9(4) (2010) 338-347.



[55] J. A. Capote, D. Alvear, O. V. Abreu, M. Lázaro, A. Cuesta, Evacuation computer modelling and simulation in complex buildings, in: *Proceedings of Revista Internacional de Metodos Numericos para Calculo y Diseno en Ingenieria*, 25(3) (2009) 227-245.

[56] J. G. Doheny, J. L. Fraser, MOBEDIC - A decision modelling tool for emergency situations, in: *Proceedings of Expert Systems with Applications*, 10(1) (1996) 17-27.

[57] A. D. Ionita, A. Olteanu, R. N. Pietraru, Knowledge and Decision Support for Hazard Awareness, in: *Proceedings of the IC3K 2019, Communications in Computer and Information Science* 1297 (2020). Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-66196-0\_16.

[58] V. Y. Vilisov, Modelling the Risk Degree when Managing Emergency Situation Liquidation, in: *Proceedings of the Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" MLSD* (2018) 1-3. Doi: 10.1109/MLSD.2018.8551903.

[59] S. Verykokou, A. Doulamis, G. Athanasiou, C. Ioannidis, A. Amditis, UAV-based 3D modelling of disaster scenes for Urban Search and Rescue, in: *Proceedings of the IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IST)* (2016) 106-111. Doi: 10.1109/IST.2016.7738206.

# ДОДАТКИ

# ДОДАТОК А

## Авторська довідка (реферату кваліфікаційної роботи магістра)

**Назва кваліфікаційної роботи магістра:** Розробка інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino  
*назви записувати нижнім регістром (як у реченні)*

Назва (англ.): Development of an information system for the collection and analysis of electricity meters using the Arduino

*переклад англійською*

**Освітній ступінь :** ..... **магістр**

**Шифр та назва спеціальності:** ..... 122 Комп'ютерні науки  
*напр.: 151 Автоматизація та комп'ютерно-*

*інтегровані технології*

**Екзаменаційна комісія:** ..... Екзаменаційна комісія №2  
*напр.: Екзаменаційна комісія №1*

**Установа захисту:** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

*напр.: Тернопільський національний технічний університет імені Івана*

*Пулюя*

**Дата захисту:** ..... 20 грудня 2021 року

**Місто:** ..... Тернопіль

### Сторінки:

Кількість сторінок кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок реферату: .....

### УДК:

### Автор дипломної роботи

Прізвище, ім'я, по батькові (укр.): Волощак Роман Іванович  
*розкривати ініціали*

Прізвище, ім'я (англ.): Voloshchak Roman  
*використовувати паспортну транслітерацію (КМУ2010)*

Місце навчання (установа, факультет, місто, країна): Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, місто Тернопіль, Україна

### Керівник

Прізвище, ім'я, по батькові (укр.): Литвиненко Ярослав Володимирович  
*повністю*

Прізвище, ім'я (англ.): Iaroslav Lytvynenko  
*використовувати паспортну транслітерацію (КМУ 2010)*

Місце праці (установа, підрозділ, місто, країна): Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, місто Тернопіль, Україна

Вчене звання, науковий ступінь, посада: к.т.н., доцент кафедри КН, заст. зав. кафедри

### **Рецензент**

Прізвище, ім'я, по батькові (укр.): Осухівська Галина Михайлівна  
*повністю*

Прізвище, ім'я (англ.): Osukhivska Halyna

*використовувати паспортну транслітерацію (КМУ 2010)*

Місце праці (установа, підрозділ, місто, країна): Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, місто Тернопіль, Україна

Вчене звання, науковий ступінь, посада: к.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри

## Анотація

українською: Розробка інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino // Дипломна робота освітнього рівня «Магістр» // Волощак Роман Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНМ-61 // Тернопіль, 2021 // С . , рис. – , додат. – , бібліогр. – , формул - .

Ключові слова: автоматизація, лічильник, інформаційна система, метод, опрацювання.

Дипломна робота присвячена розробці інформаційної системи для збору та аналізу показників лічильника електроенергії з використанням Arduino. В першому розділі дипломної роботи описана актуальність систем для автоматичної подачі показників лічильника. Проаналізовано публікацій в предметній області.

В другому розділі дипломної роботи аналіз методів, систем та проектування системи для збору та аналізу показників.

В третьому розділі дипломної роботи описано програмне забезпечення інформаційної системи. наведена архітектура розробленої інформаційної системи.

англійською: ...Development of an information system for the collection and analysis of electricity meters using Arduino // Thesis of educational level "Master" // Voloshchak Roman Ivanovich // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science of Computer Science, group SNM-61 // Ternopil, 2021 // P. , fig. - , appendix. - , bibliogr. – , form - .

Key words: automation, counter, information system, method, processing.

Thesis is devoted to the development of an information system for the collection and analysis of electricity meters using the Arduino. The first section of the thesis describes the relevance of systems for automatic submission of meter readings. Analyzed publications in the subject area.

In the second section of the thesis analysis methods, systems and system design for the collection and analysis of indicators.

The third section of the thesis describes the software of the information system. the architecture of the developed information system is given.

**ДОДАТОК Б**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**М А Т Е Р І А Л И**

**ІХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,  
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



**8–9 грудня 2021 року**

**ТЕРНОПІЛЬ  
2021**

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ  
ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDUINO**

UDC 004.67

**R.I. Voloshchak.**

(Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University)

**DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR COLLECTION AND ANALYSIS OF ELECTRICITY METER  
INDICATORS USING ARDUINO**

В Україні та світі масово розвиваються системи IoT, з ними розробляється величезна кількість кіберфізичних систем. Під терміном кіберфізичні системи слід розуміти сукупність обчислювальних та фізичних складових, які спроектовані та взаємодіють між собою як єдина система, що може адаптуватись до змін фізичного середовища [1]. Ці системи проникли майже у всі сфери життєдіяльності людини, де надають нові функціональні можливості, що покращують якість життя та технологічні процеси в різних сферах.

Дана доповідь присвячена розробці інформаційної системи для автоматизації подачі показників лічильника.

Якщо розглянути історію розвитку різноманітних технологій таких як інтернет, комп'ютер, радіо, можна замітити, що вони розроблялись перш за все для воєного контингенту, проте з часом вектор розвитку потрохи почав зміщатись в сторону цивільної частини суспільства. Все більше і більше зустрічаються технології для покращення або для збільшення комфортабельності повсякденного життя. Одним з таких векторів можна рахувати інтелектуальні системи для будинків. В більшості випадків такі системи побудовані на мікроконтролерах в тому числі і Arduino.

Arduino є однією з найпопулярніших фізично-програмних платформ [1, 2] і являє собою невеликий електронний пристрій на друкованій платі, який дає змогу керувати великою множиною датчиків, електродвигунами, освітленням а також забезпечує можливість передачі та отримання інформації від них. Платформа Arduino це готовий електронний блок [2, 3] для якого доступне спеціалізоване програмне забезпечення.

У цій роботі розглянута система автоматично збору та аналізу показників лічильника електроенергії. Наведена загальна структура даної системи та детально описана її програмна частина. Програмне забезпечення ділиться на два етапи, в першому з яких виконується збір даних з лічильника та відправка даних на серверну частину, а на другому – аналіз та зберігання отриманих даних. Для отримання даних з лічильника підключається плата Arduino, для передачі на серверну частину використовується модуль esp2866, який за допомогою протоколу mqtt передає дані. Для роботи серверної частини використано набір мережевого програмного забезпечення MERN.

Така система дозволяє автоматизувати роботу з показниками, що дозволяє не тільки економити час але і позбутись людського фактору, що зменшить кількість неточностей. Це допоможе фахівцям краще аналізувати рівень енергоресурсів та запобігати проблемам ще до їх виникнення.

**Література.**

1. Alur R. Principles of Cyber-Physical Systems. MIT Press, 2015. - 464 p.
2. Ziemann V. A. Hands-On Course in Sensors Using the Arduino and Raspberry Pi. Boca Raton: CRC Press, 2018. - 258 p.
3. Гаврілов Д. В., Осадчук О. В., Звягін О. С. Основи комп'ютерного проектування та моделювання РЕА. Лабораторний практикум. Частина 1 – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 99 с

## ДОДАТОК В

### Скетч esp2866#

```
#include<ESP8266WiFi.h>
//https://github.com/esp8266/Arduino/tree/master/libraries/ESP8266WiFi

#include <WiFiClient.h>

#include <PubSubClient.h>      //https://github.com/Imroy/pubsubclient

#include <Wire.h>

#include <MsTimer2.h>

volatile unsigned int state = 3200;

volatile unsigned int blinkMin = 0;

volatile unsigned int tm = 0;

unsigned int kWh = 0;

unsigned int Wm = 0;

const char *ssid = ""; // Назва роутера

const char *password = ""; // Пароль роутера

String mqtt_server = "mqtt://localhost"; // Назва серверу MQTT

int mqtt_port = 1883; // Порт для підключення до серверу MQTT

String mqtt_user = ""; // Логін для підключення к серверу MQTT

String mqtt_pass = ""; // Пароль для підключення к серверу MQTT

String device_name = "";//назва device_name

String group= "";//Група group
```



String topic += "counterId" //адреса топика для даного приладу(CounterId) MQTT для кожного приладу свій топик який отримуємо з бази даних як id лічильника

```
int mqtt_data_status;
```

```
String A;
```

```
WiFiClient mqtttestclient;
```

```
PubSubClient mqttclient(mqtttestclient);
```

```
void callback(const MQTT::Publish& pub){
```

```
    String payload = pub.payload_string();
```

```
}
```

```
void setup(void) {
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    pinMode(2, INPUT_PULLUP);
```

```
    attachInterrupt(0, blink, RISING); // 2
```

```
    MsTimer2::set(60000, MsTimer);
```

```
    MsTimer2::start();
```

```
    Serial.print("Connecting to ");
```

```
    Serial.println(ssid);
```

```
WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.print(".");

}

Serial.println("");

Serial.println("WiFi connected");

Serial.println("IP address: ");

Serial.println(WiFi.localIP());

mqtt_connect();

}
```

```
void loop(void) {

    if (mqttclient.connected()){

        mqttclient.loop();

    }

    mqttclient.publish("/id приладу",kWh);

}
```

```
void MsTimer(){

    Wm = blinkMin;

    blinkMin = 0;

}
```

```

void blink(){

  state--;

  if(state == 0 || state > 3200){

    kWh++;

    state = 3200;

  }

```

```

    blinkMin++;

  }

```

### **Скетч Mqtt#**

```

void mqtt_connect() { // підключення до MQTT серверу

  mqttclient.set_server(mqtt_server,mqtt_port); //Назва серверу MQTT, Порт для
підключення до серверу MQTT

  if (mqttclient.connect(MQTT::Connect(device_name).set_auth(mqtt_user.c_str(),
mqtt_pass.c_str())) {

    mqttclient.set_callback(callback);

    Serial.println("Connected to MQTT server");

  }

}

```