

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФІС

(назва факультету)

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Інформаційна технологія екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT

Виконав: студент (ка) _____ курсу груп _____, _____ и _____

спеціальності (напряму підготовки) _____

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

_____ Червко М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Назаревич О.Б.

(підпис) (прізвище та ініціали)
Дмитроца Л.П.

Нормоконтроль _____

(підпис) (прізвище та ініціали)
Лупенко С.А.

Рецензент _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційна технологія екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT // Дипломна робота // Черевко Михайло Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТм-61 // Тернопіль, 2019 // сторінки 119, рисунки , таблиць , додатки 2, джерел 50.

Ключові слова: СИСТЕМА, МОДУЛЬ, МОНІТОРИНГ, ЕКОСИСТЕМА, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ.

У даній дипломній роботі було розроблено інформаційну технологію екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT.

В першому розділі розглянуті питання, що стосуються джерел забруднення атмосферного повітря і наслідки забруднення атмосфери; екомоніторинг навколишнього середовища, його види й підсистеми, а також інтерпретація і представлення даних; огляд існуючих інформаційних технологій та систем для екомоніторингу якості повітря; проведено огляд і аналіз засобів Інтернет речей, його історія та архітектура.

В другому розділі проведено огляд апаратно-програмної частини, а саме огляд давачів для екомоніторингу і огляд програмних продуктів .

В третьому розділі роботи продемонстровано послідовні кроки з налаштування інформаційної технології, а також її візуалізації.

Результатом даної роботи є інформаційна технологія екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT.

SUMMARY

Information technology of air eco-monitoring for cities by means of IoT // Diploma work // Cherevko Mikhail Ivanovich // Ivan Puliuyi Ternopil National Technical University, Faculty of Computer-Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, STm- 61 // Ternopil, 2019 // pages 119, figures, tables, appendices 2, sources 50.

Key words: SYSTEM, MODULE, MONITORING, ECOSYSTEM, INTERNET OF THINGS.

In this diploma work the information technology of economonitoring of air for cities by means of IoT was developed.

The first section deals with issues related to the sources of air pollution and the effects of air pollution; Eco-monitoring of the environment, its types and subsystems, as well as interpretation and presentation of data; Review of existing information technologies and systems for eco-monitoring of air quality; The review and analysis of the Internet of Things, its history and architecture.

The second section provides an overview of the hardware and software components, namely the review of sensors for eco-monitoring and the review of software products.

The third section of the work demonstrates a series of steps to set up information technology and its visualization. The result of this work is urban air information monitoring technology for cities using IoT tools.

A special section describes the MQTT protocol for exchanging data between IoT providers and also analyzes the work of the MQTT client Mosquito.

In the economic part, the issues of organization of production are considered and calculations of the technical and economic efficiency of design solutions are made.

In the part 'Occupational Health and Safety' the analysis of the international standards of occupational safety was carried out, the questions of checking the state of occupational safety in IT companies were considered, the issues of evacuation of the population were analyzed, and also the issue of ensuring the electrical safety of PC users.

In the part 'Ecology' the questions of statistical grouping are analyzed, and also the questions of radioecology as the newest section in ecology are considered.

The digital library information system was developed on the basis of environmental monitoring sensors: carbon dioxide sensor; Temperature and pressure sensor; Pollen gauge, the following software was also used: InfluxDB, Node-RED, Grafana.

Creating information technology for eco-monitoring of cities with the help of IoT has the following advantages: operative analysis of the level of air pollution; Visualization of the monitoring data allows to clear and promptly find out the information about any sensor and its data. The analysis of similar eco-monitoring systems has helped in the development of eco-monitoring information technology.

According to the set tasks, a set of general scientific research methods was used: literature analysis, comparative analysis, experimental evaluation and statistical data processing. The practical consequence of the results is the creation of an eco-monitoring information system for cities using IoT. The principles outlined in the paper are of a universal nature and can be used for systematic air monitoring in the city.

The subject of atmospheric air monitoring is the organization and functioning of the system of monitoring, evaluation and forecasting of the status of ecological systems, their elements, the biosphere, the nature of the influence of natural and anthropogenic factors on them.

The objects of environmental monitoring, depending on the level and purpose of the research, are atmospheric air, its elements and sources of influence on it. An ecosystem monitoring system is a hardware-based software solution that allows monitoring of meteorological indices of different rooms. The main tasks of

environmental monitoring are: monitoring the state of the biosphere, assessing and forecasting its status, determining the degree of anthropogenic impact on the environment, identifying factors and sources of impact.

The purpose of this thesis is to develop information technology for urban air monitoring using IoT tools, which will allow to collect as much as possible various meteorological data and transfer them to a cloud service for storage and processing. As a result, real eco-monitoring information technology has been developed that can be implemented in real-world production.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ESP8266 – мікроконтролер китайського виробника Espressif з інтерфейсом Wi-Fi;

CO₂ – вуглекислий газ;

IoT – Інтернет речей;

MOX – датчик оксиду металу;

InfluxDB – база даних часових рядів;

Go – мова програмування;

SQL – мова управління базами даних;

InfluxQL – мова запитів, схожа на SQL;

Grafana – платформа для візуалізації, моніторингу та аналізу даних;

Dashboard – набір окремих панелей, розміщених в сітці з набором змінних

Graylog – інструмент для зберігання журналів веб-додатків

MH-Z19 – датчик моніторингу вуглекислого газу

UART – тип асинхронного передавача-приймача даних

SHT-31 – датчик моніторингу температури

SHT31-D – датчик моніторингу вологості

Arduino – апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання

Raspberry Pi – одноплатний комп'ютер розміром з банківську картку

SDS011 – датчик моніторингу пилуки

ЗМІСТ

ВСТУП	11
Розділ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	13
1.1 Джерела забруднення атмосферного повітря.....	13
1.1.1 Атмосферне забруднення	13
1.1.2 Наслідки забруднення атмосфери	15
1.2 Екомоніторинг повітряного середовища	18
1.2.1.Розробка основ екологічного моніторингу	18
1.2.2 Види й підсистеми екологічного моніторингу	19
1.2.3 Інтерпретація і представлення даних	20
1.3. Огляд існуючих інформаційних технологій та систем для моніторингу якості повітря.....	21
1.4 Інтернет речей (IoT).....	25
1.4.1 Історія Інтернету Речей	25
1.4.2 Екосистема Інтернету речей	27
1.4.3 Архітектура Інтернету Речей	29
1.4.4 Засоби Інтернет Речей	31
1.5 Висновок до першого розділу	36
Розділ 2 ОГЛЯД АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ.....	37
2.1 Огляд давачів IoT для вимірювання показників якості повітря.....	37
2.1.1 ESP82 NodeMcu V3	37
2.1.2 Датчик моніторингу вуглекислого газу MH-Z19.....	41
2.1.3 SHT31 Температура & SHT31-D волога.....	42
2.1.4 Nova PM датчик пилюки SDS011	42
2.1.5 HDC1080 CCS811 чадний газ CO2.....	43
2.2 Вибір оптимального програмного середовища.....	45
2.2.1 Опис системи збору інформації(influxDB).....	45
2.2.2 Опис системи візуалізації інформації Grafana	51
2.2.3 Робота ОС rassbery Pi3 на базі операційної системи Linux	53
2.2.4 Node-RED.....	54
2.3 Висновки до другого розділу	57
Розділ 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ	59
3.1 Підключення та налаштування датчиків моніторингу повітря.....	59
3.2 Візуалізація даних по показникам якості повітря	64
3.3 Висновки до третього розділу.....	76
РОЗДІЛ 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	77
4.1 Опис протоколу MQTT для обміну між давачами IoT.....	77
4.2 Робота MQTT-клієнта Mosquito	81
4.3 Висновок до 4 розділу	82
РОЗДІЛ 5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	84
5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи	84
5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	86

	10
5.3 Розрахунок матеріальних витрат.....	88
5.4 Розрахунок витрат на електроенергію.....	90
5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	90
5.6 Обчислення накладних витрат.....	91
5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....	92
5.8 Розрахунок ціни програмного продукту.....	93
5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	93
5.10 Висновки до п'ятого розділу.....	95
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	96
6.1 Аналіз міжнародних стандартів з охорони праці.....	96
6.2 Перевірка стану охорони праці в ІТ-компаніях.....	99
6.3 Забезпечення електробезпеки користувачів ПК.....	102
6.4 Евакуація населення.....	105
6.5 Висновки до шостого розділу.....	108
РОЗДІЛ 7 ЕКОЛОГІЯ.....	109
7.1 Статистичне групування.....	109
7.2 Радіоекологія – один з новітніх розділів загальної екології.....	112
7.3 Висновки до шостого розділу.....	114
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116
ДОДАТКИ.....	121

ВСТУП

Моніторинг довкілля або екомоніторинг – комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення.

Предметом моніторингу атмосферного повітря є організація та функціонування системи моніторингу, оцінювання та прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних та антропогенних факторів.

Об'єктами моніторингу навколишнього середовища залежно від рівня та мети досліджень є атмосферне повітря, його елементи і джерела впливу на нього.

Система моніторингу екосистеми – це апаратно програмне рішення, яке дозволяє виконувати моніторинг метеорологічних показників різних приміщень.

Основними задачами моніторингу навколишнього середовища є: спостереження за станом біосфери, оцінка і прогноз її стану, визначення ступеня антропогенного впливу на навколишнє середовище, виявлення факторів і джерел впливу.

Система умовно складається з 2-х рівнів:

- "Нижнього рівня" – який являє собою набір технічних засобів, за допомогою яких метео дані кожного об'єкту збираються та передаються.
- "Верхнього рівня" – який складається з програмного продукту (чи комплексу таких продуктів, об'єднаних в систему), що призначений приймати, аналізувати та відображати дані, які збираються.

Для передачі даних з об'єктів зазвичай використовується підключення до мережі інтернет або gsm-мережу лише як резервну або за відсутності доступу до локальної мережі. При цьому необхідно передбачити можливість

підключення обладнання різного типу, що дозволить уникнути монополізації. Це гарантуватиме розвиток системи та відсутність залежності від одного розробника чи певного виду технічного обладнання.

Метою даної дипломної роботи є розробка інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT, що дозволить максимально просто та ефективно збирати різні метеорологічні дані та передавати їх на хмарний сервіс для зберігання та обробки.

Розділ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Джерела забруднення атмосферного повітря

1.1.1 Атмосферне забруднення

Атмосферне повітря забруднюється різними газами, дрібними часточками і рідкими речовинами, які негативно впливають на живі істоти, погіршуючи умови їх існування. Джерела його забруднення можуть бути природними і штучними (антропогенними).

Природне забруднення атмосфери. У нормі природні джерела забруднення не спричинюють істотних змін повітря. Інтенсивне поширення певного природного джерела забруднення на певній території (викиди попелу і газів вулканами, лісові і степові пожежі) можуть стати серйозною причиною забруднення атмосфери. Так, під час виверження вулкана Кракатау у 1883 р. маса попелу та пилу становила 150 млрд. т, і вони поширилися майже по всій земній кулі.

Внаслідок виверження вулкана на Алясці в 1912 р. в атмосферу надійшло понад 20 млрд. т пилу, який тривалий час утримувався в повітрі. Такі катастрофічні явища зумовлюють іноді утворення світлонепроникного екрана навколо Землі, а також зміну її теплового балансу. Проте природні забруднення атмосфери здебільшого не завдають великої шкоди людині, бо відбуваються за певними біологічними законами і регулюються кругообігом речовин, виявляються періодично.

Штучне (антропогенне) забруднення атмосфери відбувається внаслідок зміни її складу та властивостей під впливом діяльності людини. За будовою та характером впливу на атмосферу штучні джерела забруднення умовно поділяють на технічні (пил цементних заводів, дим і сажа від згоряння вугілля) та хімічні (пило- або газоподібні речовини, які можуть вступати в хімічні реакції).

За агрегатним станом усі забруднювальні речовини поділяють на тверді, рідкі та газоподібні. Саме газоподібні забрудники становлять 90% загальної маси речовин, що надходять в атмосферу.

Забруднення атмосфери неоднакове по регіонах. В індустріально розвинених районах воно може бути в тисячу разів більшим за середньопланетарні значення. У світі щороку спалюють понад 10 млрд. т органічного палива, переробляють близько 2 млрд. рудних і нерудних матеріалів. Лише при спалюванні вугілля в атмосферу щороку потрапляє близько 120 млн. т попелу, а разом з іншими видами пилу – до 300 млн т. За приблизними підрахунками, в атмосферу за останні 100 років надійшло 1,5 млн. т арсену, 1 млн т нікелю, 900 тис. т чадного газу, 600 тис. т цинку, стільки ж міді.

Шкодить навколишньому середовищу завдає хімічна промисловість. Особливо небезпечними є сірчисті сполуки, оксиди азоту, хлор. Майже всі забруднювальні речовини можуть вступати між собою в реакції, утворюючи високотоксичні сполуки. У поєднанні з туманом це явище дістало назву фотохімічного смогу.

Значним джерелом забруднення довкілля є підприємства чорної металургії. Вони викидають в атмосферу багато пилу, кіптяви, сажі, важких металів (свинець, кадмій, ртуть, мідь, нікель, цинк, хром). Ці речовини практично стали постійними компонентами повітря промислових центрів. Особливо гостро стоїть проблема забруднення повітря свинцем.

Повітря забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого постійно збільшується у всьому світі. Майже всі складові вихлопних газів автомобілів шкідливі для людського організму, а оксиди азоту до того ж беруть активну участь у створенні фотохімічного смогу. Одна вантажівка або один легковик викидає в повітря відповідно 6 м³ чадного газу СО. Забруднюється повітря і пилом гуми з покриттів автомобілів і літаків (один автомобіль утворює близько 10 кг гумового пилу).

Найбільшу загрозу для людства становить забруднення атмосфери радіоактивними речовинами. Ця проблема вперше виникла в 1945 р. після вибуху двох атомних бомб, скинутих з американських літаків на японські міста Хіросіму й Нагасакі. Природна радіоактивність існує незалежно від діяльності людини.

Живі істоти певною мірою пристосувалися до неї, хоч шкідливість її для них є очевидною.

1.1.2 Наслідки забруднення атмосфери

Атмосфера має здатність до самоочищення. Концентрація речовин, що забруднюють повітря через розпорошення, осідання твердих часточок під впливом сили гравітації, випадання різних домішок з опадами (дощ інтенсивністю 1 мм/год. за 45 хв. вимиває з повітря 28% часточок пилу діаметром 10 мкм).

Проте від величезної кількості забруднювальних речовин, що надходять в атмосферу сьогодні, вона не встигає самоочищуватись. Так, при спалюванні за рік 2,1 млрд. т кам'яного вугілля і 0,8 млрд. т бурого в навролишнє середовище потрапляє 225 тис. т арсену, 225 тис. т германію, 153 тис. т кобальту і, крім того, мільйони тони пилу з металургійних заводів, майже 1/5 частина світового виробництва цементу.

За приблизними підрахунками, маса забруднювальних речовин в атмосфері становить 9-10 мли т. Порівняно з масою земної атмосфери це мізерна величина, однак на висоті 50- 100 м від Землі, де саме концентруються забруднювальні речовини, частка їх є істотною відносно кількості чистого повітря.

Головними екологічними глобальними наслідками забруднення атмосфери є:

- Парниковий ефект.
- Озонова дірка.
- Кислотні дощі.

- Смог.

Вплив транспорту на атмосферне повітря. В промислово розвинутих країнах основним джерелом забруднення атмосфери є автотранспорт, парк якого безупинно росте. Якщо в 1900 р. на планеті нараховувалося біля 6 тис. автомобілів, то до 2000 р. чисельність світового парку автомашин досягла 500 млн. одиниць.

Частка автотранспорту в забрудненні атмосфери продуктами згоряння наведено в таблиці 1.1 .

Таблиця 1.1 . Обсяги викидів продуктів згоряння, млн. т. рік.

Продукти згоряння	Джерела продуктів згоряння продуктів згоряння	
	Автомобілі	електростанції, промисловість
Оксид вуглецю	59,7	5,2
Вуглеводні й інші органічні речовини	10,9	6,4
Оксиди азоту	5,5	6,5
Сполуки, що містять сірку	1,0	22,4
Макрочастки	1,0	9,8

Викиди автомобільного транспорту істотно залежать від режиму роботи двигуна і якості використовуваного палива. Зразковий склад вихлопних газів автомобілів поданий у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Наближений склад (% по обсягу) вихлопних газів автомобілів.

Компоненти	Вміст компонентів у вихлопах	
	Карбюраторний двигун	дизельний двигун
N ₂	74–77	76–78
O ₂	0,3–8	2–18
H ₂ O	3,0–5,5	0,5–4,0
CO ₂	5,0–12,0	1,0–10,0
CO	5,0–10,0	0,01–0,5
Оксиди сірки	0–0,8	2*10 ⁻⁴ –0,5
Вуглеводні	0,2–3,0	10 ⁻³ –0,5
Альдегіди	0–0,2	(1–9)*10 ⁻³
Сажа	0–0,4	0,01–1,1
Бензапірен	(10–20)*10 ⁻⁶	До 1*10 ⁻⁵

До токсичних відносять такі компоненти вихлопних газів: оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні. Крім того, деякі види палива містять сірку; що обумовлює вміст у вихлопних газах діоксиду сірки.

З початку 1930- х років тетраметил- і тетраетил свинець добавляють у якості антидетонатора до переважної більшості бензинів у кількості 80 мг/л. При прямуюванні автомобіля від 25 до 75% цього свинцю викидається в атмосферу, осаджується на землю, потрапляє в поверхневі води. Свинець акумулюється в ґрунті і рослинності уздовж автострад (у містах – уздовж вулиць із поживавленим рухом), помітна кількість сполук свинцю утримується в повітрі великих міст.

За даними США і Великобританії, до 90% усього свинцю, що утримується в атмосфері, варто віднести за рахунок вихлопних газів. В даний час у ряді країн (Японії й ін.) використання етилованого бензину заборонено.

Виходячи з середніх втрат нафтопродуктів на одну автомашину 10-11 л в рік, загальний викид нафтопродуктів світовим автомобільним парком обчислюється 2,1 – 2,2 млн. т у рік, причому велика частина його потрапляє в ґрунти і гідросферу.

1.2 Екомоніторинг повітряного середовища

Екологічний моніторинг (моніторинг навколишнього середовища) – комплексні спостереження за станом навколишнього середовища, в тому числі компонентів природного середовища, природних екологічних систем, за процесами, що відбуваються в них, явищами, оцінкою та прогнозом змін стану навколишнього середовища.

1.2.1. Розробка основ екологічного моніторингу

Термін «моніторинг» вперше з'явився в рекомендаціях спеціальної комісії СКОПА (науковий комітет з проблем навколишнього середовища) при ЮНЕСКО в 1971 р, а потім питання проведення екологічного моніторингу розглядалися в 1972 р. в Стокгольмі на конференції Організації об'єднаних націй з проблем навколишнього середовища. Пропозиції з екологічного моніторингу були озвучені в 1972 р. перед конференцією ООН членами спеціальної комісії Наукового комітету з проблем навколишнього середовища Міжнародної ради наукових спілок, створеної американськими вченими Гільбертом Уайтом і Томасом Маслоном. Під екологічним моніторингом ними розумілися «систематичні спостереження за станом навколишнього середовища, можливі зміни у зв'язку з антропогенною діяльністю, контроль таких змін і проведення заходів з управління навколишнім середовищем».

Розробки радянських вчених в галузі екологічного моніторингу були представлені в 1974 р. на міжурядовій нараді, скликаній організацією за програмою навколишнього середовища при ООН, де розглядалися питання створення світової системи екологічного моніторингу. Участь в нараді брав

керівник гідрометеорологічної служби Ю. А. Израель, в цьому ж році опублікував статтю «Глобальна система спостережень. Прогноз і оцінка зміни навколишнього природного середовища. Основи моніторингу », де під екологічним моніторингом він пропонував розуміти систему спостережень, що дозволяє виділити зміни стану біосфери під впливом людської діяльності. У 1975 р Ю. А. Израель очолив секцію «Моніторинг стану біосфери» Наукової ради з проблем біосфери при Президії АН СРСР і став керувати розробкою заходів з екологічного моніторингу в СРСР.

1.2.2 Види й підсистеми екологічного моніторингу

При організації моніторингу виникає необхідність вирішення декількох завдань різного рівня, тому І. П. Герасимов (1975) запропонував розрізняти три ступені (виду, напряму) моніторингу: біоекологічеській (санітарно-гігієнічний), геосистемний (природно-господарський) і біосферний (глобальний) . Однак даний підхід в аспекті екологічного моніторингу не дає чіткого поділу функцій його підсистем, ні районування, ні параметричної організації і представляє, в основному, історичний інтерес.

Можна виділити класифікацію видів екологічного моніторинга:

- За просторового принципу.
- По просторовому принципом виділяються: локальний, регіональний, національний і глобальний моніторинг.

Останній передбачає екологічні дослідження взаємодії людини і природи в масштабах всієї біосфери. Національний, як правило, має на увазі організацію моніторингу в межах однієї держави. Існують і більш великі за площею моніторинги акваторій і територій міждержавного рівня (Балтійське море, Північне море, Альпи і т.п.). Локальний моніторинг включає вивчення простору одного джерела при впливі сукупності підприємств промислової зони, муніципального освіти (міста, району).

По об'єкту спостереження:

- Фоновий (базовий).
- Імпактний.

- Тематичний.
- Територіальний.
- Акваторіальний.

В рамках фонового моніторингу ведуться дослідження, спрямовані на виявлення природних закономірностей зміни природних компонентів і комплексів. Під Імпактним моніторингом розуміється спостереження, оцінка і прогноз стану природного середовища в районах розташування небезпечних і потенційно небезпечних (АЕС) джерел антропогенного впливу. Тематичний моніторинг – моніторинг природних компонентів, об'єктів, наприклад, лісових або особливо охоронюваних природних територій. Значною мірою по явищах і способам вивчення відрізняється мережу спостережень на суші і у водному середовищі.

За природним компонентом:

По природним компонентам виділяється геологічний, атмосферний, гідрологічний, геофізичний, ґрунтовий, лісовий, біологічний, геоботанічний, зоологічний.

Моніторинг атмосферного повітря – система спостережень за станом атмосферного повітря, його забрудненням і за що відбуваються в ньому природними явищами, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря, його забруднення. Аналогічно можна визначити і інші компонентні моніторинги.

1.2.3 Інтерпретація і представлення даних

Інтерпретації даних екологічного моніторингу, навіть отриманих від добре продуманої програми, є часто неоднозначними. Часто є результати аналізу або «упереджених результатів» моніторингу, або досить спірне використання статистики, щоб продемонструвати правильність тієї чи іншої точки зору. Це добре видно, наприклад, в трактуванні глобального потепління, де прихильники стверджують, що рівень CO₂ збільшився на 25% за останні сто років, в той час як противники стверджують, що рівень CO₂

тільки піднявся на один відсоток. У нових науково-обґрунтованих програмах моніторингу навколишнього середовища розроблений ряд показників якості, щоб інтегрувати значні обсяги оброблюваних даних, класифікувати їх і інтерпретувати сенс інтегральних оцінок. Так, наприклад, у Великобританії використовується система GQA. Для прийняття рішень користуватися оцінкою в системі GQA більш зручно, ніж багатьма приватними показниками.

1.3. Огляд існуючих інформаційних технологій та систем для моніторингу якості повітря

Для того, щоб правильно спроектувати та розробити інформаційну технологію екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT необхідно проаналізувати аналогічні системи моніторингу повітря.

На сьогодні в інтернет мережі є декілька аналогічних систем моніторингу повітря, а саме:

- Станція моніторингу якості повітря(команда SaveDnipro).

Станція моніторингу якості повітря дозволяє вимірювати вміст пилу фракцій 2.5 та 10 мікрон в повітрі (так звані PM 2.5 і PM 10). Інтегрований сенсор температури-вологості-тиску дозволяє автоматично коригувати отриману інформацію в залежності від погодних умов, а наявність модулю підігріву дозволяє отримувати достовірну інформацію під час туману, опадів та при від'ємних температурах.

Технічні деталі. Складові частини приладу та їхня вартість (вже в Україні) наступні:

- Пиломір SDS011 – \$16.80.
- Контролер Wemos D1 mini V2 Pro.
- Сенсор температури, вологості та тиску BME280.
- Пластиковий корпус.
- Блок живлення.

- Автоматизованим камера підігріву повітря.

Прилад, підключений до мережі, проводить вимірювання кожні 145 секунд та відправляє дані напряму до наступних онлайн-ресурсів:

- Систему SaveEcoBot, яка складається за інтерактивної мапи та чат-бота. Додавай бота в Telegram, в Facebook, в Viber чи в Skype.

- aqicn.org – глобальна карта забруднення повітря, яка охоплює весь світ.

- OpenSenseMap.org – відкрита карта, де кожен бажаючий має можливість додати сенсор та публікувати дані. Має зручний інтерфейс, API, можливість візуалізації даних за допомогою інтерполяції та навіть візуального перегляду даних у часі – анімація того, як змінювались показники на карті. Наприклад, коли покриття міста приладами буде повноцінним, можливо буде відстежувати, як переміщується хмара пилу.

- Сервер Luftdaten.info – карта від творців приладу, має кольорову індикацію рівня забруднення. Щоб додати прилад до цієї карти, необхідно відправити заявку німцям та зачекати кілька днів. Ми плануємо це робити самостійно з кожним новим приладом.

- Сервер Madavi.de – сервер зберігання даних, розроблений німцями для того, щоб отримувати дані у форматі CSV та дивитися графіки з даними сенсорів приладів.

- Онлайн карта розробників з Івано-Франківську eco-city.org.ua.

- air-pollution.ml – мапа забруднення повітря України.

Програмне забезпечення пристрою повністю відкрите та доступне на ресурсі GitHub. Якщо з'являється оновлена версія прошивки, то кожен пристрій автоматично оновлюється.

- Y09-PM PM2.5 моніторинг якості повітря(див. рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Давач моніторингу якості повітря Y09-PM PM2.5

У Y09-PM PM2.5 лічильник частинок використовується для визначення концентрації частки в повітрі. Він приймає принцип розсіювання світла. Він має багато переваг, таких як швидка швидкість виявлення, висока точність і невеликий розмір, простота в експлуатації, вимір і відображення 3 каналів (PM 1,0, PM 2,5, PM 10,0) одночасно. Оскільки прилад використовує автоматичний метод вибірки, помилку при ручному управлінні буде попереджено. Тоді ефективність роботи буде покращена.

- FooBot – це система моніторингу навколишнього середовища, яка виконує комплексне вимірювання якості повітря в будинку і контролює наявність формальдегіду, бензолу, етиленгліколю, ацетону, оксиду і діоксиду вуглецю, а також вимірює температуру і відносну вологість(див. рисунок 2.1).



Рисунок 1.2 – Система моніторингу навколишнього середовища
FooBot

Зібрана інформація використовується для порівняння зі звичайними характеристиками повітря, обробляється спеціалізованими алгоритмами і може відправлятися на смартфон користувача, щоб він зміг вжити заходів щодо оптимізації циркуляції повітря в будинку або квартирі.

Пристрій являє собою невеликий циліндр, що містить в собі різні сенсори, які по бездротовому зв'язку з'єднується з планшетом або смартфоном користувача і дозволяють періодично контролювати якість вашого домашнього середовища за допомогою зручного графічного представлення.

Розробка системи моніторингу екосистеми є доцільною зважаючи на сьогоденній світовий ринок подібних системи, це обумовлено збільшенням попиту на портативні комп'ютерні пристрої та вбудовані рішення. Сучасна концепція Інтернету речей має на увазі, що всі сучасні пристрої незалежно від платформи повинні мати можливість сумісно функціонувати з іншими пристроями і сервісами, створюючи єдину взаємопов'язану екосистему, а не існувати ізольовано.

1.4 Інтернет речей (IoT)

Інтернет речей (англ. Internet of Things, IoT) – концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Окрім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів.

Набуває поширення також термін англ. Internet of Everything, IoE – всеохопний, або всеосяжний інтернет. Це явище спричинило занепокоєння в конфіденційності інформації й сприяло появі нового терміну безпека інтернету речей.

1.4.1 Історія Інтернету Речей

Термін «інтернет речей», зобов'язаний своєю появою Кевіну Ештону, який в 1997 р, працюючи на компанію Proctor and Gamble, застосував технологію радіочастотної ідентифікації (RFID) для керування системою поставок. Завдяки цій роботі в 1999 році його запросили в Масачусетський технологічний інститут, де він з групою однодумців організував дослідний консорціум Auto-ID Center. З тих пір Інтернет речей звершив перехід від простих радіочастотних міток до екосистеми і індустрії. Аж до 2012 р ідея підключення речей до Інтернету переважно відносилася до смартфонів, планшетів, ПК і ноутбуків. По суті, до тих пристроїв, які в усіх відношеннях виступають в якості комп'ютера. До цього, з моменту появи перших боязких зачатків Інтернету (таких як створена в 1969 р мережу ARPANET), більшості технологій, на яких будується Інтернет речей, просто не існувало. До 2000 року більшість пристроїв, які можна було підключити до Інтернету,

представляло собою комп'ютери різних розмірів. Нижче показаний поступове підключення речей до Інтернету:

- 1973 – Маріо У. Кардулло отримує патент на першу радіочастотну мітку.
- 1982 – Підключений до Інтернету автомат з газованою водою в університеті Карнегі-Меллон.
- 1989 – Підключений до Інтернету тостер на конференції Interop '89.
- 1991 – Компанія HP представила HP LaserJet IIIi: перший підключений до мережі Ethernet мережевий принтер.
- 1993 – Підключена до Інтернету кавоварка в Кембриджському університеті (перша підключена до Інтернету камера).
- 1996 – Підрозділ General Motors OnStar (дистанційна діагностика 2001).
- 1998 – Поява організації Bluetooth SIG.
- 1999 – Холодильник LG Internet Digital DIOS.
- 2000 – Перші прояви розробленої компанією HP концепції всепроникної комп'ютеризації (Cooltown): HP Labs, система обчислювальних і комунікаційних технологій, які в поєднанні один з одним створюють підключення до Інтернету для людей, місць і об'єктів.
- 2001 – Випуск першого пристрою, що використовує технологію Bluetooth: мобільний телефон KDDI з підтримкою Bluetooth.
- 2005 – Міжнародний союз електрозв'язку, спеціалізована установа ООН, випустив звіт, в якому вперше були сформульовані прогнози розвитку Інтернету речей.
- 2008 – Поява першого IoT-спільноти IPSO Alliance, метою якого було сприяння підключенню речей до Інтернету.
- 2010 – Успішна розробка напівпровідникових світлодіодних ламп привела до розвитку концепції розумного освітлення.

- 2014 – Компанія Apple створила протокол iBeacon для маячків.

Інтернет речей захопить практично кожен сегмент в сфері промисловості, бізнесу, охорони здоров'я і споживчих товарів.

1.4.2 Екосистема Інтернету речей

До екосистеми Інтернету речей відносяться усі засоби, сервіси і технології, які використовуються в Інтернеті речей(див. рисунок 1.3).

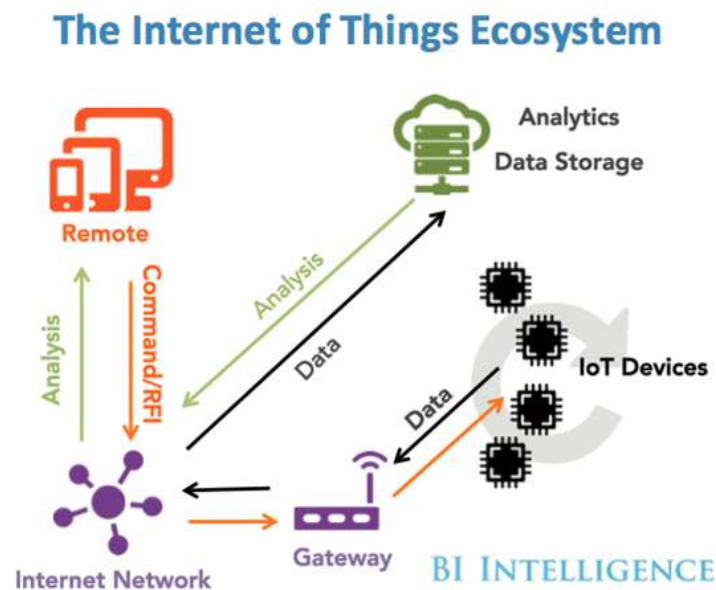


Рисунок 1.3 – Екосистема Інтернет речей

До них можна віднести:

- Sensors (розумні датчики/виконавчі механізми): вбудовані системи, операційні системи реального часу, джерела безперебійного живлення, мікро-електромеханічні системи (MEMS).
- Системи зв'язку з датчиками: зона охоплення бездротових персональних мереж становить від 0 см до 100 м. Для обміну даними між датчиками застосовуються низькошвидкісні малопотужні інформаційні канали, які часто побудовані не на протоколі IP.
- Локальні обчислювальні мережі (LAN): зазвичай це системи обміну даними на основі протоколу IP, наприклад, 802.11 Wi-Fi-мережу для швидкої радіозв'язку, часто це пирингові або зіркоподібні мережі.

- Агрегатори, маршрутизатори (routers), шлюзи (gateways), пограничні пристрої (Edge Device) : постачальники вбудованих систем, самі бюджетні складові (процесори, динамічна оперативна пам'ять і система зберігання даних), виробники модулів, виробники пасивних компонентів, виробники тонких клієнтів, виробники стільникових і бездротових радіосистем, постачальники міжплатформового програмного забезпечення, розробники інфраструктури туманних обчислень, інструментарій для граничної аналітики, безпеку граничних пристроїв, системи управління сертифікатами.

- Глобальна обчислювальна мережа: оператори стільникового зв'язку, оператори супутникового зв'язку, оператори малопотужних глобальних мереж (Low- Power Wide-Area Network, LPWAN). Зазвичай застосовуються транспортні протоколи Інтернету для IoT і мережевих пристроїв (MQTT, CoAP і навіть HTTP).

- Хмара: інфраструктура в якості постачальника послуг, платформа в якості постачальника послуг, розробники баз даних, постачальники послуг потокової і пакетної обробки даних, інструменти для аналізу даних, програмне забезпечення в якості постачальника послуг, постачальники озер даних, оператори програмно-визначених мереж / програмно-визначених периметрів, сервіси машинного навчання.

- Сервіси аналізу даних: величезні масиви інформації передаються в хмару. Робота з великими обсягами даних і отримання з них користі – це завдання, що вимагає комплексної обробки подій, аналітики і прийомів машинного навчання.

- Безпека (security): при зведенні всіх елементів архітектури воедино постають питання кібербезпеки. Безпека стосується кожного компонента: від датчиків фізичних величин до ЦПУ і цифрового апаратного забезпечення, систем радіозв'язку і самих протоколів передачі даних. На кожному рівні необхідно забезпечити безпеку, достовірність і цілісність. У

цьому ланцюзі не повинно бути слабких ланок, оскільки Інтернет речей стане головною мішенню для атак хакерів в світі.

1.4.3 Архітектура Інтернету Речей

Архітектура Інтернету речей відрізняється в залежності від реалізації. Тим не менше вона дещо схожа на архітектуру класичних систем АСУТП(див. рисунок 1.4).

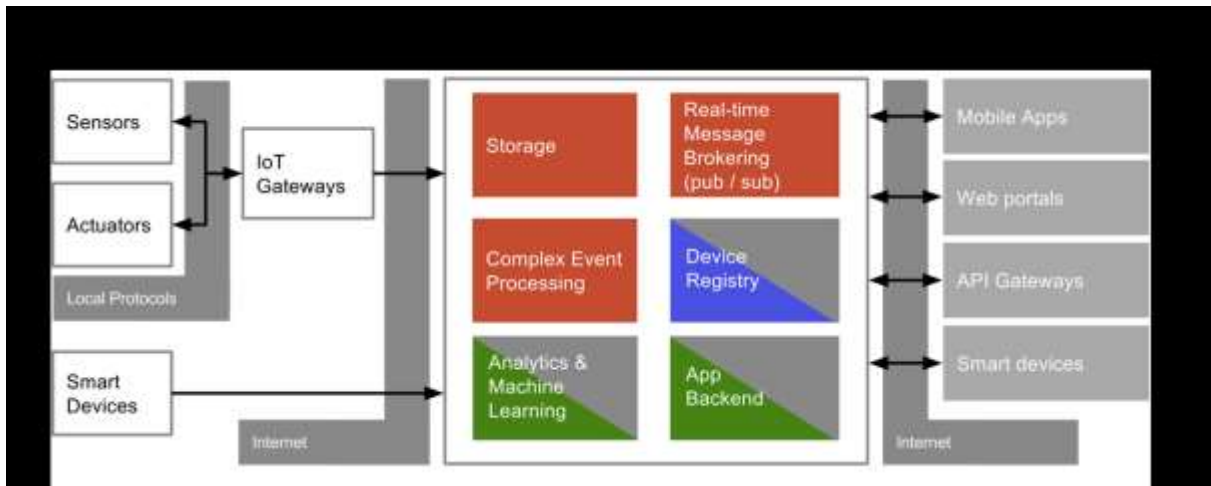


Рисунок 1.4 – Архітектура Інтернет речей

Взаємодія з «речами» відбувається через датчики (sensors) та виконавчі механізми (Actuators), аналогічно як це робиться в АСУТП для будь якого об'єкту керування. Ці датчики разом з усією інфраструктурою для інтеграції з рівнем обробки подій через мережу Internet формують так звану граничну область (Edge).

Події (дані) що поступають з граничної області зберігаються і обробляються відповідно до задачі (рівень обробки подій і аналітики, event processing, Platform). На цьому рівні події(дані) зберігаються (storage), обробляються (Event Processing), перенаправляються потрібним додаткам (Real-Time Message Brokering, Stream Processing). Додатково на цьому рівні відбувається адміністрування та керування пристроями з граничної області (Device Registry, Edge Device Management). Події (дані) обробляються з використанням аналітичних сервісів (Analytics) на основі них проводиться

машинне навчання (Machine Learning), що дозволяє зробити певні висновки про об'єкт. Цей рівень як правило реалізований з використанням хмарних (Cloud) або туманних (Fog) обчислень. Якщо провести аналогію с АСУТП, то це рівень контролерів та SCADA (за виключенням функцій HMI).

Отримання результатів, контроль, віддалене керування та адміністрування системи проводиться через кінцеві застосунки з використанням Internet. Цей рівень можна умовно порівняти з HMI в АСУТП.

На рисунку 1.4 показана подібна наведеній вище архітектура, однак у вигляді сервісів. На ньому область Edge представлений у вигляді датчиків (Sensors), Device Hub/Gateway (збір та маршрутизація даних) та Device Management (керування пристроями). Останні частково виконуються як хмарні обчислення так і на граничних пристроях. Усі функції збереження та первинної обробки подій (даних) зведені до Data Management. Усі інші функції обробки, в тому числі аналітичні показані як додатки PaaS, що взаємодіють з сервісами керування даних через API (Application Program Interface).

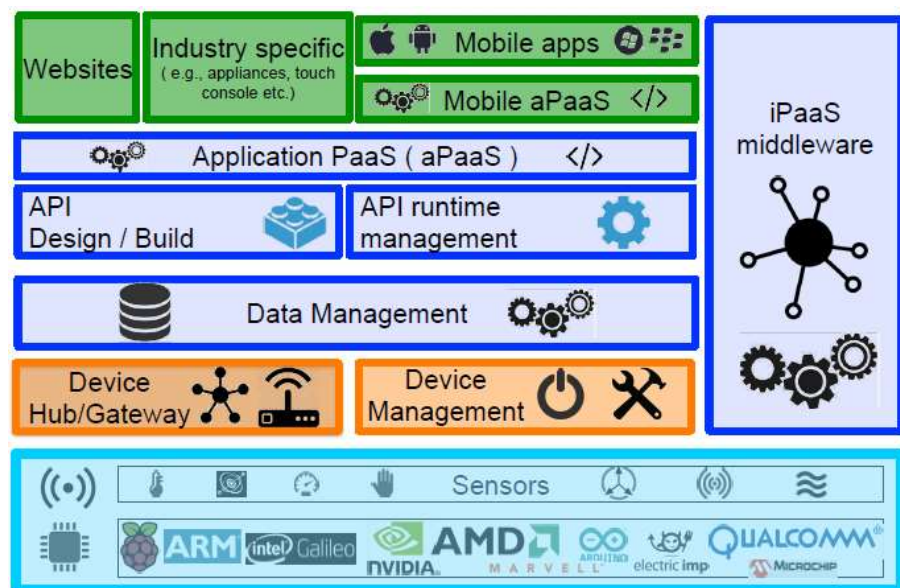


Рисунок 1.5 – Архітектура Інтернет речей

Ще один приклад архітектури Інтернету Речей показаний на рисунку 1.6. Як видно, усі наведені архітектури мають спільні риси: наявність трьох рівнів, подібні функції, наявність хмарних обчислень, використання Інтернету як інтеграційного рівня.

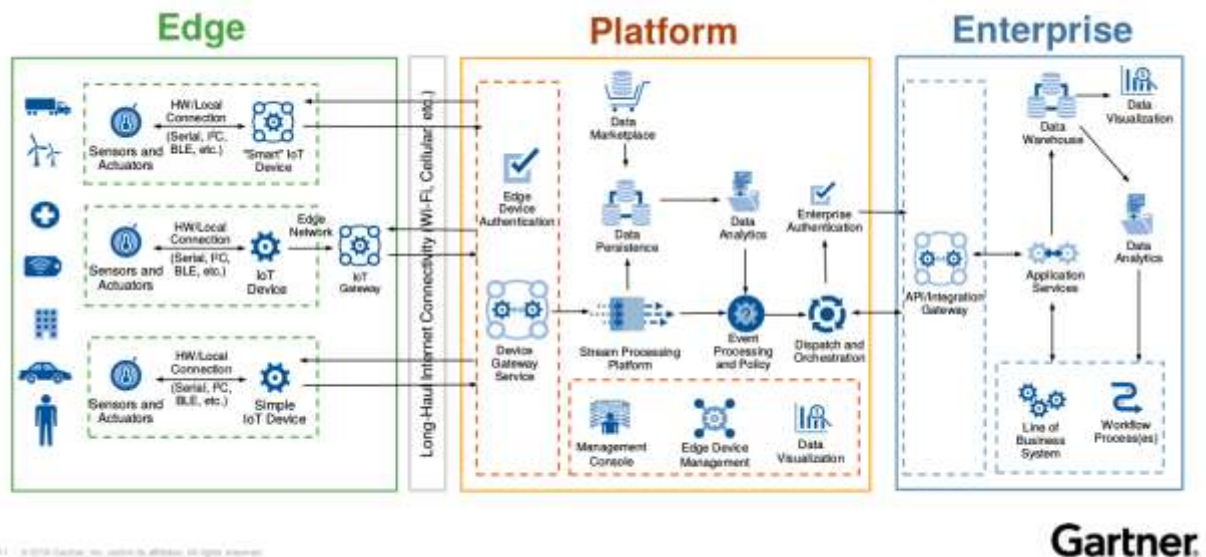


Рисунок 1.6 – Архітектура Інтернет речей

1.4.4 Засоби Інтернет Речей

1.4.4.1 Датчики та живлення. Інтернет починається або закінчується однією подією: простий рух, зміна температури або, може бути, важіль замикає замок. На відміну від багатьох існуючих ІТ-пристроїв, Інтернет речей здебільшого пов'язаний з фізичною дією або подією. Він формує реакцію на якийсь фактор реального світу. Іноді при цьому один-єдиний датчик може згенерувати величезний обсяг даних, наприклад, акустичний датчик для профілактичного огляду обладнання. В інших випадках всього одного біта даних достатньо, щоб передати життєво важливі відомості про стан здоров'я пацієнта. Якою б не була ситуація, системи датчиків еволюціонували і, відповідно до закону Мура, зменшилися до субнанометрових розмірів і стали істотно дешевше. Саме до цього апелюють

ті, хто прогнозує, що до Інтернету речей будуть підключені мільярди пристроїв, і саме тому ці прогнози виправдаються.

Тому, розглядаючи Інтернет Речей, необхідно розглядати мікроелектромеханічні системи, датчики і інші типи недорогих граничних пристроїв і їх електрофізичних властивостей. Також це стосується силових і енергетичних систем, необхідних для живлення цих граничних пристроїв. Не можна вважати, що граничні пристрої забезпечуються енергією за замовчуванням. Мільярди маленьких датчиків все одно потребують великої кількості енергії. З питанням живлення також пов'язані питання організації хмарних сервісів IoT.

1.4.4.2 Передача даних. Велика увага при розробці IoT приділяється встановленню з'єднання і роботі мереж. Інтернету речей не існувало б без надійних технологій передачі даних з найвіддаленіших і несприятливих областей в найбільші центри збору даних компаній Google, Amazon, Microsoft і IBM. Словосполучення «Інтернет речей» містить слово «Інтернет», тому необхідно вивчати питання, що стосуються мережних технологій, обміну даними та навіть теорії сигналів. Базова опора Інтернету речей – це не датчики і не програми, а можливість встановити з'єднання.

Передача даних і встановлення мережевого з'єднання базуються на базі систем зв'язку ближньої дії – персональних мереж (PAN), зазвичай побудованих без дотримання правил IP-протоколу (див. рисунок 1.7). Це може бути як дротові так і бездротові мережі. До бездротових IoT-мереж/протоколів як правило відносяться протоколи Bluetooth, mesh-мережі, Zigbee, Z-Wave. Для PoT це також Wireless Hart та ISA100. Це яскравий приклад різноманіття бездротових систем зв'язку IoT. Перелік дротових мереж ще більший, так як сюди входять усі можливі промислові мережі та протоколи.

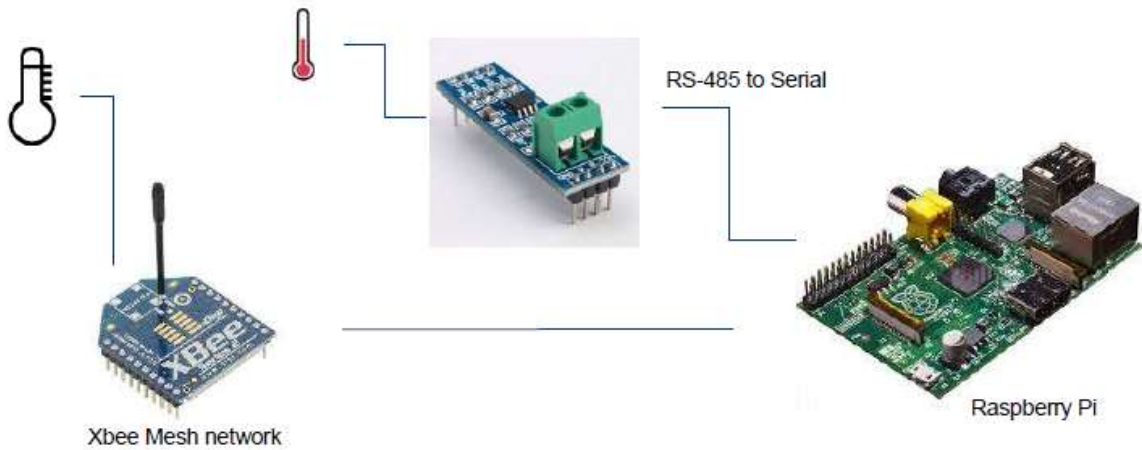


Рисунок 1.7 – Передача даних

Крім PAN використовуються бездротові локальні мережі та системи зв'язку на основі IP-протоколу, включаючи широкий діапазон Wi-Fi-мереж на основі стандартів IEEE 802.11, 6LoWPAN і технології Thread. Нерідко використовуються телекомунікації на основі стільникових стандартів (3G, 4G LTE) і нові стандарти, що забезпечують роботу Інтернету речей і міжмашинної взаємодії, такими як Cat-1 і Cat-NB, а також пропрієтарні протоколи LoRaWAN і Sigfox, що використовуються саме для IoT(див. рисунок 1.8).

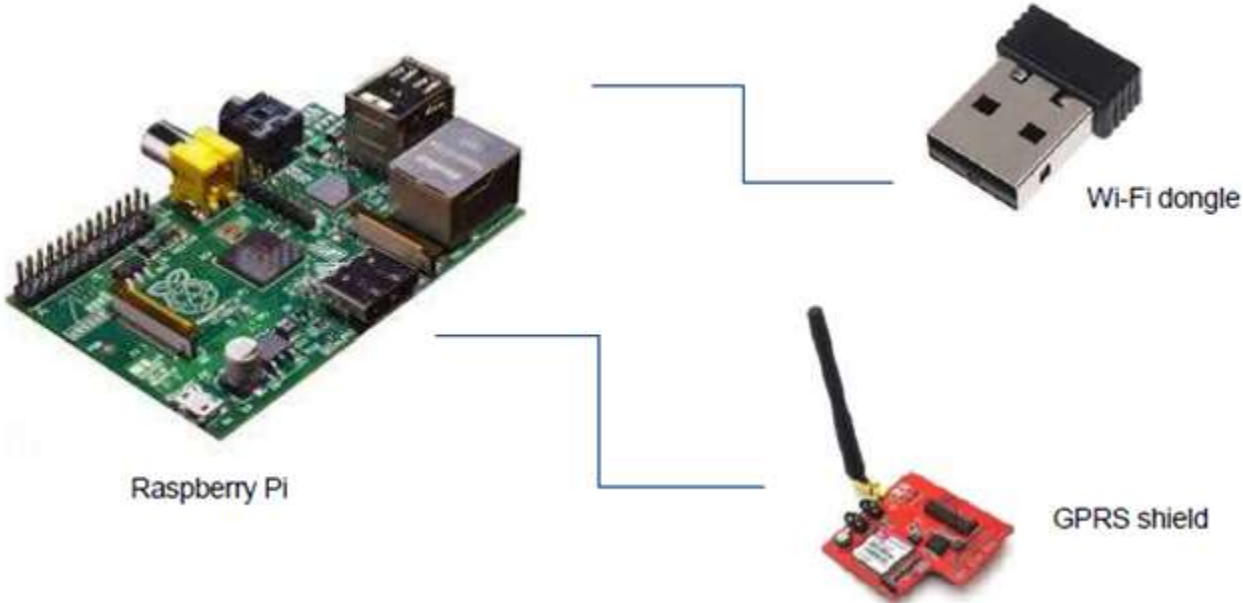


Рисунок 1.8 – Передача даних

1.4.4.3 Маршрутизація. Для передачі даних від датчиків в Інтернет-простір необхідні дві технології: маршрутизатор-шлюз і опорні інтернет-протоколи, що забезпечують ефективність обміну даними. Маршрутизатор особливо важливий в таких аспектах, як безпека, управління і напрям даних. Граничні маршрутизатори (Edge routers) керують і стежать за станом відповідних mesh-мереж, а також вирівнюють і підтримують якість даних. Також велике значення належить конфіденційності та безпеки даних. Маршрутизатор відіграє важливу роль в створенні віртуальних приватних мереж, віртуальних локальних мереж і програмно-визначених глобальних мереж. Вони в буквальному сенсі можуть містити тисячі вузлів, що обслуговуються єдиним граничним маршрутизатором, і в якійсь мірі маршрутизатор служить розширенням для хмари (edge device).

На цьому рівні використовується ряд протоколів, необхідних для обміну даними між вузлами, маршрутизаторами і хмарними сервісами в межах IoT-системи. Інтернет речей відкрив дорогу новим IoT-протоколам, які виходять на один рівень з традиційними протоколами HTTP і SNMP, які застосовуються вже кілька десятиків років. Для передачі IoT-даних потрібні ефективні, енергозберігаючі протоколи з малою затримкою, здатні легко і безпечно відправляти дані в хмару і з нього. Зокрема тут використовуються такі протоколи, як всюдисущий MQTT, AMQP і CoAP.

1.4.4.4 Туманні і граничні обчислення, аналітика і машинне навчання. На цьому етапі необхідно вирішити, що робити з потоком даних, що надходять в хмарний сервіс з граничного вузла (Edge Device). Щоб навчитися правильно оцінювати, як система буде розвиватися і рости, необхідно розібратися у всіх тонкощах і складнощах архітектури хмарних систем, який вплив на IoT-систему робить запізнювання. Крім того, не все треба відправляти в хмару. Пересилання всіх IoT-даних обходиться значно дорожче, ніж їх обробка на кордоні мережі (граничні обчислення, Edge Computing) або включення граничного маршрутизатора в зону, яку

обслуговує хмарний сервіс (туманні обчислення, Fog computing). Туманні обчислення також стандартизуються, зокрема є стандарт туманних обчислень, наприклад архітектура OpenFog.

Дані, які були отримані шляхом перетворення аналогового фізичного впливу в цифровий сигнал, можуть мати велику вагу. Саме тут в гру вступають засоби аналітики і процесори правил IoT-системи. Ступінь складності введення в дію IoT-системи залежить від того, яке рішення проектується. У деяких ситуаціях все досить просто: наприклад, коли на граничний маршрутизатор, який контролює кілька датчиків, потрібно встановити простий процесор правил, що відслідковує аномальні скачки температури. Інша ситуація – величезна кількість структурованих і неструктурованих даних в режимі реального часу передається в хмарне озеро даних, що вимагає високої швидкості обробки (для прогнозової аналітики) і довгострокового прогнозування на базі високотехнологічних моделей машинного навчання, таких як рекурентна нейронна мережа в пакеті аналізу сигналів з кореляцією по часу. Тут є певні проблеми і складнощі аналітики, які вирішуються різними підходами та методами, наприклад складними обробниками подій, байесовськими мережами і формування нейронних мереж.

1.4.4.5 Загроза і безпека в Інтернеті речей. Багато IoT-систем не будуть обмежені безпечним простором будинку або офісу. Вони будуть розташовуватися в громадських місцях, в дуже віддалених областях, в рухомих транспортних засобах або навіть всередині людини. Інтернет речей – це величезна єдина мішень для будь-яких видів хакерських атак. Вже було виявлено нескінченна кількість направлених на IoT-пристрої навчальних атак, добре організованих зломів і навіть уразливостей в системі безпеки національного масштабу. Розробник IoT рішень повинен знати особливості таких вразливостей і способи їх усунення, стандартні заходи, спрямовані на захист Інтернету речей або будь-якого компонента мережі.

1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі було розглянуто питання «Джерела забруднення атмосферного повітря», «Екомоніторинг навколишнього середовища», «Огляд та аналіз існуючих систем екомоніторингу» та «Інтернет речей (IoT)».

В результаті аналізу даних питань було отримано наступний результат:

- Дізналися про джерела забруднення атмосферного повітря.
- Дізналися про екомоніторинг навколишнього середовища.
- Провели огляд та аналіз існуючих систем екомоніторингу.
- Провели огляд та аналіз Інтернет речей.

Розділ 2 ОГЛЯД АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ

2.1 Огляд давачів IoT для вимірювання показників якості повітря

2.1.1 ESP82 NodeMcu V3

NodeMCU – це платформа IoT з відкритим кодом (див. рисунок 2.1). Він включає в себе прошивку, яка працює на ESP8266 Wi-Fi SoC від Espressif Systems, та апаратне забезпечення, засноване на модулі ESP-12. Термін "NodeMCU" за замовчуванням стосується програмного забезпечення, а не наборів для розробки. Прошивка використовує сценарій мови Lua. Він базується на проекті eLua та побудований на Espressif Non-OS SDK для ESP8266. Він використовує багато проектів з відкритим кодом, таких як lua-cjson та SPIFFS.

NodeMCU був створений незабаром після виходу ESP8266. 30 грудня 2013 року компанія Espressif Systems розпочала виробництво ESP8266. ESP8266 – це Wi-Fi SoC, інтегрований з ядром Tensilica Xtensa LX106.

Оскільки Arduino.cc почав розробляти нові плати MCU на базі процесорів, що не належать до AVR, таких як ARM / SAM MCU і використовуються в Arduino Due, їм потрібно було змінити IDE Arduino так, щоб було порівняно легко змінити IDE для підтримки альтернативних ланцюжків інструментів щоб дозволити компіляцію Arduino C / C++ для цих нових процесорів. Вони зробили це, представивши менеджера Ради та SAM Core. "Основним" є сукупність програмних компонентів, необхідних менеджеру ради та ID Arduino для складання вихідного файлу Arduino C / C++ для машинної мови цільового MCU. Деякі ентузіасти ESP8266 розробили ядро Arduino для ESP8266 WiFi SoC, в народі його називають "ESP8266 Core for Arduino IDE". Це стало провідною платформою для розробки програмного забезпечення для різних модулів і плат для розробки на базі ESP8266, включаючи NodeMCU.

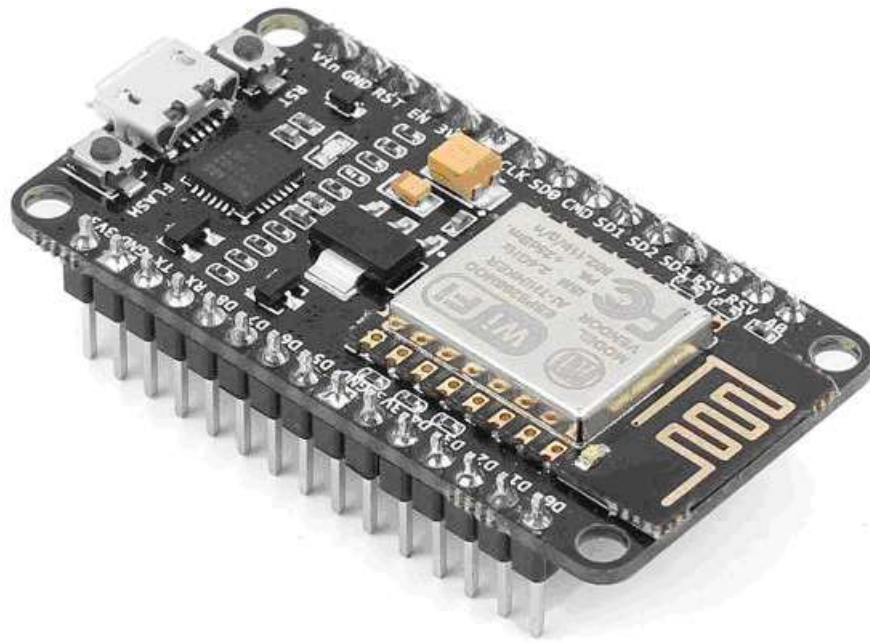


Рисунок 2.1 – ESP8266 NodeMcu V3

Характеристики платформи:

- VCC, напруга (+3,3 В; може працювати до 3,6 В).
- GND, земля (0 В).
- RX, отримання біт даних X.
- TX, Передайте біт даних X.
- CH_PD, відключення живлення мікросхем.
- RST, Скидання.
- GPIO 0, вхід / вихід загального призначення № 0.
- GPIO 2, введення / вихід загального призначення №2.

ESP8266 є недорогим Wi-Fi мікрочіпом з повним TCP / IP стеком і мікро контролером можливістю виробництва виготовлення Espressif системами в Шанхаї, Китай.

Вперше чіп прийшов до відома західних виробників у серпні 2014 року за допомогою модуля ESP-01 , виготовленого стороннім виробником Ai-Thinker. Цей невеликий модуль дозволяє мікроконтролерам підключатися до мережі Wi-Fi та здійснювати прості TCP / IP-з'єднання за

допомогою команд Hayes-style. Однак спочатку майже не було англійської документації на мікросхемі та командах, які вона приймала. Дуже низька ціна і той факт, що на модулі було дуже мало зовнішніх компонентів, що підказувало, що він може з часом бути дуже дешевим за обсягом, залучало багато хакерів для вивчення модуля, мікросхеми та програмного забезпечення на ньому, як а також перекладати китайську документацію.

ESP8266 з 1 МБ вбудованим спалахом, що дозволяє однокристальних пристроїв, здатних підключатися до Wi-Fi. Наступником цих мікроконтролерних мікросхем є ESP32, випущений у 2016 році.

Плати покоління V1 і V2 можна відрізнити наступним чином, вони мають різний розмір. Також в другому поколінні існує покращена модифікація чіпа ESP-12 і 4 Мб флеш-пам'яті. Перша версія, застаріла, розроблена у вигляді яскравої жовтої платформи. Використовувати її незручно, бо вона покриває собою 10 виходів макетної плати. Плата другого покоління розроблена з усуненням цього недоліку – вона є більш вузькою, виходи чудово підходять до контактів плати. Плати V3 зовні нічим не відрізняються від V2, вони мають більш надійним USB-виходом. Виробляє плату V3 компанія LoLin, різниця від попередньої плати в тому, що можна відзначити те, що один з двох зарезервованих виходів застосовується для додаткової землі, а другий – для подачі USB живлення. Також плата має більший розмір, ніж попередні її види.

Живлення модуля NodeMcu:

- Подавати 5-18 В через контакт Vin.
- 5В через USB-роз'єм або контакт VUSB.
- 3,3 через висновок 3V.

Переваги NodeMcu V3:

- Наявний інтерфейс UART-USB з роз'ємом micro USB дає змогу досить легко підключити плату до комп'ютера.
- Наявна флеш-пам'ять на 4 Мбайт.
- Існує змога оновлювати прошивку через USB.

- Можливість створювати скрипти в LUA та зберігати їх в файловій системі.

Недоліки NodeMcu. Головним недоліком даної плати є можливість виконувати тільки LUA скрипти, що розташовуються в оперативній пам'яті. Даного типу пам'яті замало, обсяг складає тільки 20 Кбайт, а саме тому написання більш великих скриптів викликає ряд проблем. В першу чергу, весь алгоритм доводиться ділити на лінійні блоки. Ці блоки необхідно записати в окремі файли системи. Всі ці модулі виконуються за допомогою оператора dofile.

Розпіновка NodeMcu v3(див. рисунок 2.2). Модуль V3 має 11 контактів введення-виведення загального призначення. Крім цього деякі з висновків володіють додатковими функціями:

- D1-D10 – висновки з широтно-імпульсною модуляцією.
- D1, D2- висновки для інтерфейсу I²C / TWI.
- D5-D8 – висновки для інтерфейсу SPI.
- D9, D10 – UART.
- A0 – вхід з АЦП.

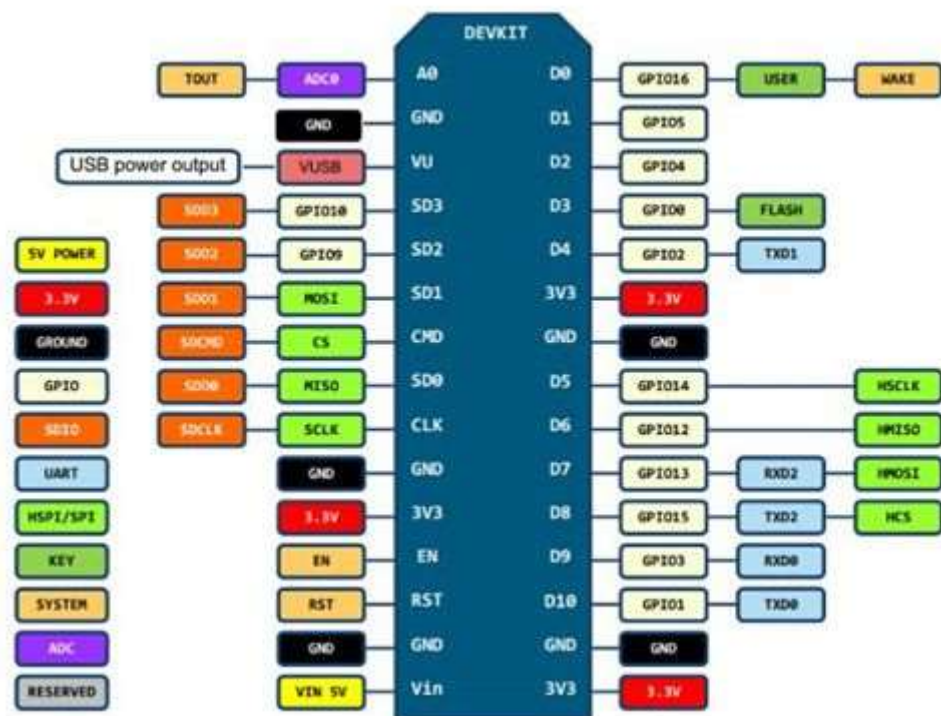


Рисунок 2.2 – Розпіновка NodeMcu v3

2.1.2 Датчик моніторингу вуглекислого газу МН-Z19

Порівняно з іншими датчиками вуглекислого газу, МН-Z19 (див. рисунок 2.3) не потребує специфічної напруги чи високої потужності, також є можливість передавати дані через UART і PWM.

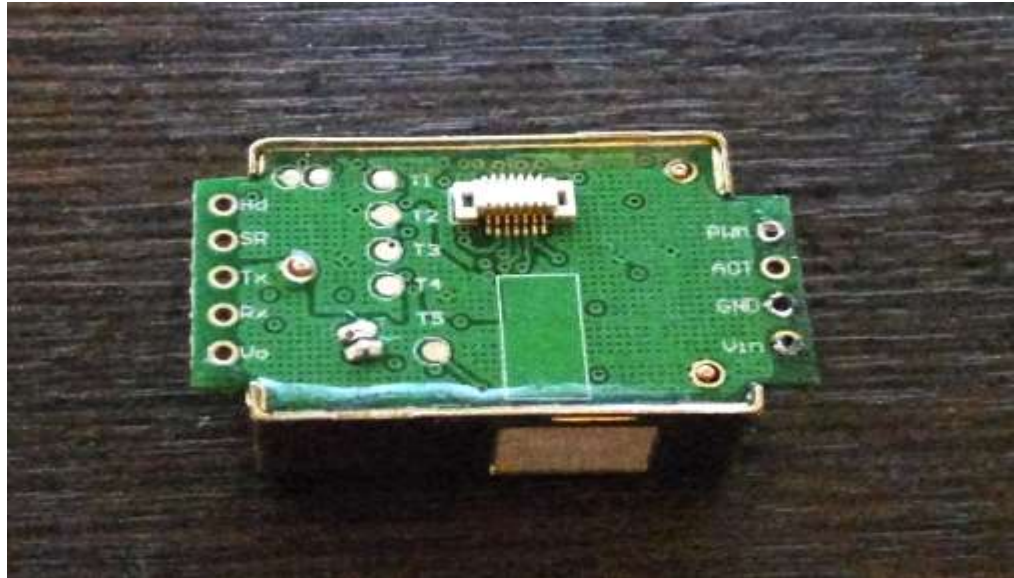


Рисунок 2.3 – Датчик вуглекислого газу МН-Z19

- Hd – Калібрування нуля почнеться, якщо на Hd більше 7 секунд подається LOW. Калібрування проводити не потрібно.
- SR – не використовується.
- Tx – рівень сигналу – 3.3В.
- Rx – також 3.3В (працює й з 5В).
- Vo – вихідна напруга 3.3В, не більше 10мА.
- Gnd – земля.
- Vin – напруга живлення 3.6 – 5.5В.

UART дозволяє запитувати рівень концентрації CO₂ і займатися двома видами калібрування. Ознайомлюючись з документацією сенсора необхідно близько трьох хвилин, для того, щоб вийти на робочий режим. Перший час після включення він буде видавати або 5000ppm, або 400ppm. Сенсор реагує на зміну концентрації CO₂ з затримкою близько хвилини. При перевищенні концентрації в 5000ppm (наприклад, ви хвилину інтенсивно на

нього дихали), він деякий час буде видавати помилкові дані, знижуючи рівень CO₂.

2.1.3 SHT31 Температура & SHT31-D волога

Модуль цифрового датчика температури і вологості SHT-31D відкриває новий рівень в технології вимірювань. У функціонал датчика входить схема обробки і посилення сигналу, блок пам'яті калібрування, АЦП і схема скидання з харчування, а також широкий діапазон напруги живлення від 2.5 до 5.5 В. Даний модуль може використовуватися з різними мікроконтроллерами на базі Arduino або Raspberry Pi.

Характеристики:

- Діапазон вимірювання відносної вологості: 0 – 100% .
- Точність діапазону відносної вологості: 2% .
- Тип інтерфейсу: I2C .
- Дозвіл: 16 біт .
- Точність: +/- 0.3 С.
- Напруга живлення: 2.5 – 5.5 В.
- Робочий струм: 800 uA .
- Робоча температура: -40 До +125 град.С.

2.1.4 Nova PM датчик пилюки SDS011

SDS011, що використовує принцип лазерного розсіювання, може отримати концентрацію частинок від 0,3 до 10 мкм в повітрі(див. рисунок 2.4). Він з цифровим виходом і вбудованим вентилятором стабільний і надійний.

Характеристики:

- Точна і надійна: лазерне виявлення, стабільна, хороша консистенція.
- Швидка відповідь: час відгуку менше 10 секунд, коли змінюється сцена.
- Легка інтеграція: вихід UART (або вихід ІО можна налаштувати), вбудований вентилятор.

- Висока роздільна здатність: $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Принцип роботи лазерного розсіювання:

- Розсіювання світла може бути індуковано, коли частинки проходять через область детектування.
- Розсіяне світло перетвориться в електричні сигнали, і ці сигнали будуть посилюватися і оброблятися.
- Число і діаметр частинок можуть бути отримані шляхом аналізу, оскільки форма сигналу має певні відносини з діаметром частинок.

Протокол послідовної зв'язку: 9600 8N1. (Швидкість 9600 біт даних 8, парність немає, стопові біти 1).

Цикл повідомлення послідовного звіту: 1 + 0,5 секунди Кадр даних (10 байтів): заголовок повідомлення + запитання + дані (6 байтів) + контрольна сума + трейлер повідомлення.



Рисунок 2.4 – Nova PM датчик пилюки SDS011

2.1.5 HDC1080 CCS811 чадний газ CO₂

Цей модуль інтегрує два сенсорних чіпа CCS811 і HDC1080 на одній платі(див. рисунок 2.5). Виміряні значення двох датчиків можна зчитувати

окремо за допомогою ІС. HDC1080-це чіп з низькою потужністю, високою точністю, мініатюрним цифровим датчиком температури і вологості.

CCS811-малопотужний мініатюрний газовий цифровий датчик для контролю якості повітря. Датчик оксиду металу (МОХ) інтегрований для вимірювання загального еквівалента летючих органічних сполук eTVOCs і еквівалентного змісту eCO₂. Мікроконтролер MCU інтегрований всередині чіпа. Значення змісту газу, виміряний CCS811, самостійно коригується, зчитуючи значення температури і вологості датчика HDC1080 і записуючи його в CCS811 внутрішній реєстратор температури і вологості навколишнього середовища.

HDC1080 параметри:

- Робоча температура: -20°С ~ 70°С.
- Діапазон вимірювання датчика вологості: 0 ~ 100% відносної вологості.
- Точність датчика вологості: похибка 14 біт ± 2% відносної вологості.
- Точність повторюваності вологості: ± 1% відносної вологості.
- Час відгуку датчика вологості: 15 с.
- Час перетворення вологості: 8 біт 2,5 мс, 11 біт 3,85 мс, 14 біт 6,5 мс.
- Похибка датчика температури: ± 0.4 ° С (температура навколишнього середовища 5 ° С ~ 60 ° С).
- Час перетворення температури: 11 цифр 3,85 мс, 14 цифр 6,5 мс.
- Частота зв'язку: 400 кГц.
- Робоча адреса ІС: 1000000х (х біт управління зчитуванням / записом).
- Джерело живлення: рекомендується 3,3 в.

CCS811 параметри:

- Джерело живлення Рекомендується 3,3 в.

- Потужність: до 60 мВт.
- Частота зв'язку: 400 кГц.
- Діапазон виявлення eTVOC: 0 ~ 32768 ppb.
- Діапазон виявлення eCO2: 400 ~ 32768 ppm.

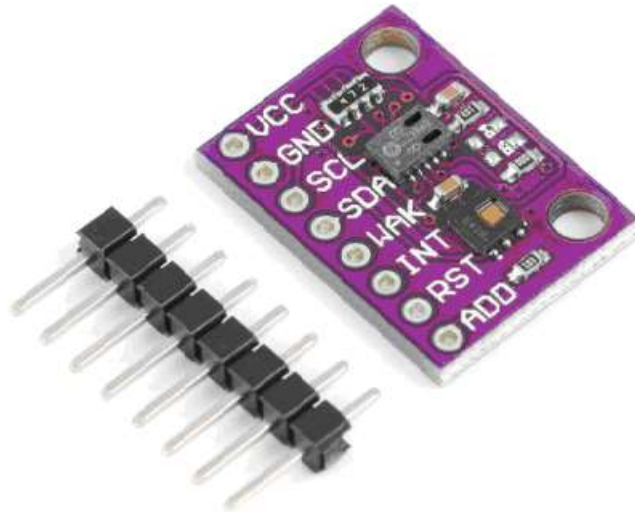


Рисунок 2.5 – HDC1080 CCS811 чадний газ CO2

2.2 Вибір оптимального програмного середовища

2.2.1 Опис системи збору інформації(influxDB)

InfluxDB – це база даних часових рядів, призначена для обробки великих навантажень запису та запитів. Він є невід'ємним компонентом стеку TICK . InfluxDB призначений для використання в якості резервного сховища для будь-яких випадків використання, що включають велику кількість даних, розмічених за часом, включаючи моніторинг DevOps, метрику додатків, дані датчиків IoT та аналітику в реальному часі.

Ось деякі функції, які зараз підтримує InfluxDB, що робить його чудовим вибором для роботи з даними часових рядів:

- Спеціальні сховища даних високої продуктивності, написані спеціально для даних часових рядів. Двигун TSM забезпечує високу швидкість введення та стиснення даних.

- Написано повністю на Go. Він збирається в єдиний двійковий файл без зовнішніх залежностей.
- Прості, високоефективні HTTP API запису та запити.
- Підтримка плагінів підтримує інші протоколи прийому даних, такі як Graphite, collectiond та OpenTSDB.
- Виразний SQL-подібний мову запити, призначений для легкого запити агрегованих даних.
- Теги дозволяють індексувати серії для швидких та ефективних запитів.
- Політика зберігання ефективно автоматично втрачає чинність дані.
- Постійні запити автоматично обчислюють сукупні дані, щоб зробити часті запити ефективнішими.

Видання з відкритим кодом InfluxDB працює на одному вузлі.

Перш ніж зануритися в InfluxDB, потрібно добре ознайомитись з деякими ключовими поняттями бази даних(див. таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Ключові поняття бази даних InfluxDB

Поняття	Визначення
aggregation	Функція InfluxQL, яка повертає агреговане значення через набір точок. Повний список доступних та майбутніх агрегацій.
Batch	Колекція точок даних у форматі протоколу рядка InfluxDB, розділених новими рядками (0x0A). Пакет точок може бути поданий до бази даних, використовуючи один запит HTTP до кінцевої точки запису. Це робить записи з використанням API InfluxDB набагато ефективнішими за рахунок різкого зменшення накладних витрат HTTP. InfluxData

	рекомендує розмір партії 5000-10000 балів, хоча різні випадки використання можуть бути краще обслуговані значно меншими або більшими партіями.
continuous query (CQ)	Запит InfluxQL, який автоматично і періодично запускається в базі даних. Безперервні запити вимагають функції в SELECT пункті і повинні містити GROUP BY time()пункт.
Database	Логічний контейнер користувача, політики збереження, постійні запити та дані часових рядів.
Duration	Атрибут політики збереження, який визначає, як довго зберігає дані InfluxDB. Дані, що перевищують тривалість, автоматично скидаються з бази даних.
Field	Пара ключ-значення в структурі даних InfluxDB, яка записує метадані та фактичне значення даних. Поля потрібні в структурах даних InfluxDB і вони не індексуються – запити на значення полів сканують усі точки, що відповідають заданому часовому діапазону, і, як результат, не є ефективними щодо тегів.
Function	Збитки, селектори та перетворення InfluxQL.
Identifier	Токени, що посилаються на безперервні імена запитів, імена бази даних, ключі полів, імена вимірювань, імена політики збереження, імена підписки, ключі тегів та імена користувачів.
Node	Самостійний influx процес
Now()	Наносекундна мітка локального сервера.
Query	Операція, яка отримує дані з InfluxDB

Порівняння InfluxDB з базами даних SQL. InfluxDB призначений для роботи з даними часових рядів. Бази даних SQL можуть обробляти часові ряди, але не були створені суто для цієї мети. Коротше кажучи, InfluxDB

створений для швидкого зберігання великого обсягу даних часових рядів та проведення аналізу в реальному часі на цих даних.

У InfluxDB часова марка ідентифікує єдину точку в будь-якому даному ряді даних. Це як таблиця баз даних SQL, де основний ключ заздалегідь задається системою і завжди є час.

InfluxDB також визнає, що налаштування схеми можуть змінюватися з часом. У InfluxDB не потрібно визначати схеми вперед. Точки даних можуть мати одне з полів вимірювання, усі поля вимірювання або будь-яке число між ними. Можна додати нові поля до вимірювання, просто записавши крапку для цього нового поля. Якщо потрібно пояснення термінів вимірювання, тегів та полів, потрібно переглянути наступний розділ для бази даних SQL для перекладу термінології InfluxDB.

InfluxQL та SQL.InfluxQL – мова запитів, схожа на SQL, для взаємодії з InfluxDB. Він розроблений, щоб відчувати себе знайомим тим, хто походить з інших SQL або SQL-подібних середовищ, а також надає функції, характерні для зберігання та аналізу даних часових рядів.

Заява InfluxQL має SELECT форму оператора SQL SELECT(див. рисунок 2.6):

```
SELECT <stuff> FROM <measurement_name> WHERE <some_conditions>
```

Рисунок 2.6 – Заява InfluxQL

Де, WHERE необов'язково.

Щоб отримати вихід InfluxDB у розділі вище, потрібно(див. рисунок 2.7):

```
SELECT * FROM "foodships"
```

Рисунок 2.7 – Вихід у розділ вище

Для того, щоб бачити лише дані для планети Saturn, необхідно(див. рисунок 2.8):

```
SELECT * FROM "foodships" WHERE "planet" = 'Saturn'
```

Рисунок 2.8 – Дані по конкретному предмету

Для того, щоб побачити дані для планети Saturn після 12:00:01 UTC 16 квітня 2015 року, потрібно(див. рисунок 2.9):

```
SELECT * FROM "foodships" WHERE "planet" = 'Saturn' AND time > '2015-04-16 12:00:01'
```

Рисунок 2.9 – Дані після конкретної дати

Як показано в наведеному вище прикладі, InfluxQL дозволяє вказувати часовий діапазон запиту WHERE. Можна використовувати рядки дати та часу, загорнуті в окремі лапки, що мають формат YYYY-MM-DD HH:MM:SS.mmm. Також можна використовувати відносний час, now() який стосується поточної часової позначки сервера(див. рисунок 2.10):

```
SELECT * FROM "foodships" WHERE time > now() - 1h
```

Рисунок 2.10 – Використання відносного часу

InfluxQL також підтримує регулярні вирази, арифметичні в виразах, SHOW висловлюваннях і GROUP BY висловлюваннях. Дивіться нашу сторінку дослідження даних для поглибленого обговорення цих тем. Функції InfluxQL включають COUNT, MIN, MAX, MEDIAN, DERIVATIVE і багато інших.

Коригування дизайну InfluxDB.InfluxDB – це база даних часових рядів. Оптимізація для цього випадку використання тягне за собою деякі компроміси, в першу чергу для підвищення продуктивності за рахунок

функціональності. Нижче наводиться перелік деяких даних дизайну, які призводять до компромісів:

- Для випадку використання часових рядів можна припустити, що якщо одні і ті ж дані надсилаються кілька разів, це ті самі дані, які клієнт щойно надсилав кілька разів.

Pro: спрощене вирішення конфлікту збільшує продуктивність запису.

Con: Неможливо зберігати повторювані дані; може перезаписувати дані за рідкісних обставин.

- Видалення – рідкісне явище. Коли вони виникають, це майже завжди проти великих діапазонів старих даних, які холодні для записів.

Pro: Обмеження доступу до видалення дозволяє збільшити ефективність запитів і записів.

Con: Функція видалення значно обмежена.

- Оновлення існуючих даних є рідкісним явищем, і спірне оновлення ніколи не відбувається. Дані часових рядів – це переважно нові дані, які ніколи не оновлюються.

Pro: Обмеження доступу до оновлень дозволяє збільшити ефективність запитів і записів.

Con: Функціональність оновлення значно обмежена.

- Переважна більшість записів призначені для даних із останніми часовими позначками, і дані додаються у порядку зростання.

Pro: Додавання даних у порядку зростання за часом значно ефективніше.

Con: Написання очок з випадковим часом або з часом, не у зростаючому порядку, значно менш ефективно.

- Шкала є критичною. База даних повинна вміти обробляти великий обсяг читання і запису.

Pro: База даних може обробляти великий обсяг читання та запису.

Con: Команда розробників InfluxDB була змушена робити компроміси для підвищення продуктивності.

- Уміння писати та запитувати дані важливіше, ніж мати чітко узгоджене уявлення.

Pro: Написання та запит на базу даних може здійснюватися декількома клієнтами і при великих навантаженнях.

Con: Повернення запитів можуть не включати останні пункти, якщо база даних перебуває під великим навантаженням.

- Багато часових рядів є ефемерними. Часто виникають часові ряди, які з'являються лише протягом декількох годин, а потім відходять, наприклад, новий хост, який починається і звітує на деякий час, а потім закривається.

Pro: InfluxDB добре керує розривними даними.

Con: Дизайн без схем означає, що деякі функції бази даних не підтримуються, наприклад, немає з'єднань між таблицями.

- Жоден пункт не надто важливий.

Pro: InfluxDB має дуже потужні інструменти для роботи з сукупними даними та великими наборами даних.

Con: Окуляри не мають посвідчень у традиційному розумінні, вони розмежовані часовою міткою та серією.

2.2.2 Опис системи візуалізації інформації Grafana

Grafana – це платформа з відкритим вихідним кодом для візуалізації, моніторингу та аналізу даних. Цей інструмент, в поєднанні з Graylog, – частина нашої двосторонньої системи моніторингу поведінки користувачів і продуктивності системи. Grafana дозволяє користувачам створювати дашборда з панелями, кожна з яких відображає певні показники протягом встановленого періоду часу.

Кожен дашборд універсальний, тому його можна налаштувати для конкретного проекту або з урахуванням будь-яких потреб розробки та / або бізнесу. Для кожного джерела даних в Grafana передбачений редактор запитів і спеціальний синтаксис.

Панель – базовий елемент візуалізації обраних показників. Grafana підтримує панелі з графіками, одиничними статусами, таблицями, тепловими картами кліків і довільним текстом, а також інтеграцію з офіційними і створеними спільнотою плагінами (наприклад, карта світу або годинник) і додатками, які також можна візуалізувати. Можна налаштувати стиль і формат кожної панелі; Всі панелі можна перетягувати на нове місце, перебудовувати і змінювати їх розмір.

Дашборд – набір окремих панелей, розміщених в сітці з набором змінних (наприклад, ім'я сервера, додатки і датчика). Змінюючи змінні, можна перемикає дані, які відображаються на дашборді (наприклад, дані з двох окремих серверів). Дашборд можна налаштовувати, а також секціонувати і фрагментувати представлені в них дані відповідно до потреб користувача. У проекті Grafana бере участь велика спільнота розробників коду і користувачів, тому існує великий вибір готових дашбордів для різних типів даних і джерел.

У дашборда можна використовувати анотації для відображення певних подій на різних панелях. Анотації додаються налаштованим запитом в Elasticsearch; На графіку анотація відображається вертикальною червоною лінією. При наведенні курсора на анотацію можна отримати опис події і теги, наприклад, для відстеження відповіді сервера з кодом помилки 5xx або перезапуску системи. Завдяки цьому можна легко зіставити час, конкретну подію і його наслідки в додатку і дослідити поведінку системи.

Як використовувати Grafana в налаштуваннях веб-додатків. Інструмент Graylog використовують для зберігання журналів веб-додатків, управління ними та моніторингу їх продуктивності як на етапі розробки, так і на етапі їх експлуатації. Grafana – це інструмент, який перетворює журнали, що зберігаються в Graylog, в візуальні форми для аналітичного і системного моніторингу. Для одного з наших поточних проектів інструмент Grafana можна умовно назвати призначеним для користувача інтерфейсом для завантаження і моніторингу продуктивності веб-додатків і потоку клієнтів.

Інструменти Graylog і Grafana існують незалежно один від одного. Оскільки Graylog зберігає всі дані журналу в Elasticsearch, одному з джерел даних Grafana, використовується певний індекс Elasticsearch, де зберігаються журнали, для підключення Grafana до Graylog.

2.2.3 Робота ОС raspberry Pi3 на базі операційної системи Linux

Практично всі операційні системи для плати Raspberry Pi використовують Linux в якості базової ОС. Існує кілька офіційно підтримуваних операційних систем:

- Raspbian – офіційна ОС, яка володіє всім необхідним програмним забезпеченням. Рекомендується використовувати саме цю операційну систему для знайомства з Raspberry Pi.
- OpenELEC – медіапрогравач на основі Linux з відкритим вихідним кодом.
- OSMC (Raspbmc) – медіапрогравач з відкритим вихідним кодом на базі Kodi Media Center і Debian GNU / Linux.
- Підтримка Windows 10 в пристроях Raspberry Pi 2B.

Всі ОС включені в NOOBS – це програма, в якій містяться всі перераховані вище операційні системи і спрощує їх установку на Raspberry Pi. За допомогою NOOBS можлива установка як однієї ОС, так і декількох, причому вибрати потрібну систему можна при завантаженні комп'ютера. Під час установки ОС створюється спеціальний розділ RECOVERY, який дозволяє повернути систему до початкових налаштувань.

Установка операційної системи на Raspberry Pi. Існує 3 способи установки ОС на Raspberry Pi:

- Покупка SD-карти із заздалегідь встановленої Raspbian або NOOBS.
- Завантаження NOOBS на карту пам'яті і установка ОС Raspbian з неї.
- Монтування зображення Raspbian прямо на SD-карту.

Перший спосіб є найбільш простим – тут не потрібно ніяких додаткових дій. У другому випадку процедура установки виглядає наступним чином:

- В першу чергу карту пам'яті потрібно відформатувати, вказуючи файлову систему FAT32.
- Завантаження архіву з NOOBS, його розпакування на карту пам'яті так, щоб файли були в кореневій директорії.
- Вставка в Raspberry Pi необхідної периферії: клавіатури, миші і монітора через USB, підключення харчування. В якості монітора можна використовувати телевізор, підключений через RCA.
- Якщо екран підключений через RCA, натиснути «3» на клавіатурі.
- У вікні вибрати операційну систему Raspbian, російську розкладку клавіатури і мову. Українську мову не можна встановити. Натиснути «Install», дочекатися закінчення процесу установки і включення.
- У меню «Configuration Tool» в третьому пункті вибрати другий варіант для установки графічного інтерфейсу LXDE.
- Натиснути «Done», дочекатися перезавантаження.
- Якщо потрібен вхід за допомогою логіна і пароля, в графі логін ввести pi, пароль raspberry, після цього відкриється робочий стіл.

2.2.4 Node-RED

Node-RED – це інструмент програмування для з'єднання апаратних пристроїв, API та онлайн-сервісів новими та цікавими способами.

Він надає редактор на основі браузера, який дозволяє легко з'єднати потоки, використовуючи широкий діапазон вузлів у палітрі, який можна розгорнути до його виконання в один клік.

Node-RED забезпечує редактор потоків на основі браузера, який дозволяє легко з'єднати потоки, використовуючи широкий діапазон вузлів у палітрі. Потім потоки можуть бути розгорнуті до часу виконання одним натисканням кнопки.

Функції JavaScript можна створити в редакторі за допомогою редактора з багатим текстом. Вбудована бібліотека дозволяє зберігати корисні функції, шаблони або потоки для повторного використання.

Потоки, створені в Node-RED, зберігаються за допомогою JSON, який можна легко імпортувати та експортувати для обміну з іншими. Інтернет-бібліотека потоків дозволяє ділитися своїми найкращими потоками зі світом.

Node-RED побудований на Node.js, використовуючи в повній мірі свою недеблокуючу модель, керовану подіями. Це робить його ідеальним для роботи на краю мережі на недорогих апаратних засобах, таких як Raspberry Pi, а також у хмарі.

Процес установки Node-RED досить простий. Після створення сервера виконуємо вхід за допомогою SSH від імені користувача root. Оновлюємо джерела додатків і пакети до актуальної версії:

```
apt-get update && apt-get -y upgrade
```

Встановлюємо легковажну графічну оболонку LXDE, а для зручності роботи з сервером з будь-яких Windows-машин ставимо відмінний засіб віддаленого управління xrdp:

```
apt-get -y install lxde lxde-core lxde-common xrdp
```

Тепер можна підключитися до сервера стандартним RDP-клієнтом Windows. Зверніть увагу, що якщо замість LXDE буде встановлено Gnome, то xrdp не вийде запустити без додаткових налаштувань. Також можна поставити Midori в якості браузера – він набагато швидше, ніж стандартний. Ще нам буде потрібно пакетний менеджер NodeJS і власне сам движок: `apt-get -y install midori npm nodejs-legacy` Розробники Node-RED рекомендують оновлення npm до останньої версії перед установкою. Виконуємо цю рекомендацію: `npm install -g npm@2.x` Тепер можна поставити Node-RED однією командою. В процесі установки можуть вилізти помилки залежностей `node-gyp`, однак вони не критичні для роботи Node-RED і їх можна проігнорувати: `npm install -g --unsafe-perm node-red` Після завершення установки ми можемо відключитися від SSH і повноцінно зайти на сервер За

допомогою RDP. В ОС Windows досить натиснути Win + R, ввести mstsc і натиснути Enter. В відкрилося вікно вводимо IP-адресу сервера VScale і підключаємося до сервера.

Відкриваємо LXTerminal і запускаємо середу Node-RED командою `node-red`.

Відкриваємо Midori і в адресному рядку вказуємо: `http://127.0.0.1:1880`
Якщо не вказувати додаткові настройки для фаєрвола, то додаток буде також доступне за адресою самого сервера. Але в рамках даного керівництва ми не будемо розглядати це питання.

Інтерфейс поділений на три основні частини – це список елементів, місце для розміщення елементів і властивості об'єктів. Перетягуючи елементи зі списку, можна формувати залежно елементів один від одного, таким чином візуально представляючи логіку роботи програми. Як IoT-пристрої візьмемо Raspberry PI 3 с ОС Raspbian Jessie. Node-RED там встановлений з коробки, тому просто його запускаємо. Спробуємо відправляти дані між запущеними середовищами програмування. Використовуючи цей приклад можна буде забирати будь-які дані, які надасть IoT-пристрій. До тієї ж самої Raspberry PI можна підключити будь-які датчики, наприклад датчик протікання, освітлення, температури. У прикладі я буду використовувати чудовий елемент, який називається Inject. Він дозволяє підставляти будь-які дані, не використовуючи реального пристрою і незамінний для настройки. Також ми використовуємо елемент TCP для з'єднання даних. Спочатку налаштуємо нашу 'малинку'. Вибираємо елемент Inject з розділу Input і поміщаємо на робоче поле. Також розміщуємо туди елемент TCP з розділу Output і виконуємо їх з'єднання, просто поєднавши відповідні сірі точки один з одним. Можна також додати елемент Debug для контролю того, що саме буде відправлятися.

Налаштування будь-якого елементу проводиться подвійним кліком по ньому. Спочатку вказуємо параметри Inject. Відправимо наприклад який-

небудь рядок на наш сервер VScale. Вибираємо Payload – String і пишемо туди наш текст і натискаємо Done.

Тепер налаштуємо елемент TCP вказавши, що ми будемо самі з'єднуватися з сервером і відправляти на нього дані. Заповнюємо IP-адреса сервера (в прикладі XXX.XXX.XXX.XXX) і порт (вибираєте будь-який довільний, головне щоб на сервері був виставлений такий же порт).

Параметр Debug залишаємо за замовчуванням. Застосовуємо всі налаштування і запускаємо програму натисканням кнопки Deploy. Тепер налаштуємо серверну частину. Тут ми буде використовувати два елементи. З розділу Input беремо TCP, а для візуального представлення елемент Debug з розділу Output. З'єднуємо їх.

Тепер налаштуємо елемент TCP вказуючи той же порт, а також вибираючи тип даних, які будемо приймати.

Натискаємо Deploy і через пару секунд малинка з'єднається з нашим сервером. Знизу елемента з'явиться напис 'Connected'.

Натиснувши на синю кнопку зліва від елемента Inject, ми відправимо заздалегідь зазначену рядок. З боку сервера перейдіть на вкладку Debug і побачимо наш рядок з текстом .

2.3 Висновки до другого розділу

В розділі «Огляд апаратно-програмної частини» було розглянуто і проаналізовано давачі, які використовуються для розробки «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT», а саме:

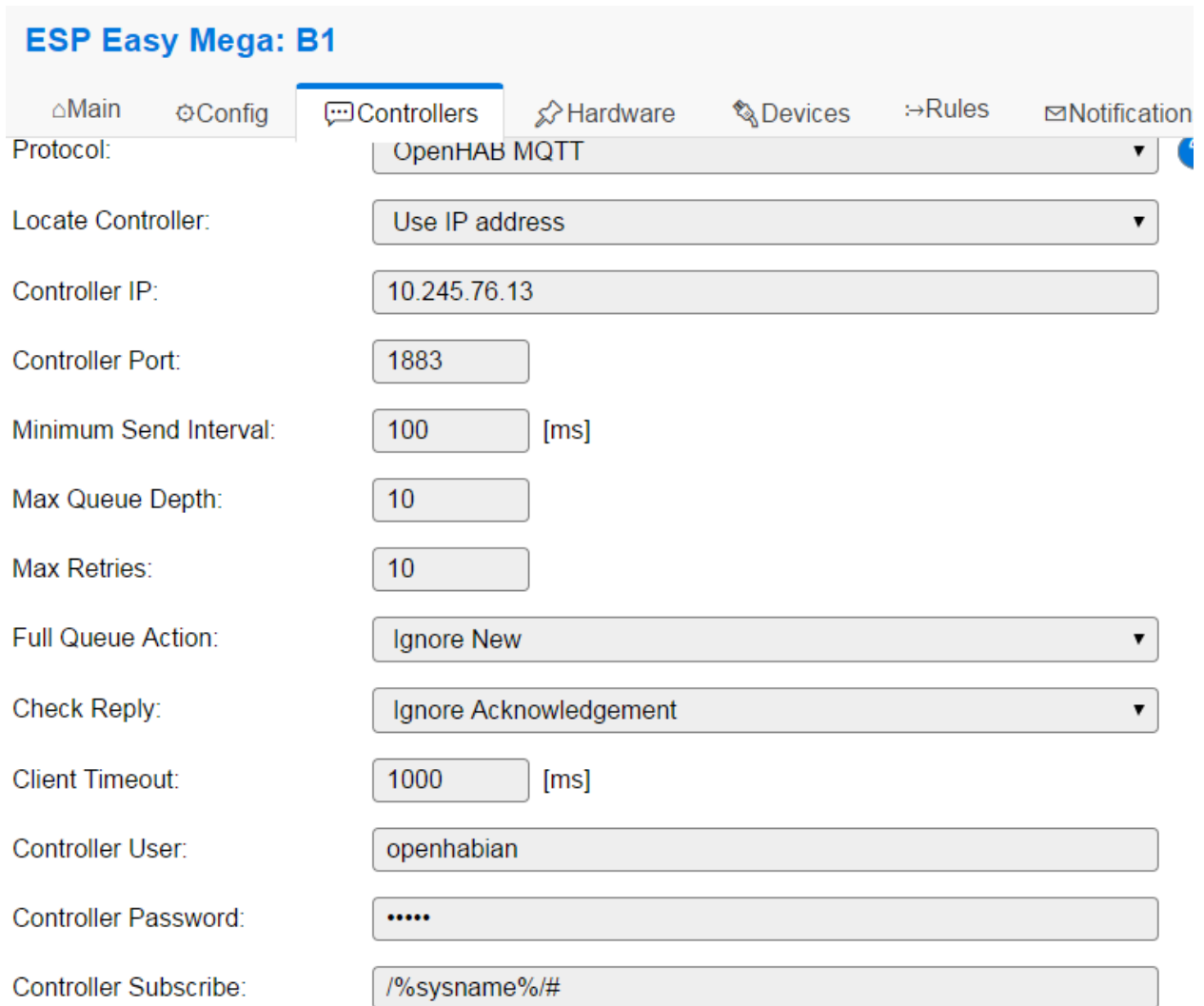
- ESP82 NodeMcu V3.
- Датчик моніторингу вуглекислого газу MH-Z19.
- SHT31 Температура & SHT31-D волога.
- Nova PM датчик пилюки SDS011.

Також було розглянуто і проаналізовано такі програмні середовища як InfluxDB, Node-RED, Grafana. В результаті розроблення другого розділу ми отримали інформаційну базу для створення нашої системи. Володіючи всією інформацією, можна переходити до роботи на апаратною частиною дипломної роботи.

Розділ 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

3.1 Підключення та налаштування датчиків моніторингу повітря

Насамперед підготовлюємо технічні засоби до роботи та підключаємо DHT-11, HDC1080, MH-Z19 та SDS011 до нашого Ардуіно. Після підключення та його перевірки вмикаємо живлення та створюємо власну точку доступу з підключенням до серверу, де задаємо ім'я користувача та свій пароль(див. рисунок 3.1).



ESP Easy Mega: B1

[Main](#)
[Config](#)
[Controllers](#)
[Hardware](#)
[Devices](#)
[Rules](#)
[Notification](#)

Protocol:

Locate Controller:

Controller IP:

Controller Port:

Minimum Send Interval: [ms]

Max Queue Depth:

Max Retries:

Full Queue Action:

Check Reply:

Client Timeout: [ms]

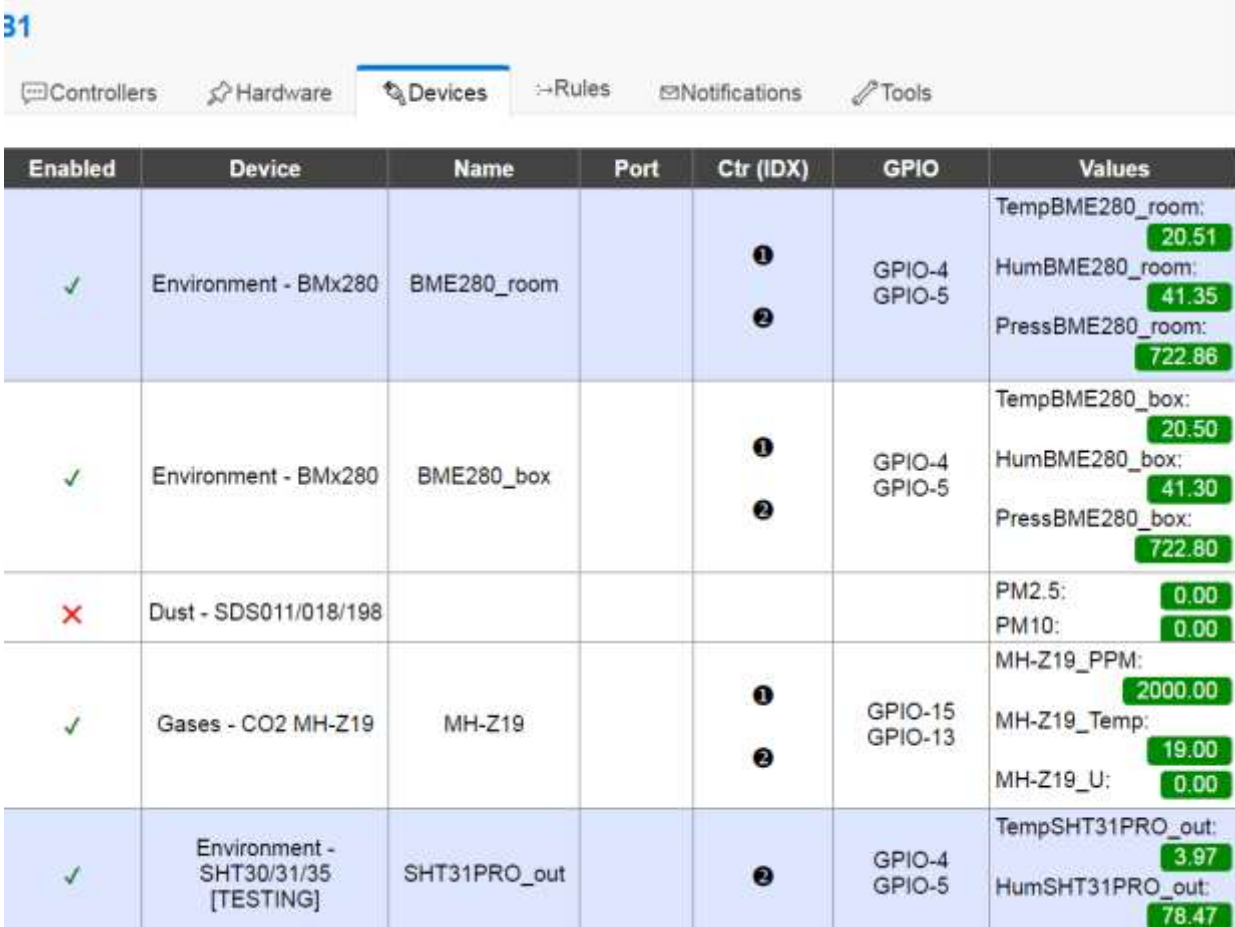
Controller User:

Controller Password:

Controller Subscribe:

Рисунок 3.1 – Створення точки доступу

Створивши точку доступу додаємо та налаштуємо пристрої з яких отримуватимемо покази, відображення значень та їх частоту отримання у даному випадку 60с. та рекомендовано не менше 30с. А також налаштуємо устаткування(див. рисунок 3.2).



Enabled	Device	Name	Port	Ctrl (IDX)	GPIO	Values
✓	Environment - BMx280	BME280_room		1 2	GPIO-4 GPIO-5	TempBME280_room: 20.51 HumBME280_room: 41.35 PressBME280_room: 722.86
✓	Environment - BMx280	BME280_box		1 2	GPIO-4 GPIO-5	TempBME280_box: 20.50 HumBME280_box: 41.30 PressBME280_box: 722.80
✗	Dust - SDS011/018/198					PM2.5: 0.00 PM10: 0.00
✓	Gases - CO2 MH-Z19	MH-Z19		1 2	GPIO-15 GPIO-13	MH-Z19_PPM: 2000.00 MH-Z19_Temp: 19.00 MH-Z19_U: 0.00
✓	Environment - SHT30/31/35 [TESTING]	SHT31PRO_out		2	GPIO-4 GPIO-5	TempSHT31PRO_out: 3.97 HumSHT31PRO_out: 78.47

Рисунок 3.2 – Налаштування пристрою

Після завершення основних налаштувань та частоти їх роботи можемо переходити роботи з веб-ресурсами. Для їх налаштування заходимо у вкладку контролери та обираємо редагування і задаємо необхідний ресурс. Створимо контролер для OpenHAB MQTT(див. рисунок 3.3).

	Nr	Enabled	Protocol	Host	Port
Edit	1	✗	OpenHAB MQTT	io.adafruit.com	1883
Edit	2	✓	OpenHAB MQTT	10.245.76.13	1883

Рисунок 3.3 – Створюємо контролери

Для їх нормального функціонування налаштуємо контролери як зображено на рисунках знизу, лише задаємо власне IP або ресурс(див. рисунок 3.4).

Рисунок 3.4 – Задаємо адрес та вмикаємо контролер

Завершивши налаштування точки переходимо до роботи з базою, для зберігання часових рядів InfluxDB. Запускаємо сервіс(див. рисунок 3.5).

```
sudo systemctl start influxdb
```

Рисунок 3.5 – Запуск InfluxDB

Щоб сервіс працював після перезавантаження вводимо наступну команду(див. рисунок 3.6).

```
sudo systemctl enable influxdb
```

Рисунок 3.6 – Перезавантаження сервісу

Перевіримо чи все пройшло добре, виконавши наступну команду в консолі(див. рисунок 3.7).

```
influx
```

Рисунок 3.7 – Перевірка сервісу

Бачимо наступний результат(див. рисунок 3.8),

```
Connected to http://localhost:8086 version 1.3.5  
InfluxDB shell version: 1.3.5
```

Рисунок 3.8 – Успішне підключення

В свіжій установці InfluxDB не має баз даних, тому потрібно створити її (див. рисунок 3.9),

```
> create database testdb
```

Рисунок 3.9 – Створення бази даних

В результаті ми створили базу даних і у нас вийшов наступний результат(див. рисунок 3.10):

```
> show databases  
name: databases  
name  
----  
_internal  
testdb
```

Рисунок 3.10 – Результат

Вибираємо нашу створену базу даних(див. рисунок 3.11):

```
> use testdb  
Using database testdb
```

Рисунок 3.11 – Вибір бази даних

На цьому завершуємо етап роботи з InfluxDB. Переходимо до етапу роботи з Node-RED. Ми будемо використовувати Node-RED, щоб діяти в якості кінцевої точки для тестових даних, яка буде аналізувати та вводити корисне навантаження в InfluxDB, на який Grafana робитиме запит, щоб створити панель приладів.

Для початку потрібно встановити вузол InfluxDB в Node-RED, це робиться, завдяки тому, що перейшовши на «керувати палітрою» та обравши вкладку «Встановити» та шукаючи «InfluxDB» ми встановимо сам вузол(див. рисунок 3.12).

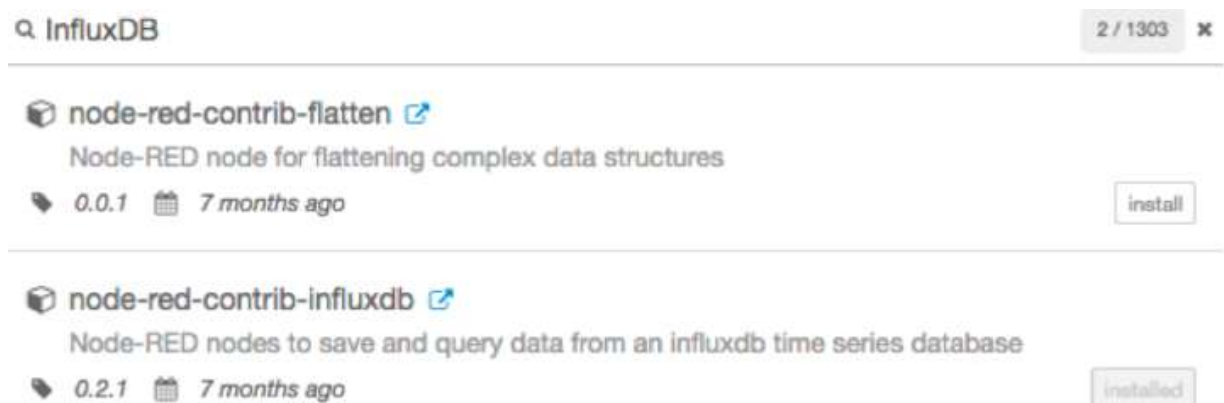


Рисунок 3.12 – вузол InfluxDB в Node-RED

Імпортний потік створює кінцеву точку та функцію вилучення, перетворення та завантаження в InfluxDB. Це потрібно буде оновити, щоб відобразити вашу конфігурацію InfluxDB.

Вузол за замовчуванням `http://127.0.0.1:8086` та ім'я бази даних «testdb» (див. рисунок 3.13).

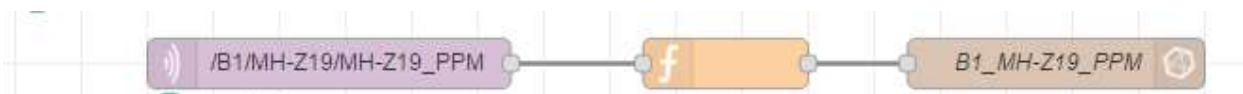


Рисунок 3.13 – Приклад створення передачі даних

Згідно наведено прикладу проводимо створення передачі даних для всіх показників(див. рисунок 3.14).



Рисунок 3.14 – Передача даних

3.2 Візуалізація даних по показникам якості повітря

Починаємо налаштовувати дашборд в Grafana.Для цього потрібно зробити наступне.Запускаємо Grafana(див. рисунок 3.15).

```
sudo service grafana-server start
```

Рисунок 3.15 – Запуск Grafana

За замовчуванням Grafana запуситься на порту 3000.Переходимо в браузері на <http://host:3000/login>, і бачимо вікно(див. рисунок 3.16):

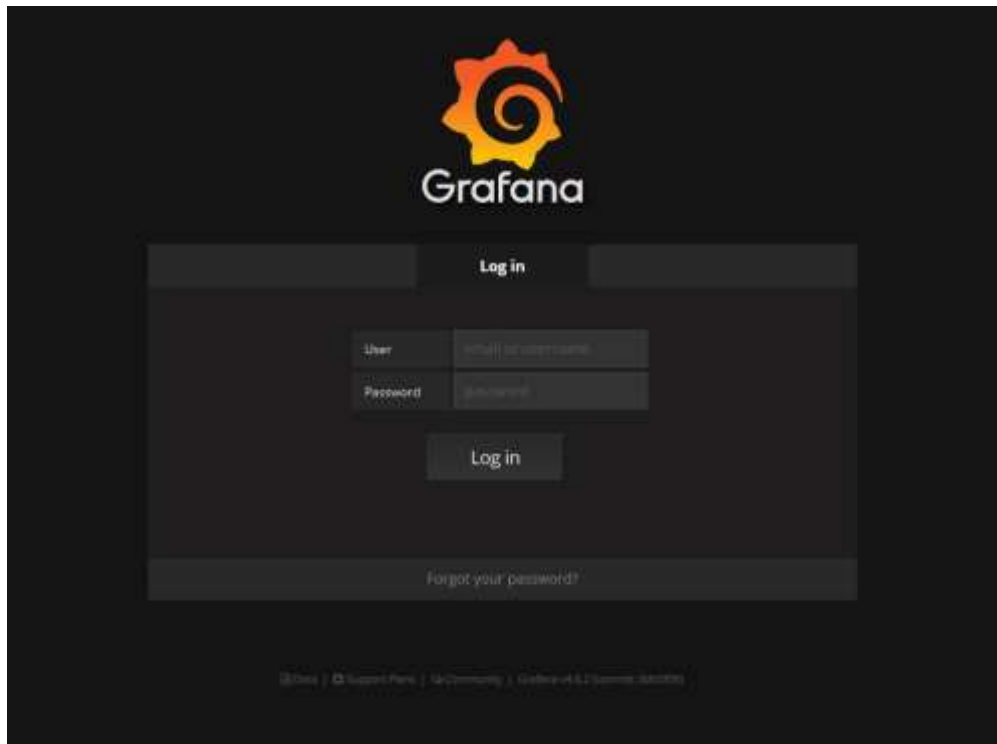


Рисунок 3.16 – Домашня сторінка сервісу

Заходимо до головного меню Grafana та вибираємо джерела даних. Додаємо нове джерело даних(див. рисунок 3.17):

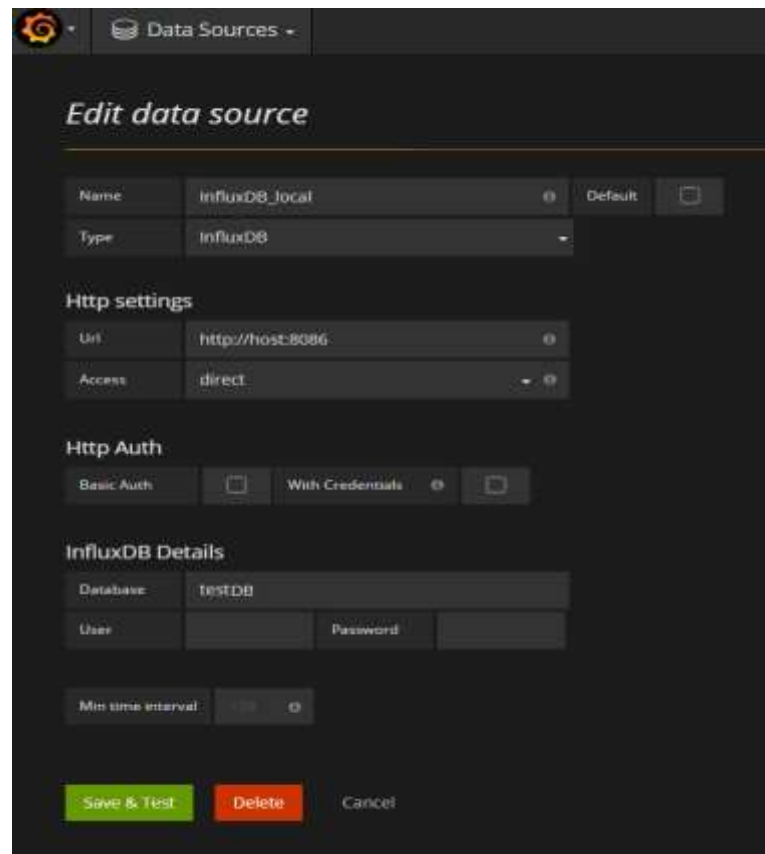


Рисунок 3.17 – Налаштування джерела даних

На панелі приладів за замовчуванням буде назва "TestDB", тому натискаємо кнопку «Імпортувати», для того, щоб продовжити.

Оскільки в InfluxDB є дані, то далі нам потрібно створити дашборд і провести його налаштування. Повертаємось на домашню сторінку і натискаємо кнопку New dashboard і заповнюємо його (див. рисунок 3.18):

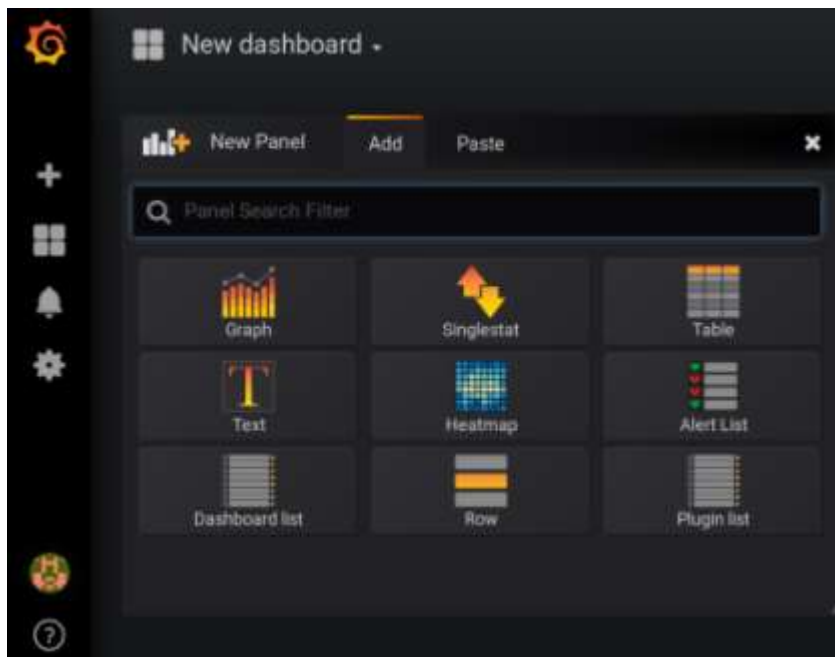


Рисунок 3.18 – Створення та заповнення нового дашборда

Обираємо і натискаємо на функцію «Graph». Після цього пустий графік буде добавлено в робочу область панелі(див. рисунок 3.19).

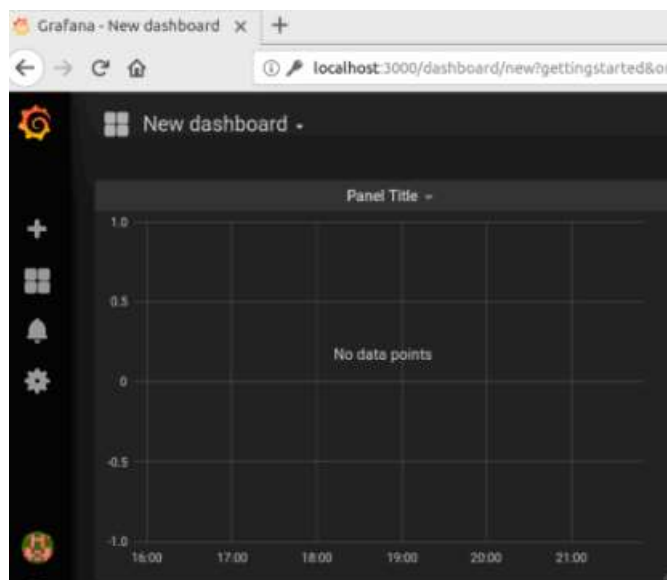


Рисунок 3.19 – Віджет «Graph»

Натискаємо на стрілочку біля його заголовку і обираємо в відкритому меню Edit (див. рисунок 3.20).

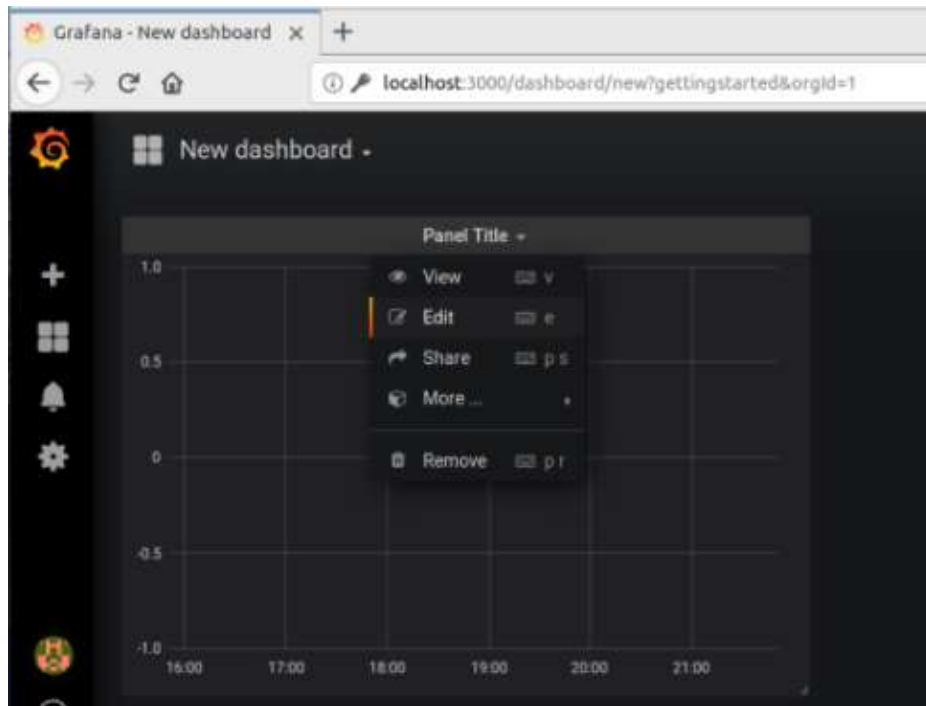


Рисунок 3.20 – Редагування графіку

Заповнюємо всі необхідні дані, для того, щоб графік зміг користуватись накопиченими даними з нашої бази даних (див. рисунок 3.21).

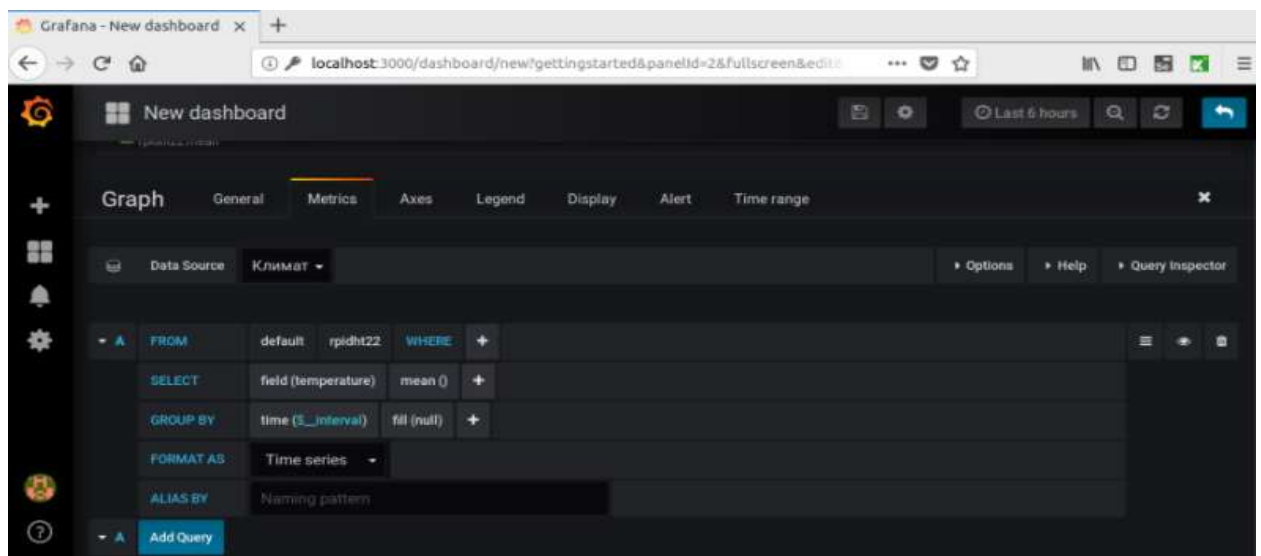


Рисунок 3.21 – Редагування графіку

Обираємо період часу за який ми хочемо побачити показники моніторингу. Як наведено на рисунку 3.22 ми обираємо проміжок часу між даним моментом і протягом одинадцяти днів. Окрім наведеного прикладу ми

також зробимо вибірки: три дні; один день і один місяць, щоб побачити як зміняться показники з різними проміжками часу.

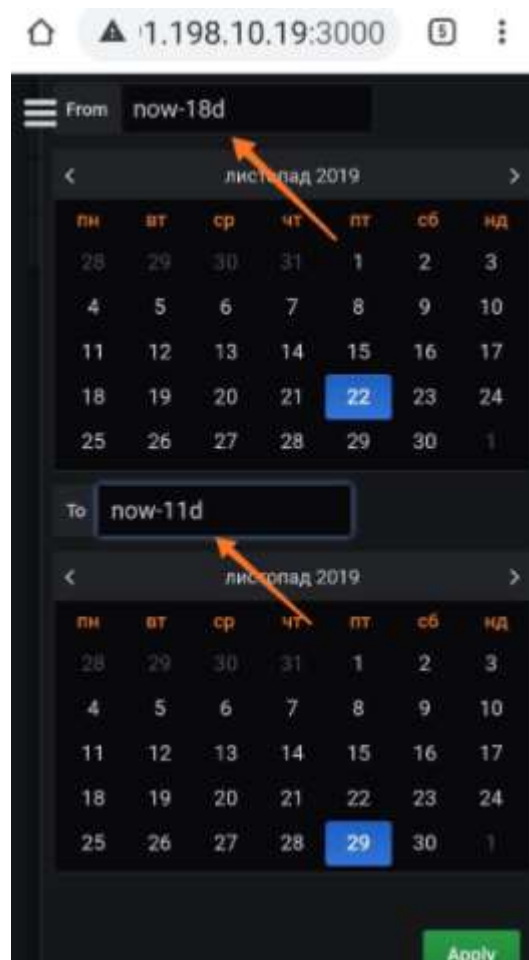


Рисунок 3.22 – Вибраний період часу для показників

Після всіх необхідних налаштувань у нас вийшов наступний результат:

- Показник температури

На рисунку 3.23 показані показники температури за останні одинадцять днів. На рисунку 3.24 показані показники температури за останні три дні. На рисунку 3.25 показані показники температури за один день і на рисунку 3.26 показані показники температури за останній місяць.

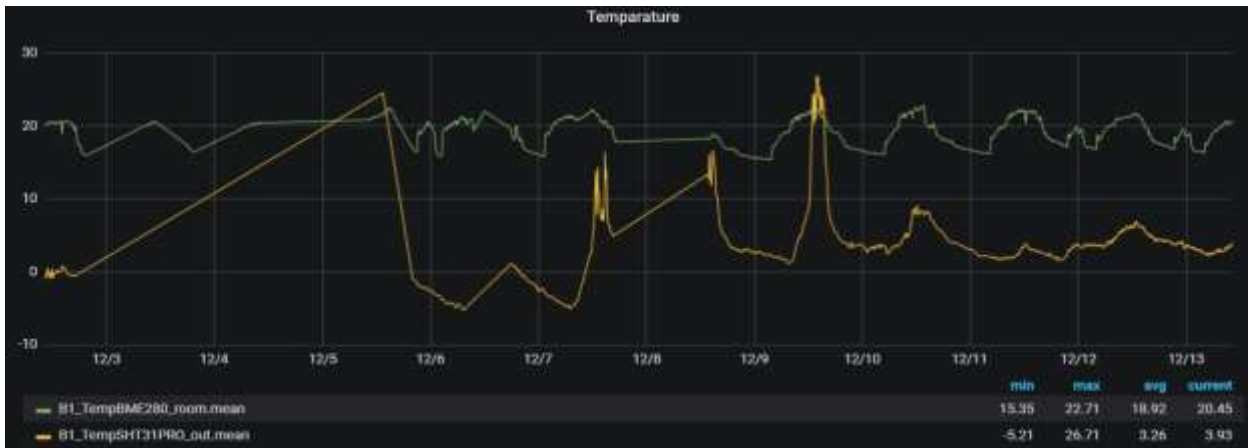


Рисунок 3.23 – Показник температури за певну кількість часу

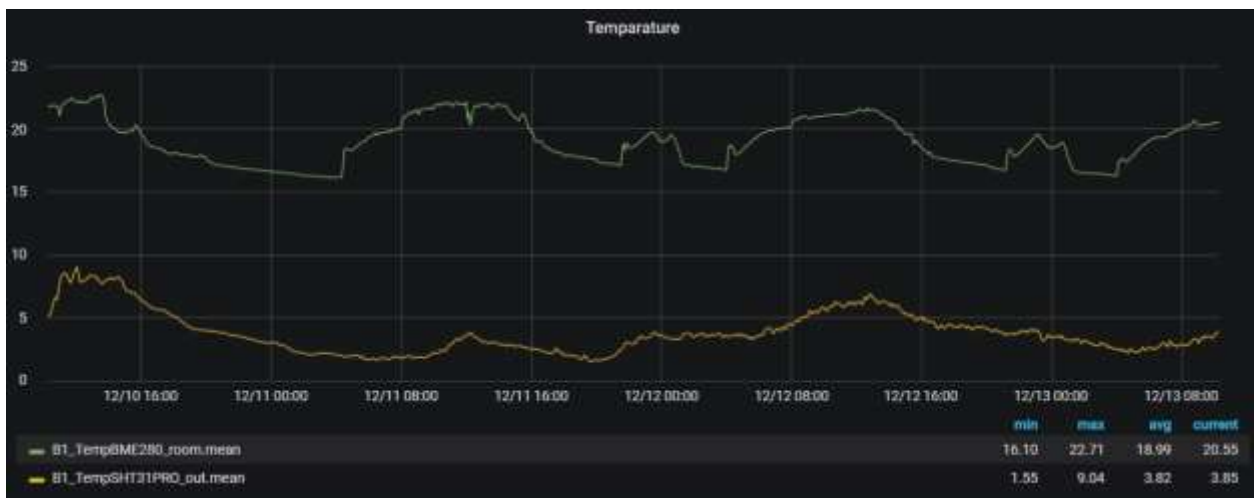


Рисунок 3.24 – Показник температури за останні три дня

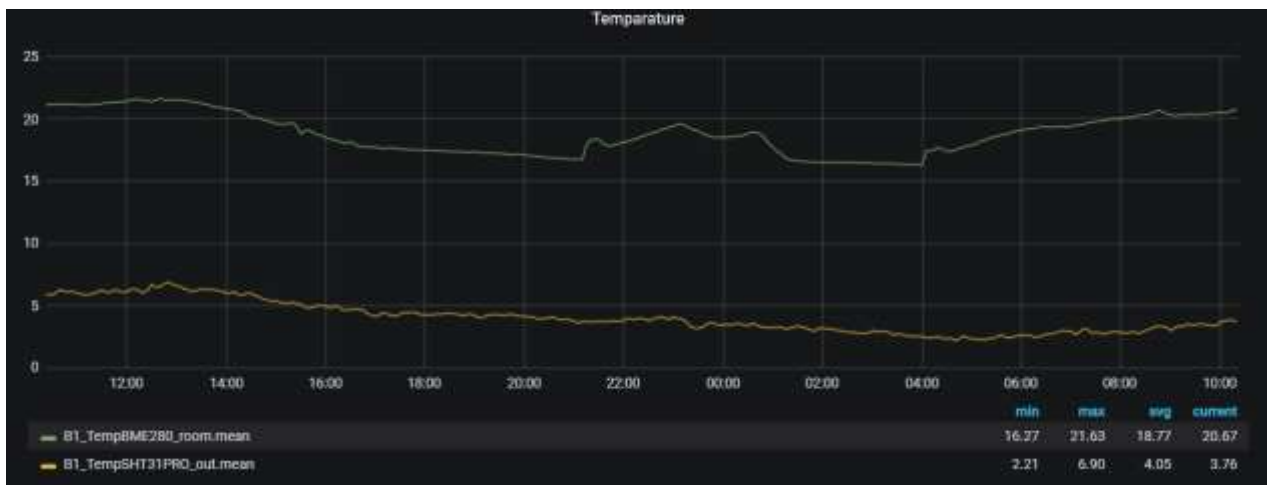


Рисунок 3.25 – Показник температури за один день

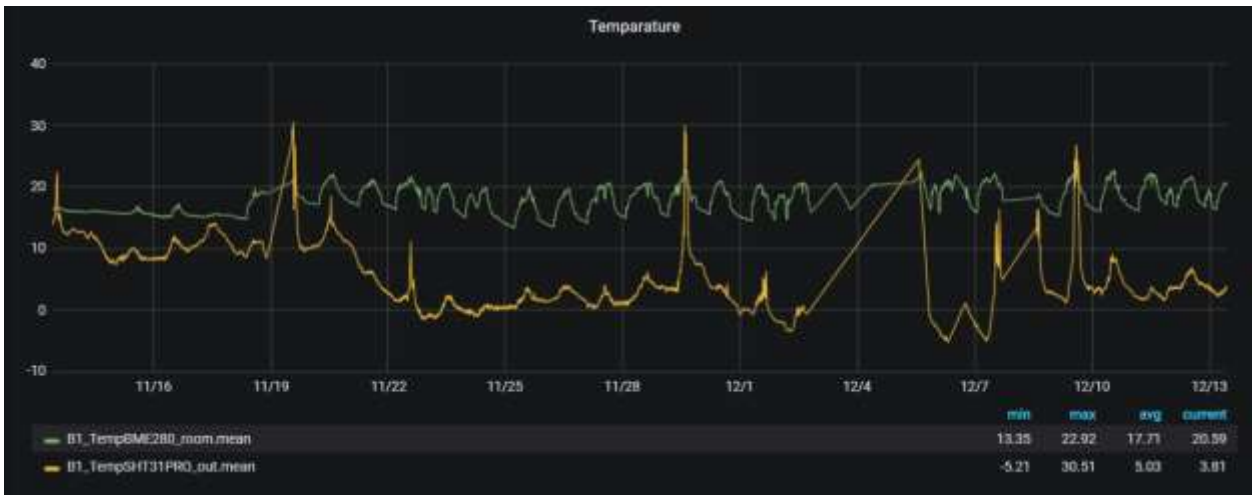


Рисунок 3.26 – Показник температури за останній місяць

- Показник вологості.

На рисунку 3.27 показані показники вологості за останні одинадцять днів. На рисунку 3.28 показані показники вологості за останні три дні. На рисунку 3.29 показані показники вологості за один день і на рисунку 3.30 показані показники вологості за останній місяць.



Рисунок 3.27 – Показник вологості за останній одинадцять днів



Рисунок 3.28 – Показник вологості за останні три дня



Рисунок 3.29 – Показник вологості за останній день



Рисунок 3.30 – Показник вологості за останній місяць

- Показник тиску.

На рисунку 3.31 показані показники тиску за останні одинадцять днів. На рисунку 3.32 показані показники тиску за останні три дня. На рисунку

3.33 показані показники тиску за один день і на рисунку 3.34 показані показники тиску за останній місяць.



Рисунок 3.31 – Показник тиску за останні одинадцять днів

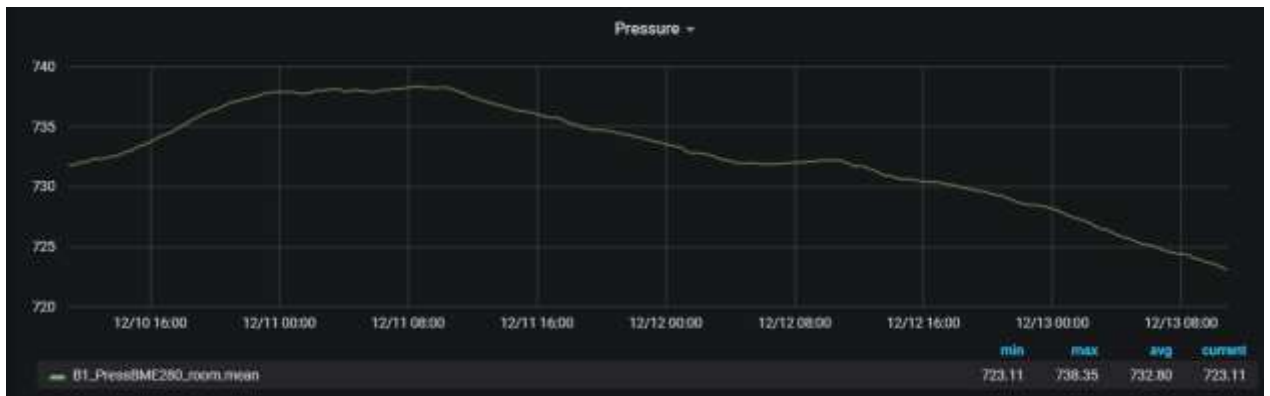


Рисунок 3.32 – Показник тиску за останні три дня

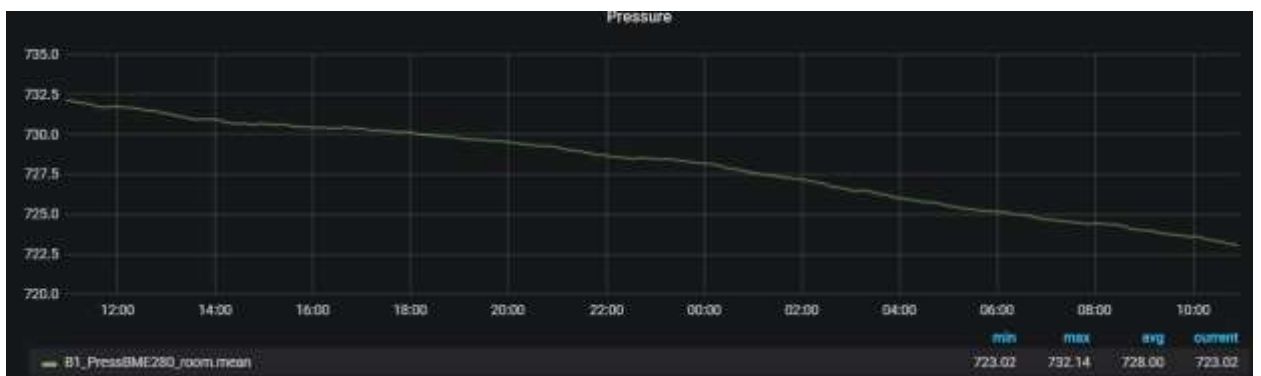


Рисунок 3.33 – Показник тиску за останній день

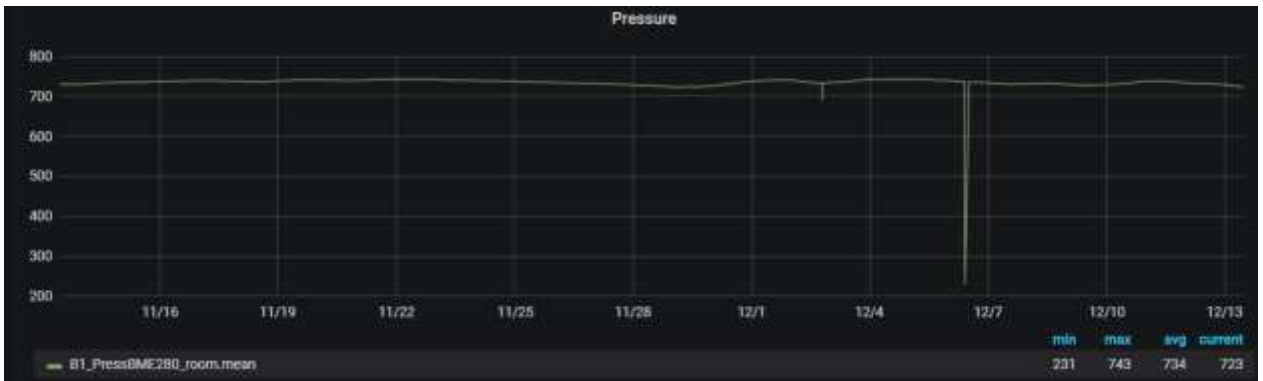


Рисунок 3.34 – Показник тиску за останній місяць

- Показник CO₂.

На рисунку 3.35 показані показники CO₂ за останні одинадцять днів. На рисунку 3.36 показані показники CO₂ за останні три дні. На рисунку 3.37 показані показники CO₂ за один день і на рисунку 3.38 показані показники CO₂ за останній місяць.

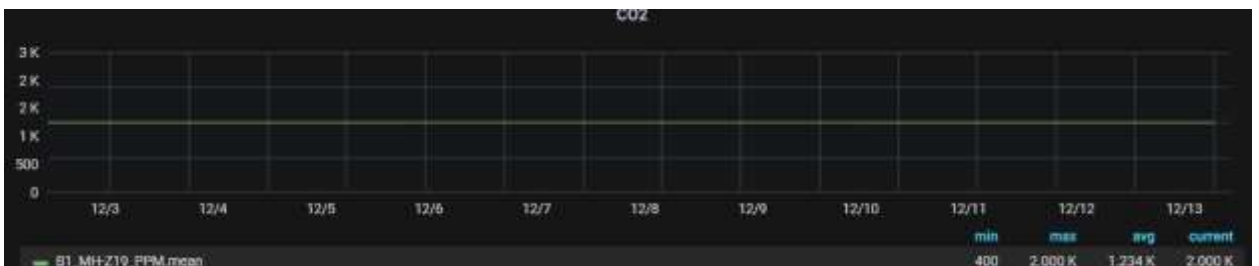


Рисунок 3.35 – Показник CO₂ за останні одинадцять днів

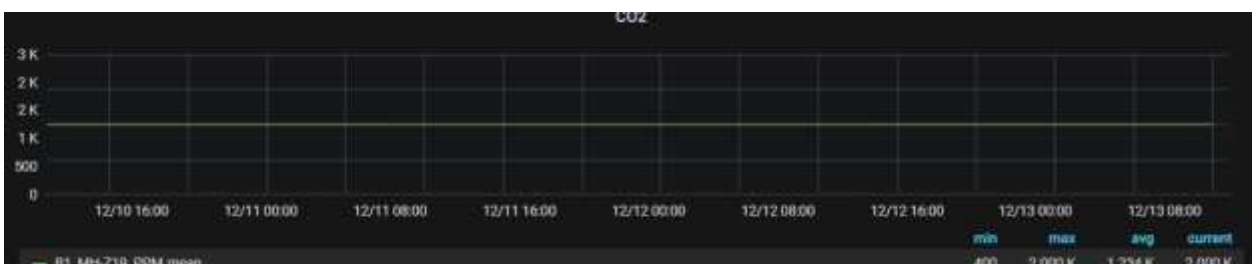


Рисунок 3.36 – Показник CO₂ за останні три дні

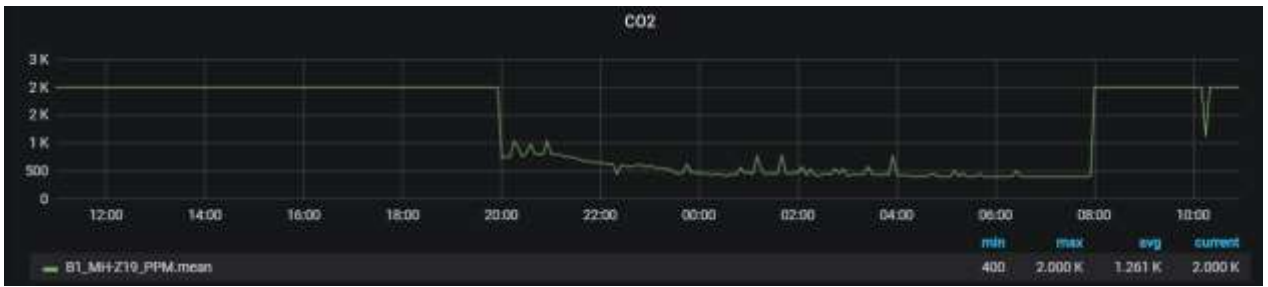


Рисунок 3.37 – Показник CO₂ за останній день



Рисунок 3.38 – Показник CO₂ за останній місяць

- Показник пилуки.

На рисунку 3.39 показані показники пилуки за останній день.

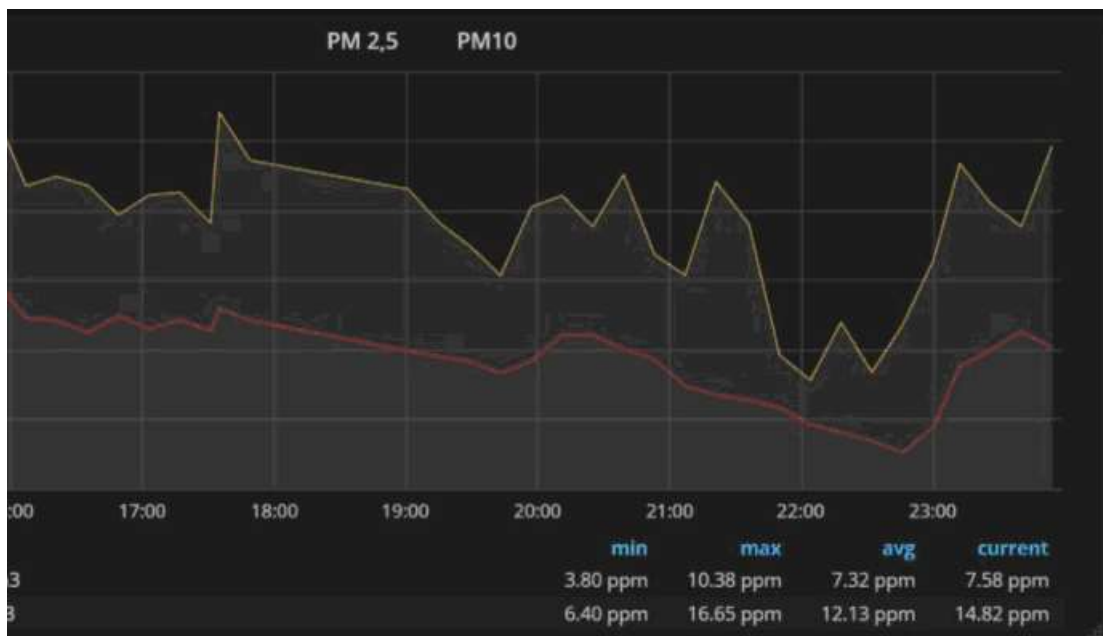


Рисунок 3.39 – Показники пилуки за останній день

3.3 Висновки до третього розділу

В розділі розробка програмного забезпечення обробки результатів спостережень було розглянуто два питання, а саме :

- Підключення та налаштування датчиків моніторингу повітря
- Візуалізація даних по показникам якості повітря

В ході виконання даного розділу було проведено підключення і налаштування датчиків моніторингу повітря за допомогою таких сервісів як EAP Easy Mega, InfluxDB та Node-RED, а також була проведена візуалізація даних по показникам якості повітря за допомогою сервісу Grafana.

РОЗДІЛ 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис протоколу MQTT для обміну між давачами IoT

MQTT або Message Queue Telemetry Transport – це легкий, компактний і відкритий протокол обміну даними створений для передачі даних на віддалених локаціях, де потрібно невеликий розмір коду і є обмеження по пропускній здатності каналу(див. рисунок 4.1). Перераховані вище переваги дозволяють застосовувати його в системах M2M і IoT.

Також існує версія протоколу MQTT-SN (MQTT for Sensor Networks), раніше відома як MQTT-S, яка призначена для вбудованих бездротових пристроїв без підтримки TCP/IP мереж, наприклад, Zigbee. Основні особливості протоколу MQTT:

- Асинхронний протокол.
- Компактні повідомлення.
- Робота в умовах нестабільного зв'язку на лінії передачі даних.
- Підтримка декількох рівнів якості обслуговування (QoS).

Протокол MQTT працює на прикладному рівні поверх TCP/IP і використовує за замовчуванням 1883 порт (8883 при підключенні через SSL).

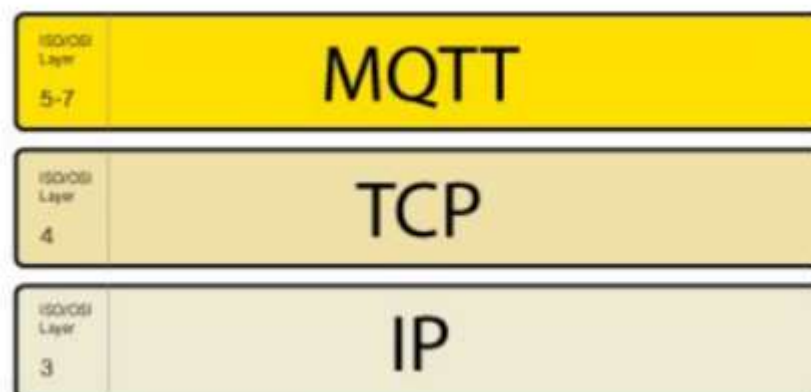


Рисунок 4.1 – Рівні роботи MQTT, TCP, IP

Шаблон публікації/підписки (також відомий як pub/sub) надає альтернативу традиційній архітектурі клієнт-сервер. У моделі клієнт-сервер клієнт спілкується безпосередньо з кінцевою точкою.

Семантика топиків. Топіки представляють собою символи з кодуванням UTF-8. Ієрархічна структура топиків має формат «дерева», що спрощує їх організацію та доступ до даних. Топіки складаються з одного або декількох рівнів, які розділені між собою символом «/». Приклад топика в який датчик температури, розташований в спальній кімнаті публікує дані брокеру:

```
/ Home / living-space / living-room1 / temperature
```

Користувач може отримувати дані відразу з декількох топиків, для цього існують wildcard. Вони бувають двох типів: однорівневі і багаторівневі. Для більш простого розуміння розглянемо в прикладах кожен з них: Однорівневий wildcard. Для його використання застосовується символ «+» Наприклад, нам необхідно отримати дані по температурі у всіх спальних кімнатах:

```
/ home / living-space / + / temperature
```

В результаті отримуємо дані з топиків:

```
/ Home / living-space / living-room1 / temperature
```

```
/ Home / living-space / living-room2 / temperature
```

```
/ Home / living-space / living-room3 / temperature
```

Багаторівневий wildcard. Для його використання застосовується символ «#» Наприклад, щоб отримати дані з різних датчиків всіх спалень в будинку:

```
/ home / living-space / #
```

В результаті отримуємо дані з топиків:

```
/ Home / living-space / living-room1 / temperature
```

```
/ Home / living-space / living-room1 / light1
```

```
/ Home / living-space / living-room1 / light2
```

```
/ Home / living-space / living-room1 / humidity
```

```
/ Home / living-space / living-room2 / temperature
```

/ Home / living-space / living-room2 / light1

Структура повідомлень MQTT повідомлення складається з декількох частин (див. рисунок 4.2):

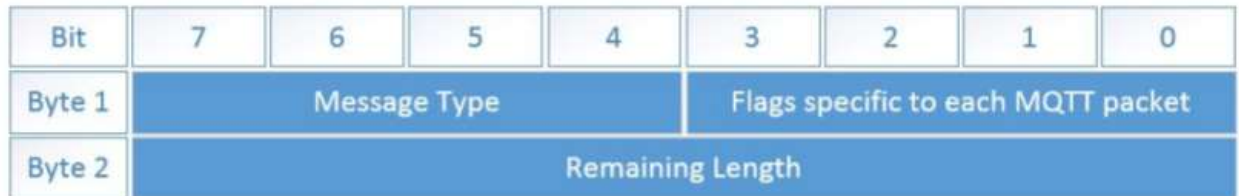


Рисунок 4.2 – Структура повідомлення

Message Type – це тип повідомлення, наприклад: Connect, Subscribe, Publish і інші.

Remaining Length – представляє довжину данного повідомлення може займати від 1 до 4 байта.

Прапори. Чотири старших біта першого байта фіксованого заголовка відведені під спеціальні прапори (див. рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Прапори повідомлень

DUP – прапор дубліката встановлюється, коли клієнт здійснює повторну відправку пакета (використовується в типах Publish, Subscribe, Unsubscribe, Pubrel). При встановленому прапорі змінний заголовок повинен містити Message ID . QoS – якість обслуговування (0,1,2). При публікації даних з встановленим прапором retain, клієнт збереже його. При наступній підписці на цей топик клієнт негайно відправить повідомлення з цим прапором. Використовується тільки в повідомленнях з типом Publish. Рівень

якості обслуговування (QoS) – це угода між відправником повідомлення та одержувачем повідомлення, що визначає гарантію доставки для конкретного повідомлення. У MQTT є 3 рівня QoS:

- Не більше одного разу (0).
- Принаймні один раз (1).
- Точно один раз (2).

Змінний заголовок міститься в деяких заголовках.

У ньому містяться такі дані:

- Packet identifier – ідентифікатор пакета, присутній у всіх типах повідомлень, крім: Connect, Connack, Publish (з QoS<1), Pingreq, Pingresp, Disconnect.

- Protocol name – назва протоколу (тільки в повідомленнях типу Connect).

- Protocol version – версія протоколу (тільки в повідомленнях типу Connect).

- Connect flags – прапори вказують на поведінку клієнта при підключенні.

User name – при наявності цього прапора в «навантаження» має бути вказано ім'я користувача (використовується для аутентифікації клієнта)
 Password – при наявності цього прапора в «навантаження» повинен бути вказаний пароль (використовується для аутентифікації клієнта). Will Retain – при установці клієнт зберігає у себе Will Message. Will QoS – якість обслуговування для Will Message, при встановленому прапорі Will Flag, Will QoS і Will retain є обов'язковими. Will Flag – при встановленому прапорі, після того, як клієнт відключиться від брокера без відправлення команди Disconnect (у випадках непередбачуваного обриву зв'язку і т.д.), клієнт сповістить про це всіх підключених до нього клієнтів через так званий Will Message. Clean Session – очистити сесію. Session Present – застосовується в повідомленні з типом Connack.

4.2 Робота MQTT-клієнта Mosquito

Для одноплатних комп'ютерів на Linux існує декілька MQTT клієнтів. Одним з найпопулярніших є Mosquitto.

Насамперед перед початком установки нам необхідно оновити систему. Щоб підключити Mosquito вводимо:

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

На жаль, звичайні бібліотеки 'apt-get' Raspberry Pi (Orange Pi) не містять останню версію Mosquitto software. Тому перед установкою нам потрібно буде оновити бібліотеки. Якщо на сервері буде встановлена не остання версія клієнта, то можуть з'являтися помилки в процесі роботи. Додаємо ключ і оновлюємо репозиторій. Вводимо ці рядки по черзі.

```
Sudo wget http://repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-repo.gpg.key  
sudo apt-key add mosquitto-repo.gpg.key  
cd /etc/apt/sources.list.d/  
sudo wget http: //repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-jessie.list  
sudo apt-get update
```

Встановлюємо MQTT клієнт (сервер):

```
sudo apt-get install mosquitto
```

Після установки mosquitto сервер буде автоматично запускатися при завантаженні системи.

Після установки сервер MQTT відразу запускається. Нам необхідно зупинити його, щоб зробити наступне налаштування.

```
Sudo /etc/init.d/mosquitto stop
```

Проводимо настройки. Відкриваємо файл налаштувань.

```
sudo nano /etc/mosquitto/mosquitto.conf
```

і замінюємо його вміст на наступне:

Лістинг 4.1 – Налаштування MQTT клієнта Mosquitto

```
# Place your local configuration in /etc/mosquitto/conf.d/
#
# A full description of the configuration file is at
# /usr/share/doc/mosquitto/examples/mosquitto.conf.example
pid_file /var/run/mosquitto.pid
persistence true
persistence_location /var/lib/mosquitto/
log_dest topic
log_type error
log_type warning
log_type notice
log_type information
connection_messages true
log_timestamp true
include_dir /etc/mosquitto/conf.d
```

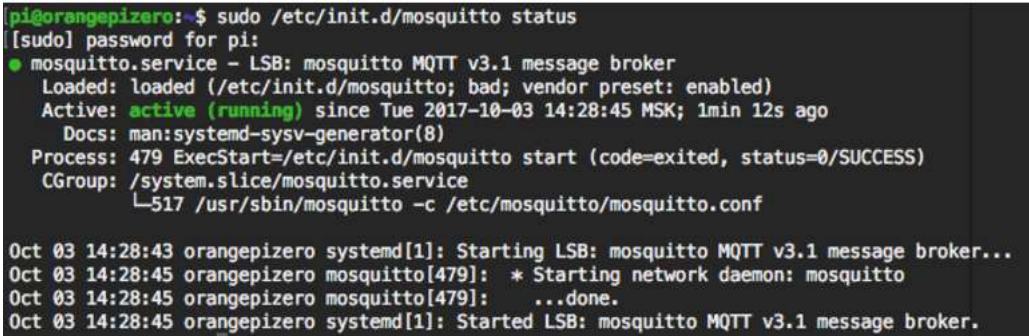
Зберігаємо і закриваємо програму nano й виходимо назад в термінал (ctrl+o, Enter, ctrl+x). Запускаємо сервер MQTT

```
sudo /etc/init.d/mosquitto start
```

Перевіряти статус MQTT клієнта завжди можна через термінал:

```
sudo /etc/init.d/mosquitto status
```

Після цієї команди в терміналі буде показана докладна інформація про стан сервера (див. рисунок 4.4).



```
pi@orangepizero:~$ sudo /etc/init.d/mosquitto status
[sudo] password for pi:
● mosquitto.service - LSB: mosquitto MQTT v3.1 message broker
   Loaded: loaded (/etc/init.d/mosquitto; bad; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Tue 2017-10-03 14:28:45 MSK; 1min 12s ago
     Docs: man:systemd-sysv-generator(8)
  Process: 479 ExecStart=/etc/init.d/mosquitto start (code=exited, status=0/SUCCESS)
   CGroup: /system.slice/mosquitto.service
           └─517 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

Oct 03 14:28:43 orangepizero systemd[1]: Starting LSB: mosquitto MQTT v3.1 message broker...
Oct 03 14:28:45 orangepizero mosquitto[479]: * Starting network daemon: mosquitto
Oct 03 14:28:45 orangepizero mosquitto[479]:   ...done.
Oct 03 14:28:45 orangepizero systemd[1]: Started LSB: mosquitto MQTT v3.1 message broker.
```

Рисунок 4.4 – Статус сервера MQTT

4.3 Висновок до 4 розділу

В спеціальній частині було розглянуто питання «Протокол MQTT для обміну даними між давачами IoT» та «Робота MQTT-клієнта Mosquitto».

В результаті аналізу даних питань було отримано наступний результат:

За допомогою протоколу MQTT в дипломній роботі проводиться передача даних між давачами екомоніторингу повітря і сервером на який, ці дані відсилаються.

MQTT-клієнт Mosquitto є найпопулярнішим клієнтом для роботи на Linux. У нього є безліч переваг, саме тому перевага була надана йому.

РОЗДІЛ 5 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Головною метою розділу є обґрунтування економічної ефективності створення «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT».

Щоб виконати оцінку економічної ефективності необхідно розрахувати трудомісткість реалізації проекту, витрати на оплату праці найманим працівникам, витрати апаратного і програмного забезпечення, амортизаційні відрахування, витрати енергоресурсів та інші витрати які є основними пунктами виконання обчислень, а також показники економічної ефективності розробки проекту.

5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Реалізація проекту «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» складається з низки послідовних та взаємопов'язаних етапів.

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Реалізація «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» складається із підготовчого етапу, етапу технічної пропозиції, створення технічного завдання, проектування системи, практичної реалізації, тестування, верифікації та заключного етапу.

Норми часу на виконання науково-дослідницької роботи розраховуватимуться на основі середнього часу виконання стадії в годинах, що наведені в таблиці 5.1 разом із інформацією про виконавців і сумарною кількості затраченого часу.

Таблиця 5.1 – Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Підготовча стадія	Проектний менеджер	5
		Інженер-програміст	5
2	Технічна пропозиція	Проектний менеджер	5
		Інженер-програміст	5
3	Створення технічного завдання	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	10
4	Проектування системи	Інженер-програміст	20
5	Практична реалізація	Інженер-програміст	135
6	Тестування системи	Тестувальник	20
7	Верифікація системи	Тестувальник	7
		Інженер-програміст	7
		Проектний менеджер	7
8	Створення документації	Інженер-програміст	20
9	Заключна стадія	Проектний менеджер	10
Разом			266

В підсумку на реалізацію проекту «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» необхідно 266 людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи прямо залежить від кількості витраченого працівниками часу на роботу, ставки в годину чи місяць, кількість відрахувань на соціальні заходи встановлених в законному порядку на час розрахунку.

В результаті розрахунку потрібно визначити основну та додаткову заробітну плату, витрати на соціальні заходи та на основі цих даних визначити сумарні витрати на оплату праці.

Основна заробітна плата нараховується за виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Наймані працівники для розробки «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» працюють згідно контракту, в якому вказано їхню погодинну ставку. Тобто розрахунок заробітної плати працівників відбуватиметься на базі тарифної ставки та кількості відпрацьованих годин.

У штаті найманих працівників для розробки інформаційної системи залучено проектного менеджера, інженера-програміста і тестувальника.

Тарифні ставки учасників процесу розробки інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів:

- Проектний менеджер – 150 грн./год.
- Інженер-програміст – 130 грн./год.

– Тестувальник – 100 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 5.1:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_g, \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_g – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою 5.1;

$$Z_{осн.} = 150 \cdot 37 + 130 \cdot 202 + 100 \cdot 27 = 34510 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати й визначається за формулою 5.2.

Коефіцієнт додаткових виплат працівникам становить 0,1.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{допл.} \quad (5.2)$$

де $K_{допл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам

$$Z_{дод.} = 34510 \cdot 0,1 = 3451 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці (фонд заробітної плати) визначаються за формулою 5.3:

$$V_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.} \quad (5.3)$$

$$V_{о.п.} = 34510 + 3451 = 37961 \text{ грн.}$$

З цієї суми утримуються обов'язкові відрахування на заробітну плату:

– Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), що становить 22%;

– Військовий збір (ВЗ), що становить 1,5%;

Сума відрахувань становить 23,5% від фонду оплати праці та визначається за формулою 5.4:

$$\text{Вс.з.} = \text{Фоп} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де Фоп – фонд оплати праці, грн.

$$\text{Вс.з.} = 37961 \cdot 0,235 = 8920,83$$

Усі витрати обчислюються за формулою 5.5:

$$\text{Взп} = \text{ФЗП} + \text{ФОП} \quad (5.5)$$

$$\text{Взп} = 34510 + 8920,83 = 43430,83 \text{ грн.}$$

Опираючись на розрахунки витрат на оплату видно, що всього витрати на плату праці становлять 43430,83 грн.

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати є невід’ємною частиною розробки «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» та визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни за формулою 5.6:

$$M_{vi} = q_i \cdot p_i, \quad (5.6)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 5.7:

$$\text{Зм.в.} = \sum \text{Мві} . \quad (5.7)$$

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків матеріальних витрат.

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. Виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	Датчик вуглекислого газу MH-Z19	шт.	1	475	475
2	Безпроводний модуль NodeMcu	шт.	1	92,25	92,25
3	Датчик температури та вологості SHT31-D	шт.	1	182,25	182,25
4	Nova PM сенсор SDS011 Датчик якості повітря	шт.	1	434,00	434,00
5	Greatzt NodeMcu	шт.	1	75,75	75,75
6	HDC1080 CCS811 Чадний газ	шт.	1	250,00	250,00
7	Мобільна плата для Raspberry Pi WEMOS ESP32 ESP32S	шт.	1	39,00	39,00
Всього					1548,25

Згідно проведених розрахунків, матеріальні витрати становлять 1548,25 грн.

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Однією із статей витрат є витрати на електроенергію під час проходження усіх етапів реалізації кінцевого продукту.

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою 5.8:

$$Z_v = W \cdot T \cdot S, \quad (5.8)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,42 грн.

Потужність комп'ютерів для реалізації кінцевого продукту – 400 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно табл. 5.1 – 266 годин.

Визначимо витрати на електроенергію згідно формули 5.11:

$$Z_v = 0,4 \cdot 266 \cdot 2,42 = 257,48 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію становлять 257,48 грн.

5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Для будь якої діяльності характерною є властивість зношування на зниження якості властивостей інструментарію та фондів за допомогою яких ведеться діяльність.

Для вирішення проблеми із відновленням даних фондів використовується амортизація, що являє собою процес трансформації вартості основних фондів на вартість продукції, яка щойно була створена, задля повного відновлення основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань використовується формула 5.8:

$$A = Bв \cdot На / 100\% \quad (5.9)$$

де, Бв – балансова вартість обладнання, грн;

На– норма амортизаційних відрахувань в рік, %;

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Річний робочий фонд становитиме 2352 годин, так як робочий день становить 8 годин, а кількість робочих днів в місяці становить 24,5 годин.

Для даної розробки засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 18500 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 18500 \cdot 5\% / 100\% = 925 \text{ грн.}$$

Згідно проведених обчислень амортизаційні відрахування становлять 925 грн.

5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$Нв = Во.п. \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.10)$$

де Нв – накладні витрати.

Отже, накладні витрати становлять згідно формули 5.10:

$$Нв = 37961 \cdot 0,2 = 7592,2 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 7592,2 грн.

5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	43430,83	70,8
Відрахування на соціальні заходи	8920,83	14,6
Матеріальні витрати	1548,25	0,3
Витрати на електроенергію	257,58	0,4
Амортизаційні відрахування	925	1,5
Накладні витрати	7535	12,4
Собівартість	60843,66	100

Собівартість (Св) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$Св = Во.п. + Вс.з. + Зм.в. + Зв + А + Нв . \quad (5.11)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$Св = 43430 + 8920,83 + 1548,25 + 257,58 + 925 + 7535 = 62616,66 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 62616,66 грн.

5.8 Розрахунок ціни програмного продукту

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{Св*(1+Ррен)+К*Вн.і.}{К} * (1+ПДВ) \quad (5.12)$$

Де, Ррен. – рівень рентабельності, 30 %; К – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); Вн.і. – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); ПДВ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти К та Ві.н, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = 62616,66 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 97681,98 \text{ грн.}$$

Звідси ціна на роботу складе 99555,98 грн.

Загальний розрахунок ціни програмного продукту становить 97681,98 грн.

5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність (Ер) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \Pi / C_v \quad (5.13)$$

де Π – прибуток; C_v – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = \Pi - C_v . \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 97681,98 - 62616,66 = 35065,32 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \Pi / C_v \quad (5.15)$$

Тоді,

$$E_p = 35065,32 / 62616,66 = 0,56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = 1 / E_p \quad (5.16)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,78 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 35065 грн., економічна ефективність дорівнює 0,56, а термін окупності становить 1,78 роки що вважається доцільним та економічно вигідним.

5.10 Висновки до п'ятого розділу

В розділі було розраховано основні техніко-економічні показники побудови інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою IoT (див. таблиця 5.4).

Орієнтоване значення економічної ефективності становить 0,56 що є достатньо високим значенням.

Період окупності повинен варіюватися від 1 до 3 років, тоді розвиток вважається доцільним та економічно вигідним. Термін окупності даної роботи становить 1,78 років.

Таблиця 5.4 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	62616,66
2.	Плановий прибуток, грн.	35065,32
3.	Ціна, грн.	97681,98
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,78

На основі проведених обрахунків можна зробити висновок, що створення «Інформаційної технології екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT» є доцільним у зв'язку з невеликим терміном окупності та великим обсягом планового прибутку.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз міжнародних стандартів з охорони праці

Право на охорону праці належить до невід'ємних прав людини, записаних у фундаментальних міжнародних документах, таких, як Загальна декларація прав людини ООН (1948 р.) та Міжнародний пакт ООН про економічні, соціальні та культурні права 1976 р.

У глобальній стратегії ВООЗ «Охорона праці для всіх» пропонуються такі напрями роботи з охорони праці:

- уникнення ризиків (профілактика);
- безпечні технології;
- оптимізація умов праці;
- інтеграція виробництва та роботи з охорони праці;
- основна відповідальність роботодавця та підприємця за охорону праці на робочому місці;
 - визнання особистої зацікавленості працівника в забезпеченні охорони праці;
 - співпраця роботодавців та працівників на рівних засадах;
 - право участі в рішеннях стосовно власної роботи;
 - право знати та принцип прозорості;
 - безперервне вдосконалення та розвиток охорони праці.

Принципи охорони праці також відображені в законодавстві Євросоюзу, про охорону праці, зокрема в Рамковій директиві 89/391/ЄЕС від 12.06.1989 р. «Про впровадження заходів для поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників під час роботи».

Метою політики охорони праці є зведення до мінімуму показників виробничого травматизму та професійних захворювань. Ця мета набула нових форм у ЄС протягом останніх років і поширилася сьогодні до

пропаганди «добробуту на роботі», що означає моральний, фізичний та соціальний добробут, а не лише відсутність нещасних випадків та професійних захворювань.

Крім того, необхідно також досягти низки допоміжних цілей:

- профілактика соціальних ризиків (стресів, домагань на робочому місці, депресій та роздратування, а також ризиків, які пов'язані з алкогольною, наркотичною залежністю);
- аналіз ризиків, пов'язаних із роботою, а також ергономічні, психологічні та соціальні ризики;
- урахування змін у формах зайнятості, організації роботи та робочого часу працівників з нестандартною та тимчасовою зайнятістю;
- урахування розмірів підприємства (конкретні заходи щодо інформування, підвищення рівня обізнаності, програм попередження ризиків на малих та середніх підприємствах, приватних підприємців, домашньої обслуги тощо);
- інтенсивна профілактика професійних захворювань (спричинених азбестом, втрата слуху, проблеми опорно-рухового апарату);
- урахування демографічних змін;
- урахування «гендерного фактора» (специфічних характеристик жінок з точки зору охорони здоров'я та безпеки на робочому місці).

Політика охорони праці Європейського співтовариства засновується на превентивних підходах, які передбачають залучення всіх учасників, у тому числі працівників, з метою розвитку культури попередження ризиків: освіта, обізнаність та профілактика.

Право кожного працівника на умови праці, котрі не шкодять його здоров'ю, гарантують безпеку та честь, визнано невід'ємним правом кожного громадянина, як записано в Хартії Євросоюзу про основні права людини 2000 року.

Міжнародні стандарти SA 8000 «Соціальна відповідальність» і ISO 26000 «Настанова по соціальній відповідальності». Стандарт SA 8000 був опублікований у 1997 році, переглянутий – у 2001 році.

Мета стандарту – сприяти постійному поліпшенню умов наймання і здійснення трудової діяльності, виконання етичних норм цивілізованого суспільства. Стандарт SA 8000 був створений для того, щоб компанії могли підтвердити використання соціально-відповідальних підходів у своїй діяльності.

Система менеджменту, заснована на вимогах SA 8000, має загальні вимоги з ISO 9001. Так, наприклад: визначена керуванням політика компанії в сфері соціальної відповідальності, аналіз і перевірки з боку керівництва, планування, оцінка і вибір постачальників, прийняття коригувальних дій. У світі вже давно прийнято, що підприємства, на яких приділяється значна увага персоналу, створенню необхідних і комфортних умов для роботи, є надійними партнерами у взаємовідносинах.

Використання етичних підходів до суспільства в цілому і до своїх співробітників, зокрема створення сприятливої атмосфери в колективі, є критерієм високого рівня менеджменту. І навпаки, співробітництво з компаніями, які не виконують ці вимоги, вважається неетичним і пов'язаним з додатковими ризиками. Стандарт SA 8000 спрямований на забезпечення привабливості умов наймання для співробітників, поліпшення умов їхньої праці і життєвого рівня. Компанії, у яких менеджмент здійснюється відповідно до вимог стандарту SA 8000, мають конкурентну перевагу, яка полягає у високій мотивації персоналу, що у свою чергу дозволяє ефективніше застосовувати сучасні системи менеджменту для досягнення намічених цілей, забезпечуючи при цьому постійну рентабельність.

А наявність на підприємстві інших стандартів, таких як ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18001, доповнює стандарт SA 8000, забезпечуючи основу для інтеграції в рамках загальної системи менеджменту, що веде до скорочення ризиків і підвищення прибутковості компанії.

Стандарт ISO 26000 – це добровільна настанова з соціальної відповідальності і не є документом, що передбачає сертифікацію, як, наприклад, ISO 9001 та ISO 14001. Згідно ISO 26000 компанія включає такі компоненти, як захист прав людини, навколишнього природного середовища, безпеку праці, права споживачів та розвиток місцевих общин, а також організаційне управління та етику бізнесу. Тобто у керівництві враховані усі принципи, які зазначені у Глобальній ініціативі ООН (документі, до якого приєдналося 6 тисяч компаній та організацій, серед яких 130 українських).

Цей міжнародний стандарт надає інструкції щодо основних принципів соціальної відповідальності, ключових тем та питань, що мають відношення до соціальної відповідальності, а також щодо шляхів впровадження соціально відповідальної поведінки до існуючих стратегій, систем, практик та процесів організації. Він наголошує на важливості результатів та діяльності у сфері соціальної відповідальності та її удосконалення. Цей міжнародний стандарт замислений як такий, що буде корисним для всіх типів організацій у приватному, державному та неприбутковому секторах, для компаній великих і малих, діючих у розвинутих країнах або країнах, що розвиваються. Хоча не всі розділи цього міжнародного стандарту будуть однаково корисними для всіх типів організацій, всі основні аспекти є придатними для кожного типу організацій. Кожна організація самостійно визначає, що є придатним та важливим для неї шляхом власних оцінок та діалогу з зацікавленими сторонами.

6.2 Перевірка стану охорони праці в ІТ-компаніях

Якщо ІТ компанія має трудові відносини з працівниками, то тоді обов'язково повинна проводитись перевірка стану охорони праці. Вимога щодо впровадження заходів з охорони праці передбачається, зокрема, статтею 13 ЗУ «Про охорону праці»[3]. У відповідності з цим законом, кожна компанія, в рамках якої реалізуються трудові відносини, зобов'язана вжити

всіх необхідних заходів з охорони праці та розробити відповідні документи, зокрема:

- положення про охорону праці;
- інструкції з охорони праці по кожній з професій та в цілому;
- накази з охорони праці;
- журнали інструктажу, реєстрацій та інше.

Важливо зазначити, щодо проекту плану здійснення заходів державного нагляду (контролю) з охорони праці на 2019 рік, розробленого Держпраці, ввійшло 16 897 підприємств. При цьому, не варто забувати про позапланові перевірки, які можуть здійснюватися Державною службою України з питань праці на підставах, визначених законодавством.

Особливості охорони праці в залежності від кількості працівників у вашій ІТ компанії:

- В ІТ компанії з кількістю працюючих 50 і більше осіб, роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони праці.

- В ІТ компанії з кількістю працюючих менше 50 осіб, функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

- В ІТ компанії з кількістю працюючих менше 20 осіб, для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

За недотримання вимог законодавства України щодо охорони праці, посадові особи ІТ компанії можуть бути притягнуті до адміністративної відповідальності, що полягає у накладенні штрафу в розмірі 2 % від місячного фонду заробітної плати компанії.

У разі, коли в результаті порушення умов охорони праці постраждав працівник, посадові особи ІТ компанії можуть бути притягнені до кримінальної відповідальності, в тому числі, у вигляді позбавлення волі.

Основні питання щодо стану охорони праці:

- На будь-якому підприємстві, навіть найменшому, повинна бути особа, яка відповідає за охорону праці працівників. Створення та діяльність служби охорони праці, до повноважень якої відноситься зазначене питання, регулюється Типовим положенням про службу охорони праці (НПАОП 0.00-4.35-04).

- Інструктажі з питань охорони праці так, згідно з типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) інструктажі з питань охорони праці бувають таких видів: вступний, первинний, повторний, цільовий, позаплановий. Проведення з працівниками відповідних інструктажів обліковується в спеціальних журналах. Водночас, якщо на підприємстві є працівники, які не задіяні в обслуговуванні механізмів чи у виробничих процесах (наприклад, адміністративні працівники), то роботодавець може свої наказом звільнити їх від проходження повторних інструктажів з охорони праці.

- Навчання з охорони праці. Періодичність та особливості проходження навчання з охорони праці регулюється згаданим вище Положенням (НПАОП 0.00-4.12-05). Так, з усіма новоприйнятими працівниками, окрім інструктажу, має також проводитись навчання з охорони праці (і в подальшому перевірка знань з цього питання). Не допускаються до роботи особи, які не пройшли таке навчання. Посадові особи, окрім цього, в подальшому проходять навчання не рідше ніж 1 раз на 3 роки.

- Інструкції з охорони праці. Це питання регулюється Положенням про розробку інструкцій з охорони праці (ДНАОП 0.00-4.15-98), яке закріплює обов'язковість затвердження роботодавцем таких інструкцій на кожен вид робіт чи на кожную посаду.

- Медичні огляди. Порядок проходження медогляду працівниками певних категорій затверджений наказом МОЗ України № 246 від 21.05.2007 року.

6.3 Забезпечення електробезпеки користувачів ПК.

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію.

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється. Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника.

Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам Правил налаштування електроустанов.

У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних ЕОМ, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ повинні підключатися до електромережі тільки з допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Неприпустимим є підключення ЕОМ та периферійних пристроїв ЕОМ до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв.

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв слід виконувати за магістральною схемою, по 3...6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12 В та 36 В за своєю конструкцією повинні відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127 В та 220 В і мають бути пофарбовані в колір, який візуально значно відрізняється від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напругу 127 В та 220 В.

Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням вимог Правил налаштування електроустанов та Правил пожежної безпеки в Україні.

Електромережу штепсельних розеток для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поряд зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання.

При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 ЕОМ, використанні трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Електромережу штепсельних розеток для живлення ЕОМ при розташуванні їх у центрі приміщення, прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах. При цьому не дозволяється застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, що містять сірку. Відкрита прокладка кабелів під підлогою забороняється. Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.21-98.

Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції.

Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях. Доточувати проводи можна тільки шляхом паяння з наступним старанним ізолюванням місць з'єднання.

Є неприпустимими:

- Експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками.
- Застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам Правил влаштування електроустанов до переносних електропроводок.
- Застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання.
- Користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.
- Підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами).
- Використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

6.4 Евакуація населення.

Евакуація – це вимушене переїщення людей із зони можливого небезпечного впливу чинників пожежі.

Безпечна евакуація має забезпечуватись комплексом об'ємно-планувальних, конструктивних, інженерно-технічних рішень, які слід приймати з урахуванням призначення категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою, ступеня вогнестійкості поверховості будівлі та кількості людей, що підлягають евакуації.

Небезпечними чинниками під час пожежі є:

- Наявність критичної для людини температури (600С).
- Критичний вміст кисню в атмосфері.

- Досягнення межі вогнестійкості будівельних конструкцій.
- Незначна видимість через надмірне задимлення.

Вказані чинники зумовлюють здійснення евакуації людей, що знаходяться в зоні пожежі до моменту досягнення критичних величин.

Найменший час досягнення небезпечними чинниками критичних величин являє собою допустимий час евакуації. Виведення людей з небезпечної зони у таких випадках називається вимушеною евакуацією.

Для забезпечення безпечної евакуації людей повинні передбачатися заходи спрямовані на створення умов для безпечного виходу людей на випадок пожежі.

У будівлях і спорудах на випадок пожежі необхідно передбачити:

- Відповідну довжину і ширину евакуаційних виходів.
- Відповідну пропускну здатність дверних отворів, які легко відкриваються.
- Необхідну кількість сходових кліток і зовнішніх пожежних драбин.
- Відсутність захарачення у переходах та на шляхах пожежних драбин.

Безпечна евакуація людей забезпечується завдяки функціонуванню щонайменше двох евакуаційних виходів, а потоки людей, що рухаються ними мають бути прямими й не перетинатися.

На процес евакуації значною мірою впливає страх і панічна реакція, що виникають внаслідок усвідомлення реальної загрози життю людини.

Двері евакуаційних виходів і двері на шляхах евакуації повинні відчинятись в напрямку виходу людей з будівлі. Не нормується напрямок відкривання дверей для:

- Квартир у житлових будинках.
- Приміщень де, одночасно перебуває не більше 15 осіб.

Нервове збудження мобілізує фізичні ресурси людини, однак звужує її свідомість, унаслідок чого її дії стають неадекватними щодо обставин, що склалися.

Процес вимушеної евакуації людей кваліфікується на :

- Рух людей поодиноким або масовим.
- Рух неупорядкований або керований.
- Рух вільний або ущільнений.

Коли рух вільний, кожна людина може змінити швидкість і напрям руху, не перешкоджаючи іншим людям. У разі ущільненого руху індивідуальна свобода дії обмежується людьми, що рухаються у потоці.

При вимушеній евакуації людина має покинути приміщення з гарантією повної безпеки, протягом короткого терміну, що називається часом евакуації. Залежно від часу евакуації рух буває:

- Тривалим.
- Короткочасним.
- Нормальним (це робочий режим).
- Вимушений (при пожежі, яка загрожує безпеці).

Евакуація людей з будівель відбувається в три етапи:

- Рух людей від найбільш віддаленої точки приміщення до евакуаційного виходу.
- Рух людей від евакуаційного виходу з приміщення до виходу назовні.
- Рух людей від виходу з будівлі й розсіювання їх на вулиці чи заводській території.

Найбільш небезпечний перший етап евакуації, бо людина на цьому етапі перебуває у безпосередній близькості від джерела пожежної небезпеки.

Цей етап має завершуватися в дуже короткий проміжок часу.

Другий етап евакуації менш небезпечний, тривалість його залежить від транспортних потоків підприємства.

При розрахунках евакуаційних потоків враховуються такі параметри:

- Ширина людських потоків.
- Щільність людського потоку.
- Довжина кроку і швидкість руху людини.
- Пропускную спроможність виходів.

В процесі вимушеної евакуації людські потоки бувають:

- Одиначними (елементарні).
- Первинні (формується з одинарних).
- Комплексні (первинні об'єднуються в комплексні).

6.5 Висновки до шостого розділу

В даному розділі було розглянуто чотири питання, що стосуються підрозділу «Охорони праці» та підрозділу «Безпеки в надзвичайних ситуаціях», а саме:

- Аналіз міжнародних стандартів з охорони праці.
- Перевірка стану охорони праці в ІТ-компаніях.
- Евакуація населення.
- Забезпечення електробезпеки користувачів ПК.

В результаті аналізу даних питань ми отримали наступний результат:

- Дізналися, які існують міжнародні стандарти з охорони праці.
- Дізналися як проводиться перевірка стану охорони праці в ІТ-компаніях.
- Дізналися про евакуацію населення.
- Дізналися як забезпечити електробезпеку користувачам ПК.

РОЗДІЛ 7 ЕКОЛОГІЯ

7.1 Статистичне групування

У системі статистичних методів групування займають особливе місце. Це пояснюється тим, що на відміну від інших методів групування виконує дві функції: по-перше, розподіляє сукупності на однорідні групи, а по-друге, визначає межі і можливості застосування інших статистичних методів (середніх величин, кореляційно-регресійного тощо). Використання цих методів потребує однорідності статистичних сукупностей, що зумовлює статистичне групування як важливий етап обробки статистичних даних.

Метою статистичного групування є поділ сукупностей на однорідні типові групи за існуючими для них кількісними ознаками з метою всебічної характеристики їхнього стану, розвитку і взаємодії. Метод статистичних групувань робить статистику одним з наймогутніших знарядь соціального пізнання і використовується для вирішення трьох взаємопов'язаних завдань: виділення різних соціально-економічних типів явищ (процесів) та всебічна їх характеристика; дослідження структури масової сукупності; вивчення взаємодії між окремими ознаками сукупності.

Групування – це статистичний метод розмежування складного масового явища на істотно різні групи однорідні в тому чи іншому розумінні з метою всебічної характеристики його стану, розвитку і взаємозв'язків.

Групуванням називають розподіл сукупності на групи (частини) за рядом характерних для них ознак. При цьому використовується найважливіші положення такого розподілу:

- В одну групу об'єднуються елементи сукупностей, певною мірою подібні між собою.
- Міра подібності між елементами одної групи значно вища, ніж між елементами, що належать до інших груп.

Суть методу статистичних групувань полягає у тому, що складне масове явище розглядається не як єдине нероздільне ціле, а в ньому виділяються окремі групи одиниць із статистичними показниками, які дають кількісну характеристику якісно своєрідній частині одиниць усієї сукупності. Тобто кожна з одержаних груп об'єднує однорідні одиниці сукупності.

Принципове значення при побудові групувань має вибір групувальної ознаки, на основі якої виділяють різні типи, групи і підгрупи.

За групувальну – приймають найістотнішу ознаку яка може бути атрибутивною (якісною) або кількісною. Залежно від складності явища та мети дослідження групувальних ознак може бути декілька. Якщо групування здійснюється за атрибутивною ознакою, то виділяють стільки груп, скільки є найменувань ознаки.

Групування за атрибутивною ознакою називають класифікацією або номенклатурою. Класифікація у статистиці – це систематизований розподіл явищ та об'єктів на певні групи, класи, розряди на підставі їх збігу або різниці.

Різновидом класифікацій є товарні номенклатури як стандартизований перелік об'єктів та груп. Розрізняють такі види статистичних класифікацій:

- Економічні, які впроваджені з метою вивчення економічних аспектів розвитку суспільства.
- Соціальні, що використовуються для вивчення населення, житла та охорони здоров'я.
- Екологічні, призначені для вивчення землі та водокористування, відходів виробництва, витрат на охорону навколишнього середовища.

Класифікації розробляються міжнародними та національними статистичними органами і рекомендуються як статистичний стандарт. Прикладами діючих класифікацій національного рівня є такі, що повністю узгоджені з міжнародними стандартами:

«Класифікація видів економічної діяльності» (КВЕД), де в якості ознаки класифікації приймається одна з трьох ознак: призначення виробленої продукції; єдність технології виробництва; однорідність використаної сировини;

Групування взагалі, як основний елемент статистичного зведення, є розподіл сукупності масових явищ і процесів суспільного життя на типи і групи за найбільш характерними ознаками. Якщо ознаками виступають кількісні показники, то такий вид робіт (на відміну від класифікацій) називають у вузькому розумінні безпосередньо статистичним групуванням.

Статистичні групування поділяються на види за декількома ознаками:

- Залежно від мети та завдань дослідження на типологічні; структурні; аналітичні.
- Залежно від кількості групувальних ознак, покладених в основу групування на прості та комбінаційні.
- Залежно від виду групувальної ознаки на факторні і результативні.
- Залежно від способу побудови групувань – на первинне і вторинне.

Типологічні групування – це такі групування, які приводять до виділення у складі масових явищ їх соціально-екологічних типів (тобто однорідних частин за якістю та умовами розвитку, в яких діють одні і теж закономірності факторів). Їх застосовують при вивченні стану забруднення природних сфер за видами типів і класів забруднювачів, за джерелами забруднень тощо. Прикладом цього виду групувань є групування областей, районів за природно-економічними умовами, групування підприємств за формою власності .

Структурні групування характеризують склад однорідної сукупності за будь-якою ознакою. З допомогою таких групувань аналізують структуру сукупності і структурні зрушення в розвитку екологічних явищ і процесів

Аналітичні групування спрямовані на виявлення зв'язку між окремими ознаками явища, що вивчається. Вони проводяться за факторною ознакою і в кожній групі визначається середня величина результативної ознаки. Взаємозв'язок проявляється у систематичній зміні результативної ознаки у зв'язку зі зміною факторної ознаки. При наявності зв'язку між ознаками середні групові систематично збільшуються (прямий зв'язок) або зменшуються (зворотний зв'язок).

Факторне групування – це групування, яке проводиться за факторною ознакою, тобто ознакою, яка впливає на інші ознаки. Групування за факторними ознаками дає змогу показати різноманітність виникаючих форм і ступінь впливу того чи іншого фактора на результативні показники. За допомогою факторних групувань встановлюються і вивчаються причинно-наслідкові зв'язки між ознаками однорідних явищ, виявляються фактори розвитку сукупності та ефект впливу фактора на результат (різниця між груповими середніми результативної ознаки).

Результативне групування – це групування, яке проводиться за результативною ознакою, тобто ознакою, яка є залежною від факторних ознак. Групування за результативними ознаками дають можливість досить надійно виділити виробничі типи і дати в середньому характеристику їх особливостям. Але за ними не можна виділити всю різноманітність форм і показати ступінь впливу того чи іншого фактора на результат виробництва.

7.2 Радіоекологія – один з новітніх розділів загальної екології.

Радіоекологія – розділ екології, що вивчає концентрацію і міграцію радіоактивних нуклідів в біосфері і вплив іонізуючих випромінювань на організми, їх популяції і угруповань – біоценози.

Також, радіоекологія – це розділ медицини, пов'язаний з медичною екологією, екологією людини, що вивчає дії радіоактивних випромінювань на організми – людей, тварин, рослин. Існує медична радіоекологія, яка

досліджує впливи таких випромінювань на тканини, розробляє методи лікування онкологічних захворювань.

Елементи радіоекології є в роботах біогеохімії радіоактивних речовин І. Вернадського, в монографії чеських учених Ю. Стокласа і Ж. Пенкава «Біологія радію і урану».

Остаточно радіоекологія сформувалася до середини 50-х рр. ХХ ст у зв'язку зі створенням атомної промисловості і експериментальними вибухами ядерних бомб, що викликали глобальне забруднення довкілля радіонуклідами стронцію, цезію, плутонію, вуглецю.

Радіоекологія зазвичай має справу з вельми малими потужностями хронічного зовнішнього і внутрішнього опромінення організму.

У природних умовах організми піддаються опроміненню за рахунок природного радіоактивного фону (космічні промені, випромінювання природних радіонуклідів U, Ra, Th.), а також за рахунок радіоактивного забруднення біосфери.

Але багато рослин і тварин здатні нагромаджувати в життєво важливих органах і тканинах радіонукліди, які впливають на їхню міграцію в біосфері і призводить до значного посилення внутрішнього опромінення.

Підвищені дози опромінення, впливаючи на генетичний апарат клітин приводять до зростання темпів спадкової мінливості. Вищі дози опромінення знижують життєздатність організмів (аж до вимирання найбільш чутливих до іонізуючих випромінювань популяцій) і тим самим викликають зміну структури біоценозів і збіднення їх міжвидових взаємин. Виявлення закономірностей, лежачих в основі цих процесів, має велике значення для ряду галузей народного господарства.

Проблеми, що вивчає радіоекологія.

- Міграція радіонуклідів в харчових ланцюгах організмів (тварин і людини).
- Обрив або ослаблення екологічних зв'язків.

- Дезактивація забруднених земель, водоймищ, забруднених радіонуклідами.

- Пошук поверхнево залягаючих родовищ радіоактивних руд (по радіоактивності рослин індикаторів).

- Виявлення територій суші і акваторій, забруднених штучними радіонуклідами.

Підрозділи радіоекології

- Морська радіоекологія.

- Прісноводна радіоекологія.

- Наземна радіоекологія (в тому числі лісова радіоекологія, сільськогосподарська радіоекологія).

- Ветеринарна радіоекологія.

- Гігієна радіоекології.

Результати радіоекологічних досліджень зробили великий вплив на прийняття міжнародних конвенцій, направлених на обмеження випробувань ядерної зброї і відмову від його вживання в умовах війни. На основі рекомендацій радіоекологів в промисловості розробляються і упроваджуються замкнуті цикли охолодження ядерних реакторів, уловлювачі радіоактивних аерозолів, методи зберігання і знешкодження радіоактивних відходів, що виключають їх попадання у довкілля.

7.3 Висновки до шостого розділу

В даному розділі було розглянуто питання, що стосуються розділу «Екологія», а саме:

- Статистичне групування.

- Радіоекологія – один з новітніх розділів сучасної екології.

В результаті аналізу даних питань ми отримали наступний результат:

- Дізналися про статистичне групування.

- Дізналися про радіоекологію.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи освітнього рівня «Магістр» було досягнуто поставленої мети, а саме створення було розроблено «Інформаційну технологію екомоніторингу повітря для міст за допомогою засобів IoT».

В першому розділі проведено аналіз літературних джерел, що безпосередньо стосується дипломної роботи.

В другому розділі проаналізовано програмне забезпечення та огляд необхідного апаратного забезпечення.

В третьому розділі продемонстровано налаштування екодавачів, посилення їх в базу даних і візуалізація цих даних.

В розділі «Спеціальна частина» досліджено протокол MQTT для обміну даних між здавачами IoT, а також проаналізовано роботу MQTT-клієнта Mosquito.

В розділі «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації виробництва і обґрунтовано техніко-економічна ефективність проектних рішень.

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто міжнародні стандарти охорони праці, висвітлено питання перевірки стану охорони праці в IT-компаніях, проаналізовано питання евакуації населення, а також розглянуто питання забезпечення електробезпеки користувачів ПК.

В розділі «Екологія» проаналізовано питання статистичного групування, а також досліджено питання радіоекології, як новітнього розділу в екології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання дипломної роботи для студентів усіх форм навчання напряму 6.050101 : метод. посіб. для студ. ВНЗ / Боднарчук І.О., Дуда О.М., Маєвський О.В. [та ін.] ; за ред. Є.Гриценка. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2014. – 119 с.
2. Гетьман Оксана Олександрівна. Економіка підприємства : навч. посіб. для вузів / О.О. Гетьман, В. М. Шаповал. – Вид 2-ге. стер. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 488 с. – ISBN 978-6-11-010005-2.
3. Муртазов А.К. Экологический мониторинг :Методы и средства: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2008. – 146 с.
4. Голінько Василь Іванович. Основи охорони праці : підручник [Електронний ресурс] / М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с. – Режим доступу : URL : <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/108579/CD498.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. – Дата доступу: 11.11.2019
5. Вікіпедія [Електронний ресурс] : Тестування програмного забезпечення, яке використовується для моніторингу метеосистеми. – Режим доступу : URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Тестування_програмного_забезпечення. – Дата доступу: 15.11.2019
6. Интернет вещей: Перспективы и пути развития IoT [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://geektimes.ru/company/friifond/blog/275486/> – Дата доступу: 09.08.2019
7. Интерфейсы для «умного дома» на Ардуино [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://geektimes.ru/post/249958/> – Дата доступу: 18.10.2019
8. Вікіпедія [Електронний ресурс] : ESP8266 – Режим доступу : URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/ESP8266> – Дата доступу: 16.10.2019
9. Основи охорони праці [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ua.textreferat.com/referat-2127-1.html> – Дата доступу: 28.11.2019

10. Подключаемся к OpenWRT+Mosquitto+mqttnwarn и передаем данные на ThingSpeak [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/esp8266-openwrt-mosquitto-mqttnwarn-thingspeak-email-android-ios-twitter-cloudmqtt/> – Дата доступа: 08.12.2019

11. Распиновка ESP8266, различные модификации модулей на базе ESP8266 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/modules-esp8266/> – Дата доступа: 10.12.2019

12. Умный дом: Развитие и тенденции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://geektimes.ru/company/gsgroup/blog/267176/> – Дата доступа: 01.08.2019

13. Arduino IDE для ESP8266 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/> – Дата доступа: 14.09.2019

14. ESP8266 V0.925 – новая прошивка от electrodragon [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/esp8266-v0-925-electrodragon/> – Дата доступа: 21.10.2019

15. ESP8266 – подключение и обновление прошивки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/esp8266-podkluchenie-obnovlenie-proshivki/> – Дата доступа: 17.11.2019

16. Технологія індустрії [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edu.asu.in.ua/mod/book/view.php?id=112&chapterid=229> – Дата доступа: 28.08.2019

17. Джерела забруднення атмосферного повітря: антропогенні та природні [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21295/> – Дата доступа: 02.09.2019

18. Статистичне групування в екології [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://4exam.info/book_257_glava_14_STATISTICHNE_GRUPUVAN_NJA_87.html – Дата доступа: 16.10.2019

19. Використання протокола MQTT в концепції Інтернет-вещей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://interactive-plus.ru/e-articles/383/Action383-150617.pdf> – Дата доступа: 18.11.2019

20. Интернет речей [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Интернет_речей – Дата доступа: 29.09.2019
21. Операционная система на Raspberry Pi 3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://arduinomaster.ru/raspberry-pi/operatsionnye-sistemy-raspberry-pi/#__Raspberry_Pi – Дата доступа: 13.10.2019
22. Arduino IDE для ESP8266 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/> – Дата доступа: 22.05.2019.
23. ESP8266 V0.925 – новая прошивка от electrodragon [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/esp8266-v0-925-electrodragon/> – Дата доступа: 16.06.2019.
24. ESP8266 – подключение и обновление прошивки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esp8266.ru/esp8266-podkluchenie-obnovlenie-proshivki/> – Дата доступа: 16.06.2019.
25. ESP8266 с нуля [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/255594/> – Дата доступа: 17.06.2019.
26. Build your own ESP8266 Web Server Tutorial [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.14core.com/build-your-own-esp8266-web-server-tutorial/> – Дата доступа: 17.06.2019.
27. ESP8266 webserver serving multiple pages [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.instructables.com/id/ESP8266-webserver-serving-multiple-pages/?ALLSTEPS> – Дата доступа: 17.06.2019.
28. ESP8266 Thing Hookup Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/esp8266-thing-hookup-guide/all> – Дата доступа: 18.06.2019.
29. Triple Server Update – Part 3: More Server Features [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://internetofhomethings.com/homethings/?cat=10> – Дата доступа: 18.06.2019.
30. Internet of Things. M2M from research to standards: The next steps. – IEEE Communications. [Электронный ресурс] – Режим доступа :

<http://www.comsoc.org/commag/cfp/internetthingsm2m-research-standards-next-steps>. – Дата доступу: 09.12.2019

31. Моніторинг навколишнього природного середовища // Юридична енциклопедія : [в 6-ти т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] – К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2001. – Т. 3 : К – М. – 792 с. – ISBN 966-7492-03-6

32. Internet of Things: Privacy & Security in a Connected. World Federal Trade Commission (FTC). Staff Report January, 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>. – Дата доступу: 14.12.2019.

33. Blum P., Goff B. 'Internet Of Things' 101: Legal Concerns. Law360, New York (April 14, 2014) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.law360.com/articles/526266/internet-of-things-101-legal-concerns> – Дата доступу: 18.12.2019.

34. Подрезов А. О., Аламанов С. К.; Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Балбакова Ф. (Москва – Бишкек, 2006). [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.wwf.ru/data/pub/climate/climate_casia.pdf – Дата доступу: 11.11.2019

35. «Выбросы в Китае: больше чем США плюс Европа, и все же Rising» . Нью – Йорк Таймс .

36. «Мировые данные о выбросах углекислого газа по стране: Китай ускоряет впереди остальных» . The Guardian .

37. «Выбросы CO₂. Ископаемые стран мира. 2018». Публикации бюро Европейского Союза .

38. Алиев, Р.А. Основы общей экологии и международной экологической политики: Учебное пособие / Р.А. Алиев, А.А. Авроменко и др.. - М.: Аспект-Пресс, 2014. - 384 с.

39. Андросова, Н.К. Экология. Основы геоэкологии: Учебник для бакалавров / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин; Под ред. А.Г. Милютин. - М.: Юрайт, 2013. - 542 с.
40. Арзамасцев, А., П. Основы экологии и охраны природы / А.П. Арзамасцев. - М.: Медицина, 2008. - 416 с.
41. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: Учебное пособие. (+CD) / А.Г. Ветошкин. - СПб.: Лань, 2014. - 512 с.
42. Волкова, П.А. Основы общей экологии: Учебное пособие / П.А. Волкова. - М.: Форум, 2012. - 128 с.
43. Гутенев, В.В. Основы инженерной экологии: Учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенев. - Рн/Д: Феникс, 2013. - 623 с.
44. Захваткин, Ю.А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии: Методология, традиции, перспективы / Ю.А. Захваткин. - М.: Книжный дом Либроком, 2013. - 352 с.
45. Иванов, В.П. Основы экологии / В.П. Иванов, О.В. Васильев. - СПб.: СпецЛит, 2010.. - 272 с.
46. Коростелева, Л.А. Основы экологии микроорганизмов: Учебное пособие / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощев. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.
47. Коростелева, Л.А. Основы экологии микроорганизмов / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощев. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.
48. Кривенко, В.П. Биологические основы экологии: Учебно-методическое пособие / В.П. Кривенко. - СПб.: ГУАП, 2012. - 144 с.
49. Салова, Т.Ю. Основы экологии. Аудит и экспертиза техники и технологии / Т.Ю. Салова. - СПб.: Лань, 2004. - 336 с.
50. Чебышев, Н.В. Основы экологии / Н.В. Чебышев, А.В. Филиппова. - М.: Новая волна, 2010. - 336 с.

ДОДАТКИ

УДК 004.9

Черевко М.І., Назаревич О.Б.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЕКОМОНІТОРИНГ CO₂ ДЛЯ МІСТ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ІоТ

M. Cherevko, O.Nazarevych

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

CO₂ SOCIO-ECONOMIC MONITORING FOR THE CITY BY IOT MEASURES

Ключові слова: CO₂, ІоТ

Keywords: carbon dioxide, ІоТ

Інтернет речей (Internet of things – ІоТ) не є чимсь новим: високотехнологічні компанії та експерти обговорюють ідею створення ІоТ протягом багатьох десятиліть. Перший підключений до Інтернету тостер був на конференції ще в 1989 році. За своєю суттю ІоТ простий: мова йде про підключення пристроїв через Інтернет, дозволяючи їм спілкуватися з нами, додатками один з одним. Популярним прикладом є смарт-холодильник, здатний відправити користувачу повідомлення про те, що скінчилося молоко або що в промоніторених внутрішніх камерах його не залишилося.

ІоТ, однак, ширший, ніж розумні будинки і підключені пристрої. Він масштабується до інтелектуальних міст підключаючи світлофори через відстеження трафіка.

Моніторинг довкілля або еко-моніторинг – комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення.

Предметом моніторингу довкілля є організація та функціонування системи моніторингу, оцінювання та прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних та антропогенних факторів.

Об'єктами моніторингу довкілля залежно від рівня та мети досліджень є довкілля, його елементи і джерела впливу на нього.

Основною метою екомоніторингу вуглекислого газу є: спостереження за рівнем вуглецю в навколишньому середовищі, оцінка і прогноз її стану, виявлення факторів і джерел впливу, визначення ступеня впливу на навколишнє середовище.

Для здійснення екомоніторингу вуглекислого газу було розглянуто та обрано оптимальні давачі даних, які мають потрібні характеристики для виконання заданої цілі. Для збору показників рівня вуглекислого газу в місті було обрано давач даних, який дозволить отримати необхідні дані:

- давач рівня вуглекислого газу МН-Z19;
- давач CO₂ МН-Z14A 5000ppm.

Різниця сучасного і популярного МН-Z19 від застарілих CO₂ пристроїв в тому, що його робота абсолютно не вимагає додаткового потужного підключення або специфічного підключення, він відмінно працює і передає дані через UART або PWM. Зняти дані PWM можна: цикл довжиною 1004мс, перші 2мс є HIGH, останні мс є LOW, як середина циклу є пропорційною CO₂. На Vin варто подавати живлення строго за рекомендацією виробника.

Щоб інфрачервоний вийшов на стабільний режим роботи, йому необхідно три хвилини на старт (далі цього часу не потрібно).

Модуль для плат розробника МН-Z14 розроблений для того, щоб точно і швидко визначати концентрацію вуглекислого газу в повітрі. Використання контролера Arduino Uno в комплекті з даним давачем є найкращим і дешевшим варіантом вимірювання. Цей модуль здатний з легкістю зафіксувати від 0 до 5 000 ppm, з'єднуючись з платою Arduino або іншими платами по serial-інтерфейсу (Tx, Rx). Живлення подається в межах 4-6 В, струм, що подається, не перевищує 100 мА, зазвичай він стабільно тримається на позначці в 50 мА і нижче. Найкраще живити модуль не від плати розробника, а від зовнішніх джерел живлення, акумуляторів.

Також варто знати, що після тривалого простою, давачу потрібен деякий час, зазвичай, 30-60 с, щоб видати максимально точні значення.

Під час роботи давачі даних накопичують певний об'єм даних, який потрібно візуалізувати та провести аналіз даних. Для цих цілей існує багато сервісів для збору та аналізу даних з метеодавачів, для наших цілей було обрано сервіс ThingSpeak. ThingSpeak – це додаток з відкритим вихідним кодом Internet of Things (IoT) і API для зберігання та вилучення даних з Інтернет-речей з використанням протоколу HTTP через Інтернет або через локальну мережу.

ThingSpeak має вбудовану підтримку чисельного обчислювального програмного забезпечення MATLAB від MathWorks, що надає змогу ThingSpeak користувачам аналізувати і візуалізувати дані, завантажені з допомогою Matlab, не вимагаючи покупки ліцензії Matlab від Mathworks.

В майбутньому буде розроблено систему екомоніторингу CO₂ для міст в якій буде реалізована підтримка великої кількості давачів даних та буде створено сервіс візуалізації та аналізу даних, отримуваних від систем моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Internet of Things. M2M from research to standards: The next steps. – IEEE Communications. – 2015. – : <http://www.comsoc.org/commag/cfp/internetthingsm2m-research-standards-next-steps>.
2. Моніторинг навколишнього природного середовища // Юридична енциклопедія : [в 6-ти т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] – К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2001. – Т. 3 : К – М. – 792 с. – ISBN 966-7492-03-6
3. Internet of Things: Privacy & Security in a Connected. World Federal Trade Commission (FTC). Staff Report January, 2015 <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>.
4. Blum P., Goff B. 'Internet Of Things' 101: Legal Concerns. Law360, New York (April 14, 2014): <http://www.law360.com/articles/526266/internet-of-things-101-legal-concerns>.

УДК 004.9

Черевко М.І. – ст. гр. СТ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ ВИКИДІВ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В СВІТІ

M. Cherevko

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

ANALYSIS OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS IN THE WORLD

Ключові слова: аналіз, вуглекислий газ

Keywords: analysis, karbone dioxide

Вуглекислий газ в атмосфері Землі, станом на 2018 рік, коливався в межах від 393 ppm (0,0393 %) до 397 ppm (0,0397 %). Роль вуглекислого газу (CO₂, двоокис або діоксид вуглецю) в життєдіяльності біосфери полягає насамперед у підтриманні процесу фотосинтезу, який здійснюється рослинами. Оскільки двоокис вуглецю є парниковим газом, то він впливає на теплообмін планети з навколишнім простором, ефективно блокуючи відбите інфрачервоне випромінювання на низці частот, і таким чином бере участь у формуванні клімату планети.

Оскільки людство активно використовує викопні енергоносії як паливо, то відбувається швидке збільшення концентрації цього газу в атмосфері. Крім того, за даними МГЕЗК ООН, до третини загальних антропогенних викидів CO₂ є результатом вирубки лісів. Антропогенний вплив на концентрацію двоокису вуглецю помітний від середини XIX століття. Починаючи з цього часу, темп її зростання збільшувався і наприкінці 2000-х років відбувався зі швидкістю 2,20±0,01 ppm/рік або 1,7 % за рік. Згідно з окремими дослідженням, сучасний рівень CO₂ в атмосфері є максимальним за останні 800 тис. років і, можливо, за останні 20 млн років.

У всьому світі виробляється вуглекислого газу 35 669 000 тисяч тонн, саме стільки газу на рік по тим чи іншим причинам. Якщо дивитися окремо, то лідерами по викидам вуглекислого газу є:

- Китай – 10 540 000 тисяч тонн на рік,
- США – 5 334 000 тисяч тонн на рік.
- сукупні викиди Європейського союзу складають 3 415 000 тисяч тонн на рік.
- Індія – 2 341 000 тисяч тонн на рік,
- Росія – 1 766 000 тисяч тонн на рік
- Україна ж знаходиться серед аутсайдерів по викидам – 205 000 тисяч тонн на рік.

Найбільш достовірний спосіб вимірювання концентрації двоокису вуглецю в атмосфері за період часу до початку прямих вимірювань – визначення його кількості в бульбашках повітря, укладених в крижаних кернах з материкових льодовиків Антарктиди і Гренландії. Найбільш широко заради цього використовують антарктичні керни, згідно з якими рівень атмосферного CO₂ залишався в межах 260—284 ppm до початку промислової революції в середині XIX століття і протягом 10 тис. років до цього моменту часу.

Окремі дослідження, засновані на вивченні викопного листя, вказують на набагато суттєвіші зміни рівня CO₂ за цей час (~ 300 ppm), але їх піддають критиці. Також керни,

взяті в Гренландії, вказують на значну відмінність концентрації вуглекислого газу в них, як порівняти з показниками Антарктиди. Але при цьому дослідники гренландських кернів припускають, що ця різниця обумовлена локальними опадами карбонату кальцію. У разі низького рівня пилу в зразках льоду, взятого в Гренландії, дані за рівнями CO₂ протягом голоцену добре узгоджуються з даними з Антарктики.

Найбільш тривалий період вимірювань рівнів CO₂ на підставі вивчення крижаних кернів можливий в Східній Антарктиді, де вік льоду досягає 800 тис. років, і який показує, що концентрація двоокису вуглецю змінювалася в межах 180—210 ppm під час льодовикових періодів і збільшувалася до 280—300 ppm під час тепліших періодів.

На більш тривалих інтервалах часу вміст атмосферного CO₂ підраховують на підставі визначення балансу геохімічних процесів, включаючи визначення кількості матеріалу органічного походження в осадових породах, вивітрювання силікатних порід і вулканізм у досліджуваній період. Протягом десятків мільйонів років у разі будь-якого порушення рівноваги у вуглецевому циклі відбувалося подальше зменшення концентрації CO₂. Оскільки швидкість цих процесів виключно низька, то встановлення взаємозв'язку емісії двоокису вуглецю з подальшою зміною його рівня протягом наступних сотень років є складним завданням.

Для вивчення концентрації вуглекислого газу в минулому також використовують різні непрямі методи датування. Вони включають визначення співвідношення ізотопівбору і вуглецю в деяких типах морських осадових порід і кількість продихів у викопному листі рослин. Попри те, що ці вимірювання менш точні, ніж дані крижаних кернів, вони дозволяють визначити дуже високі концентрації CO₂ у минулому, які 150—200 млн років тому становили 3000 ppm (0,3 %) і 400—600 млн років тому – 6000 ppm (0,6 %).

Зниження рівня атмосферного CO₂ припинилося на початку пермського періоду, але продовжилося, починаючи приблизно з 60 млн років тому. На рубежі еоцену і олігоцену (34 млн років тому – початок формування сучасного Антарктичного льодовикового щита) кількість CO₂ становила 760 ppm. За геохімічними даними встановлено, що рівень вуглекислого газу в атмосфері досягнув доіндустріального рівня 20 млн років тому і становив 300 ppm.

Література:

1. Подрезов А. О., Аламанов С. К.; Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Балбакова Ф. (Москва – Бишкек, 2006). – http://www.wwf.ru/data/pub/climate/climate_casia.pdf
2. «Выбросы в Китае: больше чем США плюс Европа, и все же Rising» . Нью – Йорк Таймс . 2018-01-25.
3. «Мировые данные о выбросах углекислого газа по стране: Китай ускоряет впереди остальных» . The Guardian . 2011-01-31.
4. «Выбросы CO₂ Ископаемые всех стран мира – 2018 Отчет». Публикации бюро Европейского Союза . Источник 2019-03-10