

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« _____ » _____ 2017 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НА ТЕМУ:

Розробка каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи
на основі GSM-модемів систем мобільного зв'язку

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”
Спеціальність 123 – “комп'ютерна інженерія”

Керівник проекту:

_____ (підпис)

В.В. Смолій

_____ (ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

_____ (підпис)

Я.О. Критська

_____ (ініціали, прізвище)

Студент:

_____ (підпис)

О.М. Гусаченко

_____ (ініціали, прізвище)

Група:

_____ КІ-13 аД

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерної інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Напрямок підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри _____
I.C. Скарга-Бандурова
« _____ » _____ 2017р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) БАКАЛАВРА**

Гусаченко Олександра Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи на основі GSM-модемів систем мобільного зв'язку

керівник проекту (роботи) Смолій Віктор Вікторович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 15 " травня 2017 р. № 124/48

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Побудувати канал зв'язку для польової мікроконтролерної системи на основі GSM-модемів систем мобільного зв'язку.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____
Аналіз існуючих рішень та постановка задачі. Архітектура моделі каналу зв'язку, вибір програмного та апаратного забезпечення. Реалізація та тестування та моделі ка зв'язку. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація проекту

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Критеська Яна Олександрівна, асистент		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	а) Збір та вивчення джерел інформації для написання дипломної роботи; б) складання бібліографії наукових джерел.	До 21.05.2017	
2	Виконання та оформлення розділу з охорони праці	До 26.06.2017	
3	Написання першого розділу	До 28.05.2017	
4	Розробка архітектури моделі каналу зв'язку та написання другого розділу	До 30.05.2017	
5	Розробка моделі каналу зв'язку, тестування, та написання третього розділу	До 02.06.2017	
6	Налагодження програми	До 05.06.2017	
7	Написання вступу, висновків	До 07.06.2017	
8	Виправлення зауважень	До 08.06.2017	
9	Захист дипломного проекту	19.06.2017	
		(Згідно графіку)	

Студент _____

(підпис)

О.М. Гусаченко _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

В.В. Смолій _____

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра: __с., 18 рис, 5 табл., 14 бібліографічних джерел посилань, 4 додатки.

Об'єкт розробки: канал зв'язку для польової мікроконтролерної системи

Мета роботи: вивчення та вибір найбільш оптимального рішення з існуючих для побудови каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи.

В проекті виконано:

1. Аналіз існуючих рішень побудови каналу зв'язку між системами;
2. Вибір найбільш оптимального рішення для побудови каналу зв'язку для мікроконтролерної системи;
3. Розробка каналу зв'язку на базі обраного рішення;
4. Написання пояснювальної записки для розробленої системи.

Отримані наступні результати: Розроблено модель каналу зв'язку для мікроконтролерної системи з використанням GSM-модемів для подальшого інтегрування у проект точного землеробства.

Практичне значення, галузь застосування роботи: розробка надійного каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи має практичне значення для подальшого використання при побудові системи точного землеробства.

ARDUINO, EDGE, GPRS, TCP/IP, КАНАЛ ЗВ'ЯЗКУ, МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, СЕНСОР, СЕРВЕР, ПЕРЕДАЧА ДАНИХ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	9
1.1 Принципи побудови систем точного господарства	9
1.2 Аналіз існуючих рішень для побудови каналу зв'язку.....	11
1.2.1 GPRS модем DCM300 від компанії Trimble.....	12
1.2.2 Модемна система «Агросет - 2 см» від Геоком.....	13
1.3 Класифікація каналів зв'язку	15
1.4 Аналіз існуючих технологій	16
1.4.1 Wi-Fi	17
1.4.2 BLE	18
1.4.3 Zig-Bee.....	19
1.4.4 Wi-Max	20
1.4.5 LPWAN	21
1.4.6 Мобільний зв'язок	23
1.5 Вибір технології для проектування моделі каналу зв'язку	25
1.6 Постановка задачі	27
1.6.1 Вимоги до моделювання роботи каналу зв'язку	27
1.6.2 Технічні вимоги до апаратного забезпечення.....	28
1.6.3 Вимог до функцій МК	28
1.6.4 Вимоги до функцій сервера	29
1.7 Висновки до розділу 1	29
2 АРХІТЕКТУРА МОДЕЛІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ, ВИБІР ПРОГРАМНОГО ТА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	30
2.1 Розробка структури моделі каналу зв'язку	30
2.2 Вибір апаратного забезпечення.....	32
2.3 Вибір програмного забезпечення	35
2.4 Висновки до розділу 2	36
3 РЕАЛІЗАЦІЯ І ТЕСТУВАННЯ МОДЕЛІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ	37
3.1 Розробка серверного ПЗ.....	37
3.1.1 Архітектура БД.....	37
3.1.2 Робота веб-сервер з базою даних	38
3.1.3 Алгоритм перегляду інформації по роботі сенсора з БД.....	40
3.2 Розробка алгоритму роботи і зв'язку з сервером для польового МК.....	41

3.3	Тестування роботи каналу	43
3.4	Висновки до розділу 3	45
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
4.1	Загальні питання з охорони праці	47
4.1.1	Правові та організаційні основи охорони праці	48
4.1.2	Організаційно-технічні заходи з безпеки праці	50
4.2	Аналіз стану умов праці	52
4.2.1	Вимоги до приміщення	53
4.2.2	Вимоги до організації робочого місця.....	54
4.2.3	Навантаження та напруженість процесу праці.....	55
4.3	Виробнича санітарія	58
4.3.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при розробці виробу.....	58
4.3.2	Пожежна безпека	60
4.3.3	Електробезпека.....	62
4.4	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища	63
4.4.1	Мікроклімат	63
4.4.2	Освітлення	64
4.4.3	Вентилювання	68
4.5	Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	68
4.5.1	Розрахунок захисного заземлення.....	70
4.6	Висновки до розділу:.....	74
	ВИСНОВКИ.....	75
	ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ.....	76
	ДОДАТКИ.....	78
	Додаток А – Програмний код для мікроконтролера	78
	Додаток Б – Програмний код для відображення результату роботи сенсора	82
	Додаток Б.1 – HTML-код для перегляду результатів роботи.....	82
	Додаток Б.2 – Програмний код модуля Angular	84
	Додаток В – Презентація.....	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

2G – Second Generation

3G – Third Generation

GNSS (Global Navigation Satellite System) – Супутникова система навігації

CSD (Circuit Switched Data) – передача даних з комутацією каналів

GPRS – General Packet Radio Service

GSM (Global System for Mobile Communications) – глобальна система мобільної комунікації

HSCSD – High Speed CSD

IoT (Internet of Things) – інтернет речей

IP – internet protocol

LPWAN (Low-power Wide-area Network) – низько-потужна мережа далекого радіусу дії

M2M – Machine-to-Machine

MMS (Multimedia Messaging Service) – сервіс мультимедійних повідомлень

TCP (Transmission Control Protocol) – протокол управління передачею

PA – (Precision agriculture) – точне землеробство

SMS (Short Message Service) – сервіс коротких повідомлень

БД – база даних

МК – мікроконтролер

ВСТУП

Сільське господарство завжди займало важливе положення у розвитку держави. Основним питанням у галузі сільського господарства є добуток максимально можливого врожаю. Це має важливе значення не тільки у забезпеченні потреб громадян продуктами харчування але й для економіки держави, забезпечуючи приріст внутрішнього валового продукту. Так, станом на 2017 рік ВВП у сфері сільського господарства складає 12%.

Основними факторами, що забезпечують розвиток галузі сільського господарств є:

- умови зростання культур;
- державна підтримка;
- конкурентоздатність продукції;
- ціна на продукти.

Саме умови зростання визначають залежності між іншими пунктами. Таким чином покращення умов зростання культур завжди залишається у тренді. З розвитком високих технологій сільське господарство також не залишається на задньому місці і проводить прогресивну інтеграцію перших.

Так в останній час на слуху все частіше з'являється поняття Precision agriculture (тут і надалі PA) або точне землеробство.

PA ставить перед собою вирішення таких проблем сільського господарства:

- зменшення несприятливого впливу на зовнішнє середовище;
- зменшення витрат на добрива та інші агрохімічні вироби;
- отримання високого врожаю високого гатунку;

Точне землеробство дозволяє обирати індивідуальний підхід до кожного окремого ділянки землі згідно з її особливостями і дозволяє побудувати роботу на основі даних, зібраних по кожній ділянці. Точне землеробство являє собою спосіб активного ведення господарства на полях з різними характеристиками.

Основними перевагами РА є:

- Ведення точного обліку витрат ресурсів, внутрішніх і зовнішніх витрат;
- Збір, аналіз та зберігання даних із внесення добрив, посіву та збиранню урожаю;
- Збір і аналіз даних про стан ділянки для визначення найбільш продуктивної організації виробництва.

Для забезпечення оптимального функціонування системи важливо щоб всі елементи системи мали тільки актуальну інформацію для роботи. Отже однією з найважливіших умов коректної роботи системи є налаштування надійної і правильної комунікації всіх елементів РА системи. Це досягається завдяки ретельному вибору технології для побудови каналу зв'язку та гарному його проектуванню.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

У даному розділі проведено:

- 1) Принципи побудови систем точного господарства;
- 2) Огляд існуючих рішень у апаратному забезпеченні для побудови каналу зв'язку на ринку у сфері точного землеробства аналіз технологій побудови каналу зв'язку;
- 3) Ознайомлення з технологіями побудови каналу зв'язку для польової МК системи;
- 4) Розробка технічних вимог на проектування моделі каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи.

1.1 Принципи побудови систем точного господарства

Система точного землеробства перш за все представляє собою централізовану систему з головним сервером для зберігання, обробки даних та прийняття відповідних рішень. Але більшість елементів системи складають польові мікроконтролерні системи, що займаються збором даних та керівництво виконавчими механізмами.

Спрощена схема зв'язку елементів системи точного землеробства наведено на рисунку 1.1. Інформація збирається з датчиків польовими МК та передається до серверу, що знаходиться у головному офісі для зберігання, обробки. Після обробки даних приймається відповідне рішення (корегування маршруту, включення зрошувальних систем і т.д.), що передається до МК для запуску виконавчих механізмів. Можливий віддалений доступ до інформації з мобільного пристрою.

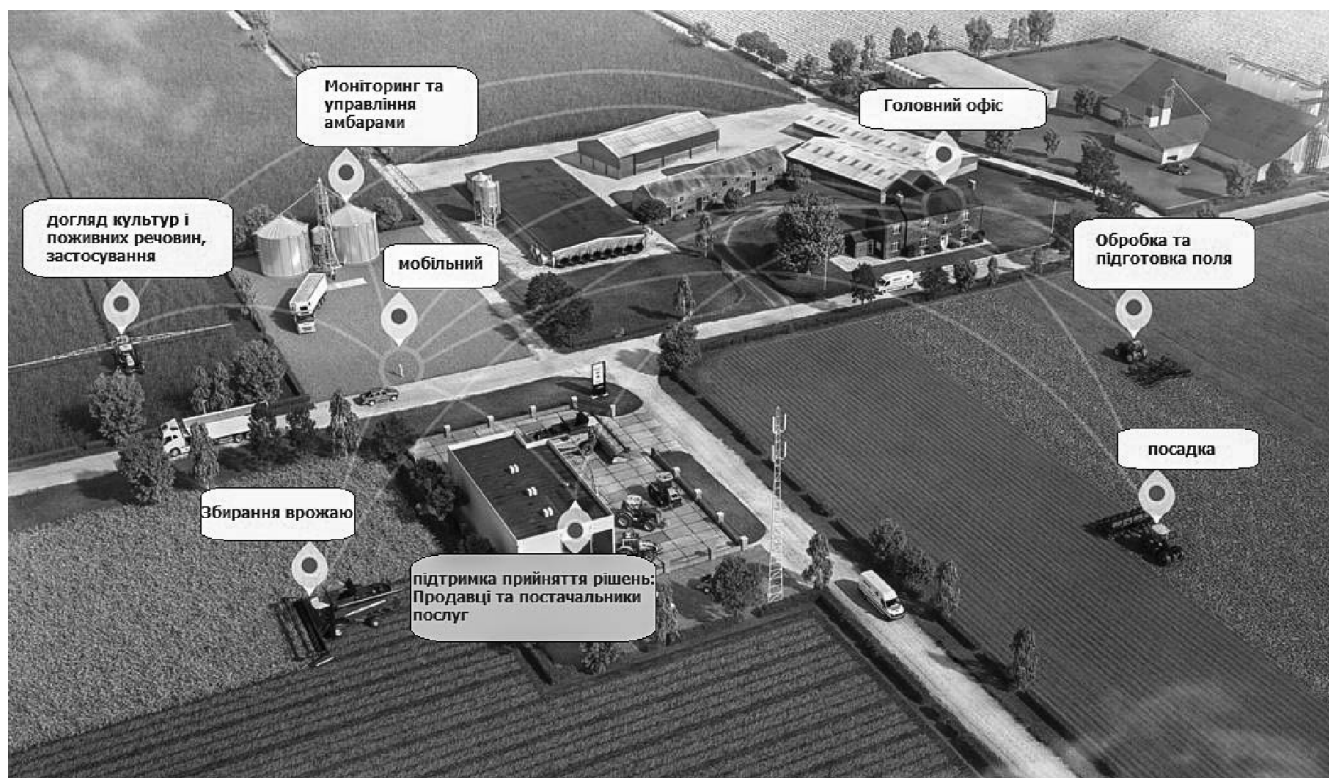


Рисунок 1.1 – Схема зв'язку елементів РА

Найоптимальнішим рішенням для РА є розробка систем за типом Machine To Machine (M2M). Іншими словами побудова комунікації машин (сервери, МК, виконавчі механізми) без втручання у роботу людини.

На рисунку 1.2 показана загальна схема зв'язку M2M для точного землеробства.

- інформація збирається за допомогою сенсорів;
- передається від контролерів до серверу;
- інформація зберігається у БД, оброблюється визначеним порядком та приймаються відповідні рішення;
- За прийнятими рішеннями команди від сервера передаються на виконавчі механізми.

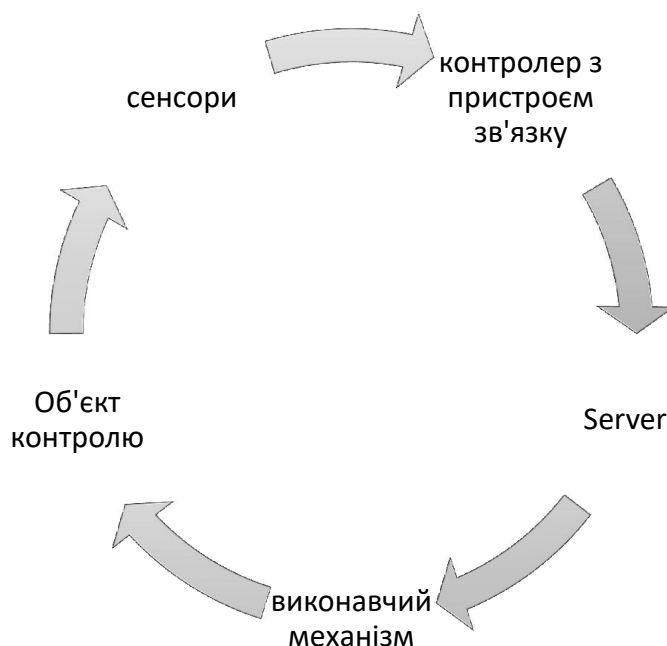


Рисунок 1.2 – Схема циклу взаємодії пристроїв у РА

Як можна зазначити найбільшу роль у цьому колі відіграють системи комунікації між польовими МК системами та сервером зберігання та обробки даних. Отже проектування надійного каналу зв'язку мають велике значення у побудові M2M комунікацій в системі РА.

1.2 Аналіз існуючих рішень для побудови каналу зв'язку

Розробка систем точного землеробства ведеться вже достатньо довго. За цей час багато компаній досягло успіху у розробці продуктів для моніторингу та управління процесом ведення господарства. Відповідно до умов використання виникає необхідність розробки індивідуальних рішень побудови каналу зв'язку.

1.2.1 GPRS модем DCM300 від компанії Trimble

Компанія Trimble Navigation, Ltd. – виробник геодезичного обладнання і лідер у виробництві GSP-приймачів, лазерних реометрів та інерційних навігаційних систем.

Trimble також добре зарекомендували себе у сфері РА. Одним з продуктів компанії для застосування у сфері РА є система ConnectedFarm™, що дозволяє легко підключатися до програмного і апаратного забезпечення на всій території господарства для підвищення ефективності роботи і процесу прийняття рішень.



Рисунок 1.3 – Схема комунікації елементів РА у системі ConnectedFarm

Для побудови каналу зв'язку використовується модем DCM-300, що забезпечує бездротовий зв'язок 3G для програмних рішень ConnectedFarm. Він дозволяє встановлювати надійний доступ до коригування Trimble®CenterPoint™ VRST™, а також третіх сторін мереж RTK.

Модем може використовуватися для бездротової передачі даних між дисплеями TrimbleFmX® або CFX-750™ і програмним рішенням FarmWorks™ для офісу.



Рисунок 1.4 – Універсальний GPRS модем DCM300 для CFX- 750

DCM-300 модем сумісний з наступними дисплеями і приймачами Trimble [21]:

- дисплей Trimble TMX -2050™;
- дисплей Trimble CFX-750™;
- вбудований дисплей Trimble FmX®;
- Trimble AG-372 GNSS приймач;
- Trimble AgGPS® 262 приймач;

Підтримка бездротових інтерфейсів:

- UMTS/HSDPA (WCDMA/FDD) 850/1900/2100 MHz
- GSM/GPRS/EDGE 850/900/1800/1900 MHz

Вартість модему складає \$1690.

1.2.2 Модемна система «Агросет - 2 см» від Геоком

Українська приватної фірми «Геоком» дозволяє сільськогосподарчому навігаційному обладнанню отримувати сигнали GNSS корекції від геодезичної мережі базових станцій з точністю 2 см. Система є гарною заміною дорогих платних супутникових сигналів DGPS корекції OMNISTAR.

Переваги:

1. Точність роботи обладнання 2 см, з ряду в ряд.
2. Можливість роботи від будь-якої найближчої GNSS станції, на відстані до 50 км. від місця робіт.
3. Немає необхідності в покупці власної базової станції.
4. Надійність в роботі і простота в встановлення.
5. Прийом коригувань по GPRS каналу, безперебійна робота обладнання за рахунок автоматичного поновлення зв'язку он одній з двох карток операторів мобільного зв'язку.
6. Час ініціалізації 1 сек.
7. Повна сумісність з навігаційним с/г обладнанням Trimble (Trimble CFX 750, Trimble FMX, Trimble Ez-Guide 500)

Процесор MTK6572A/W з частотою 1,2Ghz, 1 GB оперативної і 4 GB вбудованої пам'яті, працює під управлінням операційної системи Android 4.2.1., Підтримує роботу двох SIM-карт в режимі Dualstandby, оснащений 3.5" дисплеєм з роздільною здатністю 320x480 пікселів, двома камерами - фронтальною 0.3Мп і тильною 2.0 Мп. У якості елемента живлення виступає акумуляторна літій-іонна батарея ємністю 1800 mAh.

Модем додатково оснащений вбудованим GPS, модулями Bluetooth BT4.0 і Wi-Fi 802.11b/g/n, FM-радіо, G-сенсором, М-сенсором, датчиком освітлення, індикаторним світлодіодом.

Вартість системи складає \$650.

1.3 Класифікація каналів зв'язку

Канал зв'язку - система технічних засобів і середовище поширення сигналів для передачі повідомлень (не тільки даних) від джерела до одержувача (і навпаки).

Канал зв'язку складається з фізичного та програмного рівні.

На фізичному рівні канал зв'язку представляє фізичне середовище поширення сигналів – фізичну лінію зв'язку. Він включає в себе наступні компоненти: передавальний пристрій; приймальний пристрій; середовище передачі різної фізичної природи (Рис.1.5).

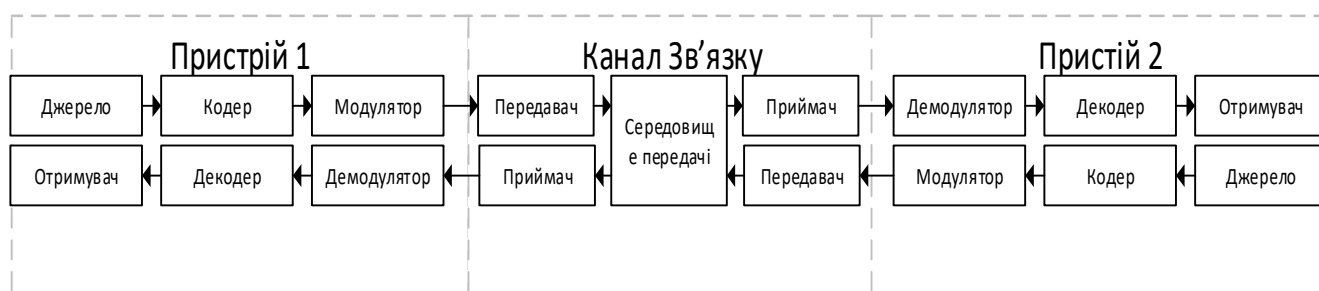


Рисунок 1.5 Схема каналу зв'язку

Опираючись на наведені аналоги систем побудови каналу зв'язку видно що у обох пристроях для передавання інформації до сервера використовується пакетна передача даних (GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSDPA). Але існують і інші технології побудови каналу зв'язку, вибір якого залежить від багатьох факторів. Найбільш значимими факторами є собівартість та умови застосування.

За своєю природою канали зв'язку можна розділити на кабельні, ультразвукові, інфрачервоні та радіолінії (рис 1.6)

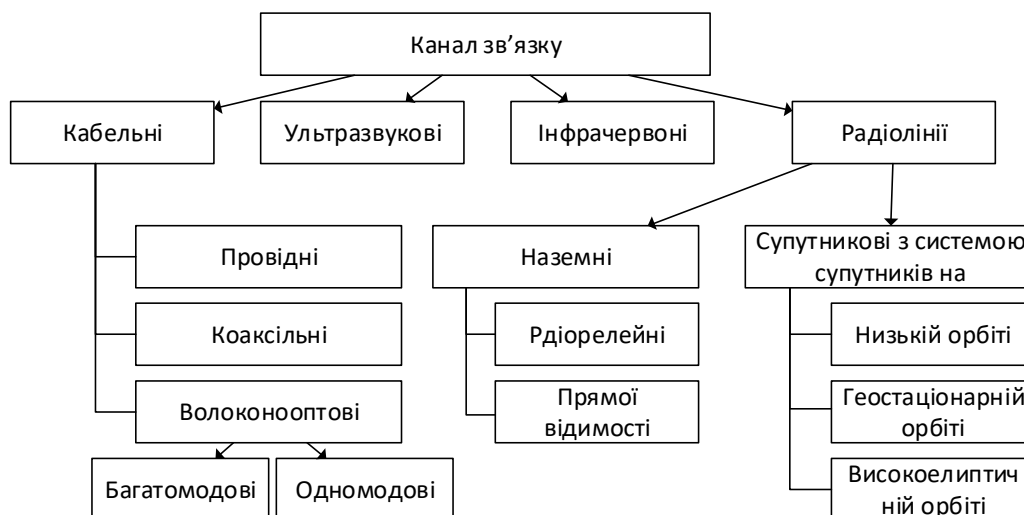


Рисунок 1.6 – Класифікація каналів зв'язку

У кабельних каналах зв'язку інформація передається за допомогою провідного середовища. Основною перевагою є надійність сигналу.

Недоліком же є те, що їх використання обмежено стаціонарними об'єктами.

Ультразвукові та інфрачервоні хоча і відносяться до безпроводних, але дистанція їх ефективної дії вкрай мала.

Виходячи з особливих вимог систем точного землеробства, а саме використання в умовах мобільності та значного радіусу дії систем, подальший розгляд цих категорій немає сенсу.

Щодо каналу зв'язку на основі радіоліній – швидкість передачі інформації не значна відносно вище вказаних, також сила сигналу залежить від електромагнітної перешкоди.

Але можливість застосування у мобільних умовах та великий радіус дії роблять їх роль у створенні РА систем незамінною.

1.4 Аналіз існуючих технологій

Найбільшої популярності з усіх безпроводних технологій у сфері IoT набрали Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, WiMax, LPWAN, мобільний зв'язок.

1.4.1 Wi-Fi

Wi-Fi – це набір стандартів бездротового зв'язку IEEE 802.11, який можна використовувати для побудови бездротової локальної обчислювальної мережі предметів WLAN на основі стека TCP / IP. Стек протоколів стандарту IEEE 802.11 складається з фізичного рівня PHY і канального рівня з підрівнями управління доступом до середовища MAC і логічної передачі даних LLC. Протоколи IEEE 802.11 (WiFi) відносяться до рівня мережевих інтерфейсів в стеці TCP / IP.

Зазвичай покриває десятки метрів, яка використовує неліцензовані діапазони частот для забезпечення доступу до мережі. Зазвичай використовується користувачами для доступу до їх власної локальної мережі, яка може бути і не підключена до Інтернету.

Переваги:

- Розгортання мережі без прокладки кабелю, що може зменшує вартість розгортання і масштабування мережі. Місця розгортання, що мають історичну цінність, можуть обслуговуватися бездротовими мережами.
- Надання доступу до мережі мобільним пристроям.
- В межах зони Wi-Fi до мережі може бути підключено значну кількість пристроїв.
- Wi-Fi пристрої широко поширені на ринку. Гарантується сумісність обладнання завдяки обов'язковій сертифікації обладнання з логотипом Wi-Fi.
- Відсутність реєстрації у державному центрі частот.
- Випромінювання від Wi-Fi пристроїв в момент передачі даних на порядок (в 10 разів) менше, ніж у стільникового телефону.
- Можливість обмеження доступу, та керування трафіком підключених пристроїв.

Недоліки:

- В діапазоні 2,4 GHz працює безліч пристроїв, таких як пристрої, що підтримують Bluetooth, і ін., І навіть мікрохвильові печі, що погіршує електромагнітну сумісність.
- Незначний радіус дії не дозволяє організовувати комунікацію з віддаленими більш ніж на 100 метрів пристроями, що не задовольняю використанню у проектуванні системи точного землеробства.

1.4.2 BLE

Нова версія стандарту Bluetooth low energy, призначена для побудови бездротових мереж типу Smart Home.

Новий стандарт Bluetooth Mesh з комірчастою топологією впроваджений у кінці 2016 р. Стек комунікаційних протоколів Bluetooth LE 4.2 підтримує мережевий протокол IPv6 over BLUETOOTH Low Energy або 6LoWPAN, протоколи транспортного (UDP, TCP) і прикладного (COAP і MQTT) рівнів.

Версія BLE 4.2 забезпечує мінімальне енергоспоживання обладнання і вихід в IP-мережі. Нижні рівні MAC і PHY стека Bluetooth LE Stack: Bluetooth LE Link Layer і Bluetooth LE Physical. Для забезпечення взаємодії мереж (BLE 4.2 і Internet) на мережевому рівні (6LoWPAN з IPv6) і прикладному рівні стека протоколів (CoAP з HTTP), мережа BLE 4.2 може бути підключена до мережі Інтернет через Border routers і CoAP-to -HTTP Proxy відповідно.

Радіус роботи не перевищує 100 м (клас А). Ці числа декларуються стандартом для прямої видимості, в реальності не варто очікувати на безпечній відстані 10-20 м. Такого радіусу недостатньо для ефективного застосування у системах РА.

1.4.3 Zig-Bee

Zig-Bee – це одна з найбільш поширених технологій для побудови бездротових мереж IoT (відкритий стандарт ZigBee). Мережа ZigBee з комірчастою топологією (mesh - мережа) має свій стек комунікаційних протоколів IEEE 802.15.4/Zigbee, який не підтримує міжмережевий протокол IP. Обчислювальна мережа предметів на основі стека ZigBee, для взаємодії із зовнішніми пристроями, розташованими в IP-мережі, підключена до мережі Інтернет через спеціалізований IP шлюз Gateway ZigBee. В даний час створено новий стандарт ZigBee IPv6.

Мережі, створені на основі нового стандарт Zigbee IPv6, можуть бути підключені до IP-мережі через роутер, а не спеціалізований шлюз. Шлюз Gateway ZigBee здійснює переупаковку даних з одного формату в інший і забезпечує межсетеве взаємодія між мережами на основі різнорідних технологій MQTT / ZigBee - HTTP / TCP / IP. Технологія ZigBee використовується як стандарт для автоматичного збору свідчень лічильників електроенергії абонентів і передачі їх на сервери операторів зв'язку (автономні сайти), або на IoT Hubs Cloud.

Існують три різних типи пристроїв ZigBee.

- Координатор ZigBee (ZC) — відповідає за формування топології мережі. Може встановлювати мости з іншими мережами. У мережі ZigBee може бути тільки один координатор;
- Маршрутизатор ZigBee (ZR) — проміжна ланка, що передає дані у потрібному напрямку;
- Кінцевий пристрій ZigBee (ZED) — обмінюватися інформацією з вузлом вищого рівня (ZC, ZR), але не може передавати дані з інших пристроїв. Це дозволяє вузлу перебувати в сплячому стані. ZED потребує мінімальної кількості пам'яті, за рахунок цього його виробництво дешевше ніж ZR чи ZC.

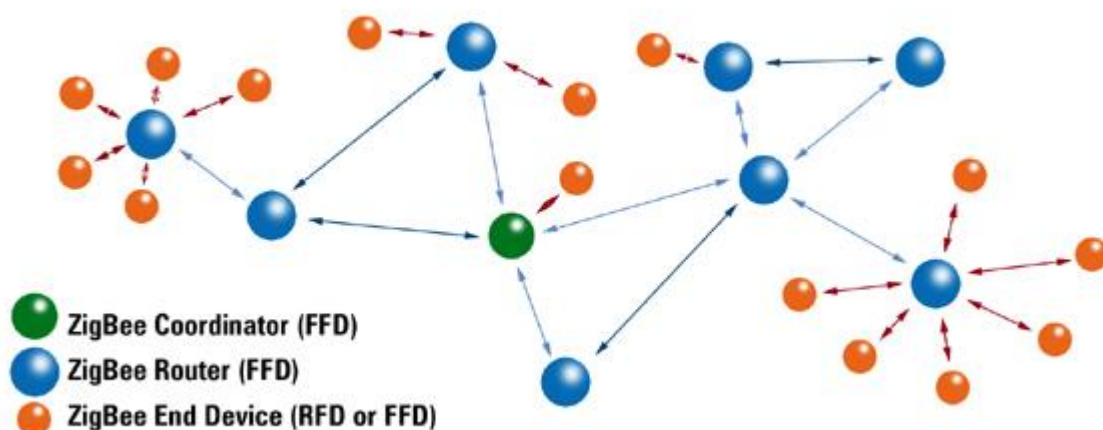


Рисунок 1.7 – Структура зв'язку за технологією Zig-Bee

Радіус дії одного вузла обмежений складає від 1 до 100 метрів, отже для організування систем збору інформації більш ніж 100 метрів потребує встановлення додаткових вузлів.

1.4.4 Wi-Max

WiMAX – це система далекої дії, яка зазвичай використовує ліцензовані спектри частот для надання з'єднання з Інтернетом типу точка-точка провайдером кінцевому користувачеві. Різні стандарти сімейства 802.16 забезпечують різні види доступу, від мобільного (схожий з передачею даних з мобільних телефонів) до фіксованого (альтернатива провідного доступу, при якому бездротове обладнання користувача прив'язане до місця розташування).

WiMAX мережі складаються з наступних основних частин:

- базові і абонентські станції;
- обладнання для зв'язку базових станції між собою, з постачальником сервісів і з Інтернетом.

Для з'єднання базової станції з абонентською використовується високочастотний діапазон радіохвиль від 1,5 до 11 ГГц. Швидкість обміну в ідеальних умовах досягає 70 Мбіт/с.

Для з'єднання базових станцій встановлюються з'єднання (прямої видимості), використовується діапазон частот від 10 до 66 ГГц. Швидкість обміну даними досягає 140 Мбіт/с. [19]

До переваг безумовно відноситься дальність дії сигналу, що дозволяє підключати велику кількість пристроїв до однієї бази.

Недоліком можна вважати вплив погодних умов та інших бездротових систем на роботу системи. Для роботи можуть використовуватись абсолютно різні діапазони частот. Швидкість передачі даних залежить від відстані між базовою станцією і клієнтським обладнанням. Обладнання споживає досить велику потужність. Вартість обладнання достатньо велика.

1.4.5 LPWAN

Бездротова технологія передачі невеликих за обсягом даних на дальні відстані, розроблена для розподілених мереж телеметрії та IoT. LPWAN – це одна з видів бездротових технологій, що забезпечує середовище збору даних з різного устаткування: датчиків, лічильників та сенсорів.

Принцип дії:

В основі принципу передачі даних за технологією LPWAN на фізичному рівні РНУ полягає властивість радіосистем – збільшення енергетики, а значить і дальності зв'язку при зменшенні швидкості передачі. За рахунок зменшення бітової швидкості передачі, збільшуємо рівень енергії, що вкладено в кожен біт – це дозволяє легше виділяти його на тлі шумів в приймачах. Таким чином, низька швидкість передачі даних дозволяє домогтися більшої дальності поширення радіосигналу, і, як наслідок, збільшення радіусу дії приймаючої станції.

Підхід використовується для побудови LPWAN-мережі схожий з принципом роботи мереж мобільного зв'язку. LPWAN-мережу використовує топологію «зірка», де кожен пристрій взаємодіє з базовою станцією безпосередньо. Мережі міського або регіонального масштабу будуються з використанням конфігурації «зірка із зірок».

Пристрій або модем з LPWAN-модулем передає дані по радіоканалу на базову станцію. Станція приймає сигнали від всіх пристроїв в радіусі своєї дії, переводить у цифровий вигляд і передає на віддалений сервер, використовуючи доступний канал зв'язку: Ethernet, стільниковий зв'язок.

Отримані на сервері дані використовуються для відображення, аналізу, побудови звітів та прийняття рішень.

Управління пристроями, оновлення програмного забезпечення відбувається з використанням зворотного каналу зв'язку.

Для передачі даних по радіоканалу, як правило, застосовується неліцензованому спектр частот, дозволених до вільного використання в регіоні побудови мережі: 2,4 ГГц, 868/915 МГц, 433 МГц, 169 МГц. [18]

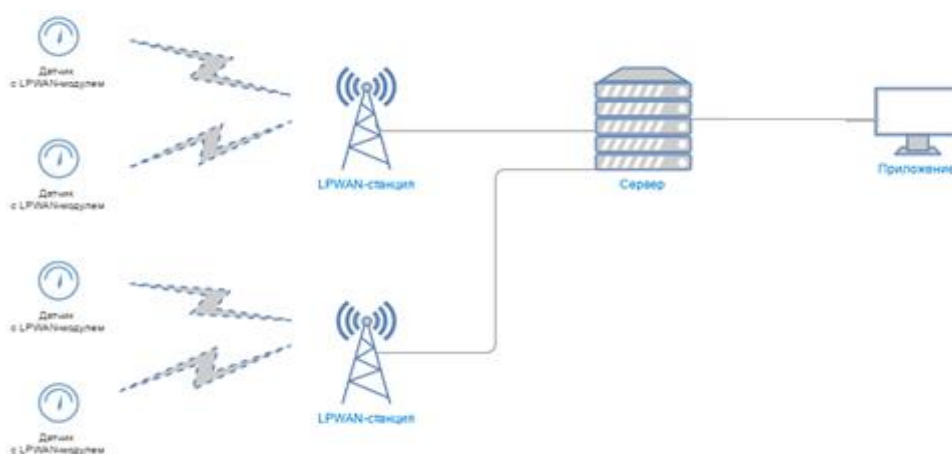


Рисунок 1.8 – Топологія LPWAN

Переваги:

- Велика дальність передачі сигналу у порівнянні з іншими бездротовими технологіями;

- Низький рівень споживання енергії у кінцевих пристроїв;
- Висока проникаюча здатність радіосигналу в міській забудові;
- Висока масштабованість мережі на великих територіях;
- Відсутність необхідності отримання частотного дозволу та плати за радіочастотний спектр, внаслідок використання неліцензованому частот.

Недоліки:

- Відносно низька пропускна здатність, в слідстві використання низької частоти радіо каналу;
- Затримка передачі даних від датчика до сервера, пов'язана з часом передачею сигналу, може досягати від декількох секунд до декількох десятків секунд;
- Відсутність єдиного стандарту, який визначає фізичний шар і управління доступом до середовища для бездротових LPWAN-мереж;

1.4.6 Мобільний зв'язок

GSM (Global System for Mobile Communications)

Повністю цифровий стандарт. Належить до мереж другого покоління. Розроблено в 80-х роках минулого століття. С 1991 року стандарт GSM почали активно впроваджувати в багатьох країнах світу.

У GSM визначені 4 діапазону роботи: GSM 900, GSM 1800 використовуються країнами Європи та Азії. GSM 850, GSM 1900 - США, Канада, окремі країни Латинської Америки і Африки.

На сьогоднішній день стандарт GSM використовують оператори більше 200 країн і територій. За даними асоціації GSM (GSMA) на ці мережі припадає близько 82% світового ринку мобільного зв'язку.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

Технологія стільникового зв'язку, що відноситься до покоління 3G. UMTS – це фактично прототип удосконаленої GSM мережі з радіо інтерфейсом за технологією W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access - широкосмуговий CDMA). Вперше мережа була запущена в жовтні 2001 року Японським оператором зв'язку.

Дана технологія, дозволяє підтримувати швидкість передачі інформації на теоретичному рівні до 21 Мбіт / сек. На даний момент реальна швидкість для мобільного абонента досягає 2 Мбіт / сек.

У зв'язку з тим, що стандарт UMTS розроблений на основі найпопулярнішою технології мобільного зв'язку GSM – він має всі перспективи стати дійсно глобальним стандартом персональної мультимедіа зв'язку.

WAP (Wireless Application Protocol)

Протокол бездротового доступу до інформаційних і сервісних послуг глобальної мережі Інтернет безпосередньо з мобільних телефонів. WAP протокол - це опис того, як саме дані передаються з мережі Інтернет на мобільний телефон і назад. Послуга дозволяє відображати на екрані стільникового телефону сторінки WAP-сайтів в Інтернеті. Для роботи в глобальній мережі, Вам не потрібні додаткові пристрої - досить мати мобільний апарат з вбудованим WAP-браузером.

CSD (Circuit Switched Data)

Технологія передачі даних з комутацією каналів в мережі GSM. Швидкість передачі даних дорівнює 9,6 Кбіт / сек. Зона покриття CSD відповідає зоні покриття GSM. Передача даних відбувається за коштами голосового каналу через вбудований модем, і тому тарифікація CSD-послуг погодинна. Варто відзначити, що CSD сумісний з багатьма протоколами передачі даних.

GPRS (General Packet Radio Service)

Технологія бездротового пакетної передачі даних в мережах GSM, зі швидкістю до 171,2 Кбіт / сек. На практиці швидкість становить 40-120 Кбіт / сек і залежить в основному від моделі телефону. Іноді обмежується і оператором мобільного зв'язку.

GPRS використовується як для доступу до WAP сайтів, так і для обміну даними з іншими пристроями в мережі GSM і із зовнішніми мережами, в тому числі Інтернет. GPRS передбачає тарифікацію за обсягом переданої / отриманої інформації, а не часу. Це стало таким собі «ноу-хау» в мобільному зв'язку і призвело до значного здешевлення доступу в мережу Інтернет.

EDGE (Enhanced Data for Global Evolution)

Технологія високошвидкісної пакетної передачі даних в мережах GSM. За допомогою EDGE можна організувати передачу даних з максимально можливою швидкістю до 473,6 Кбіт / сек. На практиці швидкість становить до 236 Кбіт / сек і залежить від моделі телефону.

HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access)

Технологія високошвидкісної пакетної передачі даних в мережах UMTS. Даний стандарт прийнято відносити до мереж покоління 3,5G і розглядається фахівцями як один з перехідних етапів міграції до технологій мобільного зв'язку четвертого покоління (4G). Максимальна теоретична швидкість передачі даних становить 14,4 Мбіт / сек. На практиці швидкість наближається до 7,2 Мбіт / сек.

1.5 Вибір технології для проектування моделі каналу зв'язку

Посилаючись на пункт 1.3 даної роботи видно, що кожна технологія має свої плюси і свої мінуси. Порівняльна характеристика відносно дальності сигналу та енергоживленню наведена у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика бездротових технологій

№	Назва бездротової технології	Радіус дії	Швидкість	Додаткове обладнання	Енергоживлення
1	Bluetooth	до 200м	До 24Мбіт/с	+	Середнє
2	Wi-Fi	до 300м	до 300 Мбіт/с	+	Високе
3	Wi-Max	до 80км	до 100 Гбіт	+	Високе
4	Zig-Bee	1-100м	до 250 кбіт/с	+	Середнє
5	LPWAN	до 50км	290 бит/с – 50 кбит/с	+	Низьке
6	Мобільний зв'язок	17-34км	50 кбіт/с – 14Мбіт/с	–	Середнє

З таблиці видно, що такі технології як Wi-Fi, Bluetooth та ZigBee мають обмежений радіус дії, не придатний для віддаленого встановлення польових МК систем більш ніж на кілометр. Але розгортання систем на їх основі досить легке.

Wi-Max має велику швидкість передачі даних та дистанцію дії. Але це технологія направленої дії. Також вартість обладнання досить висока.

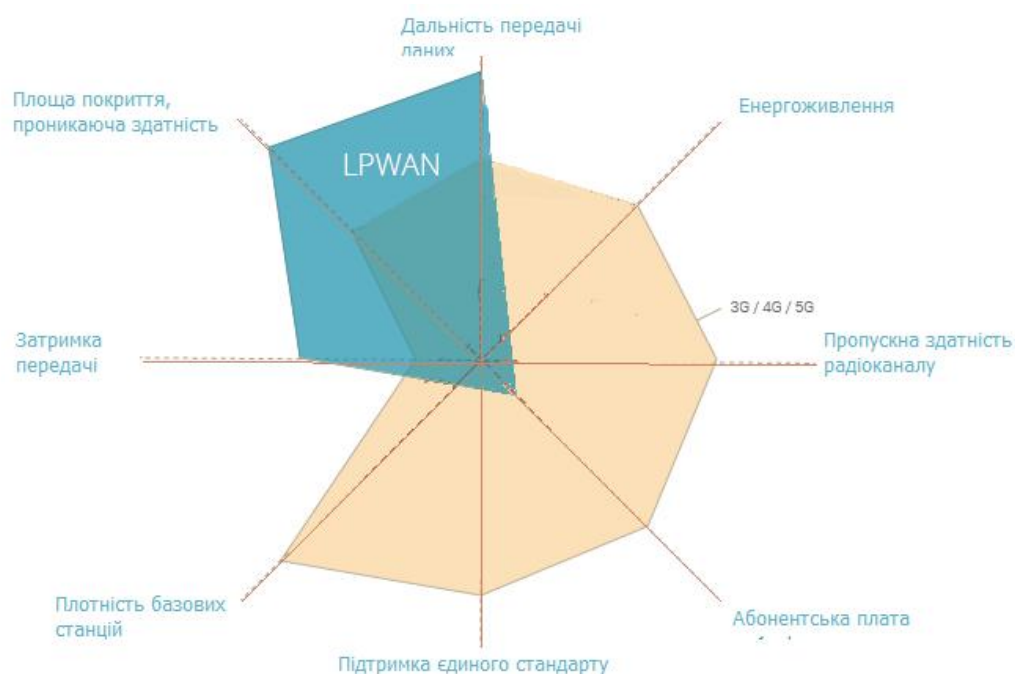


Рисунок 1.9 – Порівняльна характеристика LPWAN, 3G

Отже найбільш оптимальним рішенням для побудови каналу зв'язку польової МК системи є LPWAN та система мобільного зв'язку. Порівняння ключових моментів LPWAN та 3G наведено на рисунку 1.9

LPWAN для своєї роботи потребує встановлення додаткового обладнання. Вартість модему варіюється \$7-\$20. Вартість базової станції досягає \$500.

Використання ж GSM модемів не потребує встановлення власної станції. Покриття мобільного зв'язку охоплює майже всю територію України. Тобто при наявності GSM/GPRS модуля, вартість якого складає від \$2 і активованої карти оператора мобільного зв'язку, можливо легко налагодити передачу даних між польовою МК системою і сервером.

Проаналізувавши всі обмеження, переваги та недоліки оглянутих технологій, прийнято рішення на використання пакетної передачі даних за технологією GPRS для побудови моделі каналу зв'язку.

1.6 Постановка задачі

Повинно бути розроблено модель каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи з використанням існуючої структури зв'язку для подальшого впровадження у систему точного землеробства.

Загальна вартість апаратного забезпечення на побудову каналу зв'язку не повинна перевищувати 1000 грн.

1.6.1 Вимоги до моделювання роботи каналу зв'язку

Моделювання роботи канали зв'язку можливе тільки при розробці налаштуванні обох складових зв'язку – клієнта (МК) та сервера. Отже необхідно спроектувати структуру зв'язку клієнт-сервер та розробити відповідне ПЗ для роботи обох сторін.

1.6.2 Технічні вимоги до апаратного забезпечення

Модель каналу зв'язку повинна включати в себе такі елементи:

- мікроконтролер;
- GPS/GPRS модем для підключення до глобальної мережі інтернет;
- сенсор для генерування даних для передачі даних на сервер;
- Сервер для отримування даних від МК системи;

Мікроконтролерна система повинна обиратись згідно до умов збору інформації. Основними питаннями при їх виборі є об'єм функцій, виконання котрих полягає на МК. Система повинна виконувати підготовку даних отриманих від сенсорів для подальшої передачі до сервера.

Головною вимогою до GSM модуля вартість і надійність. Також важливим є притримування стандарту визначення команд управління згідно зі стандарту TIA/EIA-602-A [1].

Для забезпечення надійного зв'язку місцевість використання польових сенсорів повинна мати стійке покриття обраним провайдером за обраненою технологією передачі інформації.

Сервер повинен мати прямий доступ до мережі інтернет та бути стійким до втручання зловмисників у роботу першого. При організації доступу через маршрутизатор – повинна бути налаштована таблиця маршрутизації.

1.6.3 Вимог до функцій МК

МК система повинна приймати дані від сенсорів і проводити їх підготовку для подальшої передачі до серверу, встановлювати зв'язок з сервером та передавати підготовлені данні. Система повинна бути автоматично відновлювати зв'язок з сервером у разі його втрати.

1.6.4 Вимоги до функцій сервера

Сервер повинен приймати запити від сенсорів з інформацією від сенсорів і записувати інформацію до бази даних. Формат даних визначається при проектуванні серверного ПЗ. Доступ із глобальної мережі інтернет повинен надаватись тільки до веб-серверу. Прямий доступ із зовнішньої мережі до серверу БД повинен бути закритий. Архітектура БД повинна бути легко масштабованою.

1.7 Висновки до розділу 1

Ознайомившись з існуючими рішеннями від лідерів виробництва систем для точного землеробства і вартістю таких рішень, прийнято рішення на проектування власної системи для побудови каналу зв'язку.

З описаних вище технологіями бездротового зв'язку для використання у системах РА обрано пакетна передача GSM-зв'язку, такі як GPRS, EDGE, HSDPA. Канал зв'язку побудований на технології пакетної передачі даних відповідає основним вимогам точного землеробства щодо зв'язку приладів – мобільність та радіус дії.

Використання GSM модемів для побудови каналу зв'язку обґрунтовується їх вартістю (від \$2) та простотою розробки відповідного ПЗ, та відповідає стандартам зв'язку та передачі даних, що полегшує розробку ПЗ.

2 АРХІТЕКТУРА МОДЕЛІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ, ВИБІР ПРОГРАМНОГО ТА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Розробка структури моделі каналу зв'язку

Для проектування моделі зв'язку використовується програмне забезпечення ПЗ Packet Tracer від компанії Cisco. Дане програмне забезпечення дозволяє проектувати топологію зв'язку за вимогами користувача, та моделювати їх роботу. Packet Tracer підтримує велику кількість популярних пристроїв для організації мережі.

Згідно до вимог наведених у пункті 1.6 спроектовано модель зв'язку, що представлена на рисунку 2.1.

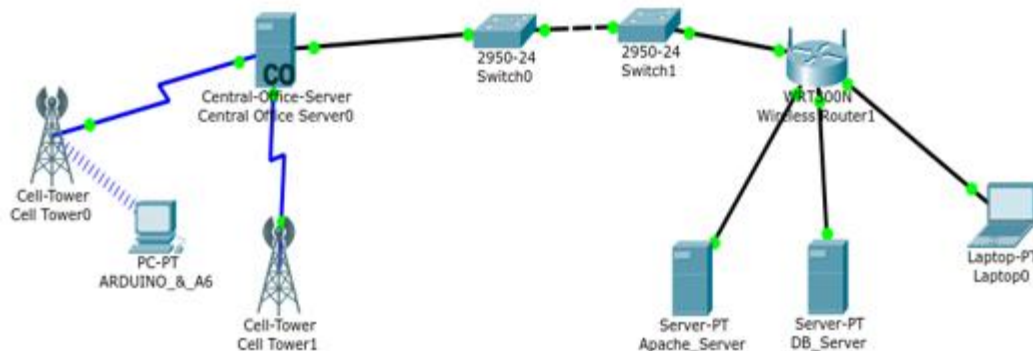


Рисунок 2.1 – Схематичний зв'язок МК системи з сервером

МК система на схемі відображена у якості елемента системи з назвою «PC-PT ARDUINO_&_A6». Серверна частина складається з веб-серверу «Server-PT Apache_Server» та серверу БД «Server-PT DB_Server». Веб-сервер та сервер БД об'єднуються до локальної мережі маршрутизатором «WRT500N Wireless Router 1».

Організація виходу до інтернету через маршрутизатор надає серверу відповідності до вимог безпеки, бо окрім керування процесом маршрутизації

роутер виступає у якості брандмауєру. Це забезпечує первинний захист від втручання у роботу зловмисників.

Сервер бази даних розташовується на окремій машині від веб-серверу. Прямий доступ з глобальної мережі інтернет є тільки до веб-серверу. Інші ж пристрої що знаходяться у локальній мережі, що підключені до маршрутизатора є невидимими зовні. Таке розподілення можливе з використанням IP переадресації (IP Forwarding). Вона надає гнучкості у налаштуванні доступу до пристроїв у локальній мережі. Приклад налаштування наведено на рисунку 2.2

Virtual Servers						
ID	Service Port	Internal Port	IP Address	Protocol	Status	Modify
1	80	80	10.16.0.2	ALL	Disabled	Modify Delete
2	22	22	10.16.0.2	ALL	Disabled	Modify Delete
3	23	23	10.16.0.5	TCP	Enabled	Modify Delete

Рисунок 2.2 – Таблиця віртуальних серверів

Віртуальний сервер імітує роботу фізичного сервера. Віртуальний сервер використовується для налаштування сервісів загального користування у локальній мережі. Віртуальний сервер визначається як порт сервісу, після чого запити що приходять із глобальної мережі на цей порт перенаправляються на визначений комп'ютер у локальній мережі. Любий комп'ютер у локальній мережі з використанням віртуальних серверів повинен мати статичну IP адресу.

Таким чином до веб-серверу (10.16.0.2) надається доступ із глобальної мережі інтернет за портами 80 та 22.

Прямий доступ до серверу бази даних із глобальної мережі відсутній. Але доступ до нього можливий із серверу та інших локальних пристроїв.

Файловий простір серверу бази даних рекомендовано організувати у апаратному RAID-1 масиві. Апаратний RAID-1 потребує встановлення двох жорстких дисків рівного об'єму. Масив організує повне дублювання даних на обох носіях.

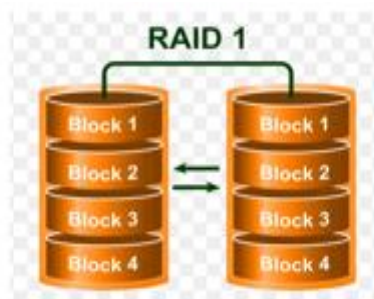


Рисунок 2.3 – схема розташування даних на RAID-1 масиві

Із схеми з'єднання на рисунку 2.1 видно що для комунікації МК системи та серверу використовується існуюча інфраструктура зв'язку. Так як GSM модеми для GPRS з'єднання використовують стек протоколів TCP/IP, це знімає це вирішує ряд проблем. Однією з котрих є відсутність необхідності встановлювати додаткове апаратне забезпечення на боці сервера для декодування сигналів.

2.2 Вибір апаратного забезпечення

Виходячи з вимог до апаратного забезпечення з розділу 1.6 та структурної схеми зв'язку наведеної у розділі 2.1 для проектування моделі каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи використовується наступне апаратне забезпечення:

1. платформа для розробки на базі мікроконтролера ATmega328P Arduino Uno;
2. GSM/GPRS модем AiThinker A6;
3. сенсор вологості та температури DHT11;
4. роутер TP-Link TL-WR741ND;
5. комп'ютер для розгортання web-сервера;

6. комп'ютер для розгортання БД.

Платформа Arduino у якості МК системи обрана по багатьом причинам. Перш за все це її ціна. З вартістю у 250 гривень вона задовольняє вимогам на обмеження бюджету. Також Arduino легко програмувана. Наявність спеціалізованого середовища для програмування продукту та великі об'єми інформації щодо розробки під Arduino роблять цей вибір очевидним.

Для генерування даних, що потрібно передати до сервера обрано датчик вологості та температури DHT11 (рисунок 2.4). Існує багато бібліотек для роботи з сенсорами, що облегшує роботу з ними. Для роботи з сенсором використовується бібліотека DHT11 [15].

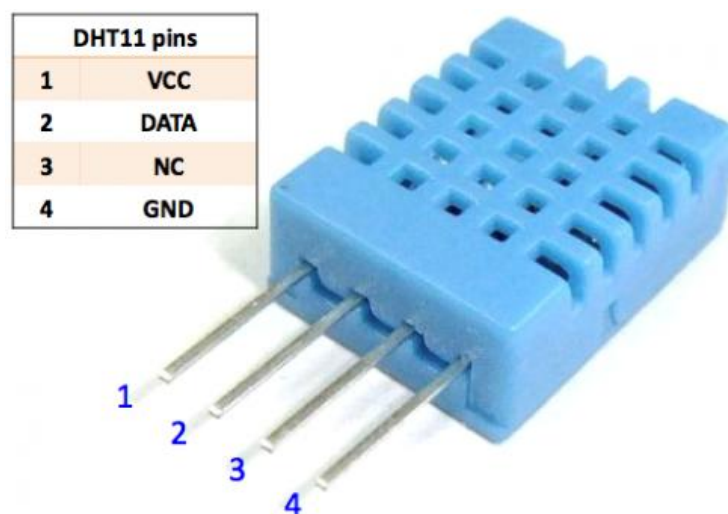


Рисунок 2.4 – Сенсор вологості і температури DTH-11

Перевагами GSM/GPRS модему *AiThinker A6* є ціна (3\$) та повна підтримка стандарту команд управління модемом [1].

Кожен модем керується спеціальними AT-командами, названі так за префіксу AT, з котрого і починаються майже все команди.

Формат команди:

AT+«команда»=«параметри»

Але кожен виробним модемів може використовувати свій спеціалізований набір команд, що зменшує універсальність програмного коду і в разі заміни модему на модем іншого виробника інструкцій для управління модемом прийдеться замінювати. GSM/GPRS модем AiThinker A6 у повному обсязі відповідає вимогам стандарту.

Схема з'єднання Arduino, модему та сенсора відображена на рисунку 2.5.

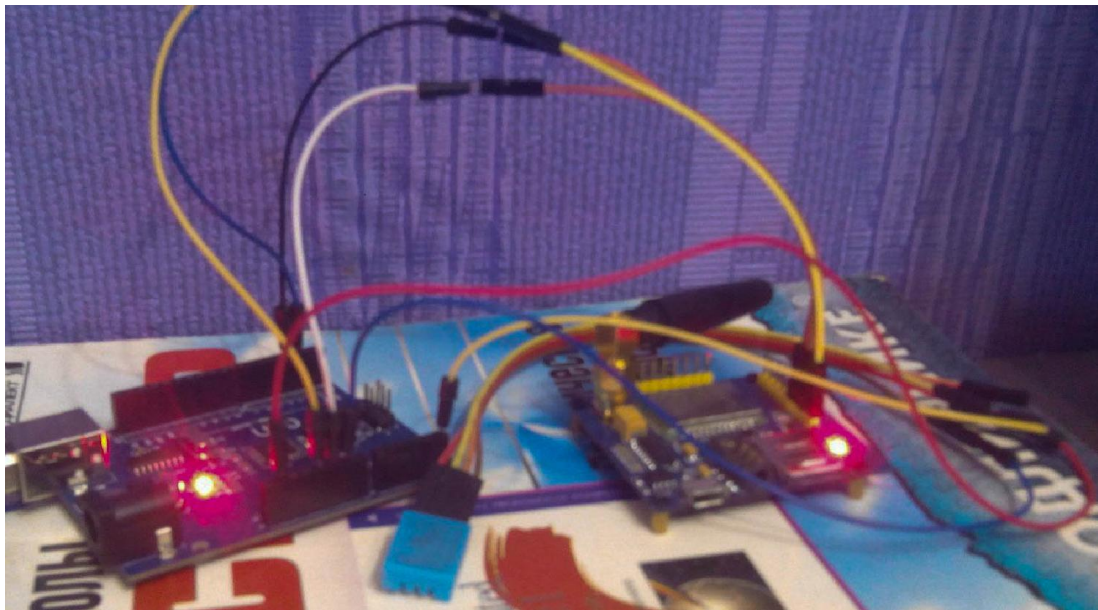


Рисунок 2.5 – Зібрана МК система

Wi-Fi Роутер **TP-Link TL-WR741ND** відповідає вимогам описаним у розділі 1.6 з боку безпеки. Роутер обладнаний брандмауером, підтримує віддалене управління і що найголовніше налаштування IP-переадресації (рисунок 2.2).

У якості web-серверу виступає з GNU/Linux дистрибутивом Ubuntu 17.04.

Системні характеристики:

- Процесор: Core 2 Duo 2.8 GHz;
- RAM: 8GB;
- Файловий простір: SSD 60GB.

Для БД виділено комп'ютер з GNU/Linux дистрибутивом Debian 7.0.

Системні характеристики:

- Процесор: Intel Celeron 2.4 GHz;

- RAM: 2GB;
- Файловий простір: RAID-1 (2xHDD 80GB).

2.3 Вибір програмного забезпечення

До серверу БД встановлено у якості бази даних MariaDB. MariaDB – це реляційна база даних створена як форк від MySQL. Поширюється під вільною та відкритою ліцензією GNU GPL. Адміністрування баз даних виконується за допомогою PhpMyAdmin.

Для організації роботи веб-серверу використовується Apache HTTP Server та PHP7. Для розробки та корегування скриптів сервера використовується редактор Vim та SublimeText.

Для написання скетчей для Arduino використовується Arduino IDE. IDE дозволяє за легкістю створювати програмний код для управління роботою мікроконтролера. Підтримує велику кількість бібліотек для роботи із усіма продуктами Arduino. Мається структурована і зрозуміла документація, щодо коректного написання програм із наведеними прикладами використання.

Для доступу до сервера за звичним для користувача ім'ям слід призначити доменне ім'я. Сервіс Freenom дозволяє легко призначити будь яке з доступних імен серверу. Сервіс дозволяє скористатись як платною службою так і безкоштовно строком до 12 місяців. Для організації доступу до сервера обрано доменне ім'я «www.ardhal.tk».

Слід зауважити, що така система виводу до глобальної мережі дійсна тільки для загальних IP адрес. Якщо провайдер видає динамічні IP-адреси слід скористатись послугою DDNS.

DNS MANAGEMENT for ardhal.tk

[Back to domain details](#)

Name	Type	TTL	Target	
	A	14440	176.110.7.87	Delete
www	A	14440	176.110.7.87	Delete

Рисунок 2.6 – DNS management для ardhal.tk

2.4 Висновки до розділу 2

У даному розділі спроектовано модель каналу зв'язку з мінімальним включенням елементів, що дозволяє промодельювати роботу системи. Проведено вибір апаратного та програмного забезпечення, що забезпечують проектування та подальшу роботу моделі каналу зв'язку.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ І ТЕСТУВАННЯ МОДЕЛІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ

Як відмічалось у розділі 1.6 для клієнт-серверної комунікації слід розробити програмне забезпечення як для сторони серверу так і для сторони клієнта.

3.1 Розробка серверного ПЗ

3.1.1 Архітектура БД

Перш за розгортаються веб-сервер та налаштовується база даних. Після цього слід розробити архітектуру бази даних згідно до призначення проектованої системи. Для моделювання роботи каналу зв'язку достатньо елементарної архітектури БД (рисунок 3.1). Для зберігання інформації з датчиків достатньо бази із структурою зв'язку наведеною на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Логічна структура зв'язок реляційної бд «sensor_db»

Між таблиціми *sensor_list* та *dht_data* утворюється зв'язок «один до багатьох». Таблиці *sensor_list* та *sensor_info* мають зв'язок «один к одному». Обидва зв'язку є ідентифікуючими. Структура БД проектується таким чином, що у випадку додавання сенсора іншої групи параметрів – необхідно створення нової таблиці для зберігання даних, визначаючої дану групу сенсорів.

3.1.2 Робота веб-сервер з базою даних

Підключення веб-сервера до БД виконується за допомогою класу-обгортки над об'єктом PDO

```
<?php
class DBO {
    var $hostname = '127.0.0.1';
    var $db_name = '';
    var $username = 'root';
    var $password = 'toor';
    var $charset = 'utf8';
    var $dbh;
    // утворення об'єкта
    function DBO($hostname, $db_name, $username, $passwd);
    function Connect();
    function Close();
    function Request($sql_query);
    function Exec($sql_query);
}
```

Додавання нового сенсора до БД виконується наступним скриптом:

```
<?php
require_once 'core.php';
var_dump($_GET);
$pwd = $_GET["pwd"]??NULL;
$guid = $_GET["guid"]??NULL;
// отримання 60-символьного hash-коду
$hash = password_hash($pwd, PASSWORD_BCRYPT);

if ( ($guid != NULL ) and ($pwd != NULL)) {
    $sql = "INSERT into sensor_list(`guid`,`hashsum`) VALUES ('$guid','$hash')";
    // підключення до БД
    $dbc = new DBO('10.16.0.5', 'sens_db', 'root', 'fk4235pr');
    $dbc->Connect();
    // запин на добавлення нового сенсору до БД
    $stmt = $dbc->Exec($sql);
}
```

Оператор null-об'єднання типу *парам1?? парам2??арг1* дозволяє присвоїти змінній значення з ланцюга *{парам1, парам2}* і якщо жодне з них не задане то присвоїти значення за замовченням *арг1*. NULL-об'єднання дозволяє у

компактному вигляді задавати коректне значення, не прописуючи довгі перевірки на наявність необхідного значення. Данна можливість доступна починаючи з PHP7.

Додавання інформації за існуючим пристроєм виконується скриптом:

```
<?php
require_once 'core.php';

$guid      = $_GET['guid']??NULL;
$pwd       = $_GET['pwd']??NULL;
$humidity  = $_GET['humidity']??NULL;
$temperature = $_GET['temperature']??NULL;

if (($guid != NULL) && ($pwd != NULL)) {

    $dbc = new DBO('10.16.0.5', 'sens_db', 'ardic', 'ardic');
    $dbc->Connect();
    $sql = "SELECT `guid`,`hashsum` FROM sensor_list WHERE guid = '$guid'";
    $stmt = $dbc->Request($sql);
    $hashsum = $stmt->fetchColumn(1);

    if (password_verify($pwd, $hashsum)) {
        if (($humidity != NULL) && ($temperature != NULL)) {

            $sql = "INSERT into sens_data(`guid`,`parameter`,`value`)
                    VALUES ('$guid','temperature',$temperature)";
            $stmt = $dbc->Exec($sql);
            $sql = "INSERT into sens_data(`guid`,`parameter`,`value`)
                    VALUES ('$guid','humidity',$humidity)";
            $stmt = $dbc->Exec($sql);
        }
        $dbc->Close();
    }
}
}
```

Отримання інформації з БД для відображення виконується:

```
<?php
include "system/core.php";
$sel = $_GET["query"]??NULL;
$cnt = $_GET["cnt"]??100;

if ($sel == 'last') {
    $query = "SELECT      `sens_data`.`guid`, `sens_data`.`parameter`,
                        `sens_data`.`value`, `sens_data`.`time`
                FROM sens_data
                ORDER BY sens_data.time
                DESC LIMIT 2";
```



```

}
// середнє значення температури
if ($sel == 'avgt') {
    $query = "SELECT `sens_data`.`guid`, AVG(`sens_data`.`value`) as temperature
            FROM `sens_data`
            WHERE `sens_data`.`parameter` = 'temperature'
            GROUP BY `sens_data`.`guid`";
}
// середнє значення вологості
if ($sel == 'avgh') {
    $query = "SELECT `sens_data`.`guid`, AVG(`sens_data`.`value`) as humidity
            FROM `sens_data`
            WHERE `sens_data`.`parameter` = 'humidity'
            GROUP BY `sens_data`.`guid`";
}
// вивід $cnt останнієї строк
if ($sel == "all") {
    $query = "SELECT* FROM sens_data ORDER BY sens_data.time DESC LIMIT $cnt";
}
$dbc = new DBO('10.16.0.5', 'sens_db', 'ardic', 'ardic');
$dbc->Connect();
$rs = $dbc->Request($query);
foreach ($rs as $row) {
    $data[] = $row;
}
echo json_encode($data);

```

3.1.3 Алгоритм перегляду інформації по роботі сенсора з БД

Гостьова сторінка для перегляду інформації виконується з використанням JavaScript-фреймворку Angular.

AngularJS спроектований з переконанням, що декларативне програмування найкраще пасує для побудови інтерфейсів користувача та опису програмних компонентів, в той час як імперативне програмування пасує для опису бізнес-логіки. Фреймворк адаптує та розширює традиційний HTML, щоб забезпечити двосторонню прив'язку даних для динамічного контенту, що дозволяє автоматично синхронізувати модель та вид. У результаті AngularJS зменшує роль DOM-маніпуляцій з метою підвищення продуктивності і спрощення тестування.[16]

Приклад HTML коду для виводу інформації наведено у додатку Б.1. Інформацію на сторінці необхідно періодично оновлювати. Виконання перезавантаження сторінки користувачем викликає багато незручностей і заважає роботі користувача. Тому ця робота полягає на модуль Angular наведений у додатку Б.2.

3.2 Розробка алгоритму роботи і зв'язку з сервером для польового МК

Як відмічалось у розділі 2.3 керування роботою модему відбувається за допомогою спеціальних AT-команд. Для зв'язку та передачі даних до сервером, існує мінімальна кількість команд, що має бути відправлено до модему мікроконтролером (Таблиця).

Основною вимогою до МК є надійність з'єднання. Це означає, що у випадку втрати з'єднання повинні бути прийняті міри по відновленню з'єднання. Дана вимога досягається перезавантаженням мікроконтролера з повторною ініціалізацією з'єднання.

Таблиця 3.1 – AT-команди для управління модемом

№	Команда	Примітка
1	at+cgatt=1	Включення gprs модулю
2	"at+cgdcont=1,\"IP\", \"internet\""	Конфігурування модему
3	at+cipmux=0	0 – поодинокі підключення; 1 – множинні підключення.
4	at+cstt= "APN", "login", "passw"	Параметри підключення.
5	at+ciicr	Підняття з'єднання
6	at+cifsr	Перевірка статусу з'єднання
7	AT+CIPSTART= \"TCP\", \"ardhal.tk\", 80"	Встановити підключення. Параметри: –тип з'єднання (TCP/UDP); –хост; –порт.
8	at+cipsend=N	Запит на початок передачі даних. N – кількість байтів.
9	at+cipshut	Скидання всіх з'єднань

Для забезпечення працездатності каналу використовуються функції, що наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Функції, що забезпечують роботу і комунікацію МК з сервером

№	Заголовок функції	Призначення
1	setup();	Початкова ініціалізація (початок роботи мікроконтролера)
2	loop();	Довічний цикл виконання програми мікроконтролера (запускається при завершенні роботи функції setup)
3	void(* resetFunc) (void) = 0;	Перезавантаження мікроконтролера, шляхом переведу стеку до початку коду
4	void Reboot(int _delay);	Скидання встановлених з'єднань
5	void GPRS_Init();	Ініціалізація GPRS/EDGE модуля
6	void wait(int timer);	Затримка у роботі програми
7	String getResponse(SoftwareSerial & ss);	Опитування порта модема на наявність інформації. Повертає строку з відповіддю від модема

Програмний код функцій, наведених у таблиці 3.2 представлений у якості додатку А.

Безперебійна робота по передаванню даних забезпечується тим, що опісля ініціалізації МК системи виконується циклічна функція *loop*, а у разі помилки передачі (отримана відповідь від модулю із словом ERROR) виконується програмне скидання МК (перехід програмного стеку на початок коду) та повторна ініціалізація модему та спроба з'єднання.

Після запуску роботи функції *loop* (розділ 3.2) виконується підключення до сервера.

```
//з'єднання з сервером
#define conectStr "AT+CIPSTART=\"TCP\", \"ardhal.tk\", 80"
gsmPort.println(conectStr);
```

Після успішного підключення мікроконтролер знімає показання з сенсора та підготовляє їх у визначений формат:

```
// GUID зареєстрованого пристрою та ключ для автентифікації на сервере (зареєстрованого у БД)
String dev1 = "guid=dht_01&pwd=F403EE6";
```

```
// Зняття показань та підготовка запиту
DHT.read11(A5);
String data = "GET /test/system/add_data.php?" + dev1 + "&humidity=" + String(DHT.humidity) +
"&temperature=" + String(DHT.temperature);
```

Передача інформації до сервера виконується:

```
// запит на передачу даних - о стані готовності символізує
// наявність знаку ">" у відповіді
gsmPort.println("at+cipsend=50");
wait(5000);
answer = getResponse(gsmPort);

if (answer.indexOf(">") > -1) {

    gsmPort.println(data);
    wait(10000);
}

// у разі повернення помилки- перезавантажити пристрій
if (answer.indexOf("ERROR") > -1) {

    gsmPort.println("at+cipclose");
    resetFunc();
}
```

Дана операція виконується періодично за визначеним періодом часу (60 сек).

3.3 Тестування роботи каналу

Тестування правильності роботи здійснюється за переглядом на стороні веб-серверу даних отриманих із сенсора. Результат роботи МК з передачі даних до сервера наведено на рисунку 3.2.

```

Initialization begin!
at+cipshut
OK
+CIEV: "MESSAGE",1
+CMT: ,160at
OK
at+cpin?
+CPIN:READY
OK
at+creg?
+CREG: 1,1
OK
AT+CGDCONT=1,"IP","internet"
OK
at+cipstatus
+CIPSTATUS:0,IP INITIAL
1,IP INITIAL
2,
at+cipmux=0
OK
at+cstt="internet","",""
OK
Raise connection.....
at+ciicr
OK
Get connection status.....
at+cifsr
100.83.63.211
OK
.....
AT+CIPSTART="TCP","176.110.7.87",80
CONNECT OK
AT+CIPSEND=87
>
GET /first/system/add_data.php?guid=dht_01&pwd=F403EE6&humidity=48.00&temperature=25.00

```

Рисунок 3.2 – Результат роботи МК при передачі даних до сервера

У скетч додано збитковий код, для виведення інформації у порт мікроконтролера. Це надає можливість тестування роботи МК на всіх етапах роботи програми. Як можна зазначити робота мікроконтролера з модемом відбувається у форматі запит-відповідь. Відповідь включає результат відпрацювання наданої до нього команди. Такий діалог і надає можливості побудови правильної і безперебійної роботи МК системи з використанням модему.

Результати переданих, що передані до сервера та записані у БД наведені на рисунку 3.3

06-11-2017 02:42:09

ДАННЫЕ ИЗ ДАТЧИКА

Последнее значение

- Temperature: 25
- Humidity: 48

Средние значения

- Temperature: 25.39
- Humidity: 54.16

ИСТОРИЯ

<u>GUID</u>	<u>Param</u>	<u>Value</u>	<u>Time</u>
dht_01	temperature	25	2017-06-11 14:13:06
dht_01	humidity	48	2017-06-11 14:13:06
dht_01	temperature	28	2017-06-10 20:23:53
dht_01	humidity	55	2017-06-10 20:23:53
dht_01	temperature	28	2017-06-10 20:22:27
dht_01	humidity	55	2017-06-10 20:22:27
dht_01	temperature	24	2017-06-10 20:21:01
dht_01	humidity	54	2017-06-10 20:21:01

Рисунок 3.3 – Веб-сторінка з даними знятими з сенсора

3.4 Висновки до розділу 3

У розділі розглядається проектування та розробка системного та інструментального програмного забезпечення для роботи моделі каналу зв'язку. Робота каналу зв'язку тестується за допомогою перегляду результатів роботи МК та даних що передані та записані до БД. Результати роботи наводяться на рисунка.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної роботи бакалавра було розробка каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи, і як результат було створено канал зв'язку між сервером та мікроконтролерної системою з використанням GSM-модемів систем мобільного зв'язку. За цим проектом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес передавання інформації між системами польового призначення. Так як в процесі проектування виконувалось у побутових умовах, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера, на якому розробляється система.

4.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика,

електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення

належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

На законодавчому рівні визначено такі пріоритетні напрямки з безпеки праці:

- кожен працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених Законом, нормами і правилами вимог;
- напрямки реалізації конституційного права громадян на їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності:

 - пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
 - повна відповідальність роботодавця за створення належних – безпечних і здорових умов праці;
 - соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
 - комплексне розв'язання завдань охорони праці;
 - підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
 - соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
 - використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;

– використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародної співпраці.

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44), та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації.

Наявні трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні за темою дипломного проекту регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно та норми охорони праці неухильно інтегровані до правил внутрішнього розпорядку організації/підприємства.

4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнагляддохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [7].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі,

спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [10].

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

– не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

– на підприємстві/організації, де експлуатуються ЕОМ з відео дисплейними терміналами (ВДТ) і периферійними пристроями (ПП), розробляється інструкція з охорони праці відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 N 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за N 226/2666 [8].

– ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

– перед допуском до самостійної роботи кожен працівник має право на навчання з питань охорони праці і роботодавець зобов'язаний, і проводить таке навчання у вигляді двох інструктажів з питань охорони праці:

1) *вступного*, який проводять працівники служби охорони праці об'єкта господарювання з усіма працівниками, яких приймають на роботу незалежно від їхньої освіти та стажу роботи за програмою, в якій подають загальні питання охорони праці із врахуванням її особливостей на об'єкті господарювання;

2) *первинного*, який проводять керівники структурних підрозділів на місці праці з кожним працівником до початку їхньої роботи на цьому робочому місці.

Проходження працівником цих інструктажів з питань охорони праці підтверджується записами у відповідних журналах обліку інструктажів і скріплюється підписами осіб, які проводили інструктажі та осіб, які отримали інструктажі.

- 3) *Повторний* (не рідше одного разу в 6 місяців);
- 4) *Позаплановий* (при зміні правил охорони праці);
- 5) *Поточний* (проводять з працівниками перед виконанням робіт, на яких оформляється наряд-допуск)

– обов'язкові організаційні заходи перед початком, під час і після завершення роботи повинні включати перевірку (візуально) наявності і справності електрообладнання та його заземлення, а під час виконання роботи вимогу «не залишати без нагляду обладнання, яке працює». Після закінчення роботи - вимагається прибирання робочого місця, відключення всіх електроприладів від електромережі.

Не допускається:

- виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ з ВДТ і ПП безпосередньо на робочому місці оператора;
- зберігати біля ЕОМ з ВДТ і ПП папір, дискети, інші носії інформації, запасні блоки, деталі тощо, якщо вони не використовуються для поточної роботи;
- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі ЕОМ з ВДТ і ПП або їх технічне налагодження;
- працювати з ВДТ, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані тощо;
- працювати з матричним принтером за відсутності вібраційного килимка та зі знятою (піднятою) верхньою кришкою.

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над проектуванням та розробкою моделі каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи проходить в побутовому приміщенні. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщення

Геометричні розміри приміщення зазначені у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – розміри робочого місця

Параметр	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	3
Висота, м	2,5
Площа, м ²	15
Об'єм, м ³	37,5

Згідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень [11] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.2.2 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця [12] (табл. 4.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 – Характеристика робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-

поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам. Приміщення кабінету знаходиться на сьомому поверсі дев'яти поверхової будівлі і має об'єм 37,5 м³, площу – 15 м². У цьому кабінеті обладнано одне робоче місце, яке укомплектовано 2 ПК, один з котрих сервер без наявності пристроїв I/O інформації.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

За фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекоси у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи [12].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви тривалістю 15 хв через кожен годину роботи;

4.3 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при розробці виробу

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 3.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання [6], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга $U=+220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I=2\text{А}$;
- споживана потужність $P=600\text{ Вт}$.

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 ДСанПіН 3.3.2-007-98.

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом, яких

можуть бути: принтер, сканер та інші джерела виділення багатьох хімічних речовин - напр., озону, оксидів азоту та аерозолів високодисперсних частинок тонера), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Таблиця 3.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Нормативні документи
Фізичні		
підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, серверного обладнання для роботи	ДСН 3.3.6.042-99
підвищена або знижена вологість повітря	-//-	ДСН 3.3.6.042-99
підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	ДСН 3.3.6.042-99
підвищений рівень напруги електричної мережі	-//-	ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 13109-97
підвищений рівень статичної електрики	-//-	ГОСТ 12.1.030-81
підвищена напруженість електромагнітного поля	-//-	ГОСТ 12.1.006-84
недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	ДБН В.2.5-28:2015
недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	ДБН В.2.5-28:2015
Психофізіологічні		
нервово-психічна перевантаження	Розумова робота над проектом	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98
фізичні (статичне)	порушення умов праці та організації робочого часу	НПАОП 0.00-1.28-10

4.3.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °С). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди). Також ймовірна небезпека внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики, пошкодження обладнання та електропроводки. Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізольованих матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера. Кабельні лінії є найбільш пожежонебезпечними місцем. Наявність пального ізоляційного матеріалу, ймовірних джерел запалювання у вигляді електричних іскор і дуг, розгалуженість і недоступність роблять кабельні лінії місцем найбільш ймовірного виникнення і розвитку пожежі. Для зниження

займистості і здатності поширювати полум'я кабелі покривають вогнезахисними покриттями.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окиснювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,
- 2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,
- 3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- 4) пластикат кабельний – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- 5) деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та

матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загорання і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, синильна кислота, аміак, ацетон та ін.[13].

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ

(правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючою на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають нормам [11] і наведені в табл. 3.4.

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до[11]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [11]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

4.4.2 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його проекції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IVв розряду точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (Ен) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає ДБН В.2.5-28:2015. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє ДБН і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 3 = 15 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/10 \cdot 15 = 1,5 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 1 вікно площею $S=1,5 \text{ м}^2$.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 3 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5200 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, m^2 ; $S = 15 m^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника (1,1 для люмінесцентних ламп);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. [20] – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 3;

F – світловий потік лампи – 5200лм (для ЛБ-80-7).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \times 15 \times 1.1 \times 1.5}{5200 \times 0.54 \times 3} = 0,8 \approx 1$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 1-го світильника, які складаються з трьох люмінесцентних ламп загальною потужністю 80 Вт, напругою – 220 В.

4.4.3 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

1) Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;

- експлуатацію сертифікованого обладнання;

- дотримання заходів електробезпеки;

- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;

- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);

- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:

а) якщо об'єм приміщення 20 м^3 , то потрібно подати не менш як $30 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря;

б) якщо об'єм приміщення у межах від 20 до 40 м³, то потрібно подати не менш як 20 м³/год повітря;

в) якщо об'єм приміщення становить понад 40 м³, допускається природна вентиляція, у випадку, коли немає виділення шкідливих речовин.

- зниження рівня шуму та вібрації:

а) у джерелі виникнення, шляхом застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів;

б) звукоізоляція устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо;

в) використання засобів індивідуального захисту).

2) *Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:*

- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;

- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;

- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;

- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, розетки;

- не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;

- не залишати включені електроприлади без нагляду;

- не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу;

- не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо).

Від ураження струмом застосовують різні електричні захисні засоби:

а) Ізолюючі - ізолюють людини від струмоведучих або заземлених частин, а так-же від землі. Вони діляться на основні та додаткові.

б) Основні - володіють ізоляцією, здатної довго витримувати робоче напругу електроустановки і тому ними дозволяється стосуватися струмоведучих частин, знаходячи-трудящих під напругою.

в) Запобіжні - володіють ізоляцією нездатною витримати робоча напруга електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захищати людину від ураження струмом під цим напругою. Їх значення - посилити захисні дії основних і ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні застосовуватися, при чому при використанні основних захисних засобів достатньо застосування одного запобіжного захисного засобу.

4.5.1 Розрахунок захисного заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [9], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку:

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом·м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача R_B , Ом, за (4.5).

$$R_B = \frac{\rho_{розр.в.}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d_{ст}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_B}{4 \cdot t - l_B} \right), \quad (4.5)$$

де l_B – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_B = 3$ м);

$d_{ст}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{ст} = 0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (4.6):

$$t = h_E + \frac{1_E}{2}, \quad (4.6)$$

де h_E – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді $t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3$ м

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

1) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{2R_E}{R_D} = \frac{2 \times 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

Γ визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_B = 0,57$ (табличне значення).

2) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання n_B , шт:

$$n = \frac{2 \cdot R_E}{R_D \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} \approx 16 \quad (4.8)$$

3) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_C , м:

$$l_C = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.9)$$

де L_B – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м);

n_B – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_C = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_r , Ом:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_{\Gamma}}, \quad (4.10)$$

де $d_{\text{см}}$ – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;

h_{Γ} – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

l_c – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_{\Gamma} = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

4) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c = 0,3$.

Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{R_E \cdot R_{\Gamma}}{R_E \cdot \eta_c + R_{\Gamma} \cdot n_E \cdot \eta_E} \leq R_d, \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг.}} < 4$ Ом, а саме:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття,

непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

4.6 Висновки до розділу:

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Була наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

Згідно необхідності розробки надійного каналу зв'язку для застосування систем точного землеробства спроектовано та реалізовано модель каналу зв'язку мікроконтролерної системи на основі GSM-модемів систем мобільного зв'язку.

Для передачі даних від мікроконтролера до сервера використовуються принципи пакетної передачі даних з використанням стеку протоколів TCP/IP. Перевагами використання технологій GPRS/EDGE є швидкість і відповідність стандартам. Організація такого каналу потребує мінімальних витрат на апаратні складові (встановлення модему є вимогою тільки відносно клієнту, сервер же має пряме підключення до мережі інтернет).

Для виконання завдання задіяно ряд апаратних складових такі як сервери, МК та сенсори, розроблено програмну складову сервера та логіку роботи МК.

В результаті розробки змодельований канал зв'язку і протестований процес передачі даних отриманої від сенсора.

Результати тестування засвідчують, що здобуті показники відповідають дійсності. Отже головну задачу дипломного проекту можна вважати досягнутою та продовжувати впровадження до проекту точного землеробства.

ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. TIA/EIA 602:2000 – «Data Transmission Systems And Equipment - Serial Asynchronous Automatic Dialing And Control» , Telecommunications Industry Association.
2. Зюко А. Г., Кловський Д.Д., Коржик В. І., Назаров М.В.,. 1.2 Системи, канали і мережі зв'язку // Теорія електричного зв'язку / Под ред. Д. Д. Кловського. - Підручник для ВНЗ. - М .: Радио и связь, 1999.
3. І. Шахнович - Санкт-Петербург, Сучасні технології бездротового зв'язку: Техносфера, 2006 год.
4. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер, Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы., Санкт-Петербург, 1999 год.
5. Закону України «Про охорону праці».
6. НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».
7. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».
8. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці».
9. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».
- 10.НАПБ Б.02.005-2003 Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.
- 11.ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ;
- 12.ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
13. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Вогнестійкість. Номенклатура показників і методи їх визначення».

- 14.ДБН В.2.5-28:2015 «Державні Будівельні Норми України. Природне і штучне освітлення».
- 15.How to use the DHT11 Temperature and Humidity Sensor with Arduino! URL: <https://brainy-bits.com/blogs/tutorials/dht11-tutorial>, дата звернення 02.06.2017.
16. AngularJs. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/AngularJS>. (дата звернення 03.06.2017).
- 17.LPWAN-технологія «СТРИЖ». URL: <https://strij.tech/tehnologiya-strizh> (дата звернення 21.06.2017).
- 18.LPWAN. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LPWAN> (дата звернення 21.06.2017).
- 19.WiMax. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WiMAX> (дата звернення 22.06.2017).
- 20.Куликов Г.Б. Безпека життєдіяльності/ Г.Б. Куликов. - М. : МГУП, Логос, 2010. - 350 с.
- 21.DCM-300G MODEM.DATASHEET. URL: http://www.farmworks.com/files/pdf/Datasheets/022503-1157_DCM_300G_Global_Modem_DS_MarketSmart_1013_LR.pdf

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмний код для мікроконтролера

```

#include <dht.h>
#include <SoftwareSerial.h>
dht DHT;
SoftwareSerial gsmPort(2,3);
/* GUID зарегистрированного устройства и ключ для аутентификации на сервере */
String dev1 = "guid=dht_01&pwd=F403EE6";
/* строка соединения с сервером */
#define conectStr "AT+CIPSTART=\\"TCP\\",\\"176.110.7.87\\",80"

/* функция сброса микроконтроллера */
void(* resetFunc) (void) = 0;

/*
  функция перезагрузки модема
  Назначение: после срабатывания команды "at+cipshut" для
  корректной работы устройства следует выжнать некоторое
  время _delay. Лишь после этого повторить операцию
  инициализации устройства
*/
void Reboot(int _delay) {

  gsmPort.println("at+cipshut");

  Serial.println("Release GPRS connection.");
  for (int i = 0; i < _delay; i++, delay(1000)) {
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println(" ");
}
void setup() {

  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {
    Serial.print(".");
  };
  Serial.println(" ");
  gsmPort.begin(9600);
  while (!gsmPort) {
    Serial.print(".");
  };
  /*установить биты преинициализации и подключени */
  GPRS_Init();
}

void loop() {

  int errCounter = 0;
  String answer;

  /* Соединение с сервером */
  gsmPort.println(conectStr);

```



```

wait(10000);
Serial.println(getResponse(gsmPort));

/*
    считывание и формирование данных для передачи
*/
DHT.read11(A5);
String data = "GET /test/system/add_data.php?" + dev1 + "&humidity=" + String(DHT.humidity) +
"&temperature=" + String(DHT.temperature);

">" /* запрос на передачу данных - о состоянии готовности к передаче символизирует наличие знака
в ответе */
gsmPort.println("at+cipsend=50");
wait(5000);
answer = getResponse(gsmPort);

if (answer.indexOf(">") > -1) {

    gsmPort.println(data);
    wait(10000);
    Serial.println(getResponse(gsmPort));
}

/* В случае возврата сообщения об ошибке - перезагрузить устройство */
if (answer.indexOf("ERROR") > -1) {
    gsmPort.println("at+cipclose");
    Serial.println(getResponse(gsmPort));
    resetFunc();
}
delay(60000)
}

void GPRS_Init() {

    Reboot(20);
    Serial.println("Initialization begin!");
    gsmPort.println("at");
    Serial.println(getResponse(gsmPort));

    gsmPort.println("at+cpin?");
    Serial.println(getResponse(gsmPort));

    gsmPort.println("at+creg?");
    Serial.println(getResponse(gsmPort));

    gsmPort.println("at+cgatt=?");
    if (gsmPort.find("ERROR")) {
        gsmPort.println("at+cgatt=1");
        delay(2000);
    }
};

```

```

gsmPort.println("AT+CGDCONT=1,\"IP\", \"internet\");
Serial.println(getResponse(gsmPort));

gsmPort.println("at+cipstatus");
Serial.println(getResponse(gsmPort));

gsmPort.println("at+cipmux=0");
Serial.println(getResponse(gsmPort));

gsmPort.println("at+cstt=\"internet\", \"\", \"\");
Serial.println(getResponse(gsmPort));

Serial.print("Raise connection");
gsmPort.println("at+ciicr");
wait(8000);
Serial.println(getResponse(gsmPort));

Serial.print("Get connection status");
gsmPort.println("at+cifsr");
wait(8000);
Serial.println(getResponse(gsmPort));

}

String getResponse(SoftwareSerial & ss) {
  while (!ss.available() > 0) {
    delay(500);
  };
  return ss.readString();
}

void wait(int timer) {

  for(int i =0, t = timer/10;i < 10;i++){
    delay(t);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println(" ");
}

```

Додаток Б

Програмний код для відображення результату роботи сенсора

Додаток Б.1

HTML-код для перегляду результатів роботи

```

<!doctype html>
<html lang="en" ng-app="myApp">
<head><meta charset="utf-8"><title>Sensor Data</title>
  <script type="text/javascript"
    rc="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/angularjs/1.4.5/angular.min.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="controller.js"></script>
  <script src='https://maps.googleapis.com/maps/api/js?v=3.exp'></script>
  <link rel="stylesheet" href="style.css">
</head>
<header class="header" ng-controller="TimeCntrl">
  <div class="time"> {{date | date:'MM-dd-yyyy hh:m:ss'}} </div>
</header>
<body ng-controller="cntrl">
  <div class='main_content'>
    <div class="data_from_db">
      <h1>ДАННЫЕ ИЗ ДАТЧИКА</h1><h2>Последнее значение</h2>
      <ul>
        <li>Temperature: {{data_all[0].value}}</li>
        <li>Humidity: {{data_all[1].value}}</li>
      </ul>
      <h2>Средние значения</h2>
      <ul>
        <li>Temperature:<span ng-bind="data_avgt[0].temperature | number:2"></span></li>
        <li>Humidity:<span ng-bind="data_avgh[0].humidity | number:2"></span></li>
      </ul>
      <h1>ИСТОРИЯ</h1>
      <div class=''>
        <input type="text" ng-model="number_of_last_values">
        <input type="button" value="Вывести" ng-click="gd()" >
      </div>
      <table>
        <thead>
          <tr>
            <th><a href="" ng-click="sort('guid')">GUID</a></th>
            <th><a href="" ng-click="sort('parameter')">Param</a></th>
            <th><a href="" ng-click="sort('value')">value</a></th>
            <th><a href="" ng-click="sort('time')">Time</a></th>
          </tr></thead>
          <tbody>
            <tr ng-repeat="sens in data_all|limitTo:$scope.count|orderBy:sortField:reverse">
              <td>{{sens.guid}}</td>
              <td>{{sens.parameter}}</td>
              <td>{{sens.value }}</td>
              <td>{{sens.time }}</td>
            </tr>
          </tbody>
        </table>
      </div>
    </div>
  </body>

```

Додаток Б.2
Програмний код модуля Angular

```

var app=angular.module('myApp', []);
app.controller('TimeCntrl', function($scope,$timeout){
    var update_1sec = function() {
        $scope.date = new Date();
        $timeout(update_1sec, 1000);
    };
    update_1sec();
});

app.controller('cntrl', function($scope,$http,$timeout){
    $scope.sortField = undefined;
    $scope.sortField = false;

    get_data = function(){
        var cnt = 10;
        if($scope.number_of_last_values){
            cnt = $scope.number_of_last_values;
        }
        $http.get("select.php?query=all&cnt="+cnt)
        .success(function(data){
            $scope.data_all=data
        })
        $http.get("select.php?query=avgt")
        .success(function(data){
            $scope.data_avgt=data
        })
        $http.get("select.php?query=avgh")
        .success(function(data){
            $scope.data_avgh=data
        })
    };

    $scope.sort = function (fildName) {
        if($scope.sortField === fildName){
            $scope.reverse = !$scope.reverse;
        }else{
            $scope.sortField = fildName;
            $scope.reverse = false;
        }
    };

    var update_60sec = function() {
        get_data();
        $timeout(update_60sec, 60000);
    };
    update_60sec();
    $scope.gd = update_60sec;
});

```

Додаток В
Презентація

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет "Інформаційних технологій та електроніки"

Кафедра "Комп'ютерної інженерії"

Спеціальність 6.050102 - "Комп'ютерна інженерія"

Дипломна робота на тему:

Розробка каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи на
основі GSM-модемів систем мобільного зв'язку

Студент групи КІ-13 аД

Гусаченко О.М.

Навчальний керівник:

доц., кандидат технічних наук

Смолій В.В.

Мета і задачі роботи:

Мета:

Розробка каналу зв'язку для польових МК систем для
впровадження до систем точного землеробства

Задачі:

1. Огляд існуючих технологій, що задовольняють умовам використання
2. Вибір технології та розробка структури каналу зв'язку
3. Розробка модель каналу зв'язку

Проблема

Існуючі рішення побудови комунікації елементів системи Precision Agriculture мають збиток функціоналу, що призводить до зростання цінової категорії.

3

Актуальність

Розробка простого каналу зв'язку, що забезпечує виконання тільки задач свого функціонального призначення, зменшує потребу у проектуванні складних апаратних систем зв'язку.

Простота технології є запорукою якості і доступності.

4

Класифікація



5

Бездротові технології

Найбільшої популярності з усіх безпроводних технологій у сфері IoT набрали:

- Bluetooth
- ZigBee,
- Wi-Fi
- WiMax
- LPWAN
- мобільний зв'язок

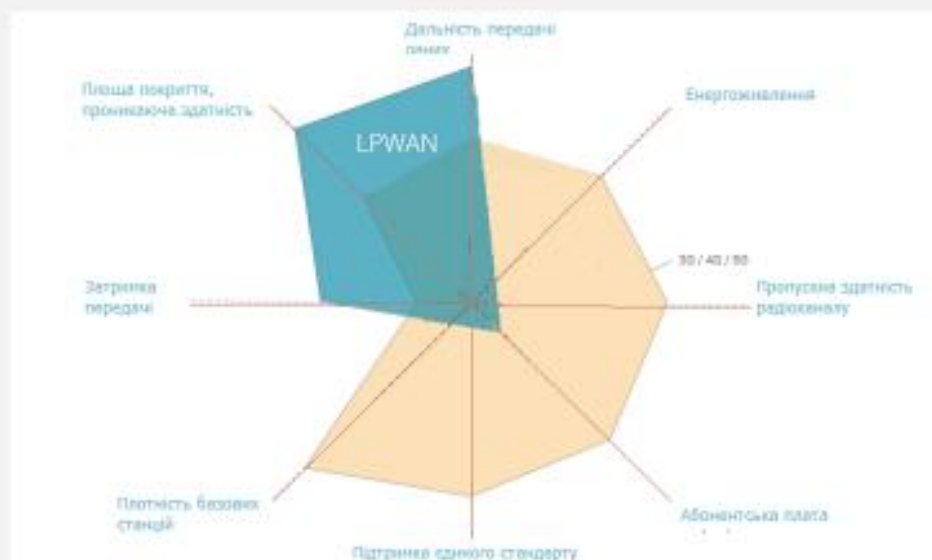
6

Порівняння технологій

№	Назва бездротової технології	Радіус дії	Швидкість	Додаткове обладнання	Енергоживлення
1	Bluetooth	до 200м	До 24Мбіт/с	+	Середнє
2	Wi-Fi	до 300м	до 300 Мбіт/с	+	Високе
3	Wi-Max	до 80км (направлена дія)	до 100 Гбіт	+	Високе
4	Zig-Bee	1-100м	до 250 кбіт/с	+	Середнє
5	LPWAN	до 50км	290 біт/с – 5 кбіт/с	+	Низьке
6	Мобільний зв'язок	17-34км	50 кбіт/с – 14Мбіт/с	-	Середнє

7

Порівняння технологій LPWAN та GSM



8

Переваги каналу за технологією GPRS

Переваги:

- Для забезпечення зв'язку за технологією GPRS використовується існуюча інфраструктура
- Для забезпечення зв'язку необхідно встановлення GSM модема тільки зі сторони клієнта
- Керування GSM модемами виконується простими стандартизованими командами
- Велика швидкість передачі даних та пропускну здатність
- Вартість модемів (від \$2)

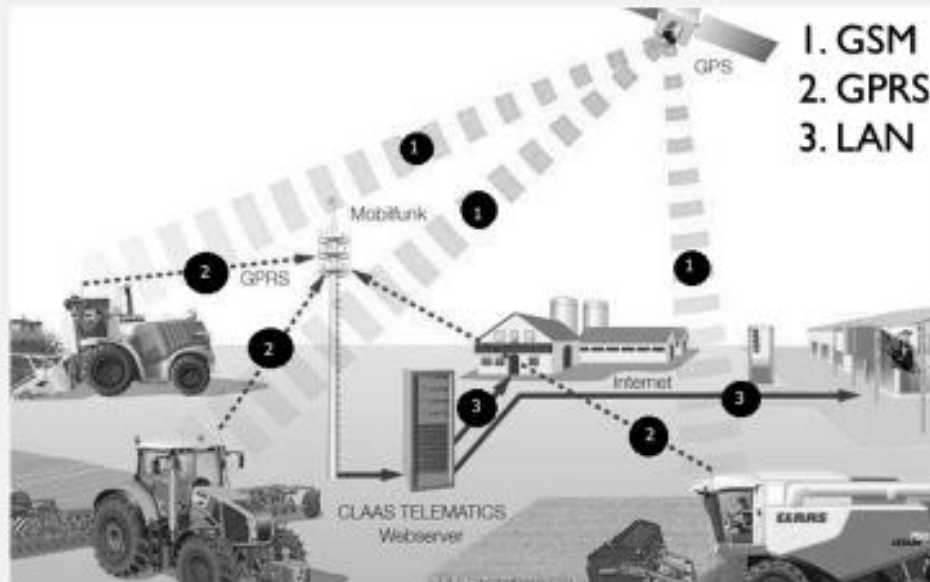
9

Постановка задачі

- Розробити модель каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи з використанням існуючої структури зв'язку для подальшого впровадження у систему точного землеробства.
- Загальна вартість апаратного забезпечення на побудову каналу зв'язку не повинна перевищувати 1000 грн.

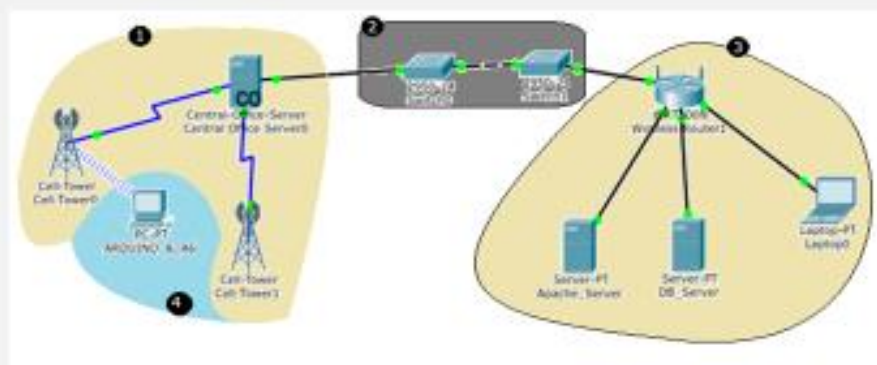
10

Структура GPRS комунікації у РА



10

Схема каналу зв'язку на основі GSM технологій



- 1 – Обладнання оператора мобільного зв'язку
- 2 – Глобальна мережа інтернет
- 3 – Обладнання сервера зберігання та обробки даних
- 4 – Польова мікроконтролерна система

11

Команди управління модемом

№	Команда	Примітка
1	at+cgatt=1	Включення gprs модулю
2	"at+cgdcont=1,\"IP\", \"internet\""	Конфігурування модему
3	at+cipmux=0	0 – поодинокі підключення; 1 – множинні підключення.
4	at+cstt= "APN", "login", "passw"	Параметри підключення.
5	at+ciicr	Підняття з'єднання
6	at+cifsr	Перевірка статусу з'єднання
7	AT+CIPSTART= "TCP ", "ardhal.tk",80"	Встановити підключення. Параметри: –Тип з'єднання (TCP/UDP); –Хост –Порт
8	at+cipsend=N	Запит на початок передачі даних. N – кількість байтів.
9	at+cipshut	Скидання всіх з'єднань

12

Висновки

В ході роботи розроблено модель каналу зв'язку для польової мікроконтролерної системи на основі GSM-зв'язку з використанням пакетної передачі даних (GPRS).

У разі розриву зв'язку з сервером МК система автоматично відновлює зв'язок.

Тестування роботи моделі показало позитивний результат.

13

Дякую за увагу