

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом

Назва теми

КвРТР.2020009.01.07 ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

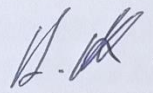
Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група ТР1-20-1

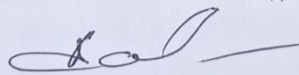


Підпис

Анна МОЛЧАНОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

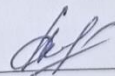


Підпис, дата

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

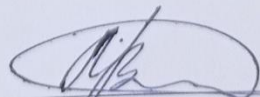


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 19 » червня 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

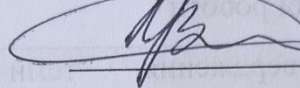
Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня-професійна програма Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТтаР

 Валерій МАРТИНЮК

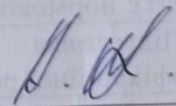
10.01.2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

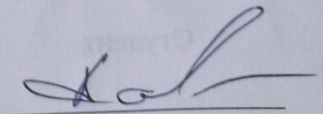
Молчанова Анна Любомирівна

- 1 Тема роботи: Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом
керівник роботи Андрій СЕЛЬСЬКИЙ, к.ф.-м.н, доцент
Затверджено наказом по університету від «15» лютого 2024р. №8.
- 2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 01.06.2024р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування
- 4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Огляд методів розв'язання поставленої задачі. Розробка схемотехнічних рішень. Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення. Висновки
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 7 презентаційних слайдів

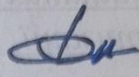
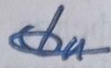


Завдання отримав



Керівник



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

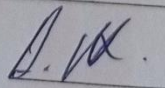
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагиат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання 10.01.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	01.03.2024	Виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2024	Виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2024	Виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2024	Виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2024	Виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2024	Виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагиат); нормоконтроль	30.05.2024	Виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	03.06.2024	Виконано

Студент

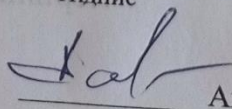


Анна МОЛЧАНОВА

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Підпис

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом».

Автор роботи: Анна МОЛЧАНОВА.

Керівник роботи: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Пояснювальна записка: 60 с., 20 рис., 6 табл., 1 дод., 50 джерел.

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів.

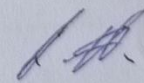
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА,
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, АЛГОРИТМ.

Метою роботи є розробка інфокомунікаційної охоронної системи з радіоканалом. У проекті виконано огляд сучасних технологій та зв'язків та проводового інтерфейсу передачі даних, обрано найбільш перспективну систему передачі даних за технологією ZigBee. Розроблено прилад моніторингу та збору інформації стану приладу та передачі даних на основі обраної технології. Розроблено структурну, електричну принципову конструкцію, виконано рахунки з визначення параметрів друкованої плати, надійності виробу.

Проведені розрахунки показали, що одержані характеристики відповідають вимогам технічного завдання.

03.06.2024

Дата



Підпис студента

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	5
1.1 Інтерфейс передачі даних RS -485	10
1.2 Принципи побудови радіосистеми «Стрілець».....	14
1.3 Модуль бездротової передачі даних за технологією ZigBee.....	20
1.4 Короткий опис розміщення контролера на об'єкті	27
1.5 Висновки до першого розділу	28
2 ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ	29
2.1 Опис структурної схеми	29
2.2 Опис схеми електричної принципової.....	31
2.3 Розрахунки на споживану потужність, здатність навантаження	40
2.4 Висновки до другого розділу	40
3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ.....	41
3.1 Варіанти компонування блоків	41
3.2 Варіанти компонування конструкції	43
3.3 Розробка друкованої плати.....	45
3.4 Опис вимог до друкованої плати	47
3.5 Розрахунок надійності виробу	49
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТОК А Презентаційні матеріали.....	62

КвРТР.2020009.01.07 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
						2		
Розроб.		Молчанова А.	<i>А. Молчанова</i>	19.06.24				
Перевір.		Сельський АА	<i>А. Сельський</i>	19.06.24				
Н. Контр.		Корсунь А.А.	<i>А. Корсунь</i>	19.06.24				
Затв.		Мартинюк В.В.	<i>В. Мартинюк</i>	19.06.24				
						ХНУ, ТР1-20-1		

ВСТУП

На сьогодні розробляються інформаційні, контрольні та керуючі системи.

З одного боку, інформація про поточний стан об'єкта, а з іншого боку є можливість управління, подача сигналів, які змінюють стан об'єкта.

Основні питання, які необхідно вирішувати при проектуванні систем способи передачі, як контролю та керуючу інформацію на пульт контролю або оператор сигналізації.

Прикладами можуть бути стану, контроль пожежної небезпеки об'єкта чи моніторингу.

Розвиток технічної передачі сигналів призводить до поступового витіснення провідних способів радіочастотними. У водночас провідні методи спрямовані застосування типових інтерфейсів (RS -422, RS -485) які показали хорошу працездатність і заслуговують уваги під час проектування нових виробів.

Бездротові канали поступово входять в ЕВС, розширюючи гнучкість і мобільність останніх, чудовою якістю радіоканалу вважається не можливість його розриву при свідомих порушеннях зв'язку з використанням додаткових перешкод (приводить до помилкових спрацьовувань), що не виводить систему з ладу, система відновлюється в короткий час. Виникає завдання при проектуванні нових інформаційних систем на велику кількість точок контролю вибору типу каналу зв'язку, але завдання вирішується в рамках дипломного проекту.

Актуальність розробки контролера охоронної системи із радіоканалом

Сьогодні ринок насичений різноманітними пристроями як вітчизняного, і зарубіжного виробництва, які забезпечують необхідне сервісне забезпечення з урахуванням мікропроцесорного управління. Але ці системи, як правило, дуже дорогі, що складаються з безлічі різних блоків і з високою ціновою категорією.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	3
		№ докум.	Підпис			

У цій роботі розглядається пристрій, призначений для інтегрування системи безпеки. Контролер охоронної системи з радіоканалом працює за технологією ZigBee має дуже мале споживання електроенергії, що важливо для економії на сьогоднішній день. Можливість передати інформацію в обхід у разі відмови сусіднього пристрою, що не порушує працездатності всієї мережі. Наявна схибленість радіоканалу дозволяє суттєво збільшити дальність передачі.

Комбінований прилад дозволяє за допомогою гнучкого налаштування портів підключати різні типи датчиків і систем управління, що виконують різноманітні функції.

Є можливість підключення зовнішніх пристроїв оповіщення, ідентифікаторів (ключі Touch Memory , Proximity – карти, PIN – коди тощо) дозволяють організувати надання доступу, керуванням та іншими функціями.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			4

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Узагальнена структура інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).

Різні види структури ІВС залежно від організації та взаємодії функціональних блоків: ланцюжкова, радіальна, магістральна з централізованим та децентралізованим управлінням, радіально-магістральна. Ці варіанти структур відрізняються переважно організацією передачі. Залежно від організації збирання вимірювальної інформації виділяються структури: одноканальна, багатоканальна, мультиплікована, багатоточкова, скануюча. Ми не будемо зупинятись на розгляді цих структур, оскільки за сучасного рівня цифрової обчислювальної техніки всі ці структури з функціональної точки можна розглядати як окремий випадок узагальненої структури, наведеної на малюнку 1 [1].

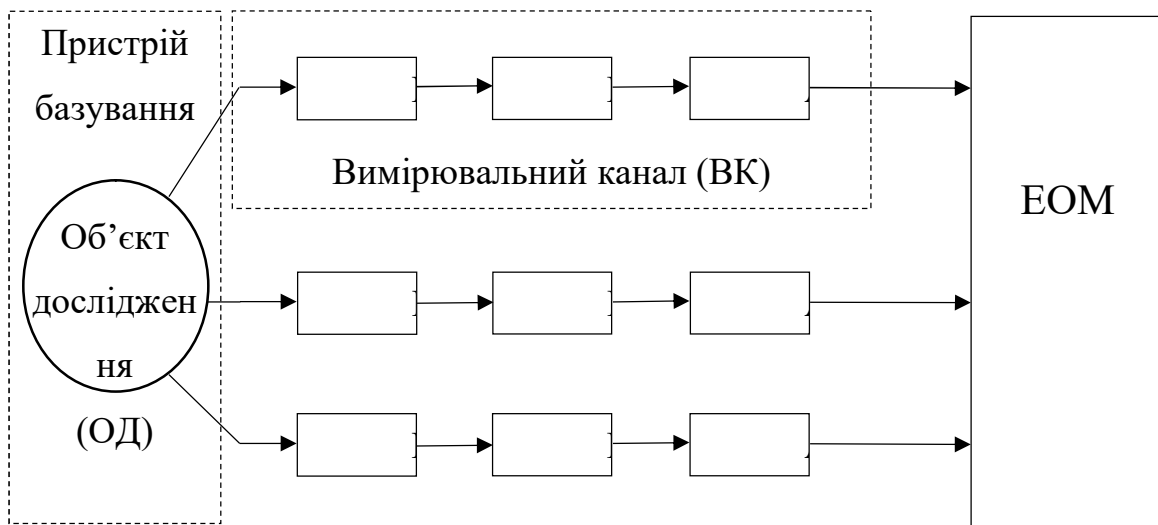


Рисунок 1.1 – Управління об'єктом дослідження

Досліджуваний об'єкт описується фізичними величинами $x_1 \dots, x_n$. Номенклатура вимірюваних величин визначається замовником (користувачем) ІВС виходячи з фізичних уявлень про об'єкт. Ці величини можуть бути однаковими, наприклад, просторові координати. Серед них можуть бути однотипні, наприклад електричні (напруга, сила струму, опір та ін.). Ці величини

можуть бути суттєво різними, наприклад, метеорологічні показники при моніторингу навколишнього середовища (температура повітря, атмосферний тиск, вологість, напрямок та швидкість вітру). Навіть при чітко вираженій області застосування ІВС фізичні величини, що вимірюються, можуть бути різними [1].

Первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП), або датчики, перетворюють величини $x(t)$ електричні величини $y(t)$ (напруга, струм, опір, ємність, індуктивність та ін). Датчики є обов'язковими компонентами ІВС. Вид датчика в першу чергу визначається видом величини, що перетворюється. Однак, як ми побачимо нижче, для вимірювання однієї і тієї ж фізичної величини можуть використовуватись різні первинні перетворювачі, що відрізняються принципом дії та своїми характеристиками. Тому в рамках однієї ІВС, якщо навіть величини, що перетворюються, однакові за фізичним змістом, первинні перетворювачі можуть бути різними, зокрема, залежно від необхідного діапазону вимірювання. Наприклад, шунти, що є первинними перетворювачами сили струму в напруги, матимуть різний опір для різних діапазонів виміру. Діапазони вимірювання сили струму можуть відрізнитись на порядки. В силу цього конструкція шунтів у різних каналах також буде різною [1].

Конструктивно вторинні перетворювачі можуть бути поєднані з первинними перетворювачами або виконані у вигляді окремих плат (пристроїв). До складу вторинних перетворювачів можуть входити найпростіші обчислювальні пристрої, наприклад, для введення поправок або лінеаризації характеристик (так звані інтелектуальні датчики) [1].

Напруги U_i надходять на аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), де перетворюються на цифрові коди i подаються на ЕОМ. За функціями АЦП, що виконуються, в принципі можна віднести до вторинних перетворювачів, що, як ми побачимо нижче, реалізується іноді конструктивно. Однак вони виділені в окремі функціональні блоки через такі обставини:

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	6
		№ докум.	Підпис			

- АЦП, як це зображено рис. 1.2, на відміну інших перетворювачів, працюють під керівництвом ЕОМ, що забезпечує необхідний алгоритм збору первинної інформації;
- АЦП, як і датчики, на відміну інших вторинних перетворювачів, є обов'язковими компонентами кожного каналу.

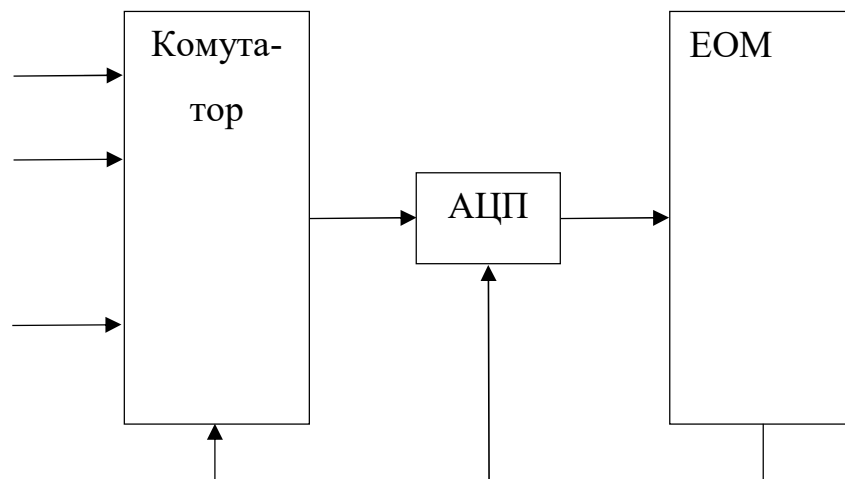


Рисунок 1.2 – АЦП у мультиплексному режимі

АЦП можуть бути індивідуальними для кожного каналу, проте найчастіше один АЦП використовується для всіх або декількох каналів, працюючи в мультиплексному режимі (рисунок 1.2) [1].

Канали зв'язку між елементами ІВС можуть мати різний характер. У найпростішому випадку для локально зосередженої ІВС це провідний зв'язок, у тому числі всередині стійки або конструктиву (крейту), де розміщені самі елементи. Для ІВС, розподілених у просторі, можуть використовуватися радіоканали або волоконно-оптичний зв'язок. У цих випадках один канал зв'язку може служити передачі інформації від різних первинних перетворювачів, якщо вони локально зосереджені, тобто канали зв'язку, як і АЦП, можуть функціонувати в мультиплексному режимі [1].

Так наприклад універсальний мікропроцесорний вторинний перетворювач регулятор-вимірювач ОВЕН ТРМ1 призначений для вимірювання та

регулювання температури теплоносіїв та різних середовищ у холодильній техніці, сушильних шафах, печах різного призначення та іншому технологічному обладнанні, а також для вимірювання інших фізичних параметрів (ваги, тиску, вологості та т. п.).

До його основних функцій можна віднести універсальний вхід для підключення широкого спектру датчиків температури, тиску, вологості, витрати, рівня тощо, цифрова фільтрація та корекція вхідного сигналу, масштабування шкали для аналогового входу, можливість керування трифазним навантаженням (модифікація за типом виходу), індикація поточних значень вимірюваної величини або уставки на вбудованому 4-х розрядному світлодіодному цифровому індикаторі, програмування кнопками на лицьовій панелі приладу, збереження налаштувань при відключенні живлення.

Приклад АЦП для цих типів приладів – автоматичні та напівавтоматичні перетворювачі ОВЕН АС2, ОВЕН АС3, ОВЕН АС4 з інтерфейсами RS-232, RS-485 або USB . Максимальна кількість каналів відображення для одного порту становить 256. Без використання засобів посилення сигналу до перетворювача АС3-М, АС3 або АС4 можна приєднувати до 32 приладів, з використанням підсилювача – до 256.

Послідовність перетворювачів (ПВП, ВПВ, якщо вони є, і АЦП) і каналів зв'язку, що забезпечує перетворення вимірюваної фізичної величини цифровий код, називається вимірювальним каналом (ІЧ). Іншими словами, вимірювальний канал - це вся сукупність технічних засобів, що перетворюють вимірювану величину код, що надходить в ЕОМ. Як видно з вищесказаного, загальним для різних ІЧ можуть бути АЦП, канали зв'язку та іноді вторинні перетворювачі [1].

Розглянута функціональна схема, як зазначалося, включає у собі як окремі випадки інші структурні схеми. За $n = 1$ отримано одноканальну ІВС. Точкова ІВС, для якої всі або деякі величини x_i однакові за фізичним змістом та вимірюються датчиками, розміщеними у різних точках простору, вписується у схему на малюнку 1 без будь-яких уточнень. Різні варіанти організації зв'язку

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	8
		№ докум.	Підпис			

конкретизують побудову вимірювальних каналів, але змінюють функціональної структури системи [1].

Інформаційно-вимірювальні системи застосовують як автономно, і у складі різних автоматизованих комплексів, створюваних з урахуванням інтеграції ЭВС, і навіть засобів зв'язку [1].

Незалежно від призначення та конкретного застосування, загальна вимога до ІВС полягає в тому, що вихідне аналогове вимірювальне повідомлення, що передається від кожного джерела (датчика), відновлюється на виході (у адресата) із заданою точністю.

Якщо інформація передається на велику відстань або в умовах сильних перешкод, передача – прийом, включає вибір заводових методів кодування – декодування, модуляції – демодуляції [1].

Інформаційно-вимірювальні системи, де сукупність функціонально-пов'язаних пристроїв поряд з вимірюванням забезпечує все необхідне інформаційне обслуговування контрольованого об'єкта, що включає автоматичний збір, подання, передачу, запам'ятовування, реєстрацію та обробку вимірювальної інформації. У випадках, коли передача даних здійснюється за кабельною лінією або радіолінією, система є телеметричною або радіотелеметричною [1].

У цій кваліфікаційній роботі розглянемо кілька систем передачі телеметричних даних, що послужили під час проектування аналогами створюваної системи передачі, наприклад, такі як «Стрілець». До пристрою, що розробляється, будуть підключатися датчики руху, задимлення, відкриття дверей і датчики на розбиття скла. Зв'язок з датчиками здійснюється по радіоканалу, що дуже зручно при використанні приладу. Контролер охоронної системи з радіоканалом працюватиме як автоматизована система, інтегрована в ЭВС.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	9
		№ докум.	Підпис			

1.1 Інтерфейс передачі даних RS -485

Інтерфейс RS-485 – широко поширений високошвидкісний та завадостійкий промисловий послідовний інтерфейс передачі даних. Практично всі сучасні комп'ютери у промисловому виконанні, більшість інтелектуальних датчиків та виконавчих пристроїв, програмовані логічні контролери поряд із традиційним інтерфейсом RS-232 містять у своєму складі ту чи іншу реалізацію інтерфейсу RS-485 [2].

Інтерфейс RS-485 базується на стандарті EIA RS-422/RS-485. На жаль, повноцінного еквівалентного українського стандарту немає, у цьому розділі пропонуються деякі рекомендації щодо застосування інтерфейсу RS-485 [2].

Сигнали інтерфейсу RS-485 передаються диференціальними перепадами напруги величиною (0,2...8), що забезпечує високу стійкість до перешкод і загальну довжину лінії зв'язку до 1 км (і більше з використанням спеціальних пристроїв – повторювачів). Крім того, інтерфейс RS-485 дозволяє створювати мережі шляхом паралельного підключення багатьох пристроїв до однієї фізичної лінії (так звана мультиплексна шина) [2].

У звичайному PC-сумісному персональному комп'ютері (не промислового виконання) цей інтерфейс відсутній, тому необхідний спеціальний адаптер – перетворювач інтерфейсу RS-485/232 (рис. 1.3) [2].

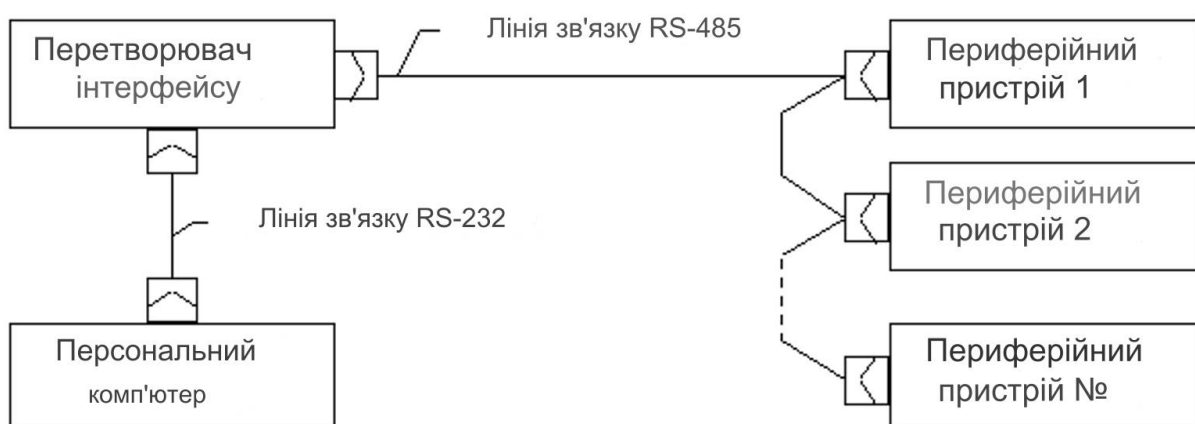


Рисунок 1.3 – Побудова інтерфейсу RS -485

Перетворювач інтерфейсу ПІ-485/232 використовується при організації зв'язку між пристроями, обладнаними інтерфейсом RS-232, але використовують як середовище передачі інтерфейс RS-485.

Деякі технічні дані перетворювача ПІ-485/232:

- взаємне «прозоре» перетворення сигналів інтерфейсів RS-232 та RS-485 з гальванічною ізоляцією між ними;
- керування напрямом передачі здійснюється з боку RS-232 за сигналом RTS;
- вимагає наявності сигналу DTR, який використовується для живлення перетворювача (на стороні RS-232);
- організація зв'язку між різними пристроями, протокол передачі яких використовує напівдуплексний режим (запит та відповідь передаються по одній фізичній лінії, але у різні проміжки часу);
- індикація стану сигналів інтерфейсу RS-232: RxD (прийом), TxD (передача), RTS (сигнал керування передачею);
- максимальна швидкість обміну – 19 200 біт/с [2].

Грубо принцип управління напрямом передачі перетворювача ПІ-485/232 можна так (рисунок 1.4).

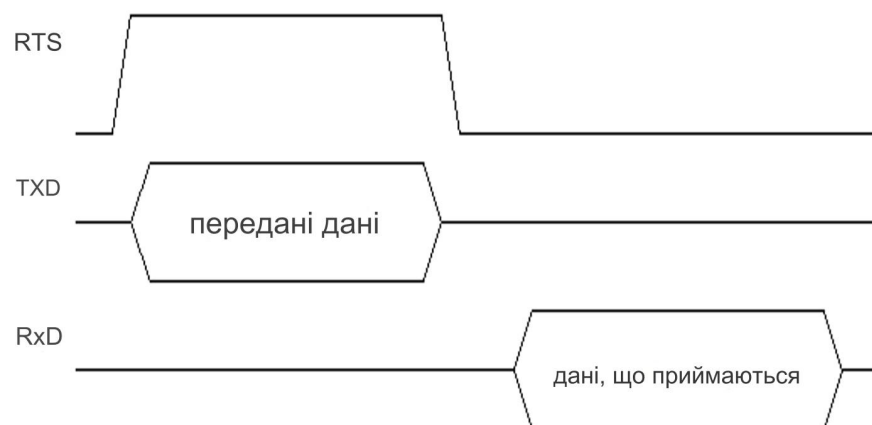


Рисунок 1.4 – Принцип передачі

швидкостей обміну та максимальної довжини лінії зв'язку, засновані на паспортних параметрах кабелю (хвильовий опір, погонна ємність, активний опір) та мікросхем приймачів (допустимі спотворення фронту сигналу). Але щодо низьких швидкостях обміну (до 19200 біт/с) основний вплив на допустиму довжину лінії зв'язку надає активний опір кабелю. Досвідченим шляхом встановлено, що на відстанях до 600 м допускається використовувати кабель з мідним перерізом 0,35 мм (наприклад, кабель КММ 2x0,35), на великі відстані перетин кабелю необхідно пропорційно збільшити. Цей емпіричний результат добре узгоджується з результатами, одержаними розрахунковими методами [3].

Навіть для швидкостей обміну порядку 19 200 біт/с кабель вже можна вважати довгою лінією, а будь-яка довга лінія для виключення перешкод від відбитого сигналу повинна бути узгоджена на кінцях. Для узгодження використовуються резистори опором 120 Ом (точніше, з опором, рівним хвильовому опору кабелю, але, як правило, виті пари, що використовуються, мають хвильовий опір близько 120 Ом і точно підбирати резистор немає необхідності) і потужністю не менше 0,25 Вт - так званий "Термінатор". Термінатори встановлюються на обох кінцях лінії зв'язку між контактами А і В витої пари. Перетворювач ПІ - 485/232 вже має термінатор, і при необхідності його можна включити установкою перемички між контактами «Т» і «Т» [3].

У мережах RS-485 часто спостерігається стан, коли всі підключені до мережі пристрої перебувають у пасивному стані, тобто. в мережі відсутня передача і всі приймачі «слухають» мережу. У цьому випадку приймачі не можуть коректно розпізнати ніякого стійкого логічного стану в лінії, а безпосередньо після передачі всі приймачі розпізнають в лінії стан, що відповідає останньому переданому біту, що еквівалентно перешкоді в лінії зв'язку. На цю проблему не так часто звертають уваги, борючись з її наслідками програмними методами, але вирішити її апаратно нескладно. Достатньо за допомогою спеціальних ланцюгів усунення створити в лінії потенціал, еквівалентний стану відсутності передачі (так званий стан «MARK»: передавач

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	13
		№ докум.	Підпис			

увімкнений, але передача не ведеться). Ланцюги зміщення реалізовані в перетворювачі ПП-485/232, для їх підключення достатньо встановити дві перемички між контактами + V і + V, - V і V відповідно. Для коректної роботи ланцюгів усунення необхідна наявність двох термінаторів лінії зв'язку [3].

У мережі RS-485 можлива конфліктна ситуація, коли два і більше пристрої починають передачу одночасно. Це відбувається у таких випадках:

- у момент включення живлення через перехідні процеси пристрою короткочасно можуть перебувати в режимі передачі;
- один або більше пристроїв несправно;
- некоректно використовується так званий "мультимастерний" протокол, коли ініціаторами обміну можуть бути кілька пристроїв [3].

У перших двох випадках швидко усунути конфлікт неможливо, що теоретично може призвести до перегріву та виходу з ладу приймачів RS-485. На щастя, така ситуація передбачена стандартом і додатковий захист приймача зазвичай не потрібно [3].

У разі необхідно передбачити програмний поділ каналу між пристроями – ініціаторами обміну, оскільки у разі для нормального функціонування лінія зв'язку може одночасно надаватися лише одному передавачу [3].

У цьому дипломному проекті при розробці пристрою передбачено розміщення інтерфейсу RS -485 на приладі. Цей інтерфейс найбільш підходить для розроблюваного пристрою, оскільки він забезпечує необхідну завадостійкість і певну довжину лінії зв'язку, яка нам потрібна для зв'язку з приміщенням охорони.

1.2 Принципи побудови радіосистеми «Стрілець»

Далі другим варіантом пристрою розглянемо внутрішньооб'єктову охоронно-пожежну сигналізацію (ВОРС), яка використовує бездротовий інтерфейс діапазоні 432 МГц (рисунок 1.7) .

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	14
		№ докум.	Підпис			

ВОРС Стрілець являє собою розподілену радіомережу, що охоплює об'єкт, що охороняється. Вузлами такої мережі є приймально-контрольні пристрої радіорозширювачі (РРОП, АСБ-РС, РРП-240). Один з яких програмно призначається координатором мережі [4].

Кожен радіорозширювач (РР) контролює закріплені за ним дочірні радіоканальні пристрої: сповіщувачі охоронні, пожежні, виконавчі пристрої, пристрої керування та ін. Разом із дочірніми пристроями він формує мікростільники. Мережева топологія всередині кожної мікростільники - «зірка», в центрі якої розміщений радіорозширювач [4].

Радіорозширювач ретранслює інформацію від своїх дочірніх пристроїв та інших радіорозширювачів по радіомережі на координатор.



Рисунок 1.7 – Топологія радіосистеми «Стрілець»

Координатор виконує функції основного компонента системи, який стікається вся інформація з інших РР системи [4].

Координатор збирає інформацію про стан всіх пристроїв радіомережі та виконує такі операції:

- обробку та протоколювання інформації;
- відображення стану розділів за допомогою засобів індикації;
- передачу інформації на пристрої передачі сповіщень, комп'ютер, релейні виходи та сигнальні лінії різних приймально-контрольних приладів (ППКОП Акорд-512 / Спектр-8, ППКП Веселка-2А/4А, Веселка-3/240) [4].

У статичній структурі адреса осередку має вигляд «AAAAA» і додатково містить інформацію про проміжні осередки, через які здійснюється зв'язок з координатором. Тобто. адреса містить у собі «статичний маршрут» [4].

У межах однієї системи все радіообладнання поєднує єдиний унікальний код радіосистеми. Цей код складається із двох чисел, кожне з яких знаходиться в діапазоні 00-FF (шістнадцятковий формат). Одне число доступне зміні користувачеві, інше вибирається випадковим чином під час створення системи [4].

Зв'язок між пристроями у системі здійснюється за двостороннім радіоканалом. Робочий частотний канал визначається всієї системи загалом і задається під час програмування з електромагнітної обстановки на об'єкті [4].

Пристрої ВОРС здійснюють автоматичну зміну робочого каналу за неможливості доставки повідомлень основним каналом.

Пристрої ВОРС проводять автоматичне підстроювання робочої частоти [4].

Стан зв'язку з усіма радіопристроями контролюється. Радіопристрої передають контрольні сигнали (малюнок 9) на батьківський РР. Періоди передачі є випадковими із середніми значеннями, вибраними з інтервалу: 7 с, 12 с, 32 с, 1 або 2 хв. Період передачі програмується користувачем індивідуально кожного радіопристрою[4].

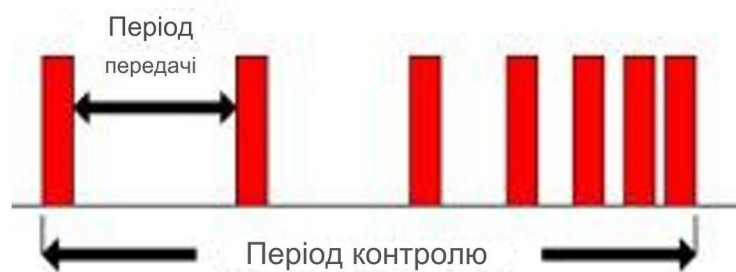


Рисунок 1.9 – Контроль радіоканалу

На кожну посилку дочірній пристрій має отримати підтвердження доставки – квитанцію від свого РР. Якщо радіопристрій не отримав «квитанцію», він вживає додаткових заходів для забезпечення доставки:

- збільшення випромінюваної потужності до 10 мВт (якщо була занижена при автоматичному регулюванні);
- збільшення частоти виходу в ефір;
- зміна частотного каналу.

Час, що відводиться вирішення проблем зв'язку – період контролю, який встановлюється кожному за радіопристроєм під час програмування[4].

Якщо протягом контролю РР не отримав сигналів від дочірнього пристрою, РР формує сигнал несправності зв'язку з конкретним пристроєм[4].

Період контролю може набувати значень: 1.5, 3, 9 або 15 хвилин. Період контролю вибирається з розрахунку щонайменше триразового періоду передачі контрольних сигналів [4].

Для виключення можливості заміни радіопристроїв та несанкціонованого втручання у ВОРС використовується шифрування інформації, що передається, а також спеціальний механізм динамічної аутентифікації, заснований на використанні пар ключів [4].

Як аналог для розроблюваного приладу радіосистему «Стрілець» більш підходить. У рамках дипломного проекту треба розробити більш надійний пристрій, зручний при експлуатації та зрозумілий при використанні споживачем, а також доступний за ціною та економічними показниками споживачам.

1.3 Модуль бездротової передачі даних за технологією ZigBee

Третім варіантом проекту розглянемо розробку бездротового модуля передачі телеметричних даних в діапазоні частот 2,4 ГГц.

Технологія ZigBee

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	20
		№ докум.	Підпис			

ZigBee – стандарт для набору високорівневих протоколів зв'язку, що використовують невеликі, малопотужні цифрові трансівери, заснований на стандарті IEEE 802.15.4–2006 для бездротових персональних мереж, таких як, наприклад, бездротові навушники, з'єднані з мобільними телефонами за допомогою радіохвиль короткохвильових. Ім'я бренду походить від поведінки медових бджіл, після повернення в вулик. Технологія визначається специфікацією ZigBee, розробленою з наміром бути простіше та дешевше, ніж інші персональні мережі, такі як Bluetooth. ZigBee призначений для радіочастотних пристроїв, де потрібна тривала робота від батарейок та безпека передачі даних по мережі.

Альянс ZigBee є органом, який забезпечує та публікує стандарти ZigBee, він також публікує профілі додатків, що дозволяє виробникам початкової комплектації створювати сумісні продукти. Поточний список профілів додатків, опублікованих, або які вже працюють:

- домашня автоматизація;
- раціональне використання енергії (ZigBee Smart Energy 1.0/2.0);
- автоматизація комерційного будівництва;
- телекомунікаційні програми;
- персональний, домашній та лікарняний догляд;
- іграшки.

ZigBee працює у промислових, наукових та медичних (ISM-діапазон) радіодіапазонах: 868 МГц у Європі, 915 МГц у США та в Австралії, та 2.4 ГГц у більшості країн світу (під більшістю юрисдикцій країн світу). Як правило, у продажу є чіпи ZigBee, які є об'єднаними радіо- та мікроконтролерами з розміром Flash-пам'яті від 60К до 128К таких виробників, як Jennic JN5148, Freescale MC13213, Ember EM250, Texas Instruments CC2402, Texas Instruments CC2430. Радіомодуль також можна використовувати окремо з будь-яким процесором та мікроконтролером. Як правило, виробники радіомодулів

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	21
		№ докум.	Підпис			

пропонують також стек програмного забезпечення ZigBee, хоча доступні інші незалежні стеки.

Так як ZigBee може активуватися (тобто переходити від режиму сну до активного) за 15 мілісекунд або менше, затримка відгуку пристрою може бути дуже низькою, особливо в порівнянні з Bluetooth, для якого затримка, що утворюється при переході від режиму сну до активного, зазвичай досягає три секунди. Оскільки ZigBee більшу частину часу перебуває в сплячому режимі, рівень споживання енергії може бути дуже низьким, завдяки чому досягається тривала робота від батарей.

Основними областями застосування технології ZigBee є бездротові сенсорні мережі, автоматизація житла («Розумний дім» та «Інтелектуальна будівля»), медичне обладнання, системи промислового моніторингу та управління, систем охоронної сигналізації, а також побутова електроніка та «периферія» персональних комп'ютерів.

Протоколи ZigBee розроблені для використання у вбудованих програмах, що вимагають низьку швидкість передачі даних та низьке енергоспоживання. Мета ZigBee – це створення недорогої мережі, що самоорганізується, з пористою топологією, призначеною для вирішення широкого кола завдань. Мережа може використовуватися в промисловому контролі, вбудованих датчиках, зборі медичних даних, оповіщенні про вторгнення або задимлення, будівельної та домашньої автоматизації тощо. Створена в результаті мережа споживає дуже мало енергії – індивідуальні пристрої згідно з даними сертифікації ZigBee дозволяють енергобатареям працювати два роки.

Здатність до самоорганізації та самовідновлення, пориста топологія, захищеність, висока стійкість до перешкод, низьке енергоспоживання і відсутність необхідності отримання частотного дозволу роблять ZigBee-мережа підходящою основою для бездротової інфраструктури систем позиціонування в режимі реального часу.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	22
		№ докум.	Підпис			

Типові області застосування:

- домашні розваги та контроль – раціональне освітлення, сучасний температурний контроль, охорона та безпека, фільми та музика;
- домашнє оповіщення – датчики води та енергії, моніторинг енергії, датчики задимлення та пожежі, раціональні датчики доступу та переговорів;
- мобільні служби – мобільні оплата, моніторинг та контроль, охорона та контроль доступу, охорона здоров'я та теледопомога;
- комерційне будівництво – моніторинг енергії, HVAC, світла, контроль доступу;
- промислове обладнання - контроль процесів, промислових пристроїв, управління енергією та майном.

Існують три різні типи пристроїв ZigBee.

Координатор ZigBee (ZC) – найбільш відповідальний пристрій, що формує шляхи дерева мережі і може зв'язуватися з іншими мережами. Кожна мережа має один координатор ZigBee. Він і запускає мережу від початку. Він може зберігати інформацію про мережу, включаючи сховище секретних паролів виробництва Trust Centre.

Маршрутизатор ZigBee (ZR) – Маршрутизатор може бути проміжним маршрутизатором, передаючи дані з інших пристроїв. Він також може запускати функцію програми.

Кінцевий пристрій ZigBee (ZED) – його функціональна навантаженість дозволяє обмінюватись інформацією з материнським вузлом (або координатором, або з маршрутизатором), він не може передавати дані з інших пристроїв. Таке відношення дозволяє вузлу левову частину часу перебувати в сплячому стані, що дозволяє заощаджувати енергоресурс батарей. ZED вимагає мінімальну кількість пам'яті, і тому може бути дешевшим у виробництві, ніж ZR або ZC.

Програмне забезпечення розроблено для спрощення процесу побудови невеликих недорогих мікропроцесорів. Радіорозробки, що використовуються в

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	23
		№ докум.	Підпис			

сенсорних мереж є єдиною бездротовою технологією з більшим часом автономної роботи від батарей, за допомогою якої можна вирішити завдання моніторингу та контролю. Об'єднані в бездротову сенсорну мережу датчики утворюють територіально-розподілену систему збору, обробки та передачі інформації, що самоорганізується [5].

Трансівери, що відповідають стандарту 802.15.4, можуть використовуватися як самостійні пристрої, якщо розробнику потрібно організувати зв'язок «крапка-крапка» або «зірка». Для організації повноцінної мережі ZigBee необхідно додати мікроконтролер, в який повинен бути завантажений набір програм, що управляють, так званий стек протоколів ZigBee, який забезпечує можливість самоорганізації та самовідновлення мережі. Мережа сама визначає оптимальний маршрут передачі даних, а 16-розрядна адресація дозволяє перебувати в одній мережі 65 тисяч пристроїв. Це буває необхідним при побудові єдиних мереж великих промислових підприємствах. Дальність зв'язку в умовах прямої видимості між двома пристроями може досягати кількох кілометрів. Важливим також є і той факт, що дані в ZigBee-мережах можуть передаватися ланцюжком пристроїв, свого роду естафетою, що в поєднанні з розвиненими засобами самоналаштування сильно спрощує розгортання мережі на великих площах. Стандарт також передбачає 128-бітове AES-шифрування даних, що дозволяє використовувати його у різних системах безпеки[7].

Державна Комісія з Радіочастот РФ прийняла в травні 2007 року рішення про виділення фізичним та юридичним особам на території РФ смуги радіочастот 2400-2483,5 МГц для застосування пристроїв малого радіусу дії (ZigBee) з потужністю до 100 мВт. Використання зазначених смуг може здійснюватися без оформлення окремих рішень ДКРЧ та дозволів на їх використання.

Стандарт ZigBee описує всі рівні, через які проходить потік інформації, що передається, починаючи з фізичного рівня і закінчуючи рівнем підтримки профілів пристроїв. Нижні два рівні описуються стандартом IEEE 802.15.4 і

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	25
		№ докум.	Підпис			

визначають фізичні параметри приймача, структуру радіочастотної посилки, число пристроїв, що адресуються, механізми перевірки і підтвердження цілісності прийнятих даних, процедури оцінки якості каналу зв'язку та алгоритми запобігання колізій. Рівні з третього до шостого описуються безпосередньо специфікацією стека ZigBee. На цих рівнях визначається, якими властивостями повинні володіти пристрої, що входять в мережу, яким чином пакет інформації передається від одного вузла мережі до іншого, як забезпечується безпека передачі інформації, як новий пристрій підключається до мережі та її топологія, який вузол мережі є головним, який – підлеглим[8].

У специфікації стека передбачено три типи пристроїв: координатор, маршрутизатор та кінцевий пристрій. Координатор ініціалізує мережу, керує її вузлами, зберігає інформацію про налаштування кожного вузла, задає номер частотного каналу та ідентифікатор мережі PAN ID, а в процесі роботи може бути джерелом, приймачем та ретранслятором повідомлень. Маршрутизатор відповідає за вибір шляху доставки повідомлення, що передається по мережі від одного вузла до іншого, і в процесі роботи може бути джерелом, приймачем або ретранслятором повідомлень. Кінцевий пристрій не бере участі в управлінні мережею та ретрансляції повідомлень, будучи лише джерелом/приймачем повідомлень [8].

Серед властивостей ZigBee слід виділити підтримку складних топологій мереж (рисунок 10). У складній мережі дані кінцевого вузла можуть у центр збору даних як безпосередньо, а й через проміжні вузли. За рахунок цього дальність зв'язку може бути значною, незважаючи на короткий радіус дії окремих пристроїв. У мережі може бути об'єднано до 65 тис. пристроїв, оскільки можлива 16-розрядна адресація вузлів ($2^{16} = 65536$). У розширеному варіанті розрядність адрес може бути розширена до 64 [9].

сегментами мережі. Виникає проблема прокладання інтерфейсного кабелю та захист його від займання.

Для вирішення цієї проблеми в приміщенні встановлюємо контролер зв'язку, який за допомогою провідних ліній з'єднується з різними датчиками безпеки: датчики задимлення (димові); інфрачервоні датчики – рухи (об'ємні), на розбиття скла, відкриття дверей. Сповіщувачі звукові та світлові встановлюють зазвичай на укосі вікна або біля вхідних дверей з зовнішнього приміщення. Дані провідні з'єднання утворюють якийсь кластер, а контролер радіоканалу має зв'язок з іншим аналогічним кластером, розташованого в сусідніх приміщеннях або на іншому поверсі будівлі.

Один контролер програмується координатором мережі і за допомогою інтерфейсу RS -485 підключається до пульта управління та контролю у приміщенні охорони.

1.5 Висновки до першого розділу

В розділі розглянуто побудову охоронних систем. Проведено аналіз технічного завдання. Проаналізовано інтерфейс передачі даних за стандартом RS -485. Вказано принцип роботи, визначено переваги і недоліки.

Детально розглянуто принципи побудови радіосистеми «Стрілець». Визначені основні її характеристики.

Запропоновано використовувати модуль бездротової передачі даних за технологією ZigBee, що має найкраще рішення для розв'язання поставленої задачі. Наведено короткий опис розміщення контролера на об'єкті.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	28
		№ докум.	Підпис			

2 ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Опис структурної схеми

Структурна схема контролер охоронної системи з радіоканалом представлена рисунком 2.1.

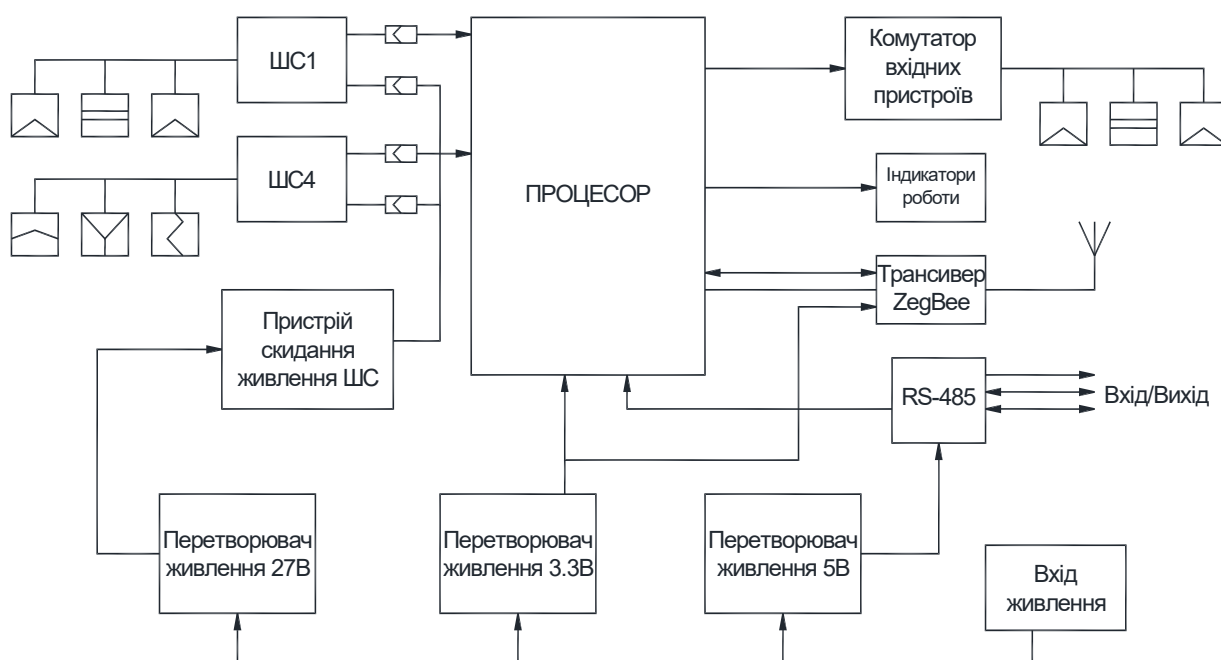


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою

Схема електричного структурного пристрою представлена в графічній частині на форматі А3.

Для об'єкта приміщень, що має розгалужену структуру, де немає можливості прокладання кабельних трас, виникає необхідність застосування модуля зв'язку за технологією ZigBee сконфігурований на роботу в режимі ретрансляції малюнок 2.1.

Універсальність даного приладу полягає в тому, що будь-який встановлений в будь-якому місці програмується як ведучий і є координатором мережі.

Топологія мережі починається з присвоєння адреси контролеру та призначення функціональних можливостей.

За допомогою інтерфейсу RS -485 координатор мережі підключається до пульта керування та контролю або комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням, що знаходиться на посту охорони. За даним інтерфейсом на пульт надходять повідомлення з віддалених об'єктів, що передаються радіоканалом методом ретрансляції (від одного до іншого) за допомогою модуля ТРАНСИВЕРА ZIGBEE .

Програмне забезпечення процесора дозволяє контролювати шлейфи сигналізації ШС1 – ШС4, як у цілодобовому режимі і за часом встановленим користувачем, залежно від конфігурації приладу.

Пристрій скидання живлення ШС дає можливість скидання димових датчиків шляхом зняття напруги живлення на 3 секунди.

Перетворювач напруги генерує напругу 27 вольт, необхідного для живлення датчиків сигналізації. Живлення трансівера та процесора подається з перетворювача 3,3 вольта, стабілізатор напруги 5 вольт запитує підсилювач інтерфейсу RS -485.

За допомогою реле прилад керує зовнішніми виконавчими пристроями такими як світлозвуковими оповіщувачами, електромагнітними замками, системою вентиляції та ін.

По індикаторах «робота» визначається стан контролера: зелене світло – знято з контролю, червоне – ШС на контролі, миготіння з частотою 1 Гц тривога даного розділу.

Пристрій введення захищає прилад від переполюсування живлення.

Відстань установки між приладами досягає 100 метрів і залежить від кількості стін та їх товщини.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	30
		№ докум.	Підпис			

2.2 Опис схеми електричної принципової

Знайомлячись з описом роботи контролер охоронної системи з радіоканалом, з її електричної принципової схемою необхідно встановити: як і наскільки повно ці джерела інформації допомагають вибрати параметри; які відомості відсутні; яким шляхом можна заповнити відсутні відомості.

Схема електрична принципова устрою представлена в графічній частині на форматі А1. Проводячи аналіз схеми електричної важливої, необхідно вирішити питання щодо варіантів конструкції майбутнього устрою. Необхідно визначити спосіб розміщення друкованих вузлів, величини напруги та струмів, що діють у пристрої, які елементи схеми винести за межі основного друкованого вузла.

У складі приладу є засоби індикації, тому конструкція повинна мати передню панель для розміщення цих елементів. Також у схемі є елементи комутації для підключення зовнішніх пристроїв, їх розміщуватимемо на платі конструкції.

У цьому пристрої застосовуються радіоелементи, що мають мале значення споживаної потужності, отже, не потрібні спеціальні перфораційні отвори для виведення зайвого тепла.

Опис принципу роботи контролера зв'язку

Живлення приладу здійснюється від зовнішнього джерела живлення постійного струму з номінальною напругою 12 вольт (від 102 до 148 В). Рекомендується використовувати резервовані джерела живлення "РІП-12" з номінальною вихідною напругою 12 вольт.

Прилад чотирьох каналний при постановці в режим контролю-моніторингу по кожному шлейфу залежить від конфігурації шлейфу сигналізації (далі ШС) протікає струм порядку 5-8 мА, АЦП починає опитувати порти, до яких підключені ШС рис. 2.2.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	31
		№ докум.	Підпис			

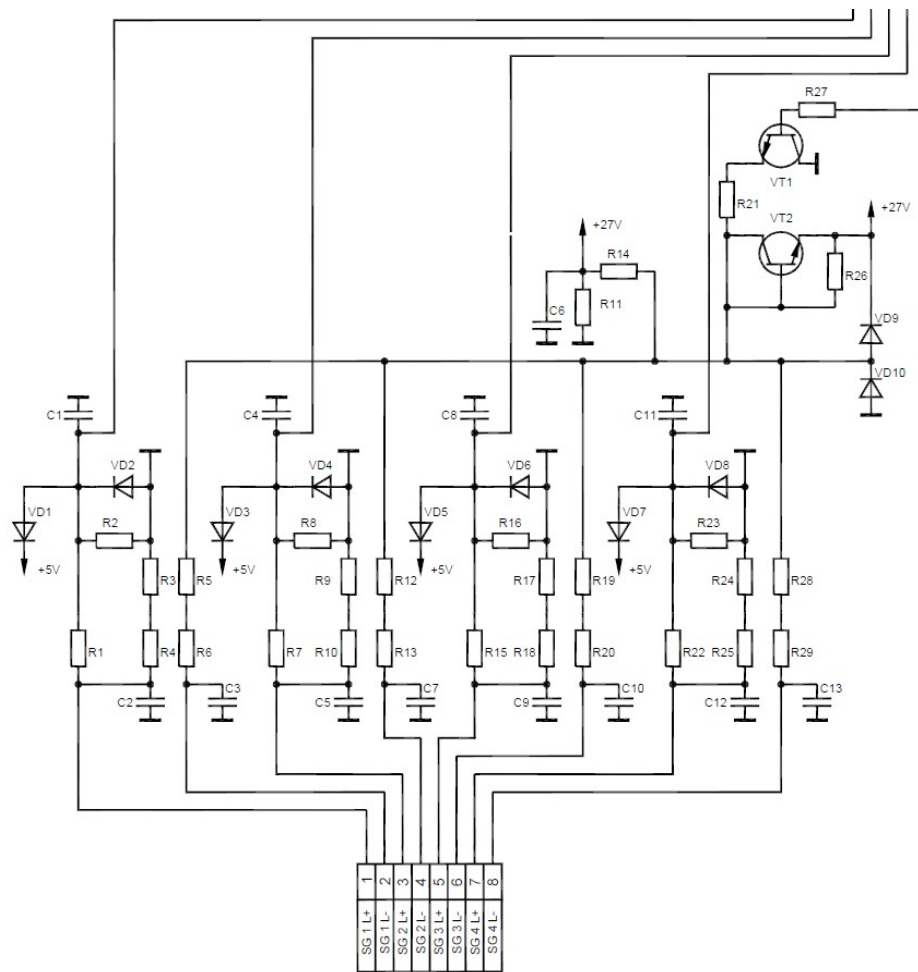


Рисунок 2.2 – Дільники напруги ШС, керування живленням + 27 В

Кожен канал має дільник напруги, що складається (розглянемо на прикладі ШС1) з резисторів R1, R2, R3, R4, для обмеження струму, який не повинен перевищувати більше 20 мА. Прилад забезпечує обмеження струму протікає через датчик, що спрацював. Діоди VD 1, VD 2 є захистом порту за напругою. Конденсатори C1, C2 згладжують пульсацію високочастотних перешкод. Датчики живляться напругою +27 вольт через дільники R5, R6. Управління живлення (+27В) ШС зібрано на ключах VT1, VT2 необхідного для скидання датчиків у вихідний робочий стан. Також у схемі є дільник напруги зібраний на резисторах R11, R14 необхідний зворотного зв'язку та контролю живлення. При порушенні шлейфу струм зменшується менше 3мА або збільшується більше 10 мА, контролер DD 1 рис. 2.3, видає «тривогу» через інтерфейс SPI та

2.3 Розрахунки на споживану потужність, здатність навантаження

Розрахунок проведемо за найбільш завантаженими елементами, тобто. працюючих із максимальним споживанням струму.

З довідкових даних [12] вибрано потужності споживання у наступних елементів: АТmega 32-16 PU - ($P_{ж} = 0,0055\text{Вт}$); МО-CC2420 Z - ($P_{ж} = 0,066\text{Вт}$); АТ 24 С 512 - ($P_{ж} = 0,025\text{Вт}$); МС33063 А - ($P_{ж} = 0,16\text{Вт}$); КАА - 3528 ESGC - ($P_{ж} = 0,512\text{Вт}$); CLM 1 С - WKW - CVa 6 Wb 153 - ($P_{ж} = 0,064\text{Вт}$); ADM 1485 - ($P_{ж} = 0,9\text{Вт}$); CPC 1117 N - ($P_{ж} = 0,35\text{Вт}$); $P_{ж} \text{ ШС} \times 4 = 0.9 \text{ Вт}$.

Підсумувавши всі значення, отримано повну потужність споживання контролера зв'язку трохи більше 3Вт.

Таким чином, потужність, що споживається пристроєм, не перевищує значення, вказаного у технічному завданні (3 Вт).

2.4 Висновки до другого розділу

В другому розділі проведено технічне проектування пристрою. Наведено опис структурної схеми. Обґрунтовано застосування кожного блоку у схему.

Приведена розробка схеми електричної принципової. Описана електричні схеми окремих блоків. Обґрунтовано вибір кожного елемента. Наведено розрахунки на споживану потужність, здатність навантаження.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	40
		№ докум.	Підпис			

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ

3.1 Варіанти компоновання блоків

При аналізі вихідних даних проводжу зіставлення цілей, принципів, параметрів, характеристик задуманої конструкції з тими, що є в технічному завданні. Цих даних природно мало, до виконання проектних завдань, тому слід з'ясувати: що не вистачає, що можна придумати, що можна взяти у прототипу. Відомо, що будь-який виріб (прилад), з одного боку, можна характеризувати такими параметрами: структура (склад), форма, поверхні, розміри, матеріали.

Структура повинна визначати склад конструкції, призначення та спосіб механічних з'єднань конструктивно закінчених частин, з яких складатиметься контролер зв'язку.

Форма визначає обсяг, частину простору, що займає пристроєм, розташування робочому місці, стійкість закріплення. Поверхні визначають форму контролера зв'язку, його зовнішній вигляд, захист від зовнішніх впливів, місця розміщення органів індикації та комутації [13].

Розміри – визначають кількісні показники обсягу конструкції, маси, витрати матеріалу, міцності[14].

Матеріал – визначає складність, вартість, спосіб виготовлення, механічні та фізичні характеристики корпусу контролера зв'язку[14].

З іншого боку, електронний пристрій з точки зору забезпечення функціонального призначення та електронного принципу дії повинен мати: засоби відображення оброблюваної інформації; органами управління та регулювання для участі людини; засобами електричного з'єднання приладу із зовнішніми електричними ланцюгами такими, як живлення постійним струмом, з'єднання з персональним комп'ютером, за допомогою проводів та кабелів.

Засоби індикації – визначають кількість інформації, що пред'являється людині, швидкість, зручність, безпомилковість її сприйняття[14].

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	41
		№ докум.	Підпис			

Електричні з'єднувачі – зручність, простота, надійність електричного з'єднання пристрою із зовнішніми ланцюгами[14].

Герметичність характеризує захист від вологи, теплових та механічних впливів [14].

Відповідно до технічного завдання темою проекту є розробка конструкції контролер охоронної системи з радіоканалом . Контролер складається з вузла індикації, вузла комутації, мікроконтролера, трансівера ZigBee , перетворювачів постійного струму, буфера пам'яті та оптоелектронних реле. Прилад відноситься до стаціонарної апаратури. Умови роботи повинні відповідати умовам роботи контролера у нерегулярно опалюваних приміщеннях (обсягах). Робочі температури мінус 0 до плюс 40°C. Максимальна відносна вологість повітря 98% за температури плюс 25°C. Контролер зв'язку повинен витримувати вібрації та ударні навантаження, що впливають під час транспортування, випадкового падіння тощо.

Для контролю та охорони об'єктів використовуються датчики промислового зразка, а також для контролю та керування доступом застосовуються стандартні пристрої. Датчики та інші прилади з'єднуються з контролером гнучким кабелем.

Використання контролера зв'язку передбачає компоновання та габарити виходячи з розмірів та розташування інших комплектуючих пристрою, а також зручності в експлуатації, тому габаритні розміри 157.8 ×95.5 ×53 мм.

З аналізу умов експлуатації випливає, що вибір радіоелементів повинен забезпечувати роботу контролера у заданих умовах без зниження надійності.

Конструкція пристрою, що розробляється, повинна бути технологічна.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	42
		№ докум.	Підпис			

3.2 Варіанти компоновання конструкції

Складність сучасної ЕВА вимагає того, щоб поряд зі структурними, електричними схемами були наведені і ескізи компоновання. Для цього пристрою можливо кілька варіантів компоновання.

Кожен із представлених варіантів має свої переваги та недоліки. Розташування та орієнтація плат та інших конструктивних елементів у заданому обсязі контролера, що мають електричне з'єднання відповідно до принципової схеми. Тому представлені варіанти компоновання і мають бути розглянуті відповідно до викладених вище. Щоб вибрати оптимальний варіант компоновання, необхідно врахувати умови застосування та експлуатації, зручність експлуатації, забезпечення високої ремонтпридатності, захисту від зовнішніх та внутрішніх впливів.

Якщо взяти за критерій вибору масогабаритні показники, то найбільш оптимальним буде варіант з горизонтальним розташуванням плат, але цей спосіб компоновання не забезпечує хорошого доступу до всіх вузлів пристрою, а також збільшуються габарити пристрою. Крім того, не забезпечується циркуляція повітря, оскільки плати не дають можливості переміщатися вгору нагрітому повітрі. Якщо є похилі площини корпусу, стає недоцільним розташування плат горизонтальній площині, оскільки буде невисоким коефіцієнт заповнення обсягу корпусу[15].

Компоновання з вертикальним розташуванням плат з точки зору оптимального теплового режиму є найбільш кращим, оскільки створюються ідеальні умови для циркуляції повітря (якщо відстань між платами більше 10 мм). Недоліком даного способу компоновання є невисока ремонтпридатність, неможливість легкого доступу до елементів, розташованих усередині пакета плат. Найбільш кращий варіант із застосуванням поворотних панелей. При цьому ремонтпридатність збільшується, а тепловий режим наближено до оптимального, але ускладнюється конструкція пристрою [15].

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	43
		№ докум.	Підпис			

Проектований контролер не пред'являє до себе високих вимог за критеріями функціональної складності, експлуатаційних вимог, але накладаються деякі обмеження кліматичними умовами через те, що прилад призначений для експлуатації в лабораторних, капітальних житлових та інших подібних приміщеннях (обсягах). У процесі проектування розглядалися такі варіанти конструкції корпусу.

Конструкція, має ряд переваг і недоліків. Переваги цієї конструкції – легкість виготовлення, простота конструкції та простота складання. Недоліки – наявність гострих кутів, середній рівень ергономіки.

Також було розглянуто конструкцію. Переваги цієї конструкції – привабливий зовнішній вигляд. Основним її недоліком став низький рівень ергономіки: оскільки прилад експлуатується під кутом передньою панеллю, незручний для оператора.

Конструкція, має такі переваги – привабливий зовнішній вигляд і високий рівень ергономіки.

Недоліки конструкції: складна форма корпусу, внаслідок чого невелика збільшена вартість виготовлення.

Проаналізувавши всі три види, було прийнято рішення використовувати конструкцію під малюнком 22, так як контролер, виготовлений по даній конструкції, забезпечуватиме високу ергономічність корпусу та простоту складання [16]. Перевагою вертикального розташування є те, що контролер може бути встановлений на стіні приміщення. Розташування отвору та клем із боку забезпечує зручне підключення зовнішніх пристроїв.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	44
		№ докум.	Підпис			

3.3 Розробка друкованої плати

Розміри друкованої плати, якщо вони не застережені в технічному завданні, визначаються виходячи з площі, необхідної для розміщення всіх радіоелементів, елементів друкованого монтажу та площі додаткових зон.

При компонованні елементів на друкованих платах оперують поняттям настановної площі елемента, яку для більшості елементів обчислюють за формулою:

$$S_{уст} = 1,3 \times B \times L \quad , \quad (3.1)$$

де B -максимальна ширина (діаметр елемента), мм; L - Довжина елемента, включаючи відформовані висновки, мм.

Настановні площі елементів основної друкованої плати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Настановні площі елементів

Позначення	Кількість, шт.	B, мм	L, мм	S _{вуст.} , мм ²
A1	1	20	23	598
BF 1	1	15	15	292,5
C2, C3, C5, C7, C9, C10, C12, C13, C16	9	1,6	3,2	40,5
C1, C4, C6, C8, C11, C14, C15, C17-C19, C22-C24, C26, C27	15	0,8	1,6	19,2
C20, C25	2	4,3	7,3	83,2
C21, C28	2	8	8	32
DA 2, DA 4, DA5	3	5	6	117
DA 3	1	6,6	9,5	62,7
DD1	1	11.75	11.75	30.55
DD2	1	5	8,8	57,2
L1, L2	2	5	5	65
L3, L4	2	1.6	3,2	13,65

Кінець таблиці 3.1 – Настановні площі елементів

R 1, R 3- R 7, R 9, R 10, R 12, R 13, R 15, R 17— R 20, R 22, R 24, R 25, R 28, R 29, R 32, R 33, R 35, R 36, R 43, R 44, R 48, R 49	28	1,6	3,2	163,8
R 2, R 8, R 11, R 14, R 16, R 21, R 23, R 26, R 27, R 30, R 31, R 34, R 37 R 39, R 40 R42, R45-R47, R50, R51-R61	3 3	0,8	1,6	54,91
U 1, U 2	2	4	6	62,4
VD 1— VD 12, VD 14, VD 15, VD 17— VD 19, VD 29, VD 24	1 9	1,5	3,3	70,2
VD 13, VD 15, VD 16, VD 20, VD 22, VD 23	6	2	5	65
VD25—VD28	4	2,8	3,5	50 , 96
VD21	1	2,7	3.5	1 2 ,28
VT1—VT3	3	3	3	35,1

Крайове поле плати дорівнює 5 мм

Повна площа плати:

$$S_{\text{пл}} = K_S \times \sum_{i=1}^N S_{\text{уст}} + S_{\text{кп}} \quad (3.2)$$

де K_S - коефіцієнт збільшення плати, $K_S = (1,5 \dots 3)$; N - кількість компонентів на платі; $S_{\text{кп}}$ - полів плати, мм^2 .

Збільшення площі друкованої плати проводять з метою зменшення теплових електромагнітних впливів елементів один на одного, забезпечення можливості прокладання всіх трас.

$$S_{\text{пк}} = 2100 \text{мм}^2$$

$$S_{\text{пк}} = 2,7 \times 3023 + 2100 = 10262,1 \text{мм}^2$$

Виходячи з отриманих значень площі плати та відповідно до ГОСТ 10317–79 « Плати друковані. Основні розміри» задаю конкретні габаритні розміри основної друкованої плати 90×145мм.

					КВРТР.2020009.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			46

Компонування елементів показано рис. 3.1.

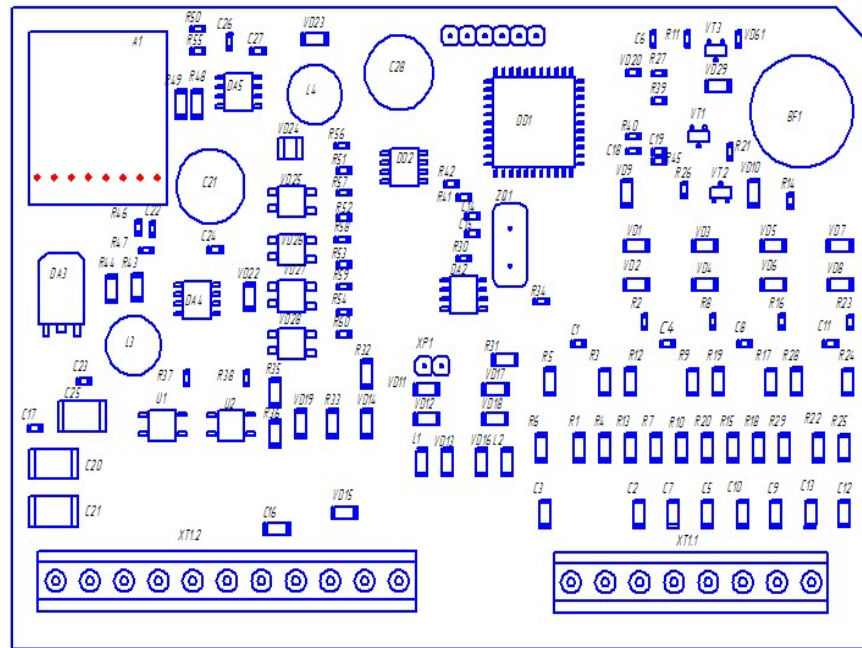


Рисунок 3.1 – Компонування елементів на друкованій платі

Під компонуванням РЕМ розуміють частину процесу конструювання, пов'язаного з розміщенням на площині або обсягом окремих складових частин виробу з урахуванням реалізації необхідних електричних зв'язків, взаємного впливу електромагнітних і теплових полів. При компонуванні ПП електрорадіоеlementи зазвичай замінюють їх настановними моделями, які є проекцією елемента на плату[17].

3.4 Опис вимог до друкованої плати

У сучасній радіоелектронній апаратурі найпоширенішим методом створення електричних кіл є друкована плата.

Друковані плати – елементи конструкції, які складаються з плоских провідників у вигляді ділянок металізованого покриття, розміщених на діелектричній підставі та що забезпечують з'єднання елементів електричного кола. [18]

Переваги:

- збільшення щільності монтажу та можливість мікромініатюризації виробів;
- уніфікація та стандартизація конструктивних та технологічних рішень;
- стабільність та повторюваність електричних характеристик (провідність, паразитні ємності, індуктивність);
- збільшення надійності та підвищення якості;
- поліпшення механічних та міцнісних характеристик;
- можливість застосування сучасних методів автоматизації та механізації монтажних, складальних, контрольних та регулювальних робіт;
- зниження трудомісткості, собівартості та матеріаломісткості. [18]

Недоліки:

- обмеження щодо ремонту;
- утруднення можливості зміни конструкції;
- елементи друкованих плат згідно з ДСТУ 23752–86

Вимоги до друкованих плат:

1. Діелектричні основи повинні бути однорідними за кольором, монолітними за структурою, не мати бульбашок, раковин, сколів, тріщин та розшарування.
2. Провідний малюнок повинен бути чітким, з рівними краями, без здуття, розривів, відшарувань, підтравлювання, слідів інструменту та залишків технологічних матеріалів.
3. Для підвищення корозійної стійкості та паяння наноситься електролітичне покриття, яке має бути без розривів, підгарів та відшарувань. За наявності на провідниках критичних дефектів допускається дублювати їх об'ємними, але не більше 5 для плат 120x180 та 10 провідників для плат понад 120x180.
4. Монтажні та фіксуєчі отвори повинні відповідати вимогам креслення.

5. Для підвищення надійності паяних з'єднань внутрішню поверхню монтажних отворів повинен покривати шар міді не менше 20...25 мкм. Шар повинен бути суцільним, без включень, дрібнокристалічної структури, а також повинен мати гарне зчеплення з поверхнею.

6. Повинен витримувати струм 250 А/м^2 протягом 3 секунд, навантаження на контакти до 1.5 Н і витримувати 4 перепаювання (для багатошарових друкованих плат – 3 перепаювання) без зміни зовнішнього вигляду, підгарів та відшарування.

При неприпустимому пошкодженні металізовані отвори допускається відновлювати за допомогою пустотілих заклепок не більше 2% від загальної кількості отворів та не більше 10 штук на друковану плату.

7. При циклічному впливі температури допускається зміна опору лише на 10%.

8. Контактні майданчики не повинні мати розривів під час свердління та залишатися гарантований поясок 50 мкм.

9. Опір ізоляції має бути менше 30 000 МОм при $T=25^{\circ}\text{C}$, вологості 46..84%, тиску 96..100 КПа, з відривом 0.2..0.4 мм між провідниками.

10. Електрична міцність 700 вольт у нормальних умовах і 500 вольт після дії протягом 2 діб $T=40^{\circ}\text{C}$ і вологості 90..96%.

11. Деформація друкованих плат при товщинах 1,5...3 мм на 100 мм:

для багатошарових друкованих плат (МПП) – 0,4.. 0,5 мм

для двосторонніх друкованих плат (ДПП) – 0,5.. 0,9 мм

12. При дії на друковану плату $T=260..290^{\circ}\text{C}$ протягом 10 секунд повинно бути розривів провідників і відшарувань [18].

3.5 Розрахунок надійності виробу

Надійність – властивість виробу зберігати свої параметри у заданих межах та в заданих умовах експлуатації протягом певного проміжку часу. [21]

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	49
		№ докум.	Підпис			

Загальну надійність можна сприймати як сукупність трьох властивостей: безвідмовність, відновлюваність, довговічність.

Безвідмовність – властивість системи безперервно зберігати працездатність протягом заданого часу за певних умов експлуатації. Вона характеризується закономірностями виникнення відмов. [21]

Відновлюваність – це пристосованість системи до виявлення та усунення відмов з урахуванням якості технічного обслуговування. Вона характеризується закономірностями усунення відмов. [21]

Довговічність – властивість системи довгостроково зберігати працездатність у певних умовах. Кількісно характеризується тривалістю періоду практичного використання системи від початку експлуатації до моменту технічної та економічної доцільності подальшої експлуатації. [21]

Методи підвищення надійності, залежно від сфери їх застосування, можна розділити на три основні групи: виробничі, схемно-конструкторські, експлуатаційні.

До виробничих методів належать: отримання однорідної продукції, стабілізація технології, аналіз дефектів та механізмів відмов, розробка методів випробувань, визначення залежності показань надійності від інтенсивності зовнішніх впливів. [21]

До схемно-конструкторських методів належать: вибір відповідних умов навантаження, уніфікація вузлів та елементів, розробка схем із допусками на відхилення параметрів елементів, резервування, контроль роботи обладнання, введення запасу роботи у часі. [21]

До експлуатаційних методів належать: збирання інформації надійності, збільшення інтенсивності відновлення, профілактичні заходи, граничні випробування. [21]

Найбільш відповідальним етапом задоволення вимог експлуатаційної надійності є етап проектування.

Наскільки всебічно враховані при проектуванні та виготовленні дослідного зразка умови виробництва та експлуатації з точки зору безпеки в роботі, ремонтпридатності, довговічності апаратури, настільки остання матиме експлуатаційну надійність.

До критеріїв безпеки відносяться: можливість безвідмовної роботи, частота відмов, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи, напрацювання на відмову.

Інтенсивністю відмов називається відношення числа виробів, що відмовили, в одиницю часу до середньої кількості виробів, які продовжували справно працювати. Середнім часом безвідмовної роботи називається арифметичний час справної роботи виробу. Теоретично ймовірності застосовуються різні закони розподілу. Найбільш простим розподілом потоку відмов у часі є експлуатаційний закон розподілу, який розглядає послідовність відмов у часі як найпростіший потік подій. [21]

В основі розрахунку надійності за раптовими відмовами лежать такі положення:

- інтенсивність відмови будь-якого i -го ($i=1,2,\dots, m$) елемента ЕС дорівнює середньому значенню період його експлуатації, тобто. $\lambda_i(t)=\lambda_i=\text{const}$;
- закон розподілу ймовірності безвідмовної роботи елементів ЕС – експонентний

$$P_i(t) = e^{-\int_0^t \lambda_i(t) dt} = e^{-\lambda_i t} \quad (3.3)$$

Поєднання елементів, з погляду теорії надійності, послідовне, тобто. відмова будь-якого з елементів призводить до відмови всього ЕС. При послідовному з'єднанні елементів можливість безвідмовної роботи ЕС $P_A(t)$ дорівнює

користуватися інтенсивністю відмов для цифрових ІВ, що дорівнює 2×10^{-7} 1/год, а аналогових ІВ, що дорівнює 8×10^{-7} 1/год.

Для розрахунку інтенсивності відмов напівпровідникових приладів (ПП) використовується формула, що враховує електричне навантаження та температуру, за яких працює контролер.

$$\lambda_{\text{ЭК}} = \lambda_0 \times A \times e^{\frac{N_T \times T_M^p + (273 + t + \Delta t \times K_H)^{p+1}}{T_M^p \times (273 + t + \Delta t \times K_H)}}, \quad (3.6)$$

де λ_0 – інтенсивність відмови ПП у номінальному режимі роботи (значення λ_0 береться з таблиці 12 [21]); A, N_T , T_M , p, Δt - Постійні коефіцієнти (значення даних коефіцієнтів вибираються з таблиці 13 [21]); t - робоча температура навколишнього середовища або корпусу ПП, K_H - коефіцієнт електричного навантаження, що розраховується за формулою: для транзисторів $K_H = P_{\text{роб}} / P_{\text{доп}}$, для діодів $K_H = I_{\text{вип}} / I_{\text{вип.доп}}$ або $K_H = U_{\text{обр}} / U_{\text{обр.доп}}$, $U_{\text{роб}}$ і $I_{\text{роб}}$ – потужність, що розсіюється, і струм, обчислені для робочого режиму; $I_{\text{вип}}$ - Прямий струм у робочому режимі; $U_{\text{обр}}$ - зворотна напруга в робочому режимі; $I_{\text{доп}}$, $P_{\text{доп}}$, $I_{\text{вип.доп}}$, $U_{\text{обр.доп}}$ - Допустимі електричні параметри за ТУ або ГОСТ на ПП.

Для визначення K_H потрібно зробити електричний розрахунок важливої схеми. Величина K_H має перевищувати значення 0,7.

Розрахунок зробимо на ПК за допомогою спеціальної програми.

У таблиці 3.2 наведено перелік елементів пристрою, а також параметри інтенсивності відмов радіоелементів.

3.6 Висновки до третього розділу

В третьому розділі приведено розробка конструкції пристрою. Описано компонування друкованої плати. Розраховано елементи друкованих провідників.

Розраховано надійність пристрою. Показано доцільність розробленої конструкції.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			55

ВИСНОВКИ

У проекті виконано огляд сучасних технологій та зв'язків та проводового інтерфейсу передачі даних, обрано найбільш перспективну систему передачі даних за технологією ZigBee .

Розроблено прилад моніторингу та збору інформації стану приладу та передачі даних на основі обраної технології. Розроблено структурну, електричну принципову конструкцію, виконано рахунки з визначення параметрів друкованої плати, надійності виробу.

Проведені розрахунки показали, що одержані характеристики відповідають вимогам технічного завдання.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Поліщук Є. С. та ін. Львів: Бескид Біт, 2008. – 618 с.
2. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: наук-навч. вид. в 3 т. Т. 2 / В. Вуйцік та ін.; за ред. З. Ю. Готри. Львів: Ліга-Прес, 2003. – 595 с.
3. Матвійків М. Д. та інш. Елементна база електронних апаратів: Підручник / М. Д. Матвійків, В. М. Когут, О. М. Матвійків. – 2-ге вид. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 428 с.
4. Вуйцік В. та інш. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: Наук.-навч. видання. В 3-х томах. Том 2/Вуйцік В., Готра З. Ю. , Готра О. З., Григор'єв В. В. та інш.; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2003. –595 с.
5. Вуйцік В. та інш. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: Наук.-навч. видання. В 3-х томах. Том 3. Книга 1 / Вуйцік В., Готра З. Ю. , Готра О. З., Григор'єв В. В. та інш.; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2007. –249 с.
6. Вуйцік В. та інш. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: Наук.-навч. видання. В 3-х томах. Том 3. Книга 2 / Вуйцік В., Готра З. Ю. , Готра О. З., Григор'єв В. В. та інш.; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2007. –367 с.
7. Дорожовець М., Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А. Основи метрології та вимірювальної техніки. В 2- томах. Том 2. Вимірювальна техніка. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 655 с.
8. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.
9. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	57
		№ докум.	Підпис			

10. Коруд В.І., Електротехніка: Підручник / В.І. Коруд, О.Є. Гамола, С.М. Малинівський; За заг. ред. В.І. Коруда. – 3-є вид., переробл. і доп. – Львів: Магнолія Плюс, 2006. – 447 с.

11. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С. Паранчук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.

12. Михайленко В.Є., Інженерна та комп’ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – 6-е вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.

13. Монтаж електрообладнання і систем керування / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.

14. Бойко В. І. Мікрокомп’ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.

15. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 434 с.; іл.

16. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вида-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.

17. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.

18. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.

19. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	58
		№ докум.	Підпис			

20. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотехніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». -Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.

21. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. – К.: ЦУЛ, 2011. – 832 с. – (МОН України. НТУ “ХПІ”)

22. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.

23. Image Processing Toolbox For Use with Matlab, User’s Guide. Version 3. – The Math Works Inc., 2004. – 775 p.

24. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - К. : "Корнійчук", 2017. – 136с.

25. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Г. Г. Власюк, В. М. Співак, К. О. Трапезон, В. Б. Швайченко. - Київ : Освіта України, 2010. - 159 с. - Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19129>.

26. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 2003. – 432 с.

27. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – К.: Кондор, 2013. – 240 с.

28. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.

29. Kvyetnyu R. Basics of Modelling and Computational Methods / R. Kvyetnyu. – Вінниця : ВДТУ, 2007. – 147 с.

30. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.

					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

42. Комп'ютери та комп'ютерні технології : навч. посіб. Ч. 1. Програмування в математичному пакеті MathCAD / В.П. Лисенко. І.М. Болбот. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 229 с.

43. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.

44. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.

45. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/ П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.

46. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.

47. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.

48. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

49. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко,В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.

50. Коржик М. В. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Коржик. – Київ : НТУУ “КПІ”, 2016. – 174 с.

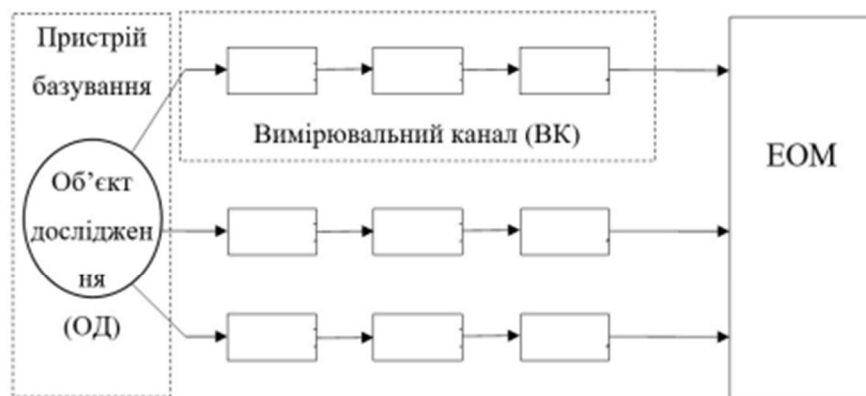
					КвРТР.2020009.01.07 ПЗ	61
		№ докум.	Підпис			

ДОДАТОК А
Презентаційні матеріали

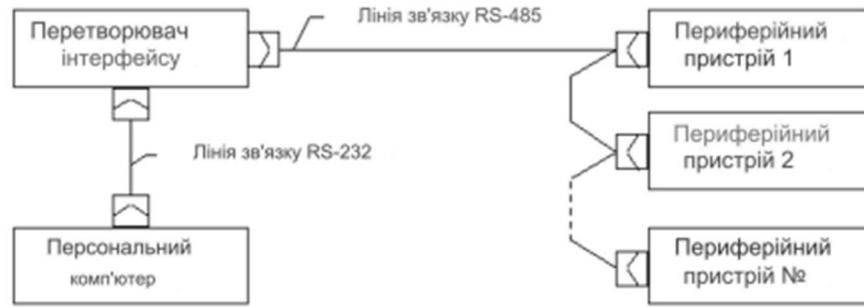
**Інфокомунікаційна охоронна система
з радіоканалом**

Студент: Анна МОЛЧАНОВА
Керівник: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ, к.ф.м.н, доц.

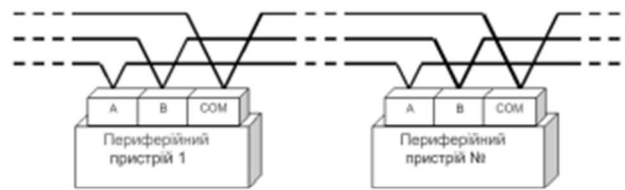
Узагальнена структура інформаційно-вимірювальних систем



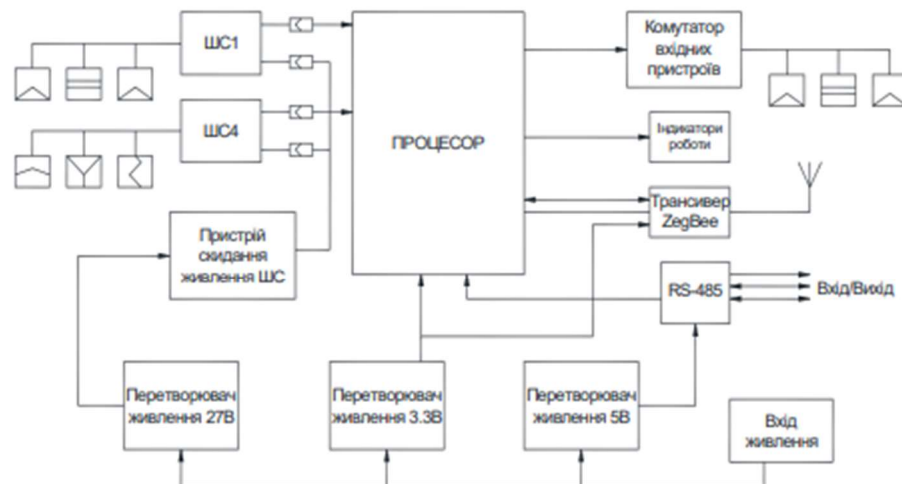
Інтерфейс передачі даних RS-485



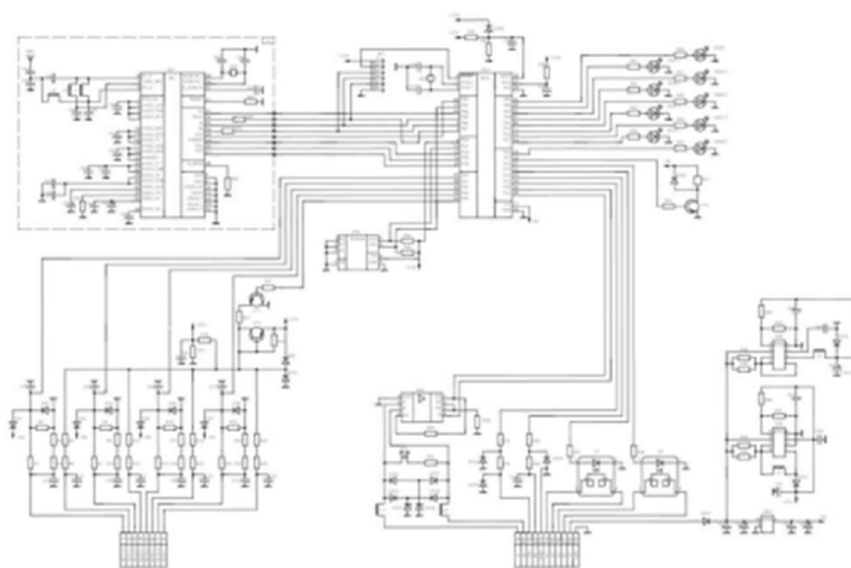
Підключення периферійних пристроїв



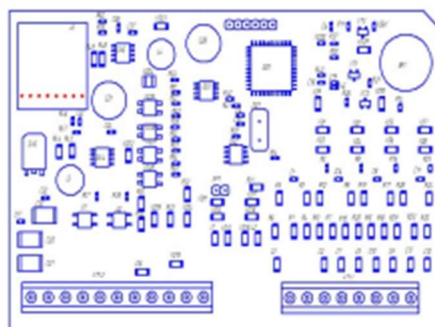
СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИСТРОЮ



ПРИНЦИПОВА СХЕМА ПРИСТРОЮ



Друкована плата пристрою



ВИСНОВКИ

- У проекті виконано огляд сучасних технологій та зв'язків та проводового інтерфейсу передачі даних, обрано найбільш перспективну систему передачі даних за технологією ZigBee .
- Розроблено прилад моніторингу та збору інформації стану приладу та передачі даних на основі обраної технології. Розроблено структурну, електричну принципову конструкцію, виконано рахунки з визначення параметрів друкованої плати, надійності виробу.
- Проведені розрахунки показали, що одержані характеристики відповідають вимогам технічного завдання.

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1016372195

Дата перевірки:
18.06.2024 15:19:39 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
19.06.2024 02:00:45 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Молчанова_антиплагіат

Кількість сторінок: 63 Кількість слів: 11562 Кількість символів: 86646 Розмір файлу: 2.28 MB ID файлу: 1016179463

1456 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

10.7% Схожість

Найбільша схожість: 2.52% з Інтернет-джерелом (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49783>)

10.6% Джерела з Інтернету

273

Сторінка 65

0.21% Джерела з Бібліотеки

2

Сторінка 68

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0.05% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0.04% Вилучення з Інтернету

26

Сторінка 69

0.05% Вилученого тексту з Бібліотеки

21

Сторінка 69

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

22

Wed Jun 19 02:01:55 EEST 2024, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 5.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилки в документах: 10%**

ID: 131433 Назва: БКР Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом Додано в БД: 2024-06-19 Автора: Анна МОЛЧАНОВА Керівники: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	70467	610	5381 (8%)	68 (11%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Молчанова Анна Любомирівна

Тема: Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість презентаційних слайдів 7 Кількість сторінок записки 60

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено інфокомунікаційну охоронну систему з радіоканалом

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У проекті виконано огляд сучасних технологій та зв'язків та проводового інтерфейсу передачі даних, обрано найбільш перспективну систему передачі даних за технологією ZigBee. Розроблено прилад моніторингу та збору інформації стану приладу та передачі даних на основі обраної технології. Розроблено структурну, електричну принципову конструкцію, виконано розрахунки з визначення параметрів друкованої плати, надійності виробу. Проведені розрахунки показали, що одержані характеристики відповідають вимогам технічного завдання.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі наявні деякі граматичні помилки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

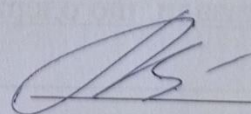
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (5,00/А)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи): _____

Радельчук Галина Іванівна, к.т.н., доцент кафедри ІІЗ, ХНУ

“ 14 ” червня 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Молчанова А.Л.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-20-1

ЗАЯВА

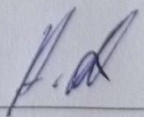
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

03.06.2024

дата



підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВаних ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Інфокомунікаційна охоронна система з радіоканалом

Автор: Анна МОЛЧАНОВА

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Науковий керівник: к.ф-м.н., доц. Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 10,7% і адресується до 273 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Денис МАКАРИШКІН

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ