

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування
Назва теми

КвРТР.2020020.01.06

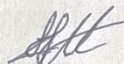
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»
Назва

Виконав:

студент III курсу, група TR1c-20-1



Підпис

Матвій СКРИПКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ


Керівник



Підпис, дата

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

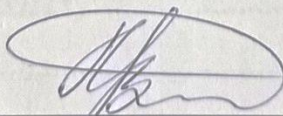
Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«21» червня 2023 р.

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

Зав. кафедрою

В. Мерзімкін
«01» 02 2023р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Скрипка Матвій Миколайович

1 Тема роботи: Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування
керівник роботи Сельський А.А., к.ф.н, доцент

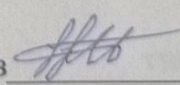
Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

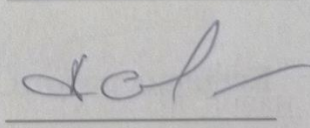
2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування



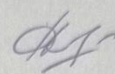

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
Загальна частина. Розрахункова частина. Конструкторська частина. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1.
Структурна схема мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування. 2.
Принципова схема мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування. 3.
Алгоритм мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування

Завдання отримав 

Керівник 

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

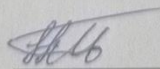
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТгаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТгаР		

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Загальна частина	15.03.2023р.	Виконано
3	Розрахункова частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Конструкторська частина	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення креслень, презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

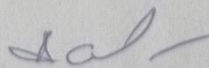
Студент


Підпис

Матвій СКРИПКА

Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування».

Автор роботи: Скрипка Матвій Миколайович.

Керівник роботи: Сельський Андрій Анатолійович

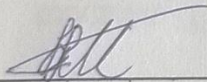
Пояснювальна записка: 61 с., 15 рис., 14 табл., 3 дод., 50 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

ІНФРАЧЕРВОНЕ КЕРУВАННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ МОДУЛЬ,
КЕРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ, ДРУКОВАНА ПЛАТА.

Метою роботи є розробка мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування.

Проведено дослідження пристроїв що є аналогами. Проаналізовано технічне завдання. Розроблено схему електричну структурну. Розроблено елементи схеми електричної принципової. Обрано елементну базу складових схеми. Проведено обґрунтування конструкції пристрою, технології виготовлення пристрою, зроблено необхідні описи обраних технічних рішень.



Підпис студента

19.06.2023

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз технічного завдання	7
1.2 Розробка схеми електричної структурної	8
1.3 Розробка схеми електричної принципової.....	9
1.4 Вибір елементної бази.....	14
1.5 Висновки до першого розділу	20
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	21
2.1 Електричний розрахунок каскадів.....	21
2.2 Розрахунок надійності виробу.....	23
2.3 Розрахунок розміру друкованої плати.....	33
2.4 Розрахунок друкарського монтажу.....	36
2.5 Розрахунок технологічності виготовлення виробу	41
2.6 Висновки до другого розділу	48
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Вибір та обґрунтування конструкції виробу.....	49
3.2 Вибір та обґрунтування матеріалів.....	50
3.3 Вибір та обґрунтування способів встановлення та кріплення ЕРЕ.....	51
3.4 Вибір та обґрунтування оснащення та обладнання	52
3.5 Розробка техпроцесу, збирання та монтажу виробу, маршрутних карт (МК).....	53
3.6 Опис конструкції виготовленої плати вузла РЕМ.....	55
3.7 Висновки до третього розділу	57
ВИСНОВКИ	58

КвРТР.2020020.01.06 ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
					Лім.
Розроб.		Скрипка М.М.		21.06.23	Лист
Перевір.		Сельський А.А.		21.06.23	Листів
					2
Н. Контр.		Корецька Л.О.		21.06.23	ХНУ, ТР1с-20-1
Затв.		Мартинюк В.В.		21.06.23	

Мікропроцесорний пристрій
інфрачервоного керування
Пояснювальна записка

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	59
ДОДАТОК А Структурна схема мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування	64
ДОДАТОК Б Принципова схема мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування	65
ДОДАТОК В Алгоритм мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування	66

ВСТУП

Широкий розвиток радіоелектроніки та впровадження її в різні галузі науки і техніки є реальністю сучасності. Використання радіоелектроніки різними способами може значно підвищити продуктивність, покращити якість продукції та створити можливості для наукових досягнень. Майже в усіх галузях знань прогрес неможливо уявити без використання електронних технологій. Тому радіоелектроніка, що виникла лише кілька десятиліть тому, є галуззю техніки, що стрімко розвивається. За цей період радіоелектроніка пройшла кілька етапів розвитку, кожен з яких дозволив істотно збільшити кількість виконуваних пристроєм функцій, підвищити його складність, при цьому зменшити його масу і габарити, підвищити надійність і знизити енергоспоживання.

Кожному етапу розвитку відповідає своє покоління пристроїв. Пристрої першого покоління включали радіоелектроніку, побудовану з урахуванням електронних світильників.

Електровакуумне обладнання складне за технологією, малий термін служби, великі габарити і маса, високе енергоспоживання, що створює умови для появи обладнання другого покоління. До нього відносяться пристрої на основі напівпровідникових приладів.

Розвиток і використання інтегральних схем із середнім рівнем інтеграції призвело до появи пристроїв третього покоління, в яких кількість компонентів і зв'язків між ними різко зменшено. Таким чином маса і розміри зменшилися в рази, а надійність радіоелектроніки зросла.

Четверте покоління — пристрої, виготовлені з використанням більшої кількості інтегральних інтегральних схем, пристрої, що використовують великі інтегральні схеми з програмованою логікою (групи мікропроцесорів), що дозволяють використовувати цифрову обробку інформації.

В даний час розробляється п'яте покоління РЕЗ, в якому застосована

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			4

функціональна електроніка.

Важко уявити сучасну мікроелектроніку без такого важливого компонента, як мікроконтролер. Вони завоювали весь світ, не підозрюючи про це.

Технологія мікроконтролерів дуже ефективна. Той же пристрій, який раніше збирався на традиційних компонентах, стає легше зібрати з мікроконтролером. Він не потребує коригувань і має менші розміри.

Крім того, за допомогою мікроконтролерів існує майже безмежна можливість додавати нові споживчі функції та можливості до існуючих пристроїв.

Основні напрями та перспективи розвитку технології виробництва РЕЗ:

- освоїти виробництво REM на безсвинцевих ЧІП-ЕРЕ та micro-EPE з використанням поверхневого монтажу;
- впровадження нових і передових технологій на основі нових матеріалів;
- інтенсивне впровадження автоматизованої системи проектування технологічних процесів (САПР ТП).

Технологія (від грец. «techne» — вміння та «logos» — вчення) — це сукупність знань про засоби та способи здійснення виробничого процесу, а також сам процес (технічний процес), під час якого відбувається якісна зміна об'єкта-обробника. відбувається.

Нова технологія – це така, яка має вищі якісні характеристики порівняно з найкращими аналогами, доступними на ринку, є популярною та відповідає виникаючим або майбутнім потребам людей і суспільства.

Під високими технологіями розуміється технологія з найвищими якісними показниками порівняно з найкращими світовими аналогами, вона користується попитом, може задовольнити потреби людей і суспільств у становленні або в майбутньому.

Практичною спрямованістю роботи є розробка та виробництво

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	5
		№ докум.	Підпис			

інфрачервоних контрольних пристроїв для їх високої надійності та технологічності [1-5].

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			6

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

Аналізуючи вихідні дані, зазначені в технічному завданні, можна визначити основні параметри ПЧ-контролю, що розробляється, і зрозуміти призначення та умови експлуатації пристрою. Цей пристрій використовується для управління персональними комп'ютерами та освітленням кімнат.

Пристрій характеризується основними технічними характеристиками мікроконтролера та робочими параметрами пристрою.

Технічні характеристики обладнання:

- а) споживаний струм - 0,1А;
- б) напруга живлення - 220В;
- в) робоча частота - 36кГц;
- г) максимальне комутаційне навантаження - 100 Вт;
- д) інтерфейс підключення до ПК - USB.

Обладнання повинно працювати в помірному кліматі. При цьому категорія умов експлуатації – у приміщенні зі штучним кліматом [4]. У закритих приміщеннях зі штучними кліматичними умовами (вентиляція, опалення).

Діелектричний матеріал необхідно вибирати так, щоб запобігти пробивній напрузі (з великим питомим опором).

Для забезпечення надійної роботи пристрою під впливом вологи необхідно використовувати вологостійкі матеріали (лаки, компаунди).

Щоб забезпечити механічну міцність виробу, необхідно вибрати матеріал друкованої плати (склоподібний камінь) достатньої міцності.

Для запобігання вібрації друкована плата повинна бути міцно закріплена в корпусі.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	7
		№ докум.	Підпис			

1.2 Розробка схеми електричної структурної

В даний час найчастіше використовуються три підходи до розробки структурних схем: евристичний, математичний і функціональні розширення.

Евристика базується на накопиченому досвіді, аналізі літератури та інтуїтивних міркуваннях. За результатами аналізу вихідних даних було створено кілька моделей структурних графів і обрано найпростішу, надійнішу та найдешевшу.

Математичні методи - Створення моделей на основі вихідних даних - Математичний опис зовнішніх впливів. Аналіз моделі (математичні розрахунки, комп'ютерне моделювання, тестування моделі).

Метод розширення функцій — за вихідними даними скласти перелік функцій, які повинен реалізовувати пристрій, що розробляється. Далі схема пристрою описується загальним прямокутним зображенням структурних вузлів і зображенням ліній зв'язку між ними в правильному порядку вузлів, що реалізують ці функції.

При розробці структурної схеми обладнання в основному використовуються евристичний метод і метод розширення функцій. На основі літератури та інтуїтивних міркувань аналізуються існуючі схеми та вибирається найпростіший, найекономічніший і найменш витратний спосіб досягнення заданої функції.

Основними функціями розробленого пристрою є:

- обробляти отримані ІЧ-команди. Цю функцію може виконувати мікроконтролер;
- обробка цифрових даних на ПК за допомогою інтерфейсу USB;
- автономне керування обладнанням;
- автономне керування живленням комп'ютера;
- записіть оновлену версію мікропрограми в EEPROM.

Виходячи з вищенаведених характеристик, обладнання буде включати

наступне обладнання:

- інфрачервоний приймач;
- мікроконтролер;
- модуль управління навантаженням;
- модуль управління живленням комп'ютера;
- EEPROM - Пам'ять.

Потім електрична блок-схема пристрою, що розробляється, показана на рисунку 1.1.

1.3 Розробка схеми електричної принципової

Електричні схеми розроблені на основі аналізу вихідних даних використаних конструктивних креслень.

Завданням розробки електричної принципової схеми проєктованого пристрою є вибір і демонстрація важливих схем для каскадування для реалізації структурних схем.

Принципова схема пристрою повинна бути виконана з використанням іншої компонентної бази та інших схемних рішень.

Спочатку аналізуються відомі схемні рішення проєктованого каскаду та наводиться принципова схема одного з них. І на основі аналізу вихідних даних і прийнятої структурної схеми вибрати найбільш підходящу електричну схему. Критерії вибору: Простий, надійний, недорогий, відповідаючи заданим вимогам. Його можна доповнювати та вдосконалювати новими схемами [6-8].

На основі структурної схеми розробки інфрачервоного пристрою керування принципова схема складається з наступних функціональних вузлів:

- інфрачервоний приймач;
- мікроконтролер;
- модуль управління навантаженням;

оптимізовані для багатьох промислових і комерційних застосувань, де важливі низьке енергоспоживання та низька напруга живлення [9-10].

Таким чином, загальна схема електричного принципу ПЧ-регулятора має вигляд, показаний на рисунку 1.6.

1.4 Вибір елементної бази

Підбір електрорадіоелементів (ЕРЕ) повинен забезпечувати надійну роботу вузлів і агрегатів. При цьому необхідно прагнути до вибору дешевих елементів, які широко використовуються в конструкціях сучасного обладнання, і домогтися максимального спрощення монтажу та електромонтажу, налагодження та експлуатації.

Усі ЕРЕ відібрані на основі рекомендацій та технічних умов:

а) ІС вибирається відповідно до його функціонального призначення (аналоговий, багатофункціональний, підсилювач, перетворювач, стабілізатор, цифровий), діапазону робочих частот, робочої напруги, споживаного струму, стабільності температури.

б) Вибір резистору:

- 1) розсіювана потужність ($K_n = 0,5 - 0,6$);
- 2) за типом струмопровідного шару – дріт, дріт;
- 3) відповідно до максимальної робочої напруги (наприклад, $U_{rabmax} MLT-2W > 750V$, $U_{rabmax} MLT-1W < 750V$);
- 4) від - 0,1% до 20% за класом точності;
- 5) за температурним коефіцієнтом опору (ТКР).

в) Вибір конденсаторів:

- 1) за типом (електролітичні, керамічні та ін.);
- 2) за номінальною напругою;
- 3) від 1% до 90% за класом точності;
- 4) температурний коефіцієнт ємності (ТКЕ).

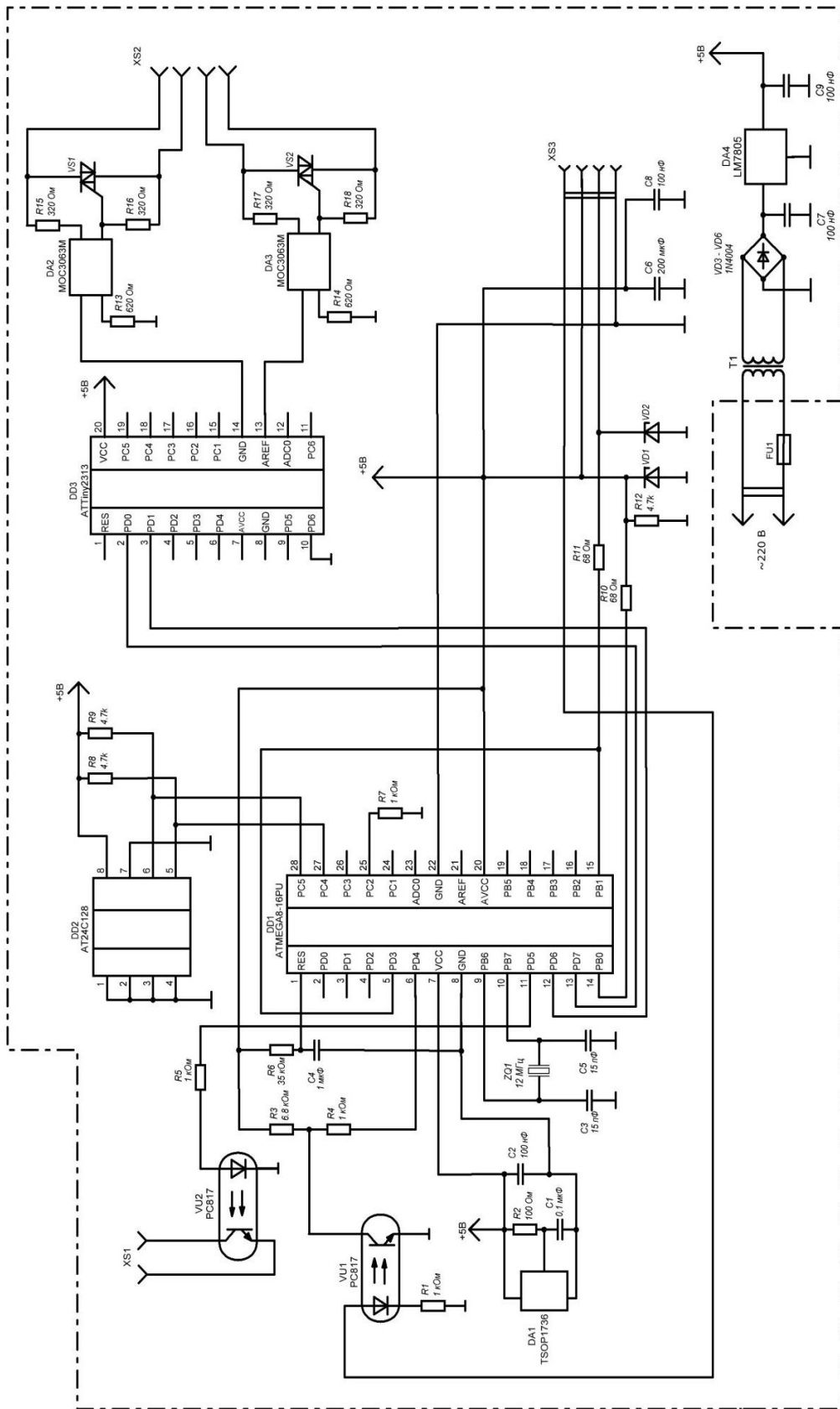


Рисунок 1.6 — Схема електрична принципова пристрої ІЧ управління

г) Вибір діода:

- 1) від максимального випрямленого струму $I_{\text{макс}}$;
- 2) максимально допустима зворотна напруга $U_{\text{abr max}}$;
- 3) прямий розсіюється потужності $P_{\text{пр}}$.

е) Стабілітрон вибирається відповідно до стабільної напруги (U_{st}), обмеження стабільного робочого струму ($I_{\text{st min}}$ і $I_{\text{st max}}$), як правило, відповідно до мінімального стабільного струму, щоб заощадити споживаний струм:

- 1) за напругою активації ($U_{\text{сп}}$);
- 2) максимально допустимий струм (I_{max}).

На основі розробленої принципової схеми підбираємо електричні радіодеталі для проектуваного пристрою.

ІМС:

- DD 1 - мікроконтролер АТМega 8;

Електричні параметри:

тактова частота – 8МГц;

пам'ять – 8кБ;

розрядність - 8;

напруга живлення – 5В.

- DD 2 - EEPROM -пам'ять;

Електричні параметри:

напруги живлення – 2-5В;

інтерфейс – послідовний;

час доступу - 100нс;

число циклів запису - 10^6 .

- DD 3 - мікроконтролер АТТiny 2313;

Електричні параметри:

тактова частота – 8МГц;

пам'ять – 2кБ;

розрядність - 8;

напруга живлення – 5В.

- DA 1 - TSOP 1736;

Мікросхема є фотоприймачем.

Електричні параметри:

інформаційний сигнал – 3-6В;

несуча частота - 36кГц;

напруга живлення – 3-5В;

робоча відстань – 45м.

- DA2, DA 3 - МОС 3063 М ;

Мікросхема є оптопаром, тип оптопари - фототиристор.

Електричні параметри:

постійна пряма вхідна напруга – 1,3В;

максимальна напруга, що комутується – 600В;

кількість каналів – 1шт.;

максимальна вхідна зворотна напруга $U_{вх.обр.макс.}$ - 6В.

- DA4 - 78L05.

Мікросхема є потужним стабілізатором.

Електричні параметри:

вихідна напруга – 5В;

номінальний вихідний струм – 0,1А;

максимальна вхідна напруга – 40В.

Резистори:

- R 1 - R 14 - МЛТ 0,125Вт;

- R 15 - R 18 - МЛТ 0,5 Вт.

Резистор постійний металодіелектричний загального призначення для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струму, з аксіальними висновками, для друкованого монтажу з установкою паралельно до плати.

Електричні параметри:

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			17

номінальна потужність – 0,125-0,25Вт;
гранична імпульсна напруга - 750В;
максимальна резонансна частота – 3000 Гц.

Конденсатори:

- С2-С5, С8 - К10-17;

Керамічний;

Електричні параметри:

робоча температура -55-125С;

допуск номіналу – 5%;

номінальна напруга – 50В.

- С1, С6, С7, С9 - К50-35.

Електролітичний;

Електричні параметри:

допуск номінальної ємності – 20%;

номінальна ємність - 10-220мкф;

номінальна напруга – 16В.

Стабілітрони:

– VD 1, VD 2 – BZV 85 С 3 V 6.

Електричні параметри:

номінальна напруга стабілізації – 3.6В;

номінальний струм стабілізації – 69мА;

максимальний струм стабілізації – 252мА.

Діоди:

- VD 3- VD 6 - 1 N 4007.

Електричні параметри:

Максимальна постійна зворотна напруга – 1000В;

Максимальний прямий струм – 1А;

Максимальний допустимий прямий імпульсний струм – 30А.

Оптопари :

- VU 1, VU 2 - PC 817 .

Тип оптопар – транзисторна.

Електричні параметри:

максимальний прямий струм – 50мА;

максимальна вхідна напруга – 35В;

час увімкнення/вимикання – 3-4мкс.

Тиристри :

- VS 1, VS 2 - BT 138-600.

Електричні параметри:

максимальна зворотна напруга – 600В;

найменший постійний струм управління – 25мА;

час включення – 2мкс.

Кварцовий резонатор:

- ZQ 1 - КХ-3НТ .

Електричні параметри:

напруга живлення – 5В;

струм навантаження – 20мА;

резонансна частота – 12МГц;

робоча температура – 0-70С.

Запобіжник:

- FU 1 - Н 520.

Електричні параметри:

номінальна напруга – 250В;

номінальний робочий струм – 1А;

Робоча температура -60-85С.

З'єднувачі:

- X S 1- XS 3 - DG -306-5. 0.

Електричні параметри:

максимальний комутований струм - 10А;

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			19

максимальна напруга – 300В;

крок – 5мм.

Трансформатори:

- Т1 - ОСМ-0,16-12.

Електричні параметри:

максимальний вихідний струм – 2А;

вхідна напруга – 220В;

вихідна напруга - 12В .

1.5 Висновки до першого розділу

У розділі на основі аналізу аналогів обрано найбільш оптимізовану, найнадійніша та найпростіша схема. Також розроблено структурну та принципову схеми інфрачервоного блоку керування та обрано базову основу для його виготовлення.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			20

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Електричний розрахунок каскадів

Розрахунок регулятора напруги. Для живлення вузла пристрою використовується стабілізатор напруги, виготовлений на мікросхемі 78L05. Мікросхема DA 4 живить мікроконтролер, пам'ять EEPROM. Регулятор напруги отримує 12В від понижуючого трансформатора [14-17].

Основні технічні характеристики мікросхеми 78L05:

- $U_{\text{вх}} = 8,0-15\text{В};$
- $U_{\text{вих}} = 4,9-5,1\text{ В};$
- $I_{\text{вих}} = 0,45\text{ А}.$

Програма розрахунку стабілізатора:

а) Визначте мінімальну вхідну напругу $U_{\text{вх}}$, необхідну для роботи стабілізатора на заданому вихідному сигналі $U_{\text{вих}}$:

$$U_{\text{вх}} = U_{\text{вих}} + 3, \quad (2.1)$$

$$U_{\text{вх}} = 5 + 3 = 8\text{В}.$$

де цифра 3 означає мінімальну напругу між входом і виходом мікросхеми з урахуванням використання кремнієвих мікросхем.

б) розраховано максимальну потужність, яку споживає мікросхема:

$$P_{\phi} = 1,3 \times (U_{\text{вх}} - U_{\text{вих}}) \times I_{\text{н max}}, \quad (2.2)$$

$$P_{\phi} = 1,3 \times (12-5) \times 0,2 = 1,8\text{Вт}.$$

в) розраховано коефіцієнт навантаження мікросхеми:

$$K_{\text{н}} = P_{\phi} / P_{\text{max}} \quad (2.3)$$

$$D_{\text{озв}} = 1,8/10=0,18.$$

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	21
		№ докум.	Підпис			

За розрахунковим значенням коефіцієнта завантаження K_n можна зробити такі висновки:

- мікросхема 78L05 підходить для даного регулятора;
- для зниження робочої температури корпусу мікросхема встановлена на невеликому радіаторі.

Розрахувати частоту тактового генератора мікроконтролера.

Таймер 0 — це 8-бітний лічильник таймера. Таймер 1 – 16 біт, можливо як таймер і лічильник. Обидва таймера можуть рахувати сигнали від джерела синхронізації. Коли вміст регістра підрахунку TCNTn досягає максимально можливого значення, може виникнути переривання, після якого програма може продовжити виконання спеціальних дій. ATtiny 2313 гарантовано працює на частоті до 8 МГц, а при використанні зовнішнього кристала - до 20 МГц.

Час одного удару розраховується за такою формулою:

$$t = \frac{1}{f_0}, \quad (2.4)$$

$$t = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{8 \cdot 10^6} = 125 \text{ нс}$$

Переповнення таймера відбувається, коли вводиться 255 імпульсів підрахунку, тобто при вимірюванні 255.

$$t_{max} = 255 * t, \quad (2.5)$$

$$t_{max} = 255 * 125 = 31,8 \text{ мкс} = 3,19 * 10^{-5} \text{ с}$$

t_{max} – час, коли лічильник таймера 0 переповнюється і запускає внутрішнє переривання, оскільки це зараз рідко, вимагає застосування блоку попереднього дільника.

Для спрощення програмування розробники контролера створили

спеціальний апаратний блок затримки – блок преділителя. Наявність цього блоку забезпечує затримку зміни вмісту арифметичних регістрів на основі константи передізора.

F_g — частота, яка входить у регістр лічильника після поділу частоти.

$$F_g = \frac{f_0}{N_{\text{пд}}}, \quad (2.6)$$

$$F_g = \frac{8 \text{ МГц}}{1024} = 7,81 \text{ кГц};$$

$$t_{\text{max}} = 255 * \frac{1}{f_g} = 32 \text{ мс.}$$

Кількість переривань за секунду обчислюється за такою формулою:

$$N_{\text{п}} = \frac{1000}{t_{\text{max}}}, \quad (2.7)$$

$$N_{\text{п}} = \frac{1000}{32} = 31.$$

$N_{\text{п}}$ – час, коли лічильник таймера 0 переповнюється і запускає внутрішнє переривання (нині це рідко) вимагає використання блоку попереднього дільника.

Для спрощення програмування розробники контролера створили спеціальний апаратний блок затримки - дільник. Наявність цього блоку забезпечує затримку зміни вмісту арифметичних регістрів на основі константи передізора.

F_g — частота, введена в лічильний регістр після поділу частоти.

2.2 Розрахунок надійності виробу

Надійність - здатність виробу зберігати протягом часу в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують його здатність

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	23
		№ докум.	Підпис			

виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонту і транспортування. Загалом, надійність — це здатність виробу зберігати свою здатність виконувати задану функцію.

Надійність РЗП в кінцевому підсумку залежить від кількості та якості радіодеталей, що містяться в ньому, якості його складання, робочого стану, а також своєчасності технічного обслуговування та ремонту.

Якісними характеристиками надійності є надійність, ремонтпридатність, довговічність і збереження.

Надійність — здатність виробу безперервно зберігати свою функціональність протягом певного часу або протягом певного періоду експлуатації.

Ремонтпридатність — характеристика виробу, яка включає здатність запобігати та виявляти несправності, можливі причини пошкоджень та усувати їх наслідки шляхом ремонту та технічного обслуговування.

Довговічність означає здатність виробу зберігати свою ефективність, доки він не досягне свого граничного стану при дотриманні встановлених вимог щодо обслуговування та ремонту.

Зберігання - це властивість продукту постійно залишатися в придатному для використання стані під час і після зберігання або транспортування.

Граничний стан — стан, при якому подальша робота установки повинна бути припинена.

Якщо виріб виходить з ладу під час роботи або зберігання обладнання, така подія називається несправністю. Вилучення може бути раптовим або поступовим.

Всі ці показники дають уявлення про якісні сторони надійності. Для порівняння різних видів продукції або зразків однотипної продукції використовуються власне кількісні характеристики достовірності.

Однією з таких властивостей є ймовірність безвідмовної роботи - це величина, яка вказує, яка частина продукту буде працювати правильно за

певний час роботи t_p ($0 < P(t_p) < 1$). [18-20]

Ймовірність безвідмовної роботи практично визначається за формулою:

$$P(t_p) = b / a, \quad (2.8)$$

де b - кількість ЕРЕ, що працюють справно;

a - загальна кількість ЕРЕ.

Для більшості виробів РЕМ та їх компонентів ймовірність їхньої безвідмовної роботи $P(t_p)$ залежить від тривалості роботи по експоненті:

$$P(t_p) = e^{-\lambda t_p}, \quad (2.9)$$

де e - основа логарифму,

λ - інтенсивність відмов,

t_p - час безвідмовної роботи.

Проводиться аналіз вихідних даних у таблиці 2.1.

Коефіцієнт навантаження розраховується кожному за компонента.

Резистори:

$$K_n = P_{\phi} / P_n \quad (2.10)$$

де P_{ϕ} - фактична потужність, що розсіюється на резисторі,

P_n - номінальна потужність, що розсіюється на резисторі.

Мікросхеми:

$$D_o_n = U_{пп} / U_{пп\max} \quad (2.11)$$

де $U_{пп}$ - фактична напруга живлення ІМС,

$U_{пп\max}$ - Максимальна напруга живлення ІМС.

Транзистори:

$$K_n = P_{к.фак} / P_{к.\max}, \quad (2.12)$$

де $P_{к.\max}$ - максимальна потужність розсіювання на колекторі,

$P_{к.фак}$ - фактична потужність розсіювання на колекторі.

Таблиця 2.1 – Перелік, тип та кількість використовуваних компонентів

Найменування компонента	Тип	Кількість
Стабілітрони	BZV 85 C 3 V 6	2
Резистори	МЛТ-0,25	14
	МЛТ-0,5	4
Конденсатори	K10-17	5
	K50-35	4
Мікросхеми	АТМega8	1
	АТТiny2313	1
	АТ24С128	1
	ТСОР1736	1
	МОС3063М	2
	78L05	1
Оптопарі	РС817	2
Тиристри	ВТ138-600	2
Кварцовий резонатор	КХ-3НТ	1
Діоди	1 N4007	4
Запобіжник	H520	1
З'єднувачі	DG -306-5. 0	3
Трансформатор	ОСМ-0,16-12	1
Пайка		1 74

Стабілітрони:

$$K_H = I_{0cp} / I_{0max} \quad (2.13)$$

де I_{0max} – максимальний випрямлений діодом струм ,

I_{0cp} - фактична випрямлений діод струм.

- стабілітрони $\lambda_i = 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,1 \cdot 10^{-6};$
- конденсатори $\lambda_i = 0,5 \times 10^{-6} \times 0,7 = 0,35 \times 10^{-6};$
 $\lambda_i = 0,05 \times 10^{-6} \times 0,2 = 0,01 \times 10^{-6};$
- оптопари $\lambda_i = 0,7 \times 10^{-6} \times 0,68 = 0,48 \times 10^{-6};$
- тиристори $\lambda_i = 0,4 \times 10^{-6} \times 0,57 = 0,23 \times 10^{-6};$
- діоди $\lambda_i = 0,2 \times 10^{-6} \times 0,8 = 0,16 \times 10^{-6};$
- кварцовий резонатор $\lambda_i = 0,05 \times 10^{-6} \times 0,9 = 0,045 \times 10^{-6};$
- запобіжник $\lambda_i = 1 \times 10^{-6} \times 0,72 = 0,72 \times 10^{-6};$
- з'єднувачі $\lambda_i = 0,01 \times 10^{-6} \times 0,68 = 0,007 \times 10^{-6};$
- трансформатор $\lambda_i = 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 = 0,24 \cdot 10^{-6}.$

Розраховується (інтенсивність відмов всіх ЕРЕ) для кожної групи компонентів за формулою:

$$\lambda_c = n \times \lambda_i, \quad (2.18)$$

де n - число компонентів, що входять до групи,

λ_i – інтенсивність відмов групи компонентів.

резистори $\lambda_c = 0,044 \times 10^{-6} \times 4 = 0,176 \times 10^{-6};$

$\lambda_c = 0,028 \times 10^{-6} \times 14 = 0,392 \times 10^{-6};$

мікросхеми $\lambda_c = 0,7 \cdot 10^{-6} \cdot 6 = 4,2 \cdot 10^{-6};$

$\lambda_c = 0,14 \times 10^{-6} \times 1 = 0,14 \times 10^{-6};$

стабілітрони $\lambda_c = 0,1 \times 10^{-6} \times 2 = 0,2 \times 10^{-6};$

конденсатори $\lambda_c = 0,35 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 1,4 \cdot 10^{-6};$

$\lambda_c = 0,01 \times 10^{-6} \times 5 = 0,05 \times 10^{-6};$

оптопари $\lambda_c = 0,48 \times 10^{-6} \times 2 = 0,96 \times 10^{-6};$

тиристори $\lambda_c = 0,23 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 0,46 \cdot 10^{-6};$

діоди $\lambda_c = 0,16 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 0,64 \cdot 10^{-6};$

кварцовий резонатор $\lambda_c = 0,045 \times 10^{-6} \times 1 = 0,045 \times 10^{-6};$

запобіжник $\lambda_c = 0,72 \times 10^{-6} \times 1 = 0,72 \times 10^{-6};$

з'єднувачі $\lambda_c = 0,007 \times 10^{-6} \times 3 = 0,021 \times 10^{-6};$

трансформатор

$$\lambda_c = 0,24 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,24 \cdot 10^{-6}$$

Розраховується значення інтенсивності відмови λ_{Σ} для всього блоку:

$$\lambda_{\Sigma} = \lambda_R + \lambda_{DA} + \lambda_{VU} + \lambda_{VD} + \lambda_C + \lambda_{XS} + \lambda_{VS} + \lambda_{ZQ} + \lambda_{\Pi}, \quad (2.19)$$

де - $\lambda_R, \lambda_{DA}, \lambda_{VU}, \lambda_{VD}, \lambda_C, \lambda_{XS}, \lambda_{VS}, \lambda_{ZQ}, \lambda_{\Pi}$ - інтенсивність відмов для резисторів, мікросхем, конденсаторів, оптопар, запобіжника, трансформатора, з'єднувачів, кварцового резонатора, паяння.

$$\lambda_{\Sigma} =$$

$$(0,176 + 0,392 + 4,2 + 0,14 + 0,2 + 1,4 + 0,05 + 0,96 + 0,46 + 0,64 + 0,045 + 0,72 + 0,021 + 0,24 + 0,005) \times 10^{-6} = 10,51 \times 10^{-6}$$

Усі розраховані та вихідні дані заносяться до таблиці 4, яка є підставою для подальших розрахунків.

Таблиця 2.4 - Розрахунок надійності виробу

Найменування	Тип	Кількість n	t, C ⁰	Фактичне значення параметра, що визначає надійність	Номинальне значення параметра, що визначає надійність	K _H	α	λ ₀ 1/год 10 ⁻⁶	λ _i = α × λ ₀	λ _c = n × λ _i
Резистори	МЛТ	4	40	P = 0,2 Вт	P = 0,25 Вт	0,8	1,1	0,04	0,04	0,17
	МЛТ	14	40	P = 0,05 Вт	P = 0,125 Вт	0,4	0,7	0,04	0,028	0,392
Мікросхеми	КМОП	6	40	U _ф = 4,9В	U _{ном} = 6 В	0,81	1	0,7	0,7	4,2
	78 L05	1	40	U _ф = 12 В	U _{ном} = 30 В	0,4	0,2	0,7	0,14	0,14
Стабілітрони	BZX	2	40	I _{осп} = 0,01А	I _{омакс} = 0,0125А	0,8	1	0,1	0,1	0,2

Діоди	1N4007	4	40	$I_{0cр} = 0,09A$	$I_{0max} = 0,125A$	0,7 2	0,8 _	0,2	0,16	0,64
Кварцовий резонатор	КХ-3НТ	1	40	$U_{\phi} = 4,9B$	$U_{ном} = 5B$	0,9 8	0,9	0,05	0,04 5	0,04 5
Конденсатори	К10-17	5	40	$U_{\phi} = 5B$	$U_{ном} = 50B$	0,1	0,2	0,05	0,01	0,05
	К50-35	4	40	$U_{\phi} = 5B$	$U_{ном} = 25B$	0,2	0,7	0,5	0,35	1,4
Оптопари	РС817	2	40	$U_{\phi} = 5B$	$U_{ном} = 6,5B$	0,7 7	0,6 8	0,7	0,48	0,96
Тиристори	ВТ138	2	40	$U_{\phi} = 220B$	$U_{ном} = 600B$	0,3 7	0,5 7	0,4	0,23	0,46
Запобіжник	Н520	1	40	$U_{\phi} = 220B$	$U_{ном} = 250B$	0,8 8	0,7 2	1	0,72	0,72
З'єднувачі	DG	3	40	$U_{\phi} = 220B$	$U_{ном} = 300B$	0,7 3	0,6 8	0,01	0,00 7	0,02 1
Трансформатор	ОСТ	1	40	$I_{\phi} = 0,1A$	$I_{max} = 2A$	0,0 5	0,3	0,8	0,24	0,24
Пайка	-	174	0	-	-	-	-	0,00 5	0,00 5	0,87
Разом:										10,5 1

Розраховується середнє напрацювання на відмову:

$$T_{ср} = 1 / \lambda_{\Sigma}, \quad (2.20)$$

де λ_{Σ} - інтенсивності відмови всього блоку.

$$T_{ср} = 1 / 10,51 \times 10^{-6} = 95140 \text{ год.}$$

Розраховується значення ймовірності безвідмовної роботи для чотирьох значень часу роботи вузла РЕМ за формулою:

- Ширина плати: 100 мм.

2.4 Розрахунок друкарського монтажу

Обчислити вхідні дані:

- максимальна напруга друкованих провідників відносно звичайних провідників 12 В;

- максимально можливий струм через друкований провідник дорівнює максимальному струму, споживаному навантаженням, який за вихідними даними становить близько 0,1А;

– як матеріал друкованих плат одностороннє фольговане скловолокно марки СФ-1-35-1,5;

– вибираємо хімічний спосіб виготовлення друкованих плат;

– використано офсетний друк як спосіб отримання електропровідних малюнків;

– розмір друкованої плати 100x100 мм;

– резистивне покриття (лудіння) друкованих провідників виконується низькотемпературним сплавом.

Мінімально допустима ширина друкарського провідника дорівнює:

$$B_{\min} \geq I_{\max} / (h_{\text{п}} \cdot I_{\text{дод}}), \quad (2.25)$$

де $h_{\text{п}} = h_{\text{ф}} + h_{\text{пм}} + h_{\text{г}}$ - Товщина друкованих провідників,

$h_{\text{ф}}$ – товщина фольги (0,035 мм),

$h_{\text{пм}}$ товщина попередньо обложеної міді (0,005 мм),

$h_{\text{г}}$ – товщина нарощеної гальванічної міді (0,05 мм),

$I_{\text{дод}}$ – допустиме значення щільності струму (30 А/мм²),

I_{\max} – береться із вихідних даних (0,4 А).

$$B_{\min} \geq 0,1 / (0,09 \cdot 30) \geq 0,15 \text{ мм.}$$

Визначте мінімальну відстань між друкованими провідниками для

забезпечення електричної міцності. Розрахунок мінімальної відстані між двома друкованими провідниками базується на максимальній робочій напрузі в колі. Для напруги живлення 12 В мінімальна відстань між провідниками становить 0,15 мм при використанні скловолокна як підкладки друкованої плати.

Для виробництва друкованих плат використовується позолочений гетинакс і позолочене скловолокно, яке може бути одностороннім і двостороннім. Матеріали були обрані з конструктивних міркувань. Слід пам'ятати, що гетинакс дешевше скловолокна, але його варто використовувати, якщо плата повинна бути двосторонньою, або якщо виріб буде працювати в умовах підвищеної вологості, високих механічних навантажень або складних температурних режимів. Крім того, фольга краще прилипає до скловолокна, ніж гетинакс, і скловолокно з фольги може витримувати більшу кількість повторних паянь без відшаровування. Найпоширеніші марки фольгованих діелектриків: ГФ-1-35, ГФ-1-50, ГФ-2-50, СФ-1-35, СФ-1-50, СФ-2-35, СФ-2-50, де перші дві літери вказують на тип діелектрика, перша цифра вказує на односторонній або двосторонній фольгований діелектрик, а наступні дві цифри вказують на товщину фольги в мікронах.

Вибране наступне:

- матеріал друкованої плати: одностороннє фольговане скловолокно марки СФ-1-35-1,5;
- спосіб виготовлення друкованих плат: хімічний;
- спосіб отримання електропровідних малюнків: офсетний друк;
- резистивне покриття друкованих провідників: сплав "Роджер".

Опір друкованого провідника розраховується за такою формулою:

$$R = \frac{\rho * l}{t * h}, \quad (2.26)$$

де l - довжина провідника (для найбільш довгого - 0,07 м),
 ρ – питомий опір друкованого провідника (0,0175 Ом×мм²/м),
 t – мінімальна ширина провідника (0,08 мм),
 h – товщина провідника.

$$R = \frac{0.0175 \cdot 0.07}{0.05 \cdot 0.035} = 0.7 \text{ Ом.}$$

Сумарна площа друкованих провідників у вигляді ліній обчислюється за такою формулою:

$$S_{\text{пр}} = b \times l, \quad (2.27)$$

де $S_{\text{пр}}$ – сумарна площа друкованих провідників у вигляді ліній,

b - ширина друкованого провідника мм,

l - загальна довжина друкованих провідників мм.

$$S_{\text{пр}} = 0,8 \cdot 600 = 480 \text{ мм}^2.$$

Сумарна площа контактних майданчиків обчислюється за такою формулою:

$$S_{\text{кпл}} = n \times (\pi R_k^2 - \pi R_{\text{отв}}^2 \text{ відп.}), \quad (2.28)$$

де $S_{\text{кпл}}$ – сумарна площа контактних майданчиків,

R_k - радіус контактного майданчика, що дорівнює 2мм,

$R_{\text{отв}}$ – радіус отвору, що дорівнює 1мм,

N - кількість контактних майданчиків, 174.

$$S_{\text{кпл}} = 174 \times (3,14 \times 2^2 - 3,14 \times 1^2) = 1639,1 \text{ мм}^2.$$

Сумарна площа друкованих провідників обчислюється за формулою :

$$S_{\text{пп}} = S_{\text{кпл}} + S_{\text{пр}}, \quad (2.29)$$

де $S_{\text{кпл}}$ - площа контактних майданчиків,

$S_{\text{пп}}$ – сумарна площа друкованих провідників , мм²

$S_{\text{пр}}$ - Сумарна площа друкованих провідником у вигляді ліній.

$$S_{\text{пп}} = 480 + 1639,1 = 2119 \text{ мм}^2.$$

Паразитна ємність друкованої плати обчислюється за такою формулою:

$$C = 9 \times 10^{-3} \varepsilon S_{\text{пп}} \varepsilon / h_{\text{п}}, \quad (2.30)$$

де ε – діелектрична проникність діелектрика,

h – товщина плати (1,5 мм),

$S_{\text{пп}}$ – сумарна площа друкованих провідників, мм².

$$C = 9 \times 10^{-3} \times 5 \times 2119 / 1,5 = 63 \text{ пФ}.$$

Оскільки маркування EPE та умовне позначення плати виконується фарбою, то площа металізації дорівнює площі провідного шару.

Площа металізації обчислюється за такою формулою:

$$S_{\text{мет}} = S_{\text{пп}}, \quad (2.31)$$

$$S_{\text{мет}} = 2119 \text{ мм}^2.$$

Розраховане значення $S_{\text{мет}}$ заноситься до технічних вимог монтажу друкованої плати (графічна частина ДП).

Паразитна поверхнева ємність між сусідніми провідниками обчислюється за такою формулою:

$$C = k \times \varepsilon \times l_{\text{п}}, \quad (2.32)$$

де k - коефіцієнт, що залежить від ширини провідників та їх взаємного розташування,

ε – діелектрична проникність матеріалу плати,

$l_{\text{п}}$ - довжина взаємного перекриття провідників.

$$C = 0,6 \times 5 \times 80 = 240 \text{ пФ}.$$

Маса друкованої плати визначається за такою формулою:

$$m = m_{\text{п}} + m_{\text{ф}}, \quad (2.33)$$

де $m_{п}$ - маса плати,

$m_{ф}$ – маса фольги.

Маса друкованої плати та масу фольги розраховуються за формулою:

$$m = \rho \times V, \quad (2.34)$$

де ρ - питома щільність, кг/м^3 ,

V – об'єм, м^3 .

Значення визначаються за довідниками:

- товщина фольги - $h_{ф} = 0.035$ мм,

- питома щільність фольги - $2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

- питома щільність склотекстоліту - $1700 - 1800 \text{ кг/м}^3$,

- товщина плати - $H = 1,5$ мм.

$$m_{п} = 1700 * 0,1 * 0,1 * 0,0015 = 25,5 \text{ г},$$

$$m_{ф} = 2,6 * 10^3 * 0,1 * 0,1 * 0,035 * 10^{-3} = 0,91 \text{ мг}.$$

Так як маса фольги на три порядки менше маси плати, масою фольги можна знехтувати.

Визначається маса друкованої плати із елементами. Результати розрахунків записуються до таблиці 2.7.

Загальна маса елементів: $m_{е} = 217,1$ р.

Загальна маса пристрою обчислюється за такою формулою:

$$M = m_{е} + m_{п}, \quad (2.35)$$

$$M = 217,1 + 25,5 = 242,6 \text{ р}.$$

Таблиця 2.7 - Вага окремих елементів пристрою

Найменування	Тип	Вага, гр	Кількість, шт	Загальна вага, гр.
Резистори	МЛТ 0,25	0.15	14	2,1
	МЛТ 0,5	0,25	4	1
Конденсатори	K50-35	1,5	4	6
	K10-17	1	5	4
Мікросхеми	ATMega8	4	1	4
	ATTiny2313	2,5	1	2,5
	78L05	2,5	1	2,5
	МОС3063М	1	2	2
	TSOP1736	0,3	1	0,3
	AT24C128	1,1 _	1	1,1
Діоди	1N4007	0,7	4	3,2 _
Стабілітрони	BZV 85 C 3 V 6	3	2	6
Оптопари	PC817	5	2	10
Трансформатор	ОСМ-0.16-12	150	1	150
З'єднувачі	DG -306-5. 0	7	3	21
Кварцовий резонатор	КХ-3НТ	1.2	1	1,2 _
Пайка		0,001	174	0,174
РАЗОМ:				217,1

2.5 Розрахунок технологічності виготовлення виробу

Технологічність конструкції виробу - це сукупність ознак конструкції виробу, що визначають її якість за заданих умов виробництва та експлуатації

при виготовленні та показник обслуговування, її пристосованість до досягнення оптимальних витрат праці [30-37].

Кількісною оцінкою конструктивної технологічності є загальний показник, який включає конструктивний показник і технічний показник деталей виробу.

Для оцінки технологічності використовується система відносної приватної метрики і комплексної метрики (Кк), яка порівнюється з нормативними комплексними показниками технологічності (Кн), які є середніми Статистичні дані розроблені та представлені в таблиці 2.8. Якщо $K_k > K_n$, конструкція вважається технічною [35-38].

Таблиця 2.8 - Значення нормативних показників технологічності

Найменування класу виробів	Кн
1. Електронні прилади	0,5-0,7
2. Радіотехнічні прилади	0,4-0,6
3. Електромеханічні прилади	0,45-0,65

Розрізняють технологічність виготовлення, експлуатації та обслуговування конструкцій.

Технологічність виробництва визначає завантаженість технологічної підготовки виробництва (ТПП), трудомісткість виробництва, зручність монтажу поза виробничим підприємством.

Кількісною оцінкою технологічності конструкційного виготовлення є загальний показник, який включає конструктивні та технологічні показники деталей виробу.

Показники конструкції визначають структурну впорядкованість - сукупність властивостей виробу, що характеризується повторюваністю компонентів у ньому, приналежністю виробів до даної класифікаційної групи, придатністю нових компонентів за їх функціональним призначенням і

Таблиця 2.11 - Вагові характеристики

g	f	g	f
1	1,0	5	0,3
2	1,0	6	0,2
3	0,8	7	0,1
4	0,5		

Вагова характеристика розраховується за формулою:

$$F = g / 2^{g-1}, \quad (2.36)$$

де g - Порядковий номер послідовності приватних показників.

Для радіотехнічних пристроїв розраховуються сім наступних коефіцієнтів:

а) коефіцієнт автоматизації та механізації монтажних з'єднань:

$$K_{AB} = N_{ам} / N_{м}, \quad (2.37)$$

де $N_{ам}$ – число монтажних з'єднань, виконаних з використанням механізації та автоматизації,

$N_{м}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

$$K_{AB} = 174/174 = 1.$$

б) коефіцієнт механізації та автоматизації підготовки ЕРЕ до монтажу:

$$K_{мп ере} = N_{мп ере} / N_{ере}, \quad (2.38)$$

де $N_{мп ере}$ - число ЕРЕ, підготовлених механізовано до монтажу,

$N_{ере}$ - загальна кількість ЕРЕ у виробі.

$$K_{мп ере} = 41/49 = 0,85.$$

в) коефіцієнт освоєності деталей та складальних одиниць:

$$D_{о осв} = 1 - D_{ор} / D, \quad (2.39)$$

де D_{op} – число оригінальних деталей,

D – загальна кількість деталей.

$$K_{o_{ocb}} = 1 - 7 / 10 = 0,3.$$

г) коефіцієнт використання ІВ та мікроскладань:

$$K_{icn\ ic} = N_{ic} / (N_{ic} + N_{epc}), \quad (2.40)$$

де N_{ic} – кількість ІВ та мікроскладань,

N_{epc} – кількість інших електрорадіоелементів.

$$K_{icn\ ic} = 7 / (7 + 42) = 0,14.$$

д) коефіцієнт повторюваності типових ЕРЕ:

$$K_{пов\ EPE} = 1 - N_{т\ Epe} / N_{EPE}, \quad (2.41)$$

де $N_{т\ epe}$ – число типових ЕРЕ у виробі (R , C, VD , VT),

N_{epc} – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

$$K_{пов\ EPE} = 1 - 11/49 = 0,77.$$

е) коефіцієнт застосування типових процесів (ТП):

$$K_{тп} = N_{тп} / N_{п}, \quad (2.42)$$

де $N_{тп}$ – число типових ТП,

$N_{п}$ – загальна кількість ТП.

$$K_{тп} = 6/9 = 0,67.$$

ж) коефіцієнт автоматизації та механізації регулювання та контролю:

$$K_{м\ кн} = N_{м\ кн} / N_{кн} \quad (2.43)$$

де $N_{м\ кн}$ – число операцій автоматизованого контролю та налаштування,

$N_{кн}$ – загальна кількість операцій контролю та налаштування.

$$K_{м\ кн} = 4/7 = 0,57.$$

Технологічність конструкції РЕМ визначаємо за допомогою комплексного показника виробу, що розробляється:

$$K_{ак}(K_{кр}) = \frac{\sum_1^n K_i f_i}{\sum_1^n f_i} = \frac{K_1 f_1 + K_2 f_2 + \dots + K_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}, \quad (2.44)$$

де $K_1 \dots K_n$ – базові показники, номенклатура яких залежить від типу блоку (електронний, радіотехнічний, сполучний, до мутаційний, електромеханічний, механічний) ; радіотехнічні блоки відрізняються від електронних наявністю прийомопередаючих та антенно-фідерних пристроїв;

f_i – коефіцієнти вагової значущості кожного базового показника, що вибираються в межах $0 < f_i < 1$.

Усі розраховані конструкторські та технологічні показники технологічності наведені у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Значення розрахованих показників технологічності

Показник	К _{АМ}	К _{МП} ЕРЕ	До ОСВ	До ІСП ІВ	ДО ПОВ ЕРЕ	До ТП	АМ_КН
Значення K_i	1	0,85	0,3	0,14	0,77	0,67	0,57
Гі, вага	1	1	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1

Визначаємо комплексний показник технологічності:

$$K_{кр} = \frac{1 \times 1 + 0,85 \times 1 + 0,3 \times 0,8 + 0,07 \times 0,5 + 0,85 \times 0,3 + 0,67 \times 0,2 + 0,57 \times 0,1}{0,8 + 0,2 + 0,3 + 0,1 + 0,5 + 1 + 1},$$

$$K_{кр} = 2,571/3,9 = 0,66.$$

Технологічність виробу, що розробляється, оцінюється за формулою:

$$Q = K_k / K_n, \quad (2.45)$$

де K_n – нормативний комплексний показник технологічності,

K_k – досягнутий комплексний показник технологічності.

Для радіотехнічних виробів нормативний показник технологічності перебувати не більше 0,4...0,6. Прийmemo $Do_n = 0,5$ тоді:

$$Q = 0,66/0,5 = 1,32.$$

$Q > 1$ – означає конструкція розроблюваного пристрою ПЧ керування технологічна.

Існують такі способи підвищення технологічності:

- підвищення числа деталей;
- максимальне використання раніше освоєних ЕРЕ;
- уніфікація та нормалізація складальних одиниць;
- розчленування РЕА на самостійні складальні вузли;
- вибір відповідності параметрів ЕРЕ щодо точності та якості поверхні;
- вибір зручного та простого компонування.

2.6 Висновки до другого розділу

Розраховано розміри друкованої плати ($X=100$ мм, $Y=100$ мм) і друкованих компонентів. Оптимізовано розміри плати що досягається за рахунок оптимізації розміщення та кріплення електричних радіокомпонентів.

У конструкторській частині вибрано та продемонстровано конструкцію виробу, вибрано та продемонстровано обрання матеріалів.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір та обґрунтування конструкції виробу

Методика пошуку найкращого варіанту конструкції РЕЗ базується на використанні системного підходу. Суть системного підходу в сучасному проектуванні РЕМ полягає в пошуку оптимального рішення з урахуванням кількох різних наборів факторів і обмежень, які раніше розглядалися на різних етапах проектування. При цьому структура, конструкція і технологія виготовлення РЕЗ розглядаються з точки зору оптимальності всієї системи.

Завдання та рішення на етапі проектування схеми електрообладнання:

- досягнення хорошої якості початкових характеристик обладнання, що розробляється. Для цього, перш за все, в пристрої використовуються високостабільні електронні радіодеталі з найменшими параметрами паразитної ємності та індуктивності, що призводять до характерних спотворень;

- реалізовано максимальне спрощення у виготовленні портативних приймачів, отримуйте якісні показники та стабільність роботи. Для цього в пристрої використовується типова схема. Плата пристрою повинна мати найменші габаритні розміри.

Принципи конструкції та проектування, зазначені в електричній принциповій схемі:

- як використовувати всі активні компоненти в інтегральному мікросхемному пристрої;

- коефіцієнт підсилення вибирається під час налаштування, використовуючи певний підбір резисторів і конденсаторів, налаштування компонентів налаштування;

- застосування інтегральних мікросхем дозволяє істотно скоротити кількість компонентів пристрою, що розробляється, зменшити розміри

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	49
		№ докум.	Підпис			

пристрою, а також підвищити ремонтпридатність генератора звукової частоти.

Підбір елементів схеми здійснюється за такими параметрами:

- резистори і конденсатори повинні бути обрані не гірше $\pm 20\%$;
- зменшення індукції від зовнішніх подразників - правильна «компонування» топології друкованої плати та проводу заземлення;
- забезпечення мінімального розміру друкованої плати може підвищити технологічність виробу. Під час виготовлення виробу можуть виникнути деякі технічні труднощі, тому зміна певних параметрів може бути дозволена без впливу на характеристики та продуктивність виробу [38-42].

Усі елементи позначені, що полегшує доступ до них.

3.2 Вибір та обґрунтування матеріалів

Підбір матеріалів здійснюється відповідно до технічних показників та умов використання виробу.

Матеріалом друкованих плат можуть бути фольговані текстоліти, склотекстоліти та гетинакси. В якості матеріалу для друкованої плати використовується одностороннє фольговане скловолокно марки СФ-1-35-1,5 з такими параметрами:

- а) питомий об'ємний опір $\rho = 5 \times 10^{12} \text{ Ом} \times \text{см}$;
- б) тангенс діелектричних втрат $\text{tg } S \leq 0,03$;
- в) міцність зчеплення фольги з підкладкою становить 10 Н/см^2 .

Обраний матеріал має достатню механічну міцність і хороші теплоізоляційні показники.

Для монтажних робіт вибираємо припій ПОС-61, який містить 61% олова, 39% свинцю, температуру плавлення 190°C і використовується для пайки деталей, коли високі температури в зоні пайки неприпустимі або непотрібні, а також необхідно збільшити при механічній міцності.

Для видалення оксидів з поверхні друкованої плати в процесі пайки використовується допоміжний матеріал-флюс. Вони мусять:

а) розчинення та видалення оксидів і забруднюючих речовин на поверхні зварюваного матеріалу;

б) захистити розплавлений припій від окислення під час пайки;

в) зменшити поверхневий натяг розплавленого припою.

Очистіть поверхню плати при пайці спирто-каніфольним флюсом KE, що містить 20% каніфолі, а решта - етанол.

У виробництві приладів інфрачервоного контролю ми використовуємо матеріали, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибрані матеріали

Найменування матеріалу	ДСТУ, ТУ
Склотекстоліт СФ-1М-35-1,5	ДСТУ 2656-94
Каніфоль	ДСТУ 19113-95
Припій ПОС-61	ДСТУ ISO 9453:2007

3.3 Вибір та обґрунтування способів встановлення та кріплення ERE

Для забезпечення міцності, стабільності та надійності конструкції друкарського блоку було обрано спосіб монтажу та кріплення ERE. Правильний вибір способу установки також забезпечує правильну компоновку і зручне розміщення друкарського блоку в корпусі виробу.

У деяких випадках той чи інший спосіб монтажу ERE забезпечує належне його охолодження, що необхідно для підтримки надійності обчислень. Кілька положень монтажу забезпечують хорошу ремонтпридатність всього друкарського блоку.

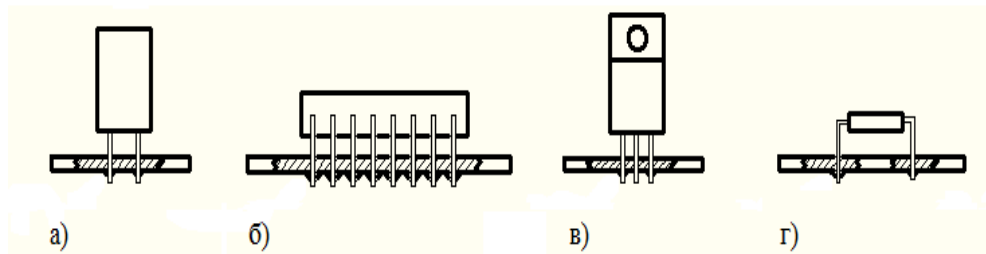


Рисунок 3.1 – Варіанти встановлення ЕРЕ на друковану плату

На рисунку 3.1 а) показані варіанти установки електролітичних конденсаторів і кварцу. Такий спосіб кріплення дозволяє мінімізувати площу, яку займає ЕРЕ, і підвищити механічну міцність.

На рисунку 3.1 б) показано варіанти монтажу мікроконтролерів, оптронів та інших мікросхем на друкованій платі.

На рисунку 3.1 в) показані варіанти монтажу стабілізатора напруги і тиристора на друкованій платі.

На рисунку 3.1 г) показані варіанти монтажу резисторів, стабілітронів і діодів на друкованій платі. Такий спосіб кріплення забезпечує максимальну міцність і стійкість до механічних навантажень деталі.

3.4 Вибір та обґрунтування оснащення та обладнання

При підготовці до складання і монтажу блоку РЕМ необхідно правильно підготувати додаткові електричні радіодеталі перед монтажем і закріпленням на друкованій платі: висновки рихтують, обрізають, згинають і зачищають. Ці трудомісткі процеси здійснюються на спеціальних автоматичних або напівавтоматичних установках.

Усе, що надає робоче місце для виконання роботи, називається інструментом.

Має кілька видів:

а) пристрій є невід'ємною частиною пристрою і призначений для більш швидкого виконання операцій;

б) Інструмент - додаткове обладнання, за допомогою якого можна безпосередньо виконувати дії.

Пристрої можна розділити на два види:

- а) нормальний або загальний;
- б) спеціальні.

Для успішної роботи монтажного цеху виробу ми будемо використовувати наступне обладнання та інструменти:

- Напівавтомати для приготування лудіння сердечників ЕРЕ з осьовими сердечниками та циліндричної форми;
- машини для формування Р-подібних висновків ЕРЕ;
- пристрій для різання та формування «зигзагів» на стрічковому радіальному висновку ЕРЕ;
- кріплення для укладання ЕРЕ на плату;
- монтажно-зварювальна установка зануренням;
- установка пайки «хвиля»;
- свердлильний верстат з набором свердел;
- термостати для плавлення сплавів;
- паяльник 36 В, 25 Вт, пінцет, плоскогубці;
- шафа сушильна, при формуванні друкованих провідників.

Застосування вищевказаного обладнання, інструментів та обладнання забезпечує достатній рівень автоматизації виробництва.

3.5 Розробка техпроцесу, збирання та монтажу виробу, маршрутних карт (МК)

Технологічне проектування процесу монтажу та монтажу радіоелектронної апаратури поділяється на наступні етапи:

- технічне удосконалення науково-дослідної апаратури та її конструкції

- "А" - найменування операції;
- "Б" - найменування обладнання;
- "К" - комплектувальна;
- "М" - матеріали;
- "Т" - технологічне оснащення;
- "О" - операційний текст;
- "Р" - режим техпроцесу.

На ескізній картці (SK) має бути відображено компонент або частину компонента, який було виконано на цій операції. Унеможливило використання складальних креслень, складальних креслень, посадових інструкцій.

Коротка характеристика роботи в технологічній карті повинна вказувати обсяг і послідовність її виконання. Крім того, в описі роботи також пояснюються та уточнюються деталі складання та процесу складання, які важко виразити в ескізах.

При розробці ескізної технології роботи тривалість технологічних операцій рівна або кратна, що сприяє швидкому переходу до безперервного або масового способів виробництва.

Перелік процесів дозволяє швидко сформувати необхідні трудомістки технологічні операції, визначити найменування необхідного обладнання, інструментів і допоміжних матеріалів, а також полегшити визначення загальної трудомісткості монтажних робіт. .

Процес складання та встановлення інфрачервоного блоку керування задокументований у дорожній карті.

3.6 Опис конструкції виготовленої плати вузла РЕМ

Корпус приладу прямокутної форми. Плата закріплена гвинтами, щоб ви

могли закріпити плату відносно корпусу. Плата з'єднується з органом управління монтажними проводами.

Монтажна плата приладу виконана з фольгованого одностороннього одношарового склотекстоліту СФ1-35-1,5. Дошка має співвідношення сторін 1:1, розміри: ширина - 100 мм, довжина - 100 мм.

Дошка виготовляється хімічним методом. Роздрукований малюнок наноситься тонером за допомогою лазерного принтера. Травлення вільної частини фольги проводять у розчині Fe_2Cl_3 .

Друковані плати розраховані на роботу в нормальних кліматичних умовах:

- температура повітря 25 ± 10 С °;
- відносна вологість повітря 40-80%.

Обладнання повністю відповідає експлуатаційним вимогам, пропонуючи високу ефективність і легку в обслуговуванні механічну міцність.

Живлення ІЧ-контролера здійснюється від мережі 220В. При підключенні пристрою всі інтерфейси та канали ініціалізуються.

Потім підключіть до комп'ютера через інтерфейс USB. Комп'ютер знайде новий пристрій під назвою «IR Server». Далі потрібно встановити драйвери пристрою. Для управління комп'ютером з пристрою використовуйте програму AmbiBox. Програма має багато функцій управління комп'ютером.

Після встановлення драйвера ви можете відразу ж почати користуватися всіма функціями. Пристрій не вимагає попереднього налаштування.

Команди з ІЧ-приймача надходять на мікроконтролер для подальшої обробки.

Після того, як мікроконтролер отримує команди, він порівнює їх із таблицею команд, запрограмованих для автономної роботи. Якщо команда збігається з однією з перерахованих команд, то в цьому випадку мікроконтролер виконує відповідну дію (вмикає або вимикає той чи інший

блок). Якщо отримана команда не розпізнається, мікроконтролер передає дані про команду на ПК через інтерфейс USB.

Програма AmbiBox на стороні ПК прийматиме команди, надіслані MCU, і виконуватиме відповідні функції відповідно до параметрів, встановлених користувачем.

У програмі AmbiBox також є можливість оновити програмне забезпечення пристрою. Після вибору оновленого файлу мікропрограми у відповідній вкладці програми та натискання кнопки «Flash» мікроконтролер завантажить файл у пам'ять EEPROM. Далі після перезавантаження пристрою файл прошивки з EEPROM -пам'яті по лініях SDA і SCL завантажується в мікроконтролер, після чого пристрій знову перезавантажується і починає функціонувати на основі оновленої програмної частини.

3.7 Висновки до третього розділу

У технічному розділі наведено розрахунок технологічності, який свідчить про те, що виріб є технічним, оскільки індекс специфікації $K_{кр} / K_n > 1$ і становить 1,292. Вибрано і продемонстровано спосіб монтажу та кріплення та обладнання ERE, а також сформульовано процес складання та встановлення продукту.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	57
		№ докум.	Підпис			

ВИСНОВКИ

У вступі охарактеризовано сучасний рівень та подальші перспективи розвитку РЕЗ, описано основні технологічні тенденції та тенденції виробництва РЕЗ.

У загальній частині на основі аналізу схеми обрано найбільш оптимізовану, найнадійнішу та найпростішу схему. Також розроблено структурну та принципову схеми інфрачервоного блоку керування та обрано базову основу для його виготовлення.

Розраховано розміри друкованої плати ($X=100$ мм, $Y=100$ мм) і друкованих компонентів. Оптимізовано розміри плати що досягається за рахунок оптимізації розміщення та кріплення електричних радіокомпонентів.

У конструкторській частині вибрано та продемонструвано конструкцію виробу, вибрано та продемонстровано матеріали з яких виготовляється виріб.

У технічному розділі наведено розрахунок технологічності, який свідчить про те, що виріб є технічним, оскільки індекс специфікації $K_{кр} / K_n > 1$ і становить 1,292. Вибрано і продемонстровано спосіб монтажу та кріплення та обладнання ERE, а також сформульовано процес складання та встановлення продукту.

Інфрачервоне керування ідеально підходить, а також є простим, надійним і економічним продуктом.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			58

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

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.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

9. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

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.

					КвРТР.2020020.01.06 ПЗ	60
		№ докум.	Підпис			

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..>

20. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотех-ніка» [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. Швайчен-ко. - 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.

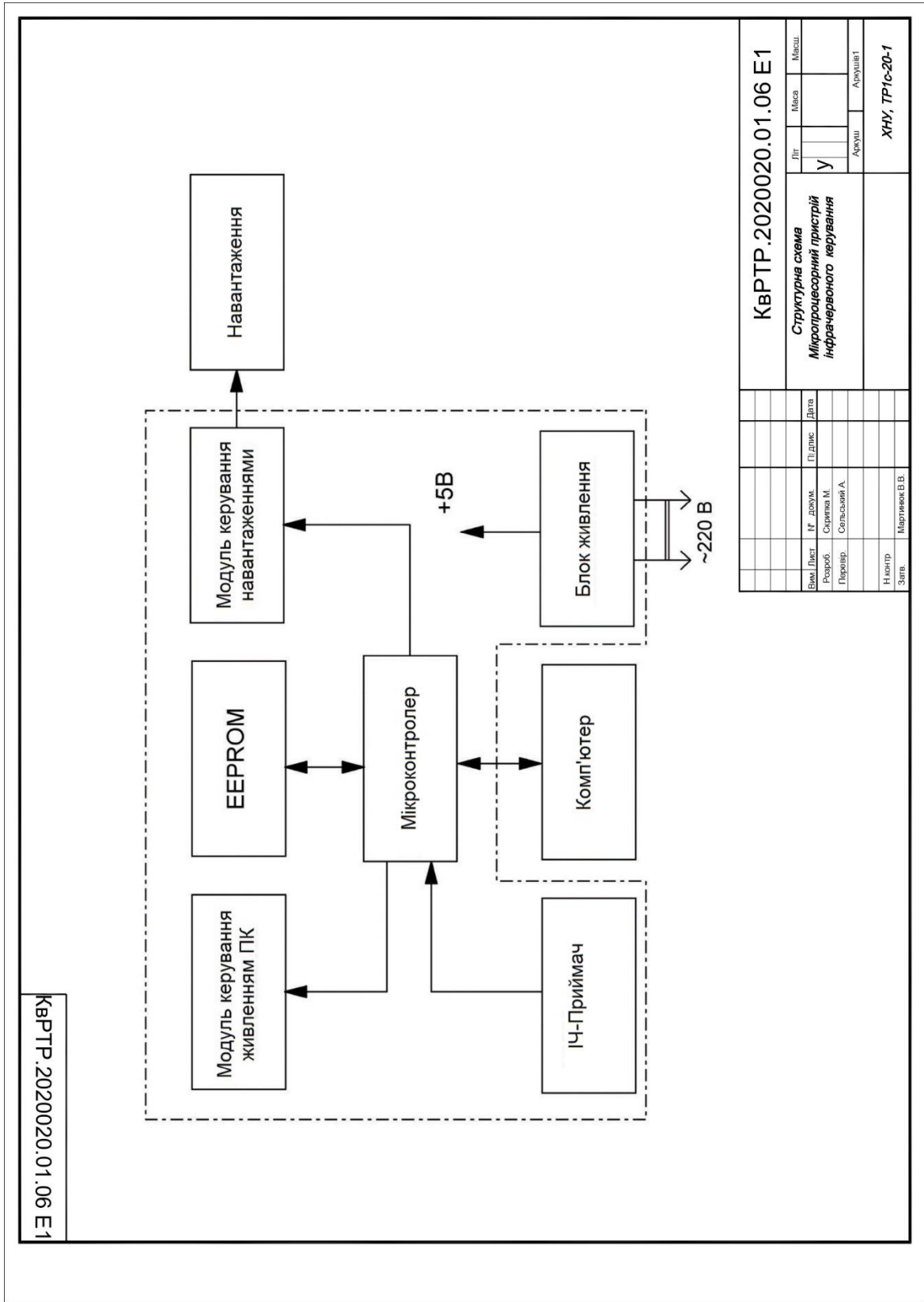
27. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – К.: Кондор, 2013. – 240 с.

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

29. Kvyetnyy R. Basics of Modelling and Computational Methods / R. Kvyetnyy. – 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.
31. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
32. Виговський В. С. Автоматизація керування живильними насосами енергоблоку потужністю 200 МВт / В. С. Виговський, Ю. С. Грищук // Вісник НТУ «ХП». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2015. – № 13 (1122). – С. 20–31.
33. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.
34. Gonzales R. C. Digital Image Processing Using MATLAB / R. C. Gonzales , R. E. Woods, S. Eddins. – Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2004. – 492 p.
35. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
36. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.
37. Костін М. О. Теоретичні основи електротехніки [Текст]: підручник у 3 т. / М. О. Костін, О. Г. Шейкіна. – Дніпро: Видво ДНУЗТ, 2006. – Т. 1. – 336 с; 2007.- Т.2.- 276 с; 2011. – Т.3, Ч.1. – 224 с; 2012.– Т.3, Ч.2. – 352 с.
38. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані електроприводи зі широтно- імпульсною модуляцією: Монографія/ Г.Г. Півняк, О.В Волков.. -
39. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.

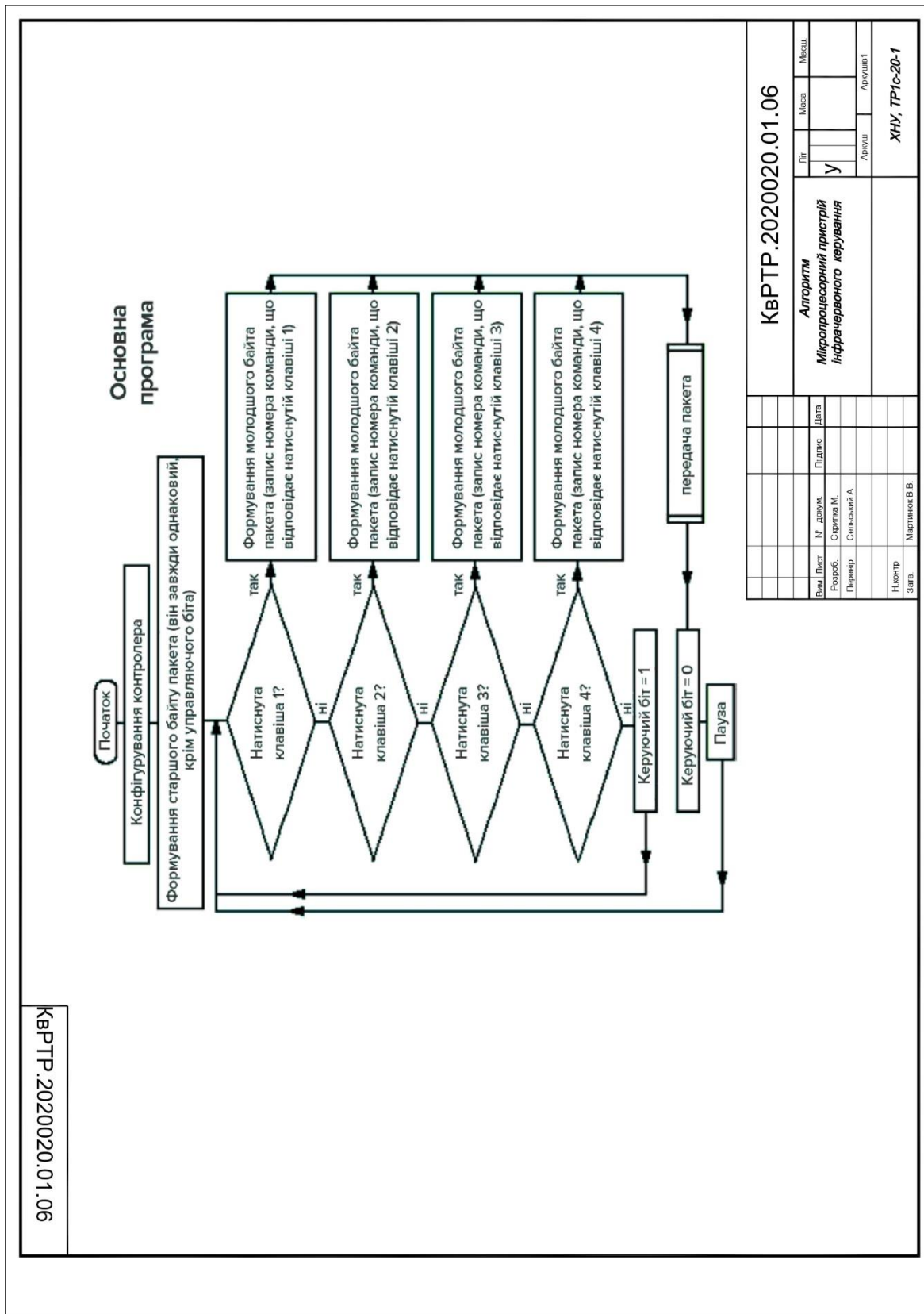
Додаток А

Структурна схема мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування



Додаток В

Алгоритм мікропроцесорного пристрою інфрачервоного керування



КВРТР.2020020.01.06

КВРТР.2020020.01.06		Літ	Місяц	Місяч.
Алгоритм		У		
Мікропроцесорний пристрій		Аркуш	Аркушів 1	
Інфрачервоного керування		ХНУ, ТР1с-20-1		
Ваш П'єст	ІГ. двоміс.	Підпис	Дата	
Розроб.	Скряпка М.			
Перевір.	Сельський А.			
Н.контр.				
Затв.	Мартинюк В.В.			

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1015671468

Дата перевірки:
21.06.2023 23:53:26 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
21.06.2023 23:58:55 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Скрипка

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 9690 Кількість символів: 68442 Розмір файлу: 1.72 MB ID файлу: 1015316588

1458 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

9.97% Схожість

Найбільша схожість: 8.47% з Інтернет-джерелом (<https://sprosi.xyz/works/diplomnaya-rabota-na-temu-razrabotka-i-izg...>)

9.97% Джерела з Інтернету 141 Сторінка 63

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0.06% Вилучень

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

0.01% Вилучення з Інтернету 4 Сторінка 64

0.06% Вилученого тексту з Бібліотеки 14 Сторінка 64

Модифікації

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

Замінені символи 27

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 7.0%

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

ID: 117612 Назва: БКР Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування Додано в БД: 2023-06-21 Автора: Матвій СКРИПКА Керівники: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	46487	496	4838 (10%)	71 (14%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Скрипка Матвій Миколайович

Тема: Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 62

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування

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 вступі охарактеризовано сучасний рівень та подальші перспективи розвитку РЕЗ, описано основні технологічні тенденції та тенденції виробництва РЕЗ. У загальній частині на основі аналізу схеми обрано найбільш оптимізовану, найнадійнішу та найпростішу схему. Також розроблено структурну та принципову схеми інфрачервоного блоку керування та обрано базову основу для його виготовлення. У конструкторській частині вибрано та продемонструвано конструкцію виробу, вибрано та продемонстровано матеріали з яких виготовляється виріб. У технічному розділі наведено розрахунок технологічності, який свідчить про те, що виріб є технічним, оскільки індекс специфікації $K_{кр} / K_{н} > 1$ і становить 1,292. Вибрано і продемонстровано спосіб монтажу та кріплення та обладнання ERE, а також сформульовано процес складання та встановлення продукту.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі наявні незначні граматичні та стилістичні 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.

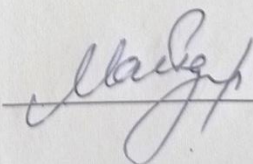
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,25/В)

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

Мабудом Павло Сергійович, с.т.н. доцент
каф. машин і апаратів, електромеханічних
та енергетичних систем ХНУ

“22” 06 2023 р.

 (підпис)

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

Скрипка М.М.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи ТР1с-20-1

ЗАЯВА

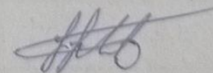
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, 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.

01.06.2022р.

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: Мікропроцесорний пристрій інфрачервоного керування

Автор: Скрипка Матвій Миколайович

Спеціальність: 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма: Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

Науковий керівник: Сельський Андрій Анатолійович.А., к.ф-м.н., доцент

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 9,97% і адресується до 141 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 21.06.2023р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Денис МАКАРИШКІН

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ