

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Система керування тепловим насосом

Назва теми

КВРАКІТ.2019048.01.08.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

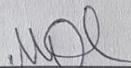
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

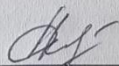
студент IV курсу, група АКІТ-19-1

  
Підпис

Олександр МАТВІЙЧУК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

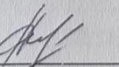
Керівник

  
Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

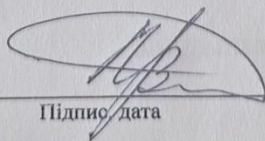
  
Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

зав. кафедри автоматизації  
та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій

  
Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК



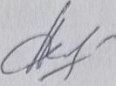
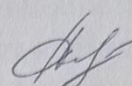
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«20» червня 2023 р.

Хмельницький 2023



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

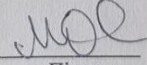
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТгаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТгаР		

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

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

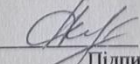
№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд літературних джерел, аналіз сучасного стану завдання	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Проектування, алгоритмічне та програмне забезпечення системи керування тепловим насосом	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

Олександр МАТВІЙЧУК  
Ім'я, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА  
Ім'я, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система керування тепловим насосом».

Автор роботи: Матвійчук Олександр Сергійович.

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна

Пояснювальна записка: 62 с., 20 рис., 0 табл., 5 дод., 42 джерела.

Графічна частина: 3 креслення.

### СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС, ДАТЧИК ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ.

Метою роботи є розробка системи керування тепловим насосом. У роботі було запропоновано варіант реалізації локальної системи управління, що дозволяє здійснювати роботу теплового насосу водовода Dimplex WI 22TE. Для цієї системи підібрано функціональні елементи, визначено їх передатні функції відповідно до технічних характеристик вибраних пристроїв. Досліджено систему управління на стійкість (включаючи дискретний елемент) та визначено показники її якості, побудовано реальні логарифмічні характеристики. На основі виконаної роботи встановлено, що початкова система за своїми технічними параметрами задовольняє параметрам, зазначеним у технічному завданні на розробку автоматичної системи, система має запас стійкості по фазі.

Підпис студента

Дата

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ.....	3
1.1 Огляд існуючих програмно-апаратних комплексів.....	7
1.2 Пристрій для діагностування теплового стану насосу.....	9
1.3 Огляд теплових насосів .....	11
1.4 Висновки до першого розділу .....	17
2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ .....	18
2.1 Розробка функціональної схеми системи .....	22
2.2 Розробка технічної структури периферійного устрою.....	24
2.3 Вибір та розрахунок нейрочіпа.....	30
2.4 Вибір та обґрунтування модему та периферійних пристроїв.....	32
2.5 Розробка приймача.....	35
2.6 Розробка структурної схеми контролера .....	40
2.7 Вибір елементної бази .....	42
2.8 Розробка принципової схеми контролера.....	45
2.9 Висновки до другого розділу .....	47
3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА.....	48
3.1 Розробка алгоритмів обробки даних контролером.....	48
3.2 Розробка алгоритмів обробки даних .....	48
3.3 Розробка програми .....	52
3.4 Рекомендації щодо налагодження .....	53
3.5 Висновки до третього розділу.....	56
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	58
ДОДАТОК А Лістинг ПЗ контролера .....	63
ДОДАТОК Б Лістинг ПЗ користувача .....	66

КВРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ								
Зм	Лист	№ локум	Підпис	Дата	Система керування тепловим насосом  Пояснювальна записка	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Матвійчук О.С.		<i>[Signature]</i>	20.06.23			2	
Перевір.	Корецька Л.О.		<i>[Signature]</i>	20.06.23				
Н. Контр.	Корецька Л.О.		<i>[Signature]</i>	20.06.23				
Затв.	Мартинюк В.В.		<i>[Signature]</i>	20.06.25				
						ХНУ, ТР1-19-1		

ДОДАТОК В Структурна схема .....	71
ДОДАТОК Г Функціональна схема .....	72
ДОДАТОК Д Алгоритм .....	73

## ВСТУП

В даний час в процесі промислової автоматизації все більшого поширення набувають різноманітні системи автоматичного керування.

Автоматичне керування в техніці - це набір дій для підтримки або покращення функції керованого об'єкта відповідно до заданих цілей управління без безпосередньої участі людини. Він широко використовується в багатьох технічних системах для виконання операцій, які вимагають, але не можуть бути виконані людьми. Обробляйте великі обсяги інформації за обмежений час для покращення якості та точності регулювання, звільняючи людей від необхідності керувати системами, які працюють у відносно недоступних або небезпечних для здоров'я умовах. Керований об'єкт якимось чином пов'язаний із тимчасовою зміною коригувального значення – початкового значення керованого об'єкта. Для досягнення цілей управління з урахуванням особливостей різних властивостей керованих об'єктів і конкретних умов кожної системної категорії здійснюється вплив організації на керівний орган об'єкта - управлінський вплив. Він також спрямований на компенсацію ефектів тривожних зовнішніх впливів, які, як правило, порушують бажану поведінку у встановлених кількостях. Керуюча дія створюється керуючим пристроєм. Сукупність взаємодіючих пристроїв керування та керованих об'єктів становить систему автоматичного керування.

[1-5]

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	3
		№ докум.	Підпис			

# 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

Автоматика — розділ науки і техніки, що розглядає теорію автоматичного керування, а також принципи побудови автоматичних систем і технічні засоби їх складання.

Впровадження автоматизації керування тепловими насосами є одним із важливих напрямків технічного прогресу в сфері теплопостачання житлових приміщень і промислових підприємств.

Використання автоматичного керування дає значні переваги:

- підвищена плавність, чіткість і надійність роботи, оскільки автоматизоване обладнання може швидко реагувати на зміну режимів роботи;
- зниження експлуатаційних витрат за рахунок скорочення чисельності обслуговуючого персоналу та витрат на опалення та освітлення приміщень;
- зниження вартості будівництва, оскільки обладнання зосереджено на невеликій площі машинного приміщення, немає необхідності влаштовувати господарські та підсобні приміщення;
- збільшення терміну служби обладнання та установок за рахунок своєчасного відключення агрегатів у разі збою в роботі;
- декількома автоматичними насосами можна централізовано керувати в одному місці, що робить систему більш гнучкою та надійною;
- виключає персонал, залучений до технічних операцій, що виконуються в антисанітарних умовах.

Автоматика теплового насоса: запуск і зупинка агрегатів і допоміжного обладнання; контроль і підтримка заданих параметрів (наприклад, рівень води, подача, тиск і т.д.); прийом і підсумовування імпульсів параметрів. Передача сигналу в диспетчерську. Для контролю робочих параметрів і перетворення

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

контрольних значень в електричні сигнали для приводів використовуються різні датчики. [1-5]

Датчик — це елемент в автоматичному пристрої, який відстежує коливання тієї чи іншої фізичної величини і перетворює ці коливання в зміни іншої величини, полегшуючи передачу на великі відстані та впливаючи на наступні компоненти автоматичного пристрою.

Естафета - це пристрій, що складається з трьох основних органів: сприйняття, посередництва та виконання. Приймаючий орган отримує керуючі імпульси і перетворює їх у фізичні величини, впливаючи на проміжні органи. Проміжний прийом сигналу впливає на виконавчий механізм, який змінює вихідний сигнал нерівномірним чином і передає його в електричну схему керування.

У системах автоматичного керування насосами використовуються наступні види датчиків і реле:

- датчики рівня рідини – використовуються для подачі імпульсів для включення та зупинки насоса при зміні рівня води в резервуарі та резервуарі;
- сенсорний або контактний манометр - використовується для контролю ланцюгів автоматики при зміні тиску в трубопроводі;
- реле розпилення - служить для управління схемою автоматики за напрямком руху води в контрольованому трубопроводі;
- реле часу – розраховує час, необхідний для протікання певних процесів під час роботи агрегату;
- термореле - контроль температури підшипників і сальників, а в деяких випадках і часові затримки;
- реле вакууму - підтримують певний ступінь розрідження в насосі або у всмоктувальному трубопроводі;
- проміжні реле – служать для перемикання окремих ланцюгів у запрограмованій послідовності;

– реле напруги - для забезпечення роботи агрегату під певною напругою;

– аварійне реле - Служить для відключення обладнання при порушенні встановленого режиму роботи.

Електродний датчик рівня. Основними компонентами електродного датчика рівня рідини є сигнальний блок і електрод, встановлений для контролю рівня рідини. При досягненні рівня води на одному або іншому електроді за рахунок провідності води сигнал насосного агрегату і відповідного контуру в схемі керування вимикається.

Датчик тиску. Електричний контактний манометр використовується як датчик тиску, і, як і звичайні манометри, використовує трубчасту пружину. Електроконтактні манометри мають два рухомих контакти - лівий замикається, коли тиск падає нижче заданого значення, а правий замикається, коли тиск перевищує задане значення. Крім рухомого контакту, манометр має контакт, міцно закріплений на стрілці. Контактна система та ізоляція манометрів дозволяє включати їх у кола контролю напруги до 360 В змінного струму або 220 В постійного струму.

Датчик контролю наповнення насоса. Мембранний датчик для контролю наповнення насоса вакуумним насосом. Коли насос наповнюється водою, мембрана датчика прогинається, піднімаючи шток клапана і замикаючи контакти. Після зниження тиску мембрана за допомогою пружини повертається у вихідне положення.

Мембранні датчики характеризуються високою чутливістю і високою стійкістю до тиску.

Реактивне реле. Принцип роботи струминного реле заснований на використанні кінетичної енергії рідини. Рідина, що тече, відхиляє маятник, який обертається на шарнірі, виконаному у вигляді тонкої пластини,

підвішеної до осі. Маятник повертається в напрямку течії води і розмикає контакти реле.

Реле часу. Для забезпечення затримки між діями при автоматичному управлінні є реле часу. Теплові реле часу (теплові групи) застосовуються для отримання значних часових експозицій (від секунд до хвилин). Реле складається з двох нерухомих контактних пружин і двох біметалевих пластин, одна з яких намотана обмоткою підігріву. Біметалічні пластини складаються з двох частин, виготовлених з різних металів з різними коефіцієнтами розширення. Дві частини дошки накладаються одна на одну і щільно з'єднуються. При проходженні струму по обмотках пластини нагріваються і згинаються, замикаючи або розмикаючи контакти, що керують ланцюгом. Аналогічне реле, але з дещо зміненою конструкцією, використовується як реле теплового захисту.

Електромагнітні реле. Електромагнітні реле найбільш широко застосовуються в схемах автоматичного керування насосними установками і дистанційними механічними системами. За своїм пристроєм і принципом дії електромагнітне реле дуже схоже на магнітний пускач, тільки набагато менше за розмірами і розраховане на більш слабкі струми.

Котушка обмотки з мідного ізолюваного дроту розміщена на невеликому круглому сталевому стержні (сердечнику). При проходженні струму через обмотку котушки залізний сердечник намагнічується і притягує якір, який закріплений на корпусі реле і проводить по ребрах. Притягнувшись до сердечника, якір піднімає і замикає електричні контакти, приклепані до пружних (контактних) металевих пластин, які підключаються до зовнішнього (виконавчого) кола. Якщо відключити струм від обмотки реле, то залізний сердечник розмагнічується, і якір під дією пружного контакту повернеться у вихідне положення, і контакт розімкнеться.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	7
		№ докум.	Підпис			

Електромагнітні реле спрацьовують відносно слабкими струмами, але містять схеми з набагато більшою силою струму. Таким чином, реле діє як підсилювач, проміжна ланка між ланцюгом із слабшим струмом і ланцюгом з більшою потужністю (вищим). [6-10]

### 1.1 Огляд існуючих програмно-апаратних комплексів

В останні роки створені повнофункціональні прилади і цілі комплекси, результати динамометрів можна записувати в електронну пам'ять цих приладів і далі (або одночасно) обробляти на електронно-обчислювальних машинах. Програмна підтримка математики (SPM) кожного комплексу має власний дизайн, вимоги до необроблених даних і використовуваних методів обробки.

Систему розробила американська компанія «Ешо м е т ег». Це складний вимірювальний датчик. Керування їх роботою та обробка отриманої інформації здійснюється комп'ютерами спільно з аналого-цифровими перетворювачами. Такі системи обробляють дані від акустичних мікрофонів, датчиків тиску та навантаження, акселерометрів, датчиків струму двигуна, тахометрів та інших вимірювальних пристроїв.

Система працює з генератором імпульсів, мікрофоном і датчиком тиску для вимірювання рівня рідини в міжтрубному просторі за допомогою акустичних методів. Ці вимірювання використовуються для визначення робочого тиску теплового насоса. Знання тиску та використання моделі потоку рідини, що дозволяє провести певний аналіз, дозволяє визначити ефективну витрату насоса.

На глибинних теплових насосах система підходить для кінетичних досліджень вимірювання навантаження на полірований стрижень, прискорення полірованого стрижня та струму, споживаного двигуном.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			8

1. Кількісний динамометричний аналіз вимагає високоточних даних, які можна отримати за допомогою підковоподібних каліброваних перетворювачів, які вимірюють механічну напругу.

2. Для отримання якісної інформації, яка дозволяє судити про ефективність роботи насоса та виявляти (діагностувати) певні несправності обладнання, використовується прикріплений С-подібний датчик освітлення.

В обох випадках для визначення переміщення використовується компактний акселерометр на інтегральній схемі, вбудованій в датчик вимірювання навантаження. Тому для підключення комп'ютера до тензодатчика потрібен лише один кабель. Швидкість руху є результатом інтегрування сигналу акселерометра, а повторне інтегрування дає значення положення полірованого стрижня з часом. Завдяки високій швидкості обробки інформації комп'ютером, який використовується в системі «Аналізатор», дані вимірювання сили з'являються на екрані відразу під час вимірювання. В окремому вікні знаходиться діаграма струму споживання двигуна гойдалки: аналіз струму споживання дає уявлення про баланс гойдалки. [1-5]

На рис.1.1 наведено приклад графіка, отриманого при дослідженні насоса за допомогою комплексу систем «Аналізатор»

1 - залежність навантаження на полірованому штоку від положення балансиру СКН (кілька циклів);

2 - залежність навантаження на полірованому штоку від часу;

3 - залежність навантаження на полірованому штоку від положення балансиру СКН;

4 - залежність струму електродвигуна приводу СКН від часу;

5 - залежність навантаження на плунжері насоса від положення балансиру СКН.





мікропроцесорного контролера 17 і на вхід блоку 14 ініціації вимірювання. Одночасно на штоку кріпиться датчик положення 4, завдяки чому на штоку формується сигнал синхронізації для початку вимірювання мікропроцесорного контролера 17. Блок 14, який починає вимірювання тільки тоді, коли канатна підвіска знаходиться в найнижчому положенні. На основі цього сигналу контролер 17 починає відлік часу. За заданою програмою від програмного блоку управління 19 в контролері 17 здійснюється безперервний процес отримання в циклі вимірювання інформації про час і навантаження. Після надходження датчика положення другого сигналу синхронізації схеми автоматично відображається на графічному індикаторі 22 інформація датчика положення 4 - блок запуску вимірювання 14 - контролер 17 генератор 16 синусоїдальних коливань, всі необхідні рівні навантаження та індивідуальна динаміка. діаграми відображаються на вході в пам'ять енергонезалежного запам'ятовуючого пристрою 20. При цьому за сигналом від генератора синусоїдальних коливань 16 виконується розгортка динамічної карти по осі X, період коливань якої відповідає періоду одного розмаху. На екран графічного індикатора 22 виводиться єдиний динамічний графік (рис. 2). Значення навантаження цифровим способом вводяться в протокол випробувань разом із фактичним навантаженням протягом циклу. На основі індивідуальних карт потужності, отриманих за програмою, заданою програмним блоком управління 19, автоматично розраховуються середні значення витрати, витік клапана насоса і продуктивність насоса безпосередньо в свердловині. [11-12]

### 1.3 Огляд теплових насосів

Тепловий насос – пристрій для передачі теплової енергії від низькопотенційного джерела тепла (низької температури) до споживача з більшою температурою (теплоносія). Термодинамічно тепловий насос схожий

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	12
		№ докум.	Підпис			

на холодильник. Однак, якщо в холодильнику основна мета полягає в охолодженні шляхом відбирання тепла з об'єму через випарник, а конденсатор відводить тепло в навколишнє середовище, то в тепловому насосі все якраз навпаки. Конденсатор — це теплообмінний пристрій, який виділяє тепло для споживачів, а випарник — це теплообмінний пристрій, який використовує теплову енергію низького рівня: вторинну енергію та/або нетрадиційну відновлювану енергію.

Концепція теплового насоса була задумана ще в 1852 році відомим англійським фізиком та інженером Вільямом Томсоном (лордом Кельвіном) і була вдосконалена та вдосконалена австрійським інженером Пітером Ріттером фон Ріттінгером. Відомий тепловий насос 1855 року. Тепловий насос — пристрій для передачі теплової енергії від низькопотенційного джерела тепла (низької температури) до споживача з більшою температурою (теплоносія). Термодинамічно тепловий насос схожий на холодильник. Однак, якщо в холодильнику основна мета полягає в охолодженні шляхом відбирання тепла з об'єму через випарник, а конденсатор відводить тепло в навколишнє середовище, то в тепловому насосі все якраз навпаки. Конденсатор — це теплообмінний пристрій, який виділяє тепло для споживачів, а випарник — це теплообмінний пристрій, який використовує теплову енергію низького рівня: вторинну енергію та/або нетрадиційну відновлювану енергію. [11-15]

Концепція теплового насоса була задумана ще в 1852 році відомим англійським фізиком та інженером Вільямом Томсоном (лордом Кельвіном) і була вдосконалена та вдосконалена австрійським інженером Пітером Ріттером фон Ріттінгером. Відомий тепловий насос 1855 року. Він помістив у ґрунт мідні трубки, по яких циркулював фреон, «збираючи» тепло землі. Газ конденсується, віддає тепло в камері і знову проходить через змійовик, щоб поглинути наступну порцію тепла. Повітря переміщується за допомогою

вентиляторів і поширюється по всьому будинку. Наступного року Вебер продав свою стару вугільну піч.

У 1940-х роках теплові насоси були відомі своєю надзвичайною ефективністю, але коли вони дійсно були потрібні, це сталося під час арабського нафтового ембарго в 70-х роках, і, незважаючи на низькі ціни на енергію, люди почали цікавитися енергозбереженням.

За принципом роботи теплові насоси діляться на компресійні та абсорбційні. Компресійні теплові насоси завжди живляться механічною енергією (електрикою), тоді як абсорбційні теплові насоси можуть використовувати тепло як джерело енергії (електрика або паливо).

Залежно від джерела відбору тепла теплові насоси поділяються на:

1) Геотермальні (використовують тепло землі, наземних чи підземних ґрунтових вод) а) замкнутого типу

Колектори розміщують кільцями або обмотками в горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (зазвичай 1,20 м і більше) [8]. Такий підхід економічно вигідний для житлових об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної ділянки під контуром.

2) Вертикальні

Колектори розташовують вертикально в свердловинах глибиною до 200 м [9]. Цей спосіб використовується, коли на ділянці не можна горизонтально розмістити контури або існує загроза порушення ландшафту.

3) Водні

Колектори розміщують обмотками або кільцями у водоймах з температурою нижче нуля (озера, ставки, річки). Це найдешевший варіант, але є вимоги щодо мінімальної глибини води та об'єму у водоймі для конкретної території.

4) Відкритого типу

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	14
		№ докум.	Підпис			

Цей тип системи використовує воду як теплообмінну рідину, яка циркулює безпосередньо через систему ґрунтового теплового насоса як частину відкритого циклу, тобто вода повертається в землю після проходження через систему. Цей варіант можливий на практиці лише за умови наявності чистої води в достатній кількості і такий спосіб використання підземних вод не заборонений законодавством.

#### 5) Повітряні

Вони використовують похідне тепло (наприклад, тепло від труб центрального опалення). Цей варіант найкраще підходить для промислових об'єктів, де є паразитні джерела тепла.

За типом теплоносія у вхідному та вихідному контурах насоси діляться на шість типів: «ґрунт-вода», «вода-вода», «повітря-вода», «ґрунт-повітря», «вода-повітря», «повітря-вода» Повітря».

За типом теплоносія у вхідному та вихідному контурах насоси діляться на шість типів: «ґрунт-вода», «вода-вода», «повітря-вода», «ґрунт-повітря», «вода-повітря», «повітря-вода» Повітря». Практично всі пристрої на ринку використовують тепло повітря, що виділяється з приміщення. Повітря, що надходить ззовні, також фільтрується та зволожується за потреби. Ефективність і вибір певного джерела тепла залежить від кліматичних умов, особливо якщо обраним джерелом тепла є атмосфера. Фактично цей тип найбільш відомий як кондиціонер. У жарких країнах таких пристроїв десятки мільйонів. Для північних країн опалення взимку найбільш актуальне. Системи «повітря-повітря» використовуються взимку при температурах до мінус 25 градусів, а деякі моделі продовжують працювати до -40 градусів. Але їх ефективність різко впала. У сильні морози потрібен додатковий обігрів. [16-18]

Для породи потрібна достатньо глибока свердловина (100-200 м) або кілька таких свердловин. У колодязь опускають П-подібний вантаж з двома

профільованими пластиковими трубками. Трубка заповнена антифризом. З екологічних міркувань це 30% розчин етанолу. Свердловина природним чином заповнюється підземними водами, які проводять тепло від каменів до теплоносія. Якщо свердловина недостатньо довга або якщо ви намагаєтеся витягнути з ґрунту занадто велику потужність, вода і навіть антифриз можуть замерзнути, обмежуючи максимальну теплову потужність таких систем. Температура поверненого антифризу служить одним з індикаторів для схеми автоматики. На свердловину в 1 погонний метр потрібно близько 50-60 Вт теплової потужності. Отже, для установки теплового насоса потужністю 10 кВт необхідна свердловина глибиною приблизно 170 м. Буріння свердловин глибиною більше 200 метрів недоцільно, і дешевше пробурити кілька свердловин на відстані менше 10-20 метрів одна від одної. Навіть невеликий будинок 110-120 кв. Низьке енергоспоживання, термін окупності інвестицій 10-15 років. Багато агрегатів на ринку також працюють влітку, тоді як тепло (насамперед сонячна енергія) виноситься з приміщення та розсіюється в скелях або ґрунтових водах. У скандинавських країнах із кам'янистим ґрунтом граніт діє як величезний радіатор, отримуючи тепло влітку/вдень і розсіюючи його взимку/вночі. Крім того, тепло постійно надходить із надр Землі та підземних вод.

Найбільш ефективні та дорогі варіанти пропонують можливість відбору тепла з ґрунту, температура якого не змінюється протягом року на глибині кількох метрів, що робить установку практично незалежною від погоди. За даними 2006 року, Швеція має 500 000 одиниць на рік, Фінляндія має 50 000 одиниць, а Норвегія має 70 000 одиниць на рік. При використанні енергії ґрунту як джерела тепла труби циркуляції антифризу закопують на 30-50 см нижче рівня промерзання ґрунту на окремих ділянках. Насправді 0,7 - 1,2 метра. Рекомендована виробником мінімальна відстань між колекторними трубами становить 1,5 метра з мінімумом 1,2. Тут не потрібно буріння, але

необхідні значні земляні роботи, і труби більш схильні до пошкоджень. ККД такий же, як і при відборі тепла зі свердловини. Особливої підготовки ґрунту не потрібно. Але краще використовувати ділянки з вологим ґрунтом, якщо вона суха, то профіль потрібно робити довшим. Орієнтовні значення теплової потужності на 1 м труби: в глині - 50-60 Вт, в піску - 30-40 Вт в середніх широтах, на півночі нижче. Отже, для установки теплового насоса потужністю 10 кВт необхідний контур заземлення довжиною 350-450 м, для якого знадобиться ділянка з площею установки приблизно 400 м (20x20 м). При правильних розрахунках контури мало впливають на зелені зони. [16-18]

Висока ефективність геотермальної системи опалення гарантується, якщо холодоагент подається безпосередньо до геотермального джерела. Але це робить схему надзвичайно небезпечною - тиск у контурі високий, а речовина токсична. Випарники встановлюють горизонтально в ґрунті нижче промерзання або в свердловині діаметром 40-60 мм, пробурені вертикально або під кутом на глибину 15-30 м. Завдяки такому технічному рішенню блок теплообмінного контуру виготовляється на площі всього в кілька квадратних метрів і не вимагає додаткових витрат на установку проміжних теплообмінників і роботу циркуляційних насосів.

У свердловинах діаметром 218-324 мм необхідну глибину свердловини можна значно зменшити до 50-70 м, збільшивши відбір теплової енергії не менше ніж до 700 Вт/1 год. м свердловини і забезпечення стабільності цілорічної роботи (всупереч схемі Васильєва) дозволяє використовувати активний контур перетворювача основного теплового насоса, розміщеного в стовбурі водозабірною колодязя, продування потоку рідини, що перекачується, з холодоагентом первинний перетворювач теплового насоса (контур теплообміну не тільки збільшує відбір тепла від прилеглої маси ґрунту, але також збільшує відбір тепла від перекачуваної рідини).

При використанні джерела тепла від суміжної ємності контур розташовують на дні. Глибина не менше 2 метрів. Теплові насоси мають такий же коефіцієнт перетворення енергії, як і при відбиранні тепла з ґрунту. Потужність обігріву на 1 м труби становить приблизно 30 Вт. Отже, щоб встановити тепловий насос потужністю 10 кВт, в озері потрібно прокласти контур довжиною 300 м. Таким чином труба не спливе протягом 1 год. м встановлено близько 5 кг вантажу. Промисловий зразок: 70 - 80 кВт \* год/м на рік.

Якщо тепла від зовнішнього контуру все ж недостатньо для обігріву в умовах сильного морозу, практикується використання насоса в поєднанні з додатковим теплогенератором (у цьому випадку йдеться про двовалентну схему опалення). Коли вулична температура падає нижче розрахункового рівня (двовалентна температура), включається другий теплогенератор - зазвичай невеликий електрообігрівач. [16-18]

#### 1.4 Висновки до першого розділу

У розділі проведено огляд існуючих аналогів проектованої системи. Наведено огляд існуючих програмно-апаратних комплексів підтримання теплового балансу приміщень. Описано переваги і недоліки комплексу СТК РНК. Проведено огляд теплових насосів, принципи її функціонування, переваги і недоліки.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	18
		№ докум.	Підпис			

## 2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Виходячи з вищевикладеного, в даній роботі пропонується завдання проектування апаратно-програмного комплексу віддаленого доступу до діагностики та керування тепловим насосом.

Створення і впровадження автоматизованих систем різних категорій і призначень здійснюється в багатьох галузях промисловості відповідно до нормативно-технічних документів, які встановлюють різноманітні організаційно-методичні та технічні норми, правила і положення, що забезпечують інтеграцію систем і ефективну їх спільну роботу. ускладнення.

Зрозуміло, що в даному випадку початком проектної дії має бути підготовча фаза попередньої (апріорної інформації) проекту. Підготовка включає збір та систематизацію інформації у формі розробки технічного завдання (ТЗ). Фактично ТЗ – це документ, який повинен враховувати всі фактори, що впливають на результат – оформлення РЕЗ. [19-20]

### Технічні вимоги

1. Радіотехнічне призначення: прийом, передача, обробка інформації;
2. Клас об'єкта установки – наземний стаціонарний, що працює в опалюваних наземних та підземних приміщеннях (1 група);
3. Кліматичне виконання – У (помірний клімат із середньорічними змінами температури + 40°C та -45°C);
4. Категорія розміщення на об'єкті – 3 (у закритих приміщеннях із природною вентиляцією без кондиціонування).
5. Конструктивні вимоги
6. Маса  $m \leq 2,5$  кг;
7. Електромагнітна  $\epsilon$ ;
8. Необхідна мережа живлення.

### Вимоги щодо надійності

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	19
		№ докум.	Підпис			

9. Група безвідмовності за наслідками відмов III (втрата виробу чи витрати на ремонт);

10. Клас відновлюваності II (відновлювані вироби, які після капітального ремонту повинні розглядатися як нові, а протягом терміну служби піддаються операціями технічного обслуговування, поточного та середнього ремонту: мовні РЕМ);

11. Режим експлуатації IV (загальний – випадкові періоди очікування та дії).

12. Виробничі та економічні вимоги

13. Виробництво дрібносерійне, крупносерійне;

14. Група за вартістю розробки та виробництва – 2 (проміжна).

Спадкоємність

Для цієї роботи як прототип був запозичений НЧ підсилювач.

Умови експлуатації

1. Група за умовами експлуатації – I (стаціонарна РЕА, що працює в опалюваних приміщеннях);

2. Умови працездатності: температура від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , вологість 45-80% при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ , тиск 630-800 мм.рт.ст.;

3. Механічні впливи: вібрація  $f = 10 \dots 30$  Гц, прискорення вібрації  $A = 2 g$ .

4. Вимоги до патентної чистоти виробу

5. Конструкторські вимоги (габарити, настановні, приєднувальні розміри та ін.);

6. РЕМ має задовольняти: габарити пристрою у зібраному вигляді  $\geq 310 \times 187 \times 76$  мм;

7. Кріплення на площині площею  $310 \times 187 \times 76$  мм; електромагнітний захист відсутня.

8. Вимоги щодо охорони навколишнього середовища;

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			20

9. Умови експлуатації відповідають європейським стандартам охорони навколишнього середовища та людини. Наприкінці терміну служби радіоелектронного засобу необхідна утилізація згідно зі світовим стандартом та ГОСТ.

#### Вимоги взаємозамінності

Ремонт пристрою і заміна частин, що вийшли з ладу, проводиться виключно технічними фахівцями з вищою освітою в галузі електронної техніки.

#### Вимоги стійкості до миючих засобів

Догляд за поверхню корпусу пристрою здійснюється вологими миючими засобами без занурення у вологе середовище і обов'язково у вимкненому стані.

#### Вимоги перешкодозахищеності та запобігання виділенням перешкодам

Схема передбачає принцип ізоляції об'єкта від поля впливу шляхом зміни матеріалу корпусу. Таким чином, можна використовувати принцип відбиття, поглинання або комплексоутворення, що впливає на поле. Звичайно, можна підвищити захищеність самого РЕЗ, який захищений проектними методами, тобто за допомогою екранування (електромагнітного екранування).

#### Вимоги до ЗІП за видом (одинковий або груповий) та складом.

Інструкції з монтажу, експлуатації та конфігурації додаються разом з пристроєм. Зберіть і розберіть пристрій в домашніх умовах за допомогою підручних засобів згідно з інструкцією. У комплект також входить монтажна фурнітура: дроти, кабелі, кріплення, монтажні схеми, кріплення, болти та гайки.

#### Вимоги технологічності

Допускається дрібносерійне та великосерійне виробництво з групою за вартістю розробки та виробництва – 2 (проміжна).

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			21

Працездатність приладу характеризується: температурою від -40 до +40 С, вологістю 45 - 80% при  $t = 25$  С, тиском 630 -800 мм.рт.ст. та механічними впливами: вібрація частотою  $f = 10 \dots 30$  Гц, прискоренням  $A = 2$  g .

Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

РЕА, який буде створений, базується на існуючих статутах, правилах, стандартах і нормах. Пристрій не містить нестандартних деталей і елементів, що дає можливість створювати аналоги без додаткових розробок і проектів. У зібраному і налаштованому вигляді пристрій готовий до призначення

Умови експлуатації

Умови, у яких конструкція має бути працездатною;

Конструкція залишається працездатною за дотримання таких параметрів:

1. Робота в наземних та підземних закритих та відкритих приміщеннях;

2. Температура від -40 до +40 С, вологістю 45 - 80% при  $t = 25$  С, тиском 630 -800 мм.рт.ст;

3. Допустимі короточасні впливи кліматичних факторів;

4. Температура від -45 до +45 °С; вологість 30 - 85% при  $t = 25$  °С не більше 30 хвилин; тиск 450 - 900 мм.рт.ст. трохи більше години.

Механічні впливи

Вібрація з частотою  $f = 10 \dots 30$  Гц і прискорення  $A = 2$  g .

Види обслуговування (постійне або періодичне виконання, що не обслуговується), необхідна кількість та кваліфікація персоналу.

Виконання конструкції - періодично обслуговується (у міру появи відмов у роботі). Ремонт проводиться одним фахівцем із наявністю вищої технічної професійної освіти.

Вказівка до упаковки, транспортування та зберігання

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			22



перевіряє блок обробки інформації датчика, використовує такі блоки, як цифро-аналоговий перетворювач, підсилювач напруги і фільтр нижніх частот. Самодіагностика включає наступне: чіп надсилає закодовану комбінацію на цифро-аналоговий перетворювач, який потім перетворює цифровий сигнал на аналоговий. Вихідна напруга цифро-аналогового перетворювача дорівнює 5, вхідна напруга аналого-цифрового перетворювача, розташованого в датчику, дорівнює 5, тому підсилювач напруги розташований на виході цифро-аналогового перетворювача. Далі аналоговий сигнал, посилений до потрібного рівня напруги, надсилається на фільтр низьких частот, де сигнал відфільтровується від перешкод. Якщо кодова комбінація, виведена нейронним чіпом, узгоджується з кодовою комбінацією, виведеною аналого-цифровим перетворювачем, блок обробки інформації в датчику нейронної мережі починає працювати, і система починає працювати. Цифрові сигнали від датчиків надходять на нейрочіп, де отримані дані обробляються і порівнюються з еталонними значеннями, записаними в постійне сховище. Якщо дані збігаються, результат записується в оперативну пам'ять. Якщо результати не збігаються, нейрочіп видає логічний «0» на вхід пристрою відключення двигуна, який реалізований на оптроні АОУ103. Процес його роботи наступний, якщо тепловий насос працює нормально, на вході оптрона працює світлодіод логічної 1 і тиристор, реле в магнітному пускачі замикається, тобто двигун починає працювати. Якщо виникає несправність, нейрочіп видає логічний «0» на вхід оптрона, світлодіод і тиристор вимикаються, реле включається і двигун зупиняється. Одночасно інформація надходить через універсальний послідовний інтерфейс на консоль оператора, де на основі отриманих значень будується динамічний графік, що характеризує роботу теплового насоса. І за отриманою динамічною діаграмою оператор аналізує, який тип відмови стався. Оператори також можуть вносити

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	24
		№ докум.	Підпис			



За схемою Тевеніна це джерело напруги включено послідовно з резистором  $R$  (Рис. 2.3, а). За концепцією Нортон джерело струму включається паралельно резистору  $R$  (рис. 2.3,б), та ефективне значення струму виражається формулою

$$\sqrt{I_{BR}^2} = \sqrt{4kTB/R}$$

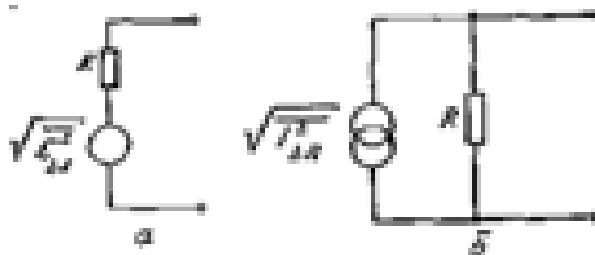


Рисунок 2.3 Еквівалентна електрична схема резистора з джерелом теплового шуму, а схема Тевеніна; б-схема Нортон.

#### Датчик вимірювання тиску

Для безперервного вимірювання тиску і передачі його значень в системи обліку і контролю використовуються датчики тиску зі стандартними вихідними сигналами струму або (рідше) напруги. Датчики можуть вимірювати надлишковий або абсолютний тиск, а також потік. Це залежить від конструкції датчика. Абсолютний тиск - це сума надлишкового і атмосферного тиску.

Датчик тиску складається з датчика, модуля перетворення сигналу датчика, дисплея та корпусу. В даний час найбільш поширеними є тензоприймачі з металевими мембранами. Все частіше застосовуються ємнісні датчики з мембранами з надчистої кераміки (99,9%  $Al_2O_3$ ), наприклад Endress+Hauser, і п'єзорезистивні датчики, наприклад Honeywell.

Принцип роботи тензодатчика з металевією мембраною заснований на вимірюванні деформації тензодатчика, сформованого в тонкій плівці кремнію



Датчики тиску, особливо датчики падіння тиску, часто вимагають обнулення. Це пояснюється тим, що нуль багатьох датчиків «зникає», якщо просторове положення датчика змінюється відносно орієнтації (наприклад, нахил), коли він встановлений на нуль. Альтернативно, якщо датчик тиску з'єднаний з трубопроводом за допомогою імпульсної доріжки, а точка з'єднання імпульсної доріжки з трубопроводом знаходиться вище точки з'єднання датчика з імпульсною доріжкою. Тому, якщо вимірюваним середовищем є пара, вода або інша рідина, стовп рідини буде чинити додатковий тиск на мембрану датчика, викликаючи відхилення його показань від нульового значення.

#### Датчик пожежної сигналізації

Будь-яка протипожежна система - автономна протипожежна система або система, що міститься в структурі охоронної пожежної сигналізації, заснована на бездоганній роботі датчиків пожежної сигналізації. Датчики дозволяють своєчасно та надійно виявляти джерела пожежі та локалізовані пожежі, вони не тільки визначають ефективність комплексу заходів, спрямованих на захист та швидку евакуацію працівників будівлі та відвідувачів, а й допомагають локалізувати та гасити пожежі. Датчики пожежної сигналізації засновані на технологіях, які розпізнають фізичні явища і зміни стану навколишнього простору, які відбуваються внаслідок будь-якого типу загоряння. До них відносяться задимлення в приміщенні, раптове або поступове підвищення температури повітря або матеріалу, наявність інфрачервоного або іншого типу випромінювання, виділення продуктів горіння та інші зміни.

Принцип роботи заснований на зміні диференціального (відносного) або абсолютного (максимального) значення температури контрольованого приміщення або повітря в приміщенні. В якості чутливих елементів для

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	28
		№ докум.	Підпис			

виявлення змін тут можуть використовуватися плавкі вставки, біметалічні пластини, різного роду термістори або пристрої, що працюють за принципом розширення рідини навіть при незначному нагріванні. Для таких пожежних датчиків встановлені граничні пороги допустимих рівнів температури, при досягненні яких на пристрій керування надходить відповідний сигнал. Диференціальний термодатчик реагує на факт підвищення температури, а також на швидкість зміни значення. Вони вимірюють абсолютну і відносну температуру навколишнього повітря за допомогою двох вимірювальних приладів (чутливих елементів). Для виявлення відкритого вогню дуже успішно використовуються диференціальні пожежні датчики, якість їх роботи не залежить від погодних умов і загальної температури навколишнього середовища. [29-30]

У проєкті використовуватимуться мультиплексори Metropolis AMS Lucent Technologies, призначені для мереж доступу. Це допоможе розширити межі мережі, забезпечить економічно ефективний доступ до багатьох служб і забезпечить більшу пропускну здатність даних. Передача даних через існуючу інфраструктуру SDH дозволить усунути потребу в накладеній мережі.

Прилад має невеликі розміри і низьке енергоспоживання. Може використовуватися як термінальний мультиплексор або мультиплексор вставки/видалення. Сфери застосування: Економний доступ до даних у багатоточковому режимі або режимі «точка-точка». Переваги: підтримка служб пакетної передачі та комутації, висока надійність завдяки резервуванню мережі та низькі експлуатаційні витрати завдяки широким можливостям керування.



Рисунок 2.5 – Мультиплексор Metropolis AMS

### Основне застосування

- недорогий доступ до послуг передачі даних для розподілених офісів та мобільних мереж;
- зв'язок локальних мереж 10/100 Base-T «точка-точка» та «точка-багатоточка»;
- організація каналів E1 з мідних проводів (SHDSL);
- мультиплексор введення-виведення;
- термінальний мультиплексор;

Наявність функцій захисту гарантує безперервність надання послуг. Мультиплексори доступні в кільцевій і лінійній конфігураціях. Малі розміри дозволяють встановлювати у вуличних шафах і приміщеннях клієнтів. Мультиплексорами Metropolis AMS керує настроюване рішення оптичного керування Lucent Navis®. Для локального та дистанційного керування STM-1 підтримується консольний інтерфейс на базі ПК.

Модем AVC-5610 призначений для передачі даних у форматі CWDM. Стабільне модемне з'єднання досягається за рахунок використання якісної апаратної бази та спеціально адаптованої керуючої прошивки. Завдяки цьому модем здатний достовірно розпізнавати всі електричні сигнали, має високу перешкодостійкість, надійність і унікальні можливості налаштування кожного конкретного каналу зв'язку. [31-32]

### Переваги технології CWDM:

- передача 16-ти незалежних сервісів з двох пар ВВ;
- низька вартість у порівнянні з DWDM;
- гнучкість у реалізації різних топологій;
- передача даних великі відстані;
- єдина система управління всіма вузлами мережі CWDM.



- адресний простір – 16 Гбайт;
- формат скалярних та векторних даних:  
32-розрядні скаляри;  
вектора з елементами змінної розрядності від 1 до 64, упаковані в 64-розрядні блоки даних;
- апаратна підтримка операцій множення вектора на матрицю чи матриці на матрицю;
- апаратна реалізація функції насичення два пристрої генерації адреси;
- Регістри:  
8 32-розрядних регістрів загального призначення;  
8 32-розрядних адресних регістрів;  
3 внутрішні пам'яті по 32 \* 64 біт;  
спеціальні регістри управління та стану;
- команди процесора NM6403 32- та 64-розрядні (одна команда зазвичай задає дві операції);
- два 64-розрядні програмовані інтерфейси для роботи з будь-яким типом зовнішньої пам'яті. Кожен інтерфейс підтримує;
- обмін із двома банками пам'яті різного типу (статична чи динамічна пам'ять);
- два швидкісні байтові комунікаційні порти вводу/виводу, апаратно сумісні з портами TMS320C4x.

## 2.4 Вибір та обґрунтування модему та периферійних пристроїв

Вся оперативна пам'ять ділиться на дві групи: статична і динамічна. У статичних накопичувачах оперативної пам'яті використовуються тригерні накопичувачі. У динамічній оперативній пам'яті запам'ятовуючим елементом є конденсатор, де зберігається інформація за наявності або відсутності заряду.

Статична ОЗП складається з матриці запам'ятовуючих елементів, кожен з яких може бути встановлений в один із двох станів, які зберігаються при подачі напруги живлення.

Біполярні ОЗП, побудовані на компонентах ТТЛ і ТТЛШ, мають найвищу продуктивність, але ці МС мають найвищий рівень енергоспоживання.

Схема ОЗП представлена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 Оперативний пристрій.

У цьому проекті оперативна пам'ять використовується для зберігання налаштувань програми, вагових коефіцієнтів, набору динамічних карт, що відповідають різним типам несправностей і результатів порівняння еталонних значень з отриманими даними.





Крім того, цей інтерфейс має значну перевагу, оскільки дозволяє гаряче підключити пристрій до ПК. Тобто без вимкнення ПК, що припиняє поточну роботу. [34]

Було обрано спеціальну мікросхему — USB-контролер SL-11 від Scan Logic — оскільки вона інтегрувала всі необхідні компоненти у відносно невеликий корпус (28 PLCC): приймач, передавач, модуль буферної пам'яті, інтерфейс паралельного мікропроцесора. З додаткових компонентів потрібен тільки кварцовий резонатор для установки тактової частоти внутрішнього генератора і сам роз'єм.

Основні характеристики USB контролера SL -11:

- стандартний мікропроцесорний інтерфейс;
- підтримка каналу ПДП;
- двонаправлений 8-розрядний паралельний інтерфейс;
- 256 байт пам'яті на кристалі;
- 4 контакти USB інтерфейсу;
- USB передавач;
- 5В, 0.8мк КМОП технологія;
- 28 PLCC корпус.

Передавач працює повністю відповідно до стандарту USB версії 1.0 та може вести обмін у режимі повної швидкості – 12 Мбіт/сек.

## 2.5 Розробка приймача

Для розробленої системи в якості пристрою бездротової передачі даних використовується однокристальний трансивер XE1203, розроблений для частотного діапазону ISM (433 МГц/868 МГц/915 МГц). Високий рівень інтеграції дозволяє досягти максимальної гнучкості з мінімальною кількістю зовнішніх компонентів. Трансивер XE1203 забезпечує зв'язок зі швидкістю







На основі широкого аналізу технічного завдання проводяться розрахунки конструкції, щоб створити пристрій за допомогою виробника електроніки. Особливу увагу слід звернути на проектування та розрахунок прискорення при механічних, температурних і вібраційних процесах.

Для виконання завдання знадобляться такі пристрої:

- однокристальна мікроЕОМ;
- датчик швидкості;
- Давач сигналізації;
- датчик тиску;
- датчик температури;
- рідкокристалічний індикатор (РКІ);
- клавіатура;
- драйвер керування транзистором IGBT .

Мікрокомп'ютер (мікроконтролер) забезпечує управління всією схемою і дозволяє виконувати всі задані функції. Мікроконтролер є основою всього пристрою. Датчик визначає основні параметри теплового насоса шляхом вимірювання часу між двома цифровими сигналами. РК-дисплей і клавіатура дозволяють відображати і встановлювати основні робочі параметри, драйвер управління транзистором IGBT і сам транзистор IGBT можна регулювати за допомогою широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).

Структурно-функціональна схема (рисунок 2.14) базується на апаратно-програмному підході до реалізації алгоритму, що передбачає розробку як програмного, так і апаратного забезпечення. Це включає в себе конфігурацію пристроїв керування з програмною логікою на основі мікропроцесора. Цей варіант охоплює широкий спектр можливостей використання великих інтегральних мікросхем (ВІС) в пристроях захисту і дозволяє максимально узгодити апаратно-програмний пристрій, що розробляється, зі специфікою розв'язуваної задачі. [35-39]



наступне: нейрочіп надсилає кодову комбінацію на цифро-аналоговий перетворювач, який потім перетворює цифровий сигнал на аналоговий. Вихідна напруга цифро-аналогового перетворювача дорівнює 5, вхідна напруга аналого-цифрового перетворювача, розташованого в датчику нейронної мережі, дорівнює 5, тому підсилювач напруги розташований на виході цифро-аналогового перетворювача - аналогового перетворювача. Далі аналоговий сигнал, посилений до потрібного рівня напруги, надсилається на фільтр низьких частот, де сигнал відфільтровується від перешкод. Якщо кодова комбінація, виведена нейронним чіпом, узгоджується з кодовою комбінацією, виведеною аналого-цифровим перетворювачем, блок обробки інформації в датчику нейронної мережі починає працювати, і система починає працювати. Цифрові сигнали від датчиків надходять на нейрочіп, де отримані дані обробляються і порівнюються з еталонними значеннями, записаними в постійне сховище. Якщо дані збігаються, результат записується в оперативну пам'ять. Якщо результати не збігаються, нейрочіп видає логічний «0» на вхід пристрою відключення двигуна, який реалізований на оптроні АОУ103. Процес його роботи наступний, якщо тепловий насос працює нормально, на вході оптрона працює світлодіод логічної 1 і тиристор, реле в магнітному пускачі замикається, тобто двигун починає працювати. Якщо виникає несправність, нейрочіп видає логічний «0» на вхід оптрона, світлодіод і тиристор вимикаються, реле включається і двигун зупиняється. Одночасно інформація надходить через універсальний послідовний інтерфейс на консоль оператора, де на основі отриманих значень будується динамічний графік, що характеризує роботу теплового насоса. І за отриманою динамічною діаграмою оператор аналізує, який тип відмови стався. Оператори також можуть вносити зміни в роботу системи через універсальний послідовний інтерфейс або пристрій бездротової передачі даних.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	42
		№ докум.	Підпис			

## 2.7 Вибір елементної бази

Вибір компонентної бази є важливою частиною розробки будь-якого електронного пристрою, оскільки від правильного вибору залежить як вартість пристрою, так і гарантоване виконання його функції в умовах, визначених технічним завданням. При виборі монтажної елементної основи необхідно враховувати наступні вимоги:

- забезпечення мінімальної споживаної потужності електрорадіоелементів (ЕРЕ);

- забезпечення швидкодії ЕРЕ;

- забезпечення заданих габаритів плати;

- забезпечення роботи плати за умов, зазначених у технічному завданні;

- забезпечення найменшої вартості плати;

- забезпечення простоти ремонту.

- Таким чином, завдання вибору типу елементної бази складається із трьох основних етапів:

- вибір серій використовуваних інтегральних схем;

- вибір типів корпусів використовуваних інтегральних схем;

- вибір інших ЕРЕ.

В якості центрального вузла можуть використовуватися різні мікропроцесори і мікроконтролери, наприклад мікропроцесор І 8086, ПІС-контролер серії MCS-51. При використанні мікропроцесорів необхідно підключати велику кількість кадрів ВІС. Тому доцільніше використовувати мікроконтролер, який об'єднує в одному кристалі всі вузли, необхідні для роботи центрального мікропроцесора.

У цьому пристрої мікроконтролер Philips® 80C552 буде використовуватися як блок керування. Кристал містить ядро та систему

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	43
		№ докум.	Підпис			

відомого мікроконтролера INTEL® 8051, але значно перевершує його набором вбудованого обладнання та гнучкістю його використання. З апаратної частини можна помітити наявність вбудованого аналого-цифрового перетворювача (АЦП) і аналогового перемикача. Також зауважте, що цей мікроконтролер потребує зовнішнього PZR. Crystal 80 C 552 має такі особливості:

- систему команд та архітектуру 8051. При використанні зовнішнього швидкодіючого ПЗП дозволяє застосовувати кварци до 30 МГц.

Нижній поріг частоти збудження 12 МГц;

- внутрішнє ОЗП - 256 байт, крім керівників SFR регістрів;
- адресує по шині до 64кбайт зовнішнього ПЗП та стільки ж додаткової зовнішньої пам'яті даних;

- два 16 бітних таймери T0 та T1 стандартної архітектури від 8051;

- додатковий (плюс до двох стандартних) 16 - бітний таймер T2, пов'язаний з 4 вбудованими схемами читання на "льоту" та з 3 регістрів порівняння "на льоту". Вузол засувки дозволяє апаратно вимірювати інтервали на 4 діаграмах дискретних сигналів одночасно. Вузол порівняння дозволяє апаратно генерувати одночасно до 8 діаграм дискретних сигналів;

10-розрядний АЦП з 8-канальним мультиплексором і схемою зберігання вхідної вибірки. При частоті кварцу 16 МГц час перетворення становить 375 мкс. Опорна напруга встановлюється зовнішнім джерелом. Аналогові схеми мають входи живлення, ізольовані від цифрових схем, а також Avdd і загальний аналоговий Avss. Це дозволяє значно знизити рівень шуму. Загальний Avss повинен бути з'єднаний із цифровим загальним Vss зовнішньою схемою в оптимальній точці для конкретної схеми (щоб зменшити імпульсний шум через стрибки струму). Позитивне живлення для Avdd не повинно перевищувати рівень живлення для кристалічних цифрових схем більш ніж на 0,7 В. Він повинен відфільтровувати імпульсні перешкоди.







Слід зазначити, що для досягнення такої функціональності необхідно підібрати бібліотеку сучасних елементів. І він може повністю підтримуватися сучасними мікропроцесорами з архітектурою RISC, які є не тільки досить потужними, але й достатньо продуктивними, щоб запускати сучасні програмні засоби з дуже низьким енергоспоживанням. [35-39]

## 2.9 Висновки до другого розділу

У розділі проведена розробка функціональної схеми системи. Наведена розробка технічної структури периферійного устрою. Визначені і описані основні складові системи: датчики; лінії зв'язку; модем. Проведено вибір та розрахунок нейрочіпа, вибір та обґрунтування модему та периферійних пристроїв. Розроблено приймач.

Наведена розробка структурної схеми контролера. Також проведена розробка принципової схеми контролера.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			48

## 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА

### 3.1 Розробка алгоритмів обробки даних контролером

Для реалізації функцій побудованої схеми потрібен алгоритм реалізації цих функцій. На основі цього алгоритму буде написана програма для мікроконтролера. Спочатку введіть необхідний номер датчика з клавіатури, потім натисніть кнопку «Пуск», і почнеться пошук датчика. Сигнал з датчика надходить на вхід зовнішнього переривання INT1 мікропроцесора. Параметр температури визначається за допомогою вбудованого таймера-лічильника. Це значення порівнюється з заданим значенням, якщо воно більше, то частота імпульсів збільшиться, інакше, якщо воно менше, частота імпульсів зменшиться. Потім це значення відображається у другому рядку РКІ. Кожен раз, коли сигнал надходить від датчика, він вимірюється та виводиться. [35-39]

### 3.2 Розробка алгоритмів обробки даних

Алгоритм завантаження контролера складається з наступних кроків:

1. Завантажте ПЗУ для завантаження. Програма записана в ROM (пам'ять мікросхеми) і дозволяє завантажувати МК через SPI Dataflash (пам'ять, встановлена на платі).

2. Завантажувач копіюється з SPI Dataflash до SDRAM. Перший завантажувач користувача розміщується в SRAM, яка розділена на блоки коду по 12 КБ і блоки даних по 4 КБ. Необхідна ініціалізація периферійних пристроїв: PLL, SDRAM; послідовний порт тощо.

3. Запустіть U-boot у SDRAM. Ця операція виконується мінізавантажувачем. Якщо додаткові функції не потрібні, програми користувача можна запускати замість U-boot. U-boot є дуже потужним





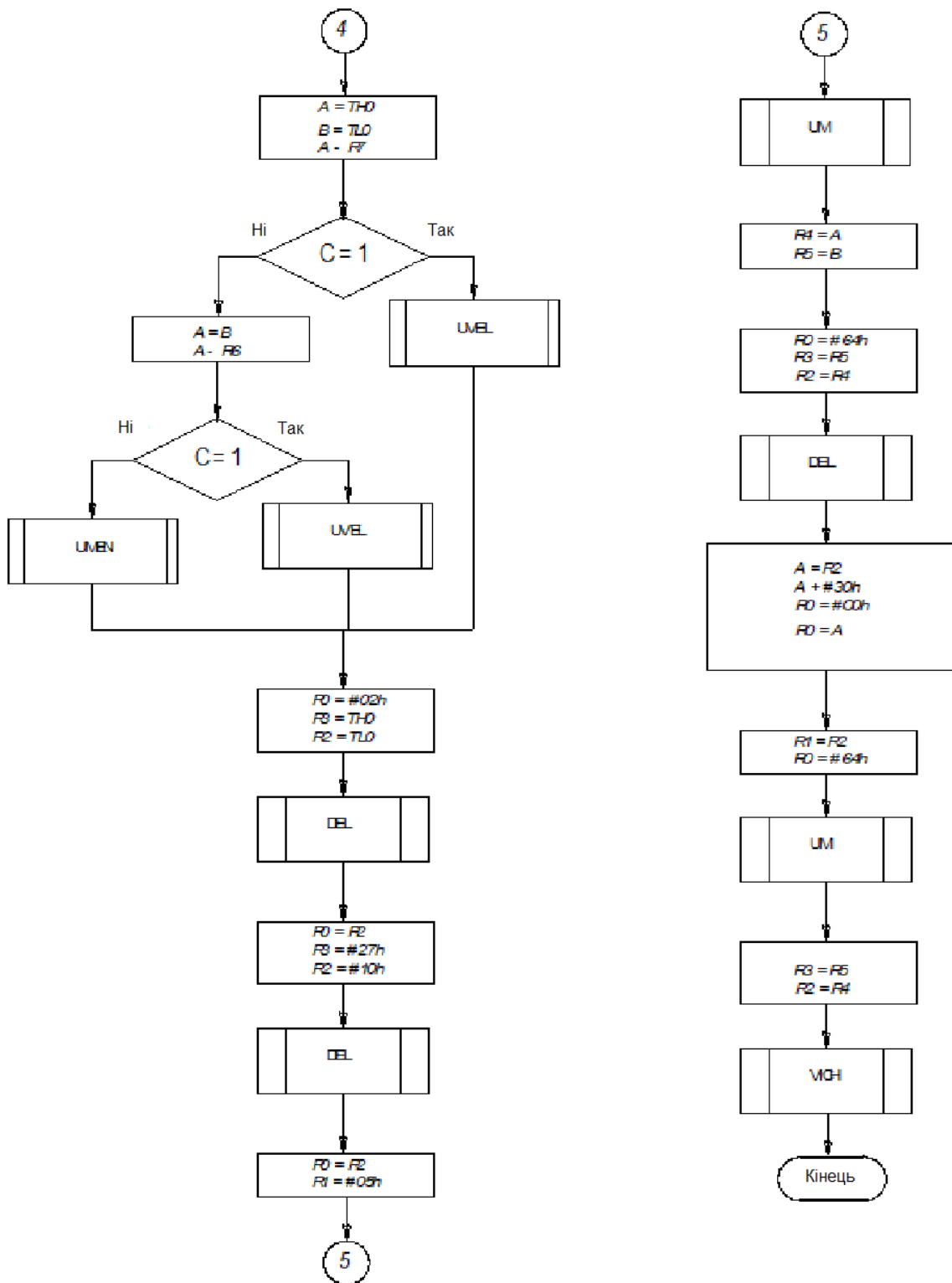


Рисунок 3.1 Алгоритм програм (продовження)

### 3.3 Розробка програми

Програми в додатку Б призначені для керування контролером за допомогою мікропроцесорної системи. Для цього в програмі реалізована програмна триканальна ШІМ. У програмі реалізований наступний алгоритм управління: при натисканні кнопки вмикається сигналізація, датчики тиску і температури, при натисканні кнопки KN2 датчики відключаються. Як правило, все управління полягає у формуванні однієї з шести комбінацій сигналів на виході контролера в залежності від натиснутої кнопки і попереднього стану.

Програмне забезпечення, необхідне мікропроцесорній системі для правильної роботи, є величезним і потребує великих затрат праці всієї команди. Цей проект розробляє частину мікропрограми, яка відповідає за початкову ініціалізацію мікропроцесора та запуск завантажувача. Повний текст плану наведено у додатках. [40-41]

Алгоритм роботи початкового завантажувача наступний:

Перший крок: Ініціалізація обладнання

1. Встановлення заборони переривань процесора.
2. Конфігурація PLLA
3. Конфігурація PLLB
4. Перемикання МСК на PLLB /2
5. Активація налагоджувальних повідомлень у порту DBGU
6. Конфігурація таблиці пам'яті
7. Ініціалізація DataFlash
8. Ініціалізація NandFlash
9. Конфігурація портів введення та виведення
10. Вихід

Другий крок: Завантаження вмісту з Nand flash в ОЗП

Третій крок: Розпакування вмісту ОЗП

Четвертий крок: Запуск програми

### 3.4 Рекомендації щодо налагодження

Підготовка програми мікроконтролера до виконання на персональному комп'ютері включає наступні етапи:

- Створення програмних текстів;
- переводити текст у машинний код і виправляти граматичні помилки;
- Налагодження програм, тобто усунення логічних помилок;
- Остаточне програмування мікроконтролера AVR.

Кожен етап вимагає використання спеціального програмного та апаратного забезпечення. Нижче наведено найбільш доступні наразі.

Базове програмне забезпечення розповсюджується безкоштовно, а апаратне забезпечення платне.

Слід зазначити, що на додаток до безкоштовного програмного забезпечення Atmel, яке дозволяє програмувати лише мовою асемблера, IAR SYSTEMS, CMX CORPORATION, KANDA SYSTEMS Ltd. та інші розробили інструменти для підтримки програмування на високорівневому C, а також у режимі реального часу. операційні системи.

Результатом першого етапу роботи є файл .asm, що містить текст програми (розширення імені файлу зазвичай вказує на мову програмування) і подається в програму перекладу, яка, у свою чергу, створює чотири нових файли: список файл (.lst), об'єктний файл (.obj), файл мікропрограми FLASH-пам'яті (.hex), файл мікропрограми пам'яті EEPROM (.eep).

Файл списку — це звіт про роботу перекладача. Він перераховує радіопрограми у вигляді необробленого тексту, де кожен рядок

відображається у відповідному двійковому коді. Крім того, маніфест містить повідомлення про виявлені помилки.

Об'єктні файли пізніше використовуються як вхідні дані для відладчика та мають спеціальний формат. Файли прошивки для блоків пам'яті FLASH і EEPROM призначені для роботи з будь-яким послідовним і паралельним програматором AVR і мають стандартний формат.

Наступним етапом підготовки програми є її налагодження, яке може здійснюватися двома основними способами: на персональному комп'ютері за допомогою програми-емулятора або в реальній мікропроцесорній системі. Ці два підходи доповнюють один одного.

У той же час процедури налагодження, пов'язані з будь-якими зовнішніми елементами, зручно виконувати безпосередньо в робочій системі. Наприклад, якщо мікроконтролер генерує сигнал ШІМ, який керує яскравістю світлодіода, ви можете оцінити зміну кольору, лише дивлячись на фактичне розташування.

Для налагодження програми в робочій системі, крім програмних засобів, потрібні також апаратні. Нижче наведені різні варіанти побудови налагоджувальної системи, що відрізняються своєю вартістю та можливостями.

Найшвидший спосіб побудувати мікропроцесорну систему, яка не потребує паяння, — придбати Atmel AVR Starter Kit, який включає в себе плату розробки, «Посібник користувача інструментів розробки», диск з програмним забезпеченням, компакт-диск із повною документацією всіх типів і багато прикладів. Розробна плата містить панель для взаємодії з базовим типом мікроконтролера в корпусі DIP; джерело живлення; послідовний програматор, вузол інтерфейсу RS-232 для зв'язку з комп'ютером через асинхронний послідовний канал; набір з 8 світлодіодів і 8 кнопкових перемикачів, які можна підключити до виходу порту мікроконтролера,

роз'єми, через які можна розширити мікропроцесорну систему за допомогою гнучких кабелів. Універсальність розробної плати полегшує навчання та створення прототипів нових розробок.

Однак для багатьох конкретних проектів конструктивна реалізація девелоперської плати може не підійти, або використання блоку живлення, послідовного програматора і панелі для різних типів ситуацій на цій платі буде зайвим. При цьому вони спеціально розроблені для задоволення вимог конкретних завдань.

Одним з найважливіших переваг мікроконтролера є те, що його апаратні ресурси «заховані» всередині, тому схема дуже проста. У багатьох конкретних додатках така простота та мініатюризація дозволяє не виносити цифрову частину на окрему плату, а розміщувати її безпосередньо в аналоговому блоці. Навчати техніці програмування.

Заключним етапом програмування мікроконтролера є запис налаштованої програми в пам'ять. Це можна зробити як налагодження програми через інтерфейс SPI. Однак слід пам'ятати, що послідовне програмування нових моделей не дозволяє змінювати біт FUSE мікроконтролера.

Якщо мікропроцесорна система не забезпечує інтерфейс SPI, а в серійному виробництві, програміст, що використовує паралельне програмування, може зручно збільшити швидкість програмування великої кількості мікроконтролерів. Слід зазначити, що паралельні програматори, як правило, є пристроями загального призначення, які додатково дозволяють працювати з іншими типами мікроконтролерів, пристроями енергонезалежної пам'яті та мікросхемами програмованої логіки.

### 3.5 Висновки до третього розділу

Розроблено програмне забезпечення контролера теплового насосу. Для цього розроблено алгоритми обробки даних контролером. Після цього проведена розробка програми, лістігни програм наведеноу додатках. Розроблено рекомендації щодо налагодження системи.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			57

## ВИСНОВКИ

У даній роботі представлений варіант реалізації локальної системи керування, що дозволяє експлуатувати водопровідний тепловий насос Dimplex WI 22TE. Для даної системи підбрано функціональні елементи та визначено їх передавальні функції на основі технічних характеристик обраного обладнання. Далі досліджується система керування стійкістю (включаючи дискретні компоненти), визначається показник її якості та будується дійсна логарифмічна характеристика. За результатами проведеної роботи видно, що технічні параметри вихідної системи відповідають параметрам, зазначеним у технічному завданні на розробку автоматичної системи (різниця параметрів знаходиться в межах похибки 5%), а система має фазу запас стійкості.

Видно, що розроблена система відповідає вимогам технічного завдання і може бути реалізована на практиці.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			58

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. 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>.
2. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>
3. 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.
4. 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.
5. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вида-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.
6. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.
7. Image Processing Toolbox For Use with Matlab, User's Guide. Version 3. – The Math Works Inc., 2004. – 775 p.
8. 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.
9. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

10. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.
11. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
12. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.
13. 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.
14. 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 “ХП”)
15. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 2003. – 432 с.
16. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.
17. 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.
18. 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>.
19. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

20. 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.

21. 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.

22. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.

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

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

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

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

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

28. 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.

29. 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.

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

31. 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.

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

33. 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.

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. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.

36. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані електроприводи зі широтно- імпульсною модуляцією: Монографія/ Г.Г. Півняк, О.В Волков.. -

37. Теорія електропривода : Підручник / [М. Г. Попович, М.Г. Борисик, В.А. Гаврилук та ін.] ; за ред. М. Г. Поповича. – Київ : Вища шк., 2003. – 454 с.

38. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.

39. 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.

40. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С.

					КвРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			62

Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жуляя. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.

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

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

					КВРАКІТ.2019048.01.08 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			63

## Додаток А

### Лістинг ПЗ контролера

```
$ nolist
```

```
$include(org.prc)
```

```
$include(pic_io.mac)
```

```
$include(lcd_io.mac)
```

```
$include(kbrd_io.mac)
```

```
$include(552asm.inc)
```

```
$list
```

```
LJMP START; перехід на основну програму
```

```
ORG 8003h; підпрограма обробки переривання за INT0
```

```
RETI; вихід із підпрограми обробки переривання по INT0
```

```
ORG 8013h; підпрограма обробки переривання з INT1
```

```
ADD A,TL1
```

```
JB PSW.0, M11; перехід якщо надійшло переривання зупиняє
```

таймер

```
SETB TCON.4
```

```
JMP M12
```

```
M11: CLR TCON.4; зупинка таймера
```

```
MOV IEN0, # 00h; блокування переривань
```

```
MOV TL1, # 00h; обнулення лічильника імпульсів
```

```
M12: RETI; вихід із підпрограми обробки переривання по INT1
```

```
START: CALL I2cinit; перевірка зв'язку із співпроцесором  
%PicGet(PIC_flg)
```

```
JC PROG
```

```
HALT: %SEND_STR_LCD(ERR1)
```

```

        AJMP START
PROG:   CLR CY; обнулити біт перенесення
        LCALL LCDinit; ініціалізувати ПКІ
        MOV
ACC,(Scan_8_lines+INTenable+AutoRepeat_en+Beep_enable) ; (8 ліній +
переривання по INT0)
        LCALL initKBRD; ініціалізувати клавіатуру
NEW:    %SEND_CMD_LCD(01h) ; очистити екран
        CALL D; підпрограма тимчасової затримки
        %PICGET(PIC_flg); перевірка стану співпроцесора
        JNB ACC.KBRDRQU,NEW; перехід якщо клавіша не
натиснута
        %PICGET(KBRD_STS); читання коду натиснутої клавіші
        %KBRD_COD; перетворення на коди ПКІ
        LCALL LCDD; виведення на екран заданого числа
MOV A, R0; перетворення коду натиснутої клавіші на число
        SUBB A, #30h
        MOV R0,A
        MOV R1, #64h
        LCALL UM
        MOV R6,A; запис числа оборотів у регістри R6 та R7
        MOV R7, B; у регістрі R7 – старші розряди, а у R6 – молодші
M1:    %PICGET(PIC_flg)
        JNB ACC.KBRDRQU,M1
        %PICGET(KBRD_STS)
        %KBRD_COD
        LCALL LCDD; висновок на екран заданого числа
        MOV A, R0; перетворення коду натиснутої клавіші в число об/хв

```

```
JNC dwb4
MOV R4, #FFh
XCH A,R4
DIV AB
ADD A,R2
MOV R2,A
MOV A,R4
ADD A,B
MOV B,R0
```

```
dwb4:    CJNE A, B, dwb1
```

```
dwb1:    JC dwb2
```

```
        SUBB A,B
```

```
        INC R2
```

```
dwb2:    DJNZ R1, dwb3
```

```
        RET
```

```
VICH:    CLR C; операція віднімання
```

```
        MOV A,R2
```

```
        SUBB A,R0
```

```
        MOV R2,A
```

```
        MOV A,R3
```

```
        SUBB A,R1
```

```
        MOV R3,A
```

```
        RET
```

```
D:    % DELAY; тимчасова затримка
```

```
        RET
```

## Додаток Б

### Лістинг ПЗ користувача

MPASM 5.05 .ASM 1-26-2010 18:09:07 PAGE 1

LOC OBJECT CODE LINE SOURCE TEXT  
VALUE

00001

00002 #INCLUDE P16F886.INC

00001 LIST

00002; P16F886.INC Standard Header File, Version 1.00 Microchip  
Technology, Inc.

00614 LIST

00003; ПІДРАХУНОК ІМПУЛЬСІВ З ВИРОБЛЯЄТЬСЯ 1 СЕКУНДУ.

00004; ЗА ОБІР ПРОХОДИТЬ 1 ІМПУЛЬС. ЗНАЧЕННЯ У  
ЛІЧИЛЬНИКУ БУДЕ

00005; N ЗА СЕКУНДУ. ЗА ХВИЛИНУ ТРЕБА ПРИМНОЖИТИ НА 60.  
НА 10 МИ ДЛИМО,

00006; УБРАВ РОЗРЯД ОДИНИЦЬ З ІНДИКАЦІЇ

00007; ОТРИМАЄМО:  $N_x \cdot 60 \Rightarrow N_x \cdot 6 = n$  ПРО/МІН. 1 СЕК.  
ОТРИМАЄМО З TMR 0, З ПЕРЕДІЛЬНИКОМ K=32:

00008; ВИЗНАЧЕННЯ РЕЄСТРІВ.

00000000 00009 INDF EQU 00 h ;ДОСТУП ДО ПАМ'ЯТІ ЧЕРЕЗ FSR .

00000001 00010 TMR0 EQU 01H; TMR0.

00000081 00011 OPTION\_REG EQU 81H; OPTION (RP0=1).

00000002 00012 PC EQU 02 H ; ЛІЧИЛЬНИК КОМАНД.

00000003 00013 STATUS EQU 03 H ; РЕЄСТР СТАНУ АЛУ.

00000004 00014 FSR EQU 04 Н ; РЕЄСТР НЕДІЛЬНОЇ АДРЕСАЦІЇ.  
00000005 00015 PORTA EQU 05 Н ; ПОРТ А ВВЕДЕННЯ; ВИСНОВКУ.  
00000006 00016 PORTB EQU 06 Н ; ПОРТ У ВВЕДЕННЯ; ВИСНОВКУ.  
00000085 00017 TRISA EQU 85 Н ; НАПРЯМКИ ДАНИХ ПОРТА А.  
00000086 00018 TRISB EQU 86 Н ; НАПРЯМКИ ДАНИХ ПОРТА В.  
0000000 В 00019 INTCON EQU 0 ВН ; РЕЄСТР ПРАЦЮВАНЬ  
ПЕРИВАНЬ.

00020

00021; ВИЗНАЧЕННЯ РЕЄСТРІВ ІНДИКАЦІЇ.

00000010 00022 DESI EQU 010 Н ; ДЕСЯТКИ ІНДИКАЦІЇ.

00000011 00023 SOTI EQU 011 Н ; СОТНІ.

00000012 00024 TUSI EQU 012 Н ; ТИСЯЧІ.

00025

00026; РЕЄСТРИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНДИКАЦІЇ.

00000013 00027 ANOD EQU 013 Н ; АНОД.

00000014 00028 SEGD EQU 014 Н ; СЕГМЕНТИ.

00029

00030; ТИМЧАСОВІ, ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПІД ПЕРИВАННЯ

00000015 00031 W \_ TEMP EQU 015 Н ; БАЙТ ЗБЕРІГАННЯ РЕЄСТРУ  
W ПРИ ПЕРЕПРИВАННІ.

00000016 00032 STATUS \_ TEMP EQU 016 Н ; БАЙТ ЗБЕРІГАННЯ  
РЕЄСТРУ STATUS ПРИ ПЕРЕПРИВАННІ.

00000017 00033 FSR \_ TEMP EQU 017 Н ; ТИМЧАСОВИЙ ДЛЯ FSR .

00034

00035; ВИЗНАЧЕННЯ РЕЄСТРІВ РАХУНКУ.

00000018 00036 DES EQU 018 Н ; МОЛОДШИЙ РОЗРЯД РЕЄСТРУ  
РАХУНКУ.

00000019 00037 SOT EQU 019 Н ; СТАРШИЙ РОЗРЯД.

007 D 0816 00202 MOVFW STATUS \_ TEMP ;ВІДНОВЛЕННЯ  
РЕЄСТРІВ:

007E 0083 00203 MOVWF STATUS ;STATUS,

007F 0817 00204 MOVFW FSR\_TEMP

0080 0084 00205 MOVWF FSR ;FSR,

0081 0815 00206 MOVFW W\_TEMP; W.

0082 0009 00207 RETFIE ; ПОВЕРНЕННЯ З ПРИПРИВАННЯ.

00208; 9. РАХУНОК

0083 00209 DES 1

0083 0818 00210 MOVFW DES ;ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗНАЧЕНЬ МЛ.  
РОЗРЯДУ В РАБ. РЕЄСТР.

0084 3 CFF 00211 SUBLW 0 FFH ;ВИЧИСТЬ З РЕЄСТРУ 255.

0085 1903 288 A 00212 BZ SOT 1 ;ПОРІВНИТИ НА О, ЯКЩО  
РІВНО, ПЕРЕЙТИ,

0087 0 A 98 00213 INCF DES , F ;ІНАЧЕ ДОДАТИ 1 В РЕЄСТР МЛ.  
РОЗРЯДУ.

0088 108 B 00214 BCF INTCON ,1; скидання прапора переривання.

0089 287 D 00215 GOTO RECONST

008 A 00216 SOT 1

008 A 0198 00217 CLRF DES ;ОБНУЛЕННЯ РЕЄСТРУ МЛ. РОЗРЯДУ.

008 B 0819 00218 MOVFW SOT ;ЗАВАНТАЖЕННЯ СТ. РОЗРЯДУ В  
РАБ. РЕЄСТР.

008 C 3 CFF 00219 SUBLW 0 FFH ;ВИЧИСТЬ З РЕЄСТРУ 255.

008 D 1903 2892 00220 BZ FALSH ;ПОРІВНИТИ НА О, ЯКЩО  
РІВНО, ЗНАЧИТЬ ПОМИЛКА.

008 F 0 A 99 00221 INCF SOT , F ;ДОДАТИ 1 В СТ. РОЗРЯД.

0090 108 B 00222 BCF INTCON ,1; скидання прапора переривання.

0091 287 D 00223 GOTO RECONST

0092 00224 FALSH

0092 0199 00225 CLRF SOT ;ОБНУЛЮЄМО.

0093 0198 00226 CLRF DES

0094 287 D 00227 GOTO RECONST ;ПОЧИНАЄМО СПОЧАТКУ.

00228

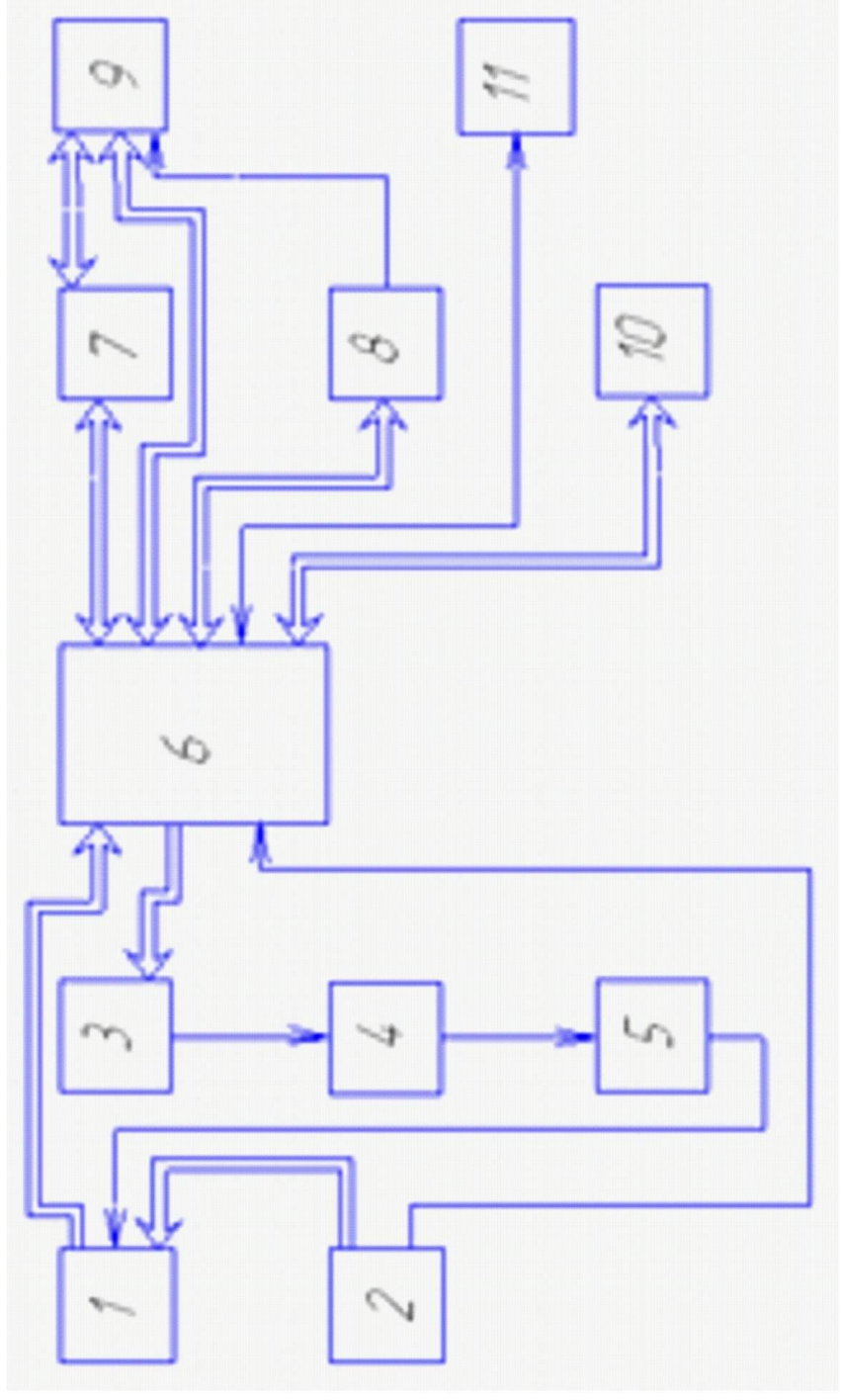
00229 END

MEMORY USAGE MAP ('X' = Used, '-' = Unused)

## Додаток В

### Структурна схема

КВРАКІТ.2019048.01.08 Е1

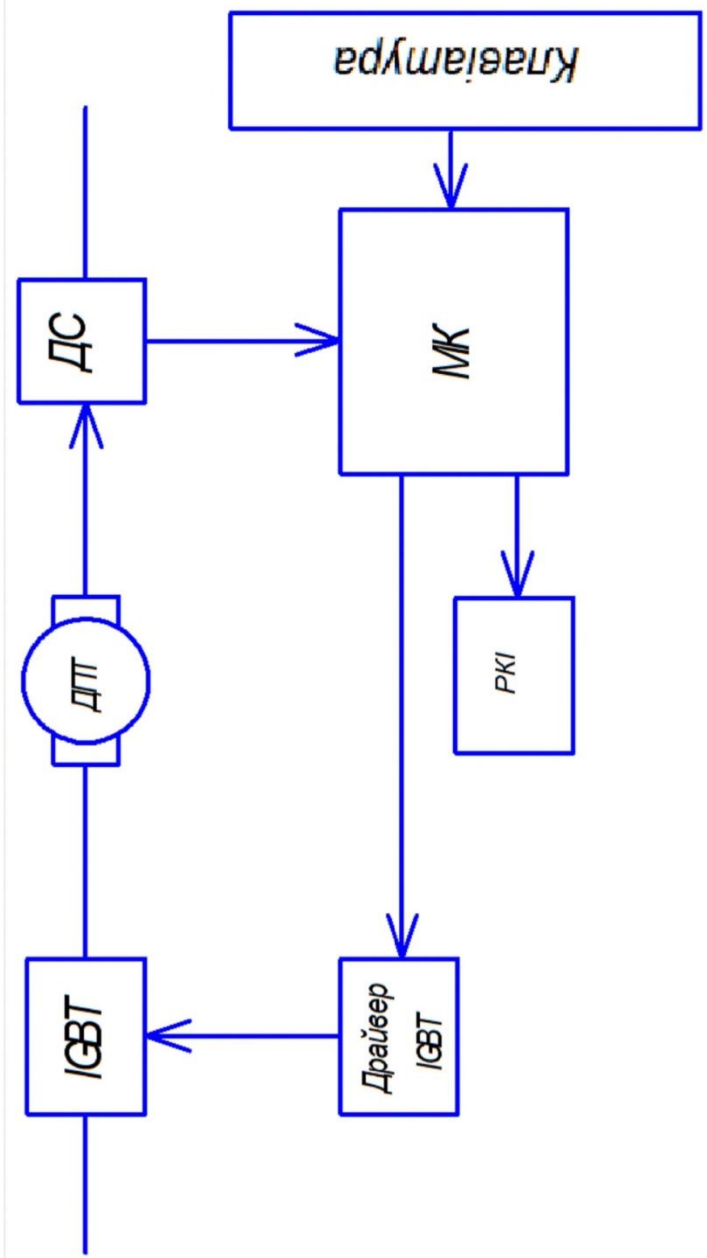


<b>КВРАКІТ.2019048.01.08 Е1</b>			
<i>Структурна схема</i>		Літ	Маса
<i>Система керування тепловим насосом</i>		У	Масш.
		Автори	Автори
		<b>ХНУ, АКІТ-19-1</b>	
Вид	Лист	№ докум.	Підпис
Розроб.		Матвійчук О.	
Перевір.		Корсацька Л.О.	
Н.контр.		Мартинюк В.В.	
Затв.			
			Дата

# Додаток Г

## Функціональна схема

КВРАКІТ.2019048.01.08.E2



<b>КВРАКІТ.2019048.01.08.E2</b>			
<b>Функціональна схема</b>		Літ	Масш.
<b>Система керування тепловим насосом</b>		У	
		Арчук	Арчушат
		<b>ХНУ, АКІТ-19-1</b>	
Вид	Лист	№ докум.	Підпис
Розроб.		Матвійчук О.	
Перевір.		Кордацька Л.О.	
Н.контр.		Мартинюк В.В.	
Затв.			



Ім'я користувача:  
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:  
1015652747

Дата перевірки:  
20.06.2023 10:06:42 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
20.06.2023 10:38:22 EEST

ID користувача:  
100005862

Назва документа: **Матвійчук**

Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 10578 Кількість символів: 77643 Розмір файлу: 1.94 MB ID файлу: 1015298393

103 слова позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

## 7.91% Схожість

Найбільша схожість: 2.37% з Інтернет-джерелом (<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=730513>)

7.91% Джерела з Інтернету 268 ..... Сторінка 71

0.59% Джерела з Бібліотеки 6 ..... Сторінка 72

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання 1 ..... Сторінка 72

## 0.01% Вилучень

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

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.01% Вилученого тексту з Бібліотеки 9 ..... Сторінка 72

## Модифікації

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

Замінені символи 10

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 5.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 9%

ID: 117255 Назва: БКР Система керування тепловим насосом Додано в БД: 2023-06-20 Автора: Олександр МАТВІЙЧУК Керівники: Людмила КОРЕЦЬКА Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	65974	584	3474 (5%)	50 (9%)

### Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Матвійчук Олександр Сергійович

Тема: Система керування тепловим насосом

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 62

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Розроблено систему керування тепловим насосом

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 даній роботі представлений варіант реалізації локальної системи керування, що дозволяє експлуатувати водопровідний тепловий насос Dimplex WI 22TE. Для даної системи підібрано функціональні елементи та визначено їх передавальні функції на основі технічних характеристик обраного обладнання. Далі досліджується система керування стійкістю (включаючи дискретні компоненти), визначається показник її якості та будується дійсна логарифмічна характеристика. За результатами проведеної роботи видно, що технічні параметри вихідної системи відповідають параметрам, зазначеним у технічному завданні на розробку автоматичної системи (різниця параметрів знаходиться в межах похибки 5%), а система має фазу запасу стійкості. Видно, що розроблена система відповідає вимогам технічного завдання і може бути реалізована на практиці.

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: задовільно (3,50/D)

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

Мабдан Фавло Сергійович, к.т.н., доцент  
каф. машин і апаратів, електромеханічних  
та електричних систем ХНУ

"19" 06 2023 р.

Мабдан (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: Система керування тепловим насосом

Автор: Матвійчук Олександр Сергійович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, кандидат технічних наук, 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.

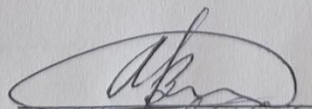
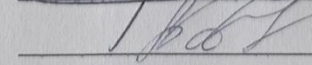
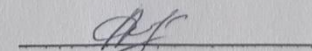
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 7.91% і адресується до 274 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 20.06.2023р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Людмила КОРЕЦЬКА

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

Матвійчук О.С.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

### 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.

05.06.2023

дата

МОР

підпис