Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища
Назва теми

КвРКІ.190164.19.01.01 ПЗ
Шифр

Галузь знань *12 «Інформаційні технології»*
Шифр, назва

Спеціальність *123 «Комп'ютерна інженерія»*
Шифр, назва

Освітня програма *«Комп'ютерна інженерія»*
Назва

Виконав: студент III курсу, група КІ1с-19-1 ______ А.В. Махраєв
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник ______ Ю.В. Хмельницький
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер ______ 15.06.22 С.В. Мостовий
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри кібербезпеки ______ Ю.П. Кльоц
Підпис Ініціали, прізвище

«15» червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Ю.П.Кльоц

"11" 01 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Махраєву Антону Володимировичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища

Керівник проекту (роботи) Хмельницький Ю.В., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 06. 01. 2022 року №1, додаток №

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 07.06.2022 р.

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області

Постановка задачі та проєктування програмно-технічного засобу

Програмно-апаратна реалізація програмно-технічного засобу

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

Схема електрична структурна пристрою

Схема електрична функціональна пристрою

Схема електрична принципова пристрою

Алгоритм роботи пристрою

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Нормоконтроль	Мостовий С.В., викладач кафедри КБ		
Антиплагіат	Мостовий С.В., викладач кафедри КБ		

7. Дата видачі завдання « 06 » 01 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Прим
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	1 декада Лютий	викон
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	3 декада. Березень	викон
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області	2 декада . Квітень	викон
4	Робота над розділом 2 – Постановка задачі та проєктування програмно-технічного засобу	3 декада. Квітень	викон
5	Робота над розділом 3 – Програмно-апаратна реалізація програмно-технічного засобу	1 декада Травень	викон
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	2 декада. Травень	викон
7	Попередній захист ВКР	3 декада. Травень	викон
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року	

Студент ____________ А. В. Махраєв
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи) ____________ Ю.В.Хмельницький
Підпис Ініціали, прізвище

Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Прим.
			Текстові документи		
	1	КРКІ. 190164.19.01.01ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			Графічні матеріали		
	2	КРКІ. 190164.19.01.01 Е8	Схема електрична	1	
			структурна пристрою		
	3	КРКІ. 190164.19.01.01Е8	Схема електрична	1	
			функціональна пристрою		
	4	КРКІ. 190164.19.01.01Е8	Алгоритм роботи	1	
			пристрою		
	5	КРКІ. 190164.19.01.01Е8	Схема електрична	1	
			функціональна пристрою		
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

КРКІ. 190164.19.01.01ВП

Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розробив	Махраєв .А.В.		15.06
Перев.	Хмельницький Ю		15.06
Н. контр.	Мостовий СВ		15.06.22
Затверд.	Кльоц Ю.П.		15.06.22

Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища
Відомість проекту

Літера	Аркуш	Аркушів
у	1	1

ХНУ, КІ1с-19-1

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища».

Автор роботи: Махраєв Антон Володимирович.

Керівник роботи:Хмельницький Юрій Владиславович.

Пояснювальна записка: 79 с., 28 рис., 10 табл., 5 дод., 14 джерел.

Графічна частина: 8 презентаційних слайдів.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ТЕРМОМЕТР, ГІГРОМЕТР.

Метою дипломного проекту було розроблення мікроконтролерного вимірювача відносної вологості повітря. Мікроконтролери в поєднанні з датчикам дозволяють створювати ефективні системи контролю в побуті і промисловості. Їх головні переваги – це універсальність, програмна гнучкість, можливість цифрової обробки даних і реалізації складних алгоритмів управління.

Отже, при виконанні кваліфікаційної роботи виконано ряд задач:

- здійснено огляд і аналіз існуючих аналогів;
- зроблено структурну, функціональну, принципову схему пристрою;
- забезпечено зчитування даних з цих датчиків
- передбачено можливість передавати дані через Bluetooth модуль;
- забезпечено зручне і коректне керування пристроєм.

В результаті теоретичної і практичної роботи розроблено пристрій, призначений для зчитування та перевірки даних з датчиків температури та вологості в будь-якій локації, тобто для зручного відображення і обробки отриманих даних.

Підпис студента А. Мр Дата 10.06.22

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ 4
ВСТУП 5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ 9
1.1 Оглядова частина 9
1.2 Етапи розвитку термометрів 9
1.3 Види та принцип роботи термометрів 12
1.4 Етапи розвитку барометрів 15
1.5 Види та принцип роботи датчика атмосферного тиску 16
1.6 Історія розвитку гігрометра 19
1.7 Види та принцип роботи датчиків вологості повітря 21
1.8 Висновки 26
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ 27
2.1 Аналітичний огляд літератури 27
2.2 Методи вимірювання вологості 29
2.3 Цифрові датчики вімірювання вологості 33
2.4 Існуючі схемні рішення цифрових вимірювачів вологості 34
2.5 Висновки 39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ 40
3.1 Аналіз вихідних даних та розробка структурної схеми вимірювача вологості 40
3.2 Розробка функціональної схеми вимірювача вологості 41
3.3 Вибір елементної бази вимірювача вологості 42
3.3.1 Вибір датчиків вологості та температури 42
3.3.2 Вибір мікроконтролера 46

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	КРКІ. 190164.19.01.01 ПЗ		
Виконав		Махраєв А.В.		10.06	Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища. Пояснювальна записка	Літера	Аркуш / Аркушів
Перевір.		Хмельницький		10.06			2 / 79
Н.контр.		Мостовий		15.06.22		ХНУ, КІс-19-1	
Затвер.		Кльоц Ю.П.					

3.3.3 Вибір модуля Bluetooth 48
3.3.4 Вибір інших елементів схеми 51
3.4 Розробка, розрахунок та опис принципової схеми 51
3.4.1 Схема підключення датчика 52
3.4.2 Схема скидання 53
3.4.3 Схема підключення індикатора 54
3.4.4 Схема підключення модуля Bluetooth 55
3.4.5 Опис принципової схеми 56
3.5 Розрахунок потужності споживання вимірювача вологості 57
3.6 Розрахунок надійності вимірювача вологості 59
3.7 Розробка програмного забезпечення вимірювача вологості 63
3.8 Висновки 65
ВИСНОВКИ 66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 67
Додаток А Копія графічної частини 69
Додаток Б Текст програми керування мікроконтролером 73

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АМ - автоматизована метеостанція.

НС - навколишнє середовище.

ПЗ – програмне забезпечення.

БАММ - барометр-анероїд мембранний метеорологічний.

ГМС - гідрологічна метеорологічна станція.

ARM - advanced RISC machine.

USB - universal serial bus.

АЦП - аналого-цифровий перетворювач.

ПК – персональний комп’ютер.

RISC - reduced instruction set computing.

SPI - serial peripheral interface.

UART - universal asynchronous receiver/transmitter.

IDE - integrated drive electronics.

COM – порт - communication port, послідовний порт.

ВСТУП

Погода може змінюватися протягом короткого періоду часу, наприклад годин та днів. У минулому погодні моделі були легко передбачуваними на основі знань корінних народів, наприклад, можна було б сказати, в які місяці року очікуються дощі для певного місця. Такі методи прогнозування погоди стали ненадійними.

Коли погодні умови спостерігаються протягом тривалого періоду часу, це інформує про клімат регіону. Клімат є середнім для сукупності погодних параметрів протягом тривалого періоду часу, і Всесвітня метеорологічна організація рекомендує період 30 років. Протягом минулого століття спостерігалося загальне глобальне потепління та сильні дощі, що призвело до збільшення повені та посухи в різних частинах світу, що свідчило про зміну клімату та викликає занепокоєння у всьому світі. У деяких регіонах Східної Африки сезонні дощі часто приходять рано чи пізно, погано розподіляються і часто нижче норми. Бідні країни зіткнулася з несприятливими погодними наслідками, такими як посуха, яка спричинила голод у деяких районах. Дослідження економічного впливу посухи на сільське господарство показало зниження валового внутрішнього продукту (ВВП) на 5%, що також призвело до втрат у промисловому секторі.

Наука, яка вивчає явища, що відбуваються в атмосфері, а отже погоду і клімат, називається метеорологією. Метеорологія має дуже велике значення для народного господарства і, зокрема, для сільського господарства. У цю епоху, коли погода непередбачувана, а знання корінних народів про погоду зазнали невдач, існує необхідність у точному та своєчасному зборі та передачі даних. Це вимагає надійних погодних приладів для надання точних та своєчасних метеорологічних даних, що може бути досягнуто за рахунок збільшення щільності мереж метеостанцій, отже, підвищеної точності зчитування та кращого представлення зон, що спостерігаються. Однак це не стосується менш розвинених країн, де спостерігалася розріджена мережа метеостанцій. Крім того, багато метеостанцій у таких країнах працюють вручну і покладаються на традиційні засоби збору та

обробки даних. Ці методи спричиняють такі проблеми, як затримку отримання даних та допущення похибок людиною при обробці даних. Це вимагає кращих методів збору даних про погоду, що використовуються в автоматизованих метеостанціях (АМ).

АМ складається з датчиків, які автоматично збирають і передають дані про погоду. Якщо ці АМ розробляються у великій кількості, підвищується надійність та точність їх даних. Однак висока вартість наявних АМ заважає їх придбанню у великих кількостях для деяких країн. Крім того, оскільки більшість комерційних АМ зазвичай виробляються та збираються за межами країн, їх обслуговування, як правило, є дорогим. Обслуговування АМ часто передбачає імпортні тарифи та додаткові витрати, такі як консультаційні збори та транспорт, що вимагає великих інвестицій. Тому існує потреба в розробці доступних АМ.

В даному дипломному проекті поставлена задача розробити прилад для вимірювання відносної вологості повітря– так званий гігрометр.

Інтенсивність випаровування вологи з поверхні шкіри людини залежить від вологості повітря, що важливо для підтримки постійної температури тіла. Відносна вологість впливає на самопочуття людини, її фізіологічний стан. При надмірній вологості і високій температурі людина перегрівається, а при низькій температурі - переохолоджується. Найбільш сприятлива відносна вологість повітря для людини при кімнатній температурі 60-70%.

Зміна вологості в метеорології прогнозує зміну погоди: якщо φ зменшиться, можна очікувати антициклон, деякий час стабільної погоди без опадів, часто без хмар. Якщо φ 100%, то ймовірність опадів різко зросте, що може свідчити про наближення циклону.

Водяна пара є «паливом» атмосферних процесів. При випаровуванні енергія поглинається, при конденсації - виділяється.

Підтримка стабільного рівня вологості необхідна на багатьох підприємствах (особливо ткацьких, тютюнових, кондитерських, оборонних), складах, архівах, лікарнях, бібліотеках.

Вологість характеризує ступінь її насичення водяною парою. Одну і ту ж температуру повітря людина може відчувати по-різному в залежності від ступеня

його вологості. Чим більше дефіцит вологості, тим сухіше повітря, тим більше водяної пари він може поглинути і тим інтенсивніше тепловіддача при випаровуванні. Сухе повітря за будь-якої температури людина переносить краще, ніж вологе. Несприятливе сухе повітря виникає лише в разі надзвичайної сухості (менше 20%).Таким чином, реалізація даного проекту може мати широке застосування у різних сферах нашого життя: в харчовій промисловості, медицині, в домашніх умовах та ін. Там, де необхідно контролювати стан оточуючого повітря з високою точністю, цифровий вимірювач вологості буде незамінним помічником.

У медицині і побутовій сфері проблема ефективного використання теплової енергії - одна з найважливіших. Її рішення можливе тільки при комплексній автоматизації всього теплотехнічного устаткування за допомогою різних цифрових приладів локального обліку, контролю і управління.

Основними перевагами цифрового вимірювача вологості є довговічність роботи, мале споживання електроенергії, невисока похибка вимірювальної температури, низька ціна виготовлення.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у вдосконалені програмно - апаратного пристрою для забезпечення параметрів якості роботи усіх датчиків для системи виміру необхідних для побуту чи наукових дослідів параметрів НС. У цій системі сама задача забезпечення відповідної якості для вимірювання стану навколишнього середовища є пошуком певного їх компромісу у коректному і максимально точному визначенні результатів, і відносно простою в користуванні для того, хто цей пристрій буде безпосередньо використовувати з ціною і важкістю конструкції для того хто цей пристрій має робити, в цьому проекті - для мене. Варіативність у виборі компонентів до цього пристрою приводить до зниження вартості рішень, що тут застосовуються.

Прикладною ж задачею, що вирішується у цій кваліфікаційній роботі, є забезпечення такої інформаційної та функціональної моделі їх якості для архітектури побудови програмно-апаратного пристрою забезпеченням параметрів якості роботи та надійнсті проектування системи передачі інформації про стан НС.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування та розробка програмно-апаратного засобу керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища яка має відповідати їм певним зазаначеним параметрам. Цей пристрій повинен забезпечити інтеграцію та працездатність усіх елементів, датчиків та систем у ньому та має бути побудований із врахуванням досвіду будови аналогічних систем у попередніх проектах та задовольняти вимогам, враховувати можливість вдосконалення і розширення. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета досягається розв’язанням наступних задач:

1) виконати дослідження та аналіз існуючих подібних систем по забезпеченню параметрів якості роботи пристрою для мети необхідної системи;

2) уточнити та визначити шляхи для підвищення параметрів якості роботи такого засобу системи проектування;

3) виконати структурну реалізацію та спроектувати усіх схем та їх програмно-апаратні елементи із додержанням параметрів якості роботи для цієї системи.

Отримані результати і підхід «ціна-якість», через великий вибір по багатьом характеристикам – програмно-апаратний пристрій із забезпеченням заданих параметрів якості роботи усіх структурних частин для системи, що дозволяє задавати розробникам та користувачам забезпечувати необхідні параметри якості і надійності їх роботи у будь-яких сферах досліджень. Область застосування пристрою – побутові необхідності або наукові експеремнти, спостереження та дослідження.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Оглядова частина

Розробка метеорологічних виробів починається ще з XVII–XIX століть. На теперішній час метеорологічне приладобудування доволі швидко прогресує. З кожним днем створюються нові конструкції приладів із використанням можливостей сучасних технологій, радіозв'язку та радіолокації. Впроваджується автоматизація станцій задля спостереження і передачі результатів дослідження без втручання людини.

Метеорологічні прилади можуть одночасно використовуватись для безпосередніх термінових вимірювань та безперервної реєстрації попередньо згаданих елементів у часі, як правило, у вигляді графіка або кривої. До перших відносять термометр чи барометр для вимірювання температури або тиску, а до останніх термограф та барограф [1].

1.2 Етапи розвитку термометрів

Перший герметичний термометр був розроблений в 1641. В кінцевому варіанті термоскоп Галілея (рис.1.1) мав вигляд скляної трубки, що була припаяна до невеликої скляної кулі.

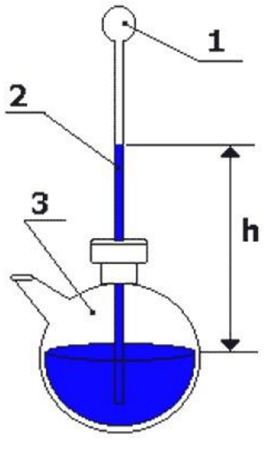


Рисунок 1.1 - Термоскоп Галілея [2]

Для вимірювання підігрівалась куля 1, повітря у ній розширювалось від нагрівання і через трубку 2 виходило в атмосферу. В результаті розташування трубки з підігрітою кулею в посудині з водою виходить конструкція, яка представлена на рис.1.1. Повітря в кульці остигає до температури навколишнього повітря і при цьому стискається. Далі під дією атмосферного тиску вода з посудини 3 піднімається по трубці 2 на деяку висоту h.

Медичі взяв за основу головний елемент Галілея, який забезпечував високу чутливість приладу - кулю, з'єднану з вузькою трубкою (рис.1.2). А головною відмінністю винаходу Медичі від прототипу була в тому, що куля наповнена не повітрям, а спеціальною термометричною рідиною, зміна обсягу якої при нагріванні визначалась, як і в термометрах Санторіо і Сагредо, за допомогою рівномірної шкали, нанесеної на трубку.

Рисунок 1.2 - Термометр Фернандо Медичі

Інтервал температур, в якому може працювати рідинний термометр, обмежений знизу точкою замерзання рідини, а зверху - точкою кипіння при атмосферному тиску. Оскільки головним призначенням свого приладу Медичі

бачив вимірювання температури атмосферного повітря, він обрав у якості термометричної рідини винний спирт, точка кипіння якого (78 °С) цілком його влаштовувала, а точка замерзання (-114 °С) в той час була недосяжною, так що він вважався незамерзаючою рідиною.

У термометрах, які виготовлялися та належали майстерням Медичі, шкалою були намистинки, припаяні до трубки, або точки, нанесені на розігріту трубку розплавленою емаллю. Зазвичай шкала мала 50 поділок, які обрані так, що 10 приблизно відповідало таїнню снігу, а 40 - максимальному нагріванню приладу на сонці.

У 1724 році німецький виробник приладів Габріель Фаренгейт зупинився на ртуті як найбільш відповідній рідині для вимірювання температури. Він відкалібрував свій перший термометр, використовуючи в якості нуля суміш льоду та води з морською сіллю. Але солона вода має набагато нижчу температуру замерзання, ніж звичайна вода, тому для своїх цілей він вибрав свою точку замерзання як 32 градуса, а температуру всередині рота здорової людини – 96 градусів. За допомогою цих точок він встановив температуру кипіння води в 212 градусів і пізніше відрегулював свою точку замерзання води до 32 градусів. Таким чином, він міг підрахувати 180 градусів між кипінням і замерзанням, на рівні моря.

Але 180 все одно було незручним числом. Тож два десятиліття пізніше Лінней - швед, який винайшов таксономічну систему, яку природники зараз використовують для іменування видів, - і шведський астроном Андерс Цельсій окремо розробили шкалу всього в сто градусів між температурами замерзання та кипіння. Оскільки між цими двома відмітками було 100 поділок, це було названо шкалою "за Цельсієм ".

Трохи більше століття по тому - в 1848 році - лорд Кельвін почав вивчати теорію тепла і значно більший діапазон температур. Він використовував шкалу за Цельсієм, але почав з абсолютного нуля, точки, в якій зупиняється рух всіх молекул, найнижчої можливої температури у Всесвіті. Це виявилось -273,16 °С. Існує абсолютна температура за Фаренгейтом, яка називається шкалою Ренкіна, але навряд чи хтось використовує її. У 1948 р. Міжнародна конференція прийняла

шкалу Цельсія як стандартну міру, але старі звички залишились надовго, і Фаренгейт все ще широко використовується у Великобританії та США.

1.3 Види та принцип роботи термометрів

Вимірювання температури повітря здійснюється здебільшого на висоті 2 метрів над поверхнею землі. Винятком є спеціальні дослідження, які показують стан приземного шару повітря. У таких випадках термометри розміщують на різних рівнях – більш високих та низьких. Також зміна рівня для вимірювання допустима на суднах.

Для того щоб термометр був захищений від прямої сонячної радіації, а також від ефективного випромінювання земної поверхні і оточуючих предметів (споруди, кущі і т.д.) його поміщають у корпус. Саме при таких умовах можливо вирівняти температуру вимірювального приладу (термометра) з температурою навколишнього повітря. Термометр без накриття нагріється значно швидше ніж повітря, що його оточує, тому такий прилад не може вірно показувати температуру. Сам корпус виготовляють з дерева і покривають білою фарбою для того, щоб вона якомога більше відбивала сонячні промені і в результаті менше нагрівалась [3].

З точки зору будь-якої автоматизованої системи, у тому числі кліматичної, температурні дані найдоцільніше передавати у вигляді електричної величини. Ця величина може бути постійною або переривчастою (постійний і переривчастий сигнал), і відповідно до цього розрізняють аналогові та цифрові види датчиків температури. Обидва види знаходять своє застосування в кліматичних системах.

Виміряти температуру можна за допомогою різних приладів, таких як біметалеві термометри, терморезистори, термопари, інфрачервоні термометри тощо.

Біметалічні термометри складаються з біметалічної смуги, яка являє собою склеєні між собою дві тонкі смужки з двох різних металів (рис.1.3).

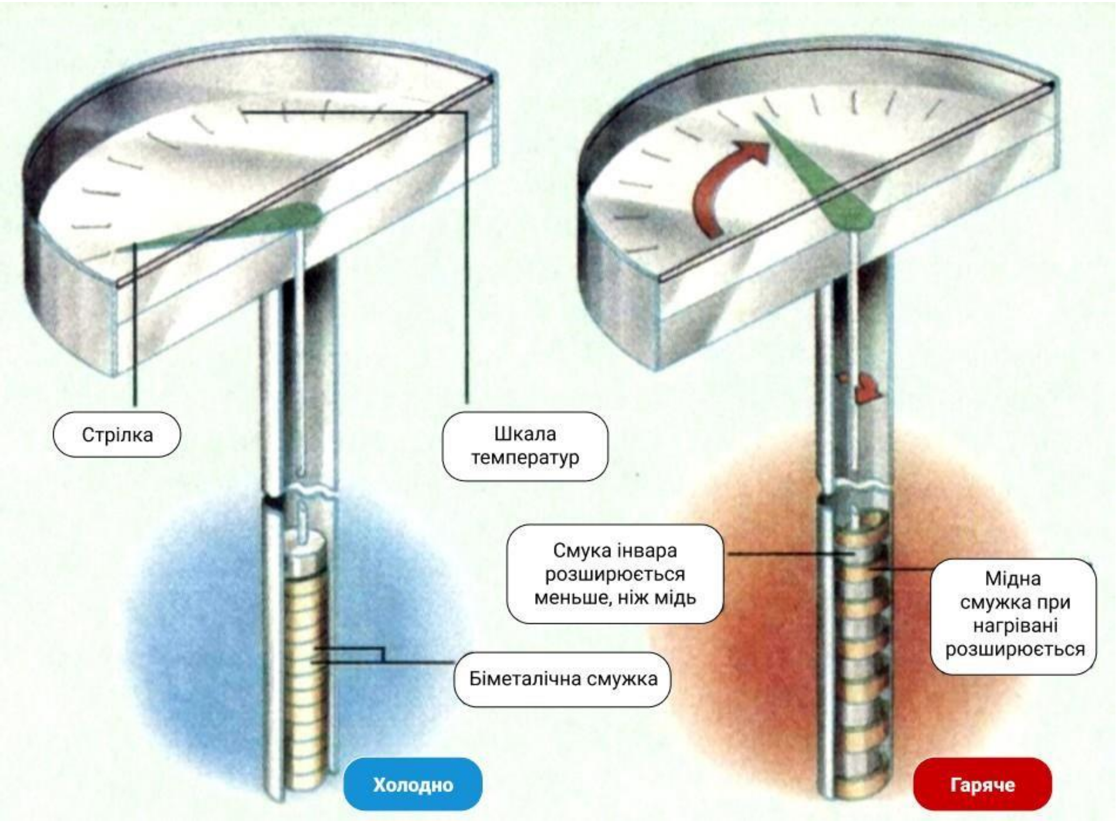


Рисунок 1.3 - Принцип роботи та вигляд біметалічного термометра [4]

Самі смужки з'єднані між собою так, що вони відносно одна одної нерухомі. Біметалічна смуга має форму прямої консольної балки. З одним фіксованим кінцем зміна температури змушує вільний кінець відхилятися [5]. Електронні датчики вимірювання температури (рис.1.4) все більше набирають попит в метеорології.

Рисунок 1.4 - Електронний датчик вологості та температури GY-21 HTU21 [7]

Вихідний сигнал, який можна використовувати для дистанційної індикації, запису, збереження або ж для передачі даних про температуру дає електронним термометрам перевагу серед інших приладів. У ролі чутливих елементів зазвичай використовують електричні елементи опору, напівпровідникові термометри (термістори) та термопари [6].

Працює він за рахунок фізичних функцій провідника, який змінює рівень електричного опору при різних температурах. Результати вимірювання виводяться на світлодіодний або рідкокристалічний дисплей. Діапазон температури вимірювання даного датчика від -50 до +100 градусів за Цельсієм. Також при потребі завдяки підключенню елементів живлення зі стабільною напругою (батарея) можна забезпечити автономну роботу приладу [8].

На відміну від розглянутих видів термометрів інфрачервоні (рис.1.5) дають можливість виміряти температуру без контакту з предметом вимірювання.

Рисунок 1.5 - Інфрачервоний датчик температури [5]

Діапазон вимірювання даного датчика від -85 °C до 4000 °C. Принцип дії інфрачервоного датчика базується на ідентифікації теплових хвиль, які випромінюють енергію у вигляді світлових і теплових променів від нагрітого тіла.

1.4 Етапи розвитку барометрів

Першим хто висунув ідею створення приладу для передбачення погоди був Галілео Галілей. Але втілити ідею в життя не вдалось. Тільки в 1643 році його послідовник Торрічеллі став першим, хто зміг довести існування атмосферного тиску. Він, разом зі своїм помічником Вівіані, використовував для досвіду запаяну з одного кінця трубку, наповнивши її ртуттю (рис.1.6). Трубку занурювали у посудину, де також перебувала ртуть. Сама ртуть піднімалася в трубці на певну висоту, при цьому над нею утворювався порожній простір. При збільшенні атмосферного тиску речовина в трубці виштовхувалась вгору, при зниженні опускалася. Сконструйований Торрічеллі прилад став першим ртутним барометром. Саме слово «барометр» з давньогрецької мови перекладається як «барос» - тяжкість і «метрос» - міряти. Тобто вимірювач тиску.

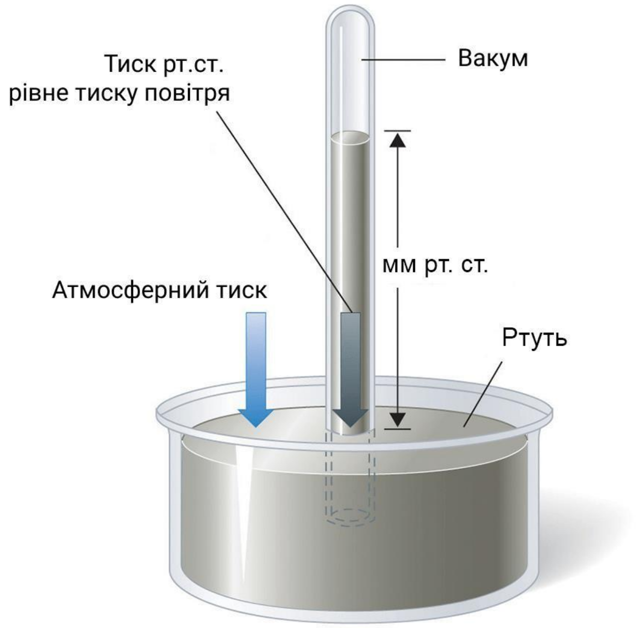


Рисунок 1.6 - Барометр Торрічеллі [5]

У ртутних барометрів був один досить істотний недолік. Його конструкція практично не дозволяла використовувати барометр в побутових цілях, так як великий ризик витікання ртуті, що шкідливо для здоров'я людини.

У XVII столітті німецький вчений-математик Готфрід Вільгельм Лейбніц висунув ідею створення анероїдного барометра, тобто без використання в ньому ртуті. Такі барометри отримали назву «анероїди», що з грецької означає «безводний». Перший анероїдний барометр зміг сконструювати в 1847 році французький вчений Люсьєн Віді. Його барометр був запаяний гофрований циліндр з металу. Шляхом викачування з циліндра повітря ртуть підіймалась вгору, утворюючи під собою вільний простір. При підвищенні тиску відбувалося стиснення циліндра, а при зниженні він розширювався. До кришки циліндра кріпилася пружина, пов'язана зі стрілкою вимірювального приладу, яка і показувала значення атмосферного тиску. Дані отримані за допомогою анероїдного барометра не були такими точними як у ртутних або водяних барометрів, але він виявився більш безпечним і зручним для використання в домашніх умовах [5].

1.5 Види та принцип роботи датчика атмосферного тиску

Барометр - це пристрій для вимірювання атмосферного тиску. Прилад може знімати дані атмосферного тиску перебуваючи в приміщенні або на відкритій місцевості. Також подібні пристрої використовуються в авіації для визначення висоти польоту над рівнем моря. Нормою вважається атмосферний тиск на рівні 760 мм ртутного стовпа при температурі +15 градусів.

Існує кілька різновидів барометрів:

- Ртутні;
- Електронні;
- Анероїдні (механічні);
- Рідинні [7].

Ртутний барометр був відкритий італійським фізиком Евангелістою Торрічеллі. Принцип роботи його приладу можна описати таким чином. Довгу

скляну трубку закривають одним кінцем, а потім заповнюють рідким ртутним металом. Потім заповнену трубку перевертають, а її відкритий кінець вставляють у миску з ртуттю. Коли це трапляється, з трубки вибігає невелика кількість ртутного металу, залишаючи вакуум у верхній частині трубки.

За звичайних обставин стовпчик ртуті у скляній трубці знаходиться на висоті близько 76 см. Трубка витримує, оскільки тиск повітря тисне на поверхню ртуті в чаші на дні барометра. У той же час вакуум у верхній частині скляної трубки практично не чинить тиску на стовпчик ртуті. Тоді висота ртутного стовпа в скляній трубці відображає загальний тиск, який чинить атмосфера в момент вимірювання.

Теоретично барометр можна виготовити з будь-якої рідини. Однак ртуть обрано з ряду причин. По-перше, вона настільки щільна, що колона, що підтримується тиском повітря, має невелику висоту. Для порівняння подібний барометр, виготовлений на основі води, повинен мати висоту понад 100 метрів. Крім того, ртуть має низький тиск пари і, отже, не так легко випаровується. У водному барометрі ситуація була б зовсім іншою. Вода має набагато більший тиск пари, і потрібно було б взяти до уваги тиск, який чиниться водяною парою у верхній частині барометра, що майже не впливає на ртутний барометр. [8]

Торрічеллієві барометри корисні та точні, але ртуть отруйна, тому більшість людей, які хочуть придбати барометри, обирають більш безпечні механічні, які ще називаються анероїдними барометрами . Замість того, щоб мати басейн ртуті, на який чинить тиск атмосфера, багато хто має герметичну металеву коробку всередині якої і знаходиться датчик.

Рисунок 1.7 - Барометр-анероїд мембранний метеорологічний (БАММ) [2]

Коли тиск повітря зростає або падає, коробка або притискається до крихітного шматочка, або згинається назовні. Пружина прикріплена до коробки і як тільки коробка переміщається всередину і назовні у відповідь на зміни тиску повітря, пружина розширюється або стискається і переміщує покажчик на циферблаті. Циферблат відкалібрований (позначений цифрами), щоб зручно та миттєво зчитувати тиск повітря.

Анероїдні барометри вимірюють тиск повітря, як тільки стукнути їх скляними гранями. .Тому якщо одразу глянути на циферблат, стрілка буде показувати тиск таким, яким він був, коли востаннє ним користувались, як би давно це не було. Потрібно різко постукати склом, і стрілка перескочить у нове положення, показуючи тиск, який зараз. Важливим є також рух стрілки. Якщо він рухається за годинниковою стрілкою, вгору на циферблаті, тиск зростає, тому погода, швидше за все, стане більш спекотною, посушливішою і тоншою; якщо голка обертається проти годинникової стрілки, тиск знижується, і погода, швидше за все, стане прохолоднішою та вологішою [9].

1.6 Історія розвитку гігрометра

Вологість повітря залежить від кількості водяної пари у повітрі, яка з’являється через випаровування водойм. Рівень вологості впливає на погоду, самопочуття людини, ріст рослин, будівництво архітектурних споруд. Саме тому виникає необхідність у вмінні вимірювати її.

Найперший примітивний прилад для вимірювання вологості винайшов Ніколас да Куза. Необхідність у такому приладі з’явилась під час торгівлі вовною, через те що вага вовни змінювалась в залежності від погодних умов. Торговці помітили, що під час дощів одну й ту саму кількість вовни можна продати по значно вищій ціні, ніж у ясну погоду. Тому торговці чекали дощів, а покупці сухих днів. Для того, щоб визначити дійсну вагу вовни незалежно від погоди, Ніколас да Куза вирішив створити перший інструмент для вимірювання рівня вологості. Для цього він клав більшу кількість вовни на одну чашу, а на іншу каміння тієї ж ваги, що й вовна. Кожного разу при торгівлі Ніколас клав на чашу терезів стільки каміння, скільки було необхідно для збереження рівноваги. Далі підрахувавши кількість додаткового каміння можна було зрозуміти кількість рідини, що містилась у вовні. Після такого відкриття кожен покупець міг побачити кількість рідини, що містилась у вовні, а торговці взамін домовлялись за ціну на вовну.

Згодом Леонардо да Вінчі побудував перши гігрометр сирої сировини. Прилад був доволі простим. Гігрометр Леонардо складався з ваг, на які клали вату і віск у рівній по вазі кількості. Якщо вологість у повітрі висока, то вата вбирала її, в результаті чого вата ставала важчою, через що ваги схилялись у бік вати [6].

Рисунок 1.8 - Гігрометр Леонардо да Вінчі

Згодом німецький математик Іоганн Генріх Ламберт запропонував назвати прилад, що вимірює вологість, гідрометром (а пізніше він був перейменований на гігрометр). У 1774 році Ламберт винайшов механізм, який використовував натуральну шкіру у якості вимірюючого елементу. Також він був першим, хто вивів залежність між температурою та вологістю (відносною вологістю).

У 1783 році Десауссур побудував волосяний гігрометр, у якому в якості вимірювального елементу використовується людське волосся.

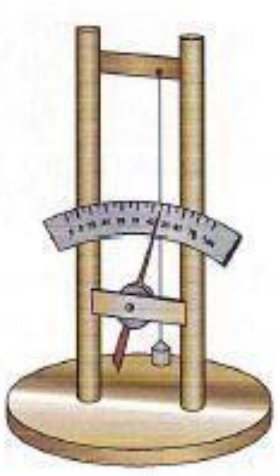


Рисунок 1.9 - Волосяний гігрометр

Вважалось, що світле волосся більше підходило для вимірювання. Але волосяні гігрометри мають похибку в ± 2,5% через природній склад людського волосся.

1.7 Види та принцип роботи датчиків вологості повітря

Для вимірювання вологості використовуються прилади, які називаються гігрометрами. У побуті датчик контролю вологості повітря забезпечує контроль мікроклімату, на підприємствах - точність технологічних процесів і збереження обладнання, в сільському господарстві - оцінку якості ґрунтів, їх родючості. Звичайно, налаштування кімнатного датчика від промислового відрізняється. Крім того, відрізняється і сам спосіб вимірювання. Щоб зробити якісь висновки чи налаштувати обладнання для спільної роботи, важливо розуміти, яка саме величина вимірювання мається на увазі. І тут можливі кілька варіантів:

- Абсолютне значення, в грамах на кубометр;
- Відносне значення, в одиницях RH;
- У відсотках від маси досліджуваних зразків (тверді тіла, матеріали);
- У частинах води на 1000000 частин ваги зразка або ppm.

Абсолютна вологість може варіюватися від 0 до 100% (тобто до повного насичення, теоретично). Більшість побутових гігрометрів вимірюють саме її [9].

У промислових умовах, для визначення відносної вологості ґрунтів, матеріалів або приміщень частіше використовуються гігрометри, що вимірюють відносну вологість. Вони оснащені вбудованими перетворювачами сигналів і легко інтегруються в відповідну вимірювальну систему. Також ці прилади можуть мати вбудований датчик температури, щоб проводити комплексний контроль мікроклімату і встановлювати реальний зв'язок між рівнями температури і вологості.

Для вимірювання відносної вологості повітря найбільш розповсюджені декілька типів датчиків: психрометричні, аспіраціоні, ємнісні і резистивні.

Датчики ємнісного і резистивного типу часто використовують в офісних системах клімат-контролю, де показники вологості можуть варіюватися від 30 до 70%. Принцип роботи ємнісного датчика вологості в спрощеному вигляді являє собою конденсатор з повітрям в якості діелектрика в зазорі. Зміна вологості діелектрика призводить до змін в ємності повітряного конденсатора, через те що повітряно діелектрична проникність безпосередньо пов’язана з вологістю.

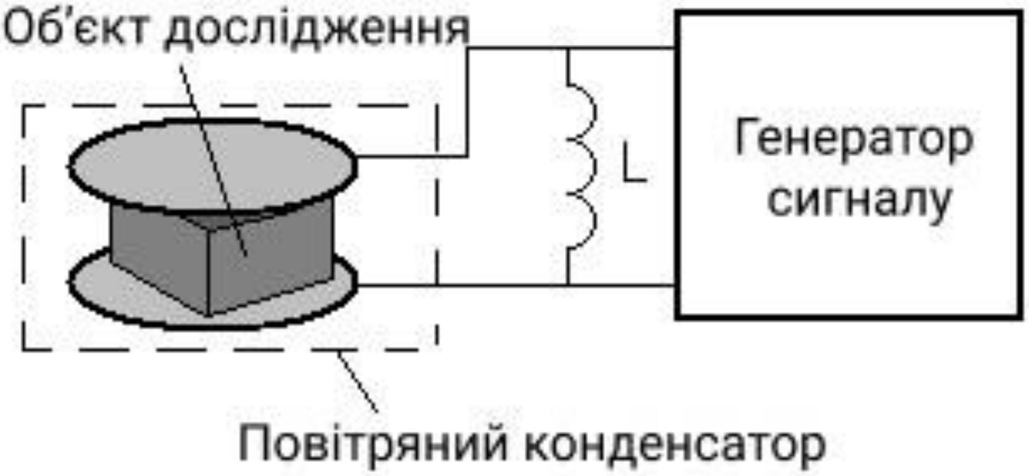


Рисунок 1.10 - Схема ємнісного датчика вологості

Для агропромислових комплексів (теплиць, грибного виробництва, овочесховищах) такі моделі не підійдуть, так як в умовах підвищеної вологості і при можливому випаду конденсату дадуть збій і можуть показати значення з

похибкою до 6%. В цьому випадку рекомендується використання психрометричні датчики[1].

Якщо виміри проводяться в зонах з повітряним потоком, то варто застосовувати аспіраціоний датчик, тобто психрометричний, що доповнений вентилятором. За рахунок роботи електровентилятору на мокрому термометрі створюється нормований повітряний потік. При вимірювані високої відносної вологості повітря такий прилад дає похибку не більше 1%.

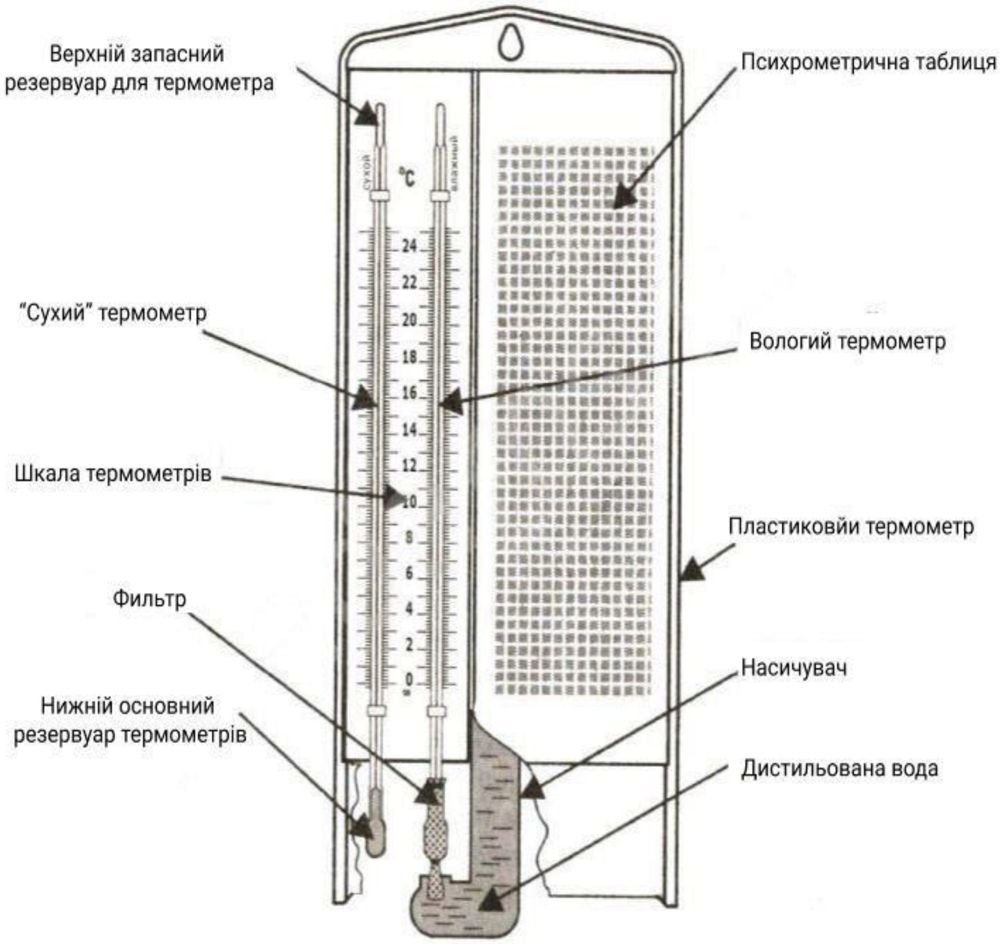


Рисунок 1.11 - Схема будови психрометричного датчика вологості [2]

В цілому область використання датчиків вологості повітря дуже широка і включає в себе:

- Підтримка мікроклімату в заданих межах на виробництві, обладнаному чутливими до вологості електронними приладами;

- Контроль за показниками вологості в офісних приміщеннях та побуті;
- У сфері ЖКГ (житлово-комунальне господарство) - в котельнях і на водоочисних станціях, де не допускається утворення конденсату;
- Періодичний контроль допомагає запобігти появі грибка, цвілі на стінах будівлі або в складі [3].

Види гігрометрів:

Ваговий гігрометр. Ваговий гігрометр служить для визначення абсолютної вологості.

Волосяний гігрометр. Заснований на властивості людської волосини змінювати довжину в залежності від вологості. Діапазон вимірювання від 30% до 90% відносної вологості, похибка ± 2,5%. Волосяний гігрометр використовується у всіх аналогових метеостанціях. Плівковий гігрометр принцип дії аналогічний волосного гігрометри, де полімерна плівка замінять людський волос. Даний тип гігрометрів застосовується у всіх аналогових метеостанціях.

Електролітичний гігрометр. Вимірювання вологості відбувається за рахунок зміни провідності та опору солі електроліту (найчастіше хлористий літій) нанесеного на платівку. Аналогічний по дії керамічний гігрометр, де вимірюють коливання опору твердо-пористої керамічної маси в залежності від вологості.

Конденсаційний гігрометр служить для визначення точки роси. Крім того для вимірювання точки роси все більше поширення отримують електролітичні гігрометри з підігрівом.

Для кількісного визначення вмісту вологи та води використовуються різні одиниці вимірювання. Вологість газів у системі СІ іноді виражають як кількість водяної пари в одному кубічному метрі (г/м3). Вміст води в рідинах і твердих речовинах зазвичай встановлюють у відсотках від загальної маси. Вміст води в рідинах, що погано змішуються, визначається як кількість частин води на мільйон масових частин (ppm).

Серед приладів для вимірювання вологості найбільш поширеними є прилади для визначення вмісту води в газах — гігрометри. Ті ж гігрометри

найчастіше використовуються для вимірювання вологості твердих і сипучих тіл, тільки процес підготовки зразка до аналізу передбачає перенесення вологи в газову фазу, яка потім аналізується. Існують принципові методи прямого вимірювання вмісту вологи в рідинах і твердих тілах, наприклад, за допомогою ядерного магнітного резонансу. Пристрої, побудовані за таким принципом, досить складні, дорогі і вимагають високої кваліфікації оператора.

Гігрометри як самостійні прилади є одними з найпопулярніших вимірювальних приладів, оскільки вони давно потрібні метеорологам. Змінюючи вологість, а також змінюючи тиск і температуру, можна передбачати погоду, можна контролювати комфорт життя в приміщеннях, контролювати різні технологічні процеси. Наприклад, контроль вологості на електростанціях, телефонних станціях, поліграфічних виробництвах тощо є вирішальним для забезпечення нормального режиму роботи.

Попит на гігрометри призвів до розробки та виробництва багатьох різних типів приладів.Більшість вологометрів є датчиками вологості з індикатором аналогового або цифрового сигналу. Оскільки індикатори в основному є або механічними приладами, або електричними вимірювальними приладами, про які йшлося в попередніх розділах, ми зупинимося на датчиках вологості, які визначають майже всю функціональність гігрометрів.

Датчики гігрометрів можна класифікувати за принципом на наступні типи:

- датчики волосся, які використовують властивість волосся змінювати довжину при зміні вологості;
- ємнісні датчики, в яких зміна вологості змінює електричну ємність конденсатора з гігроскопічним діелектриком;
- резистивні датчики, які змінюють опір провідника, на поверхню якого нанесено гігроскопічний шар;
- п'єзосорбційні датчики, в яких волога, що поглинається гігроскопічним покриттям, змінює власну частоту п'єзокристала, на поверхню якого нанесений гігроскопічний шар;
- датчик температури точки роси, в якому температура відповідає переходу дзеркального відображення поверхні металу в дифузійну;

- оптичний датчик поглинання, який реєструє частку поглиненої світлової енергії в смугах поглинання водяної пари електромагнітного випромінювання.

Ємнісні датчики вологості в даний час конкурують у масовому використанні і навіть перевершують волосся, через простоту і дешевизну не поступаються волоссю. Виміряною фізичною величиною є ємність конденсатора, а це означає, що будь-який вимірювач ємності може використовуватися як індикатор або пристрій виведення.На кварцову підкладку наносять тонкий шар алюмінію, який є однією з пластин конденсатора.

1.8 Висновки

Основною проблемою в сучасному світі, на мою думку, є те що, якщо річ механічна, вона не має ніяких похибок і показує точний результат, а електронні прилади для виміру будь-якої величини – це найчастіше неправильний результат. Але зараз настільки багато датчиків самих різних типів, виробників і принципів використання, при тому вони набагато зручніші і приємніші для використання для кінцевого користувача, тому і в своєму дипломному проекті, сам прилад для виміру вологості повітря – гігрометр, програмується через мікроконтролер.

І тому я хочу розібрати програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища на прикладі такого пристрою.

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 Аналітичний огляд літератури

При дослідженні вологості повітря, як відомо, слід розрізняти такі поняття:

Абсолютна вологість F_{abs} показує, скільки води міститься в 1м^3 повітря:

$$F_{abs} = \text{маса води} / \text{об'єм повітря (г/м}^3\text{)}.$$

Вологість насичення F_{sat} характеризує максимальну кількість води, яка може міститись в 1м^3 повітря при певній температурі і атмосферному тиску без створення конденсату:

$$F_{sat}(\mathrm{T}) = \text{максимальна кількість води} / \text{об'єм повітря (г/м}^3\text{)}$$

Залежність вологості насичення від температури (Т) представлена на рисунку 2.1.

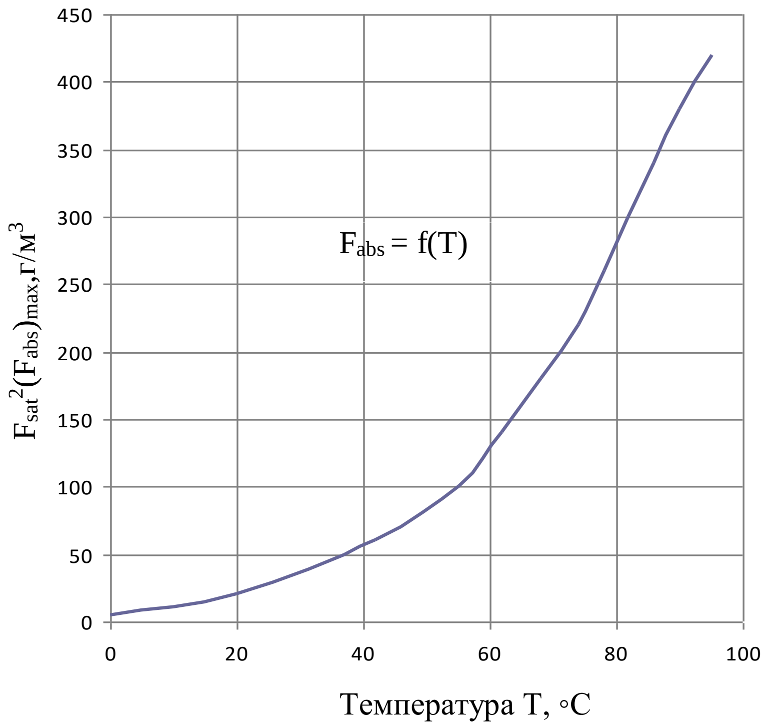


Рисунок 2.1 - Залежність вологості насичення від температури

Відносна вологість F_{rel} – це виражена в відсотках відношення абсолютної вологості до вологості насичення:

$$F_{rel}(T) = \frac{F_{abs}}{F_{sat}(T)} \bullet 100\%$$

Тому й причині відносна вологість також залежить від температури, як це показано на рисунку 2.2.

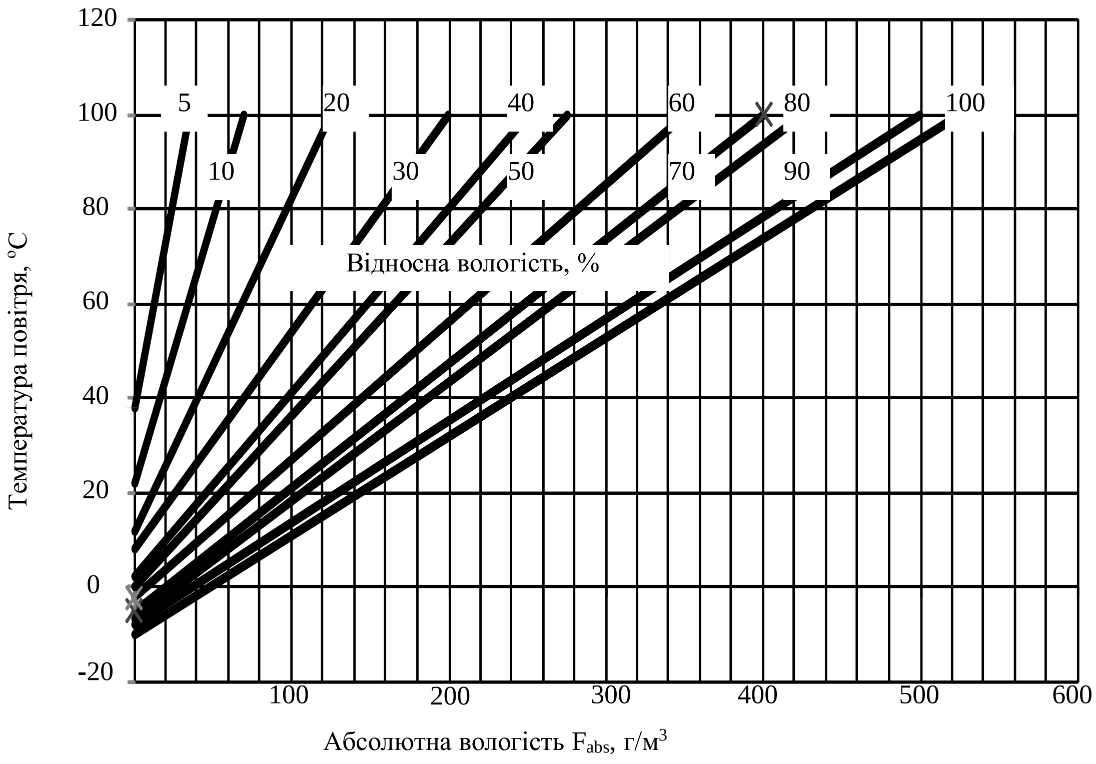


Рисунок 2.2 - Сімейство характеристик абсолютної і відносної вологості повітря при різних температурах

2.2 Методи вимірювання вологості

До основних методів вимірювання вологості можна віднести наступні методи:

а) психрометричний метод

Для вимірювання психрометричного ефекту психрометр має два однакових гігрометра, в одному з яких (волога) теплоотримуюча частина весь час залишається вологою, оскільки стикається з гігроскопічним тілом, яке поглинає воду з посудини. При випаровуванні вологи із зволоженої поверхні мокрого вологоміра його температура знижується. В результаті між сухим і вологим гігрометрами створюється різниця температур, яка називається психрометричною. Залежність відносної вологості φ від психрометричної різниці $t_C - t_B$ має вигляд:

$$\varphi = \frac{p_{\hat{A}} - \grave{A}(t_C - t_{\hat{A}})}{p_C}, \qquad (2.1)$$

де $p_в$ – тиск насиченої пари піддослідного середовища при температурі t_B вологого вимірювача вологості;

p_c – тиск насиченої пари піддослідного середовища при температурі t_c сухого вимірювача вологості;

A – психрометричний коефіцієнт, який залежить від конструкції психрометра, швидкості обдування вологого вимірювача вологості газом і тиску газу.

Коефіцієнт А представлений психрометричними таблицями, складеними для психрометрів певних конструкцій. Найбільше значення для значення А - це швидкість обробки вологого вимірювача вологості. Зі збільшенням швидкості газового потоку А швидкість понад 2,5…3 м/с практично залишається постійною. Промислові психрометри забезпечують прилади, що забезпечують постійний потік газу не менше 3…4 м/с. В електричних психрометрах використовуються термоелектричні, напівпровідникові та металеві гігрометри опору.

Термоелектричні датчики сформовані у вигляді термопар, розділених на дві групи, одна з яких змочується. ЕРС, виміряна на клемах термопар, пропорційна психрометрична різниця температур.

Електричні психрометри забезпечуються стандартними вимірювачами опору.

На рисунку 2.3 зображено принципову схему електричного психрометра з вимірювачами опору.

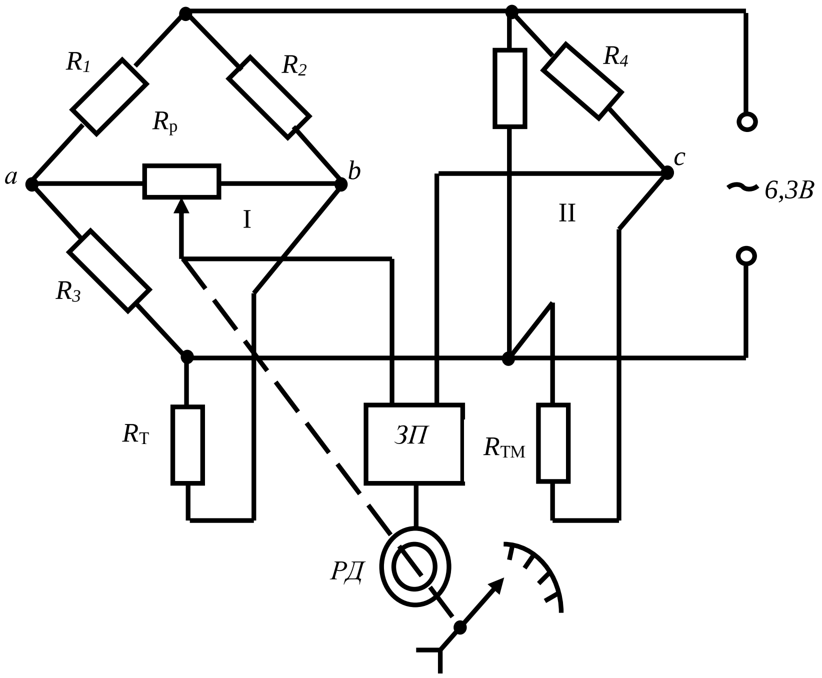


Рисунок 2.3 - Схема електричного психрометра

Вимірювальна частина приладу складається з двох мостів I і II. Обидва мости живляться змінним струмом від обмотки силового трансформатора електронного підсилювача і мають два загальних плеча R_1 і R_3. Гігрометр сухого опору $R_{ТС}$ входить до плеча моста I, вологого $R_{ТМ}$ – до плеча моста II.

Міст I утворений постійними резисторами R_1, R_2, R_3, $R_{ТС}$, а міст II – резисторами R_1, R_3, R_4 і $R_{ТМ}$. Різниця потенціалів у вершинах *a* і *b* діагоналі моста I пропорційна температурі вимірювача сухого опору, а різниця потенціалів на вершинах *a* та *c* – пропорційна температурі вимірювача мокрого опору.

Падіння напруги між точками *b* і *c* діагоналі подвійного моста пропорційне різниці температур між сухим і вологим гігрометрами опору. Рівновага вимірювального контуру встановлюється автоматично зміною положення повзуна $R_р$, що приводиться в рух реверсивним двигуном *РД*. При цьому одночасно переміщується стрілка приладу.

Шкала приладу градуйована в одиницях відносної вологості (%). При негативних температурах (не надто низьких) для змочування вологого вимірювача вологості використовують 3% водний розчин формальдегіду.

Переваги психрометричного методу - достатня точність при плюсових температурах і низька інерційність; Недоліки - залежність результатів вимірювань

від швидкості газів і коливань атмосферного тиску, знижена чутливість і підвищена похибка при зниженні температури.

б) Метод точки роси передбачає охолодження досліджуваного газу до насичення, тобто до точки роси.Цим методом можна вимірювати вологість газу при будь-якому тиску.

При постійному тиску точка роси не залежить від температури досліджуваного газу. Для визначення моменту точки роси використовується охолоджене металеве дзеркало, температура якого фіксується як точка роси на момент випадання конденсату. Робочу поверхню дзеркала необхідно знежирити. Якщо в досліджуваному газі присутні пил, масла, важкі вуглеводні та інші забруднення, перед кожним вимірюванням необхідно забезпечити автоматичне очищення дзеркальної поверхні.

В автоматичних пристроях поява точки роси на поверхні дзеркала визначається загасанням світлового потоку, відбитого від дзеркала і сприйнятого фотоприймачем.

На малюнку 15 представлена принципова схема вологоміра точки роси, що конденсується. Кулер являє собою напівпровідниковий термоелектричний акумулятор 4, який працює за принципом ефекту Пельтьє. Цей ефект полягає в підвищенні температури одного спаю і зниження температури іншого спаю при пропусканні струму в термоелектричному колі. До холодного спаю напівпровідникової термопари припаяно металеве дзеркало 5; струм, що протікає через термопару, регулюється реостатом R. До його поверхні припаяний низькоінерційний термоелектричний перетворювач 6, підключений до вторинного пристрою 7, шкала якого градуйована в одиницях вологості. Промені світла від джерела 1 через лінзу 2 спрямовуються на дзеркало і, відбиваючись від його поверхні, падають на фотоелемент 8.Фотоелемент входить в електронний блок 9, на виході якого входить поляризоване реле 10.

При відсутності конденсату на поверхні дзеркала світловий потік, що падає на нього, майже повністю відбивається і освітлює фотоелемент. При цьому реле працює, контакт 11, що включає живлення напівпровідникової батареї, замикається. Останній охолоджує дзеркало до появи на його поверхні конденсату.

При температурі точки роси збільшується розсіювання світлового потоку, що різко знижує освітленість фотоелемента. Струм у реле змінює свій напрямок, і його контакт вимикає акумулятор 4. Поверхня дзеркала обдувається вентилятором 3, внаслідок чого конденсат випаровується і світловий потік, що падає на фотоелемент, збільшується. Розглянутий цикл повторюється.

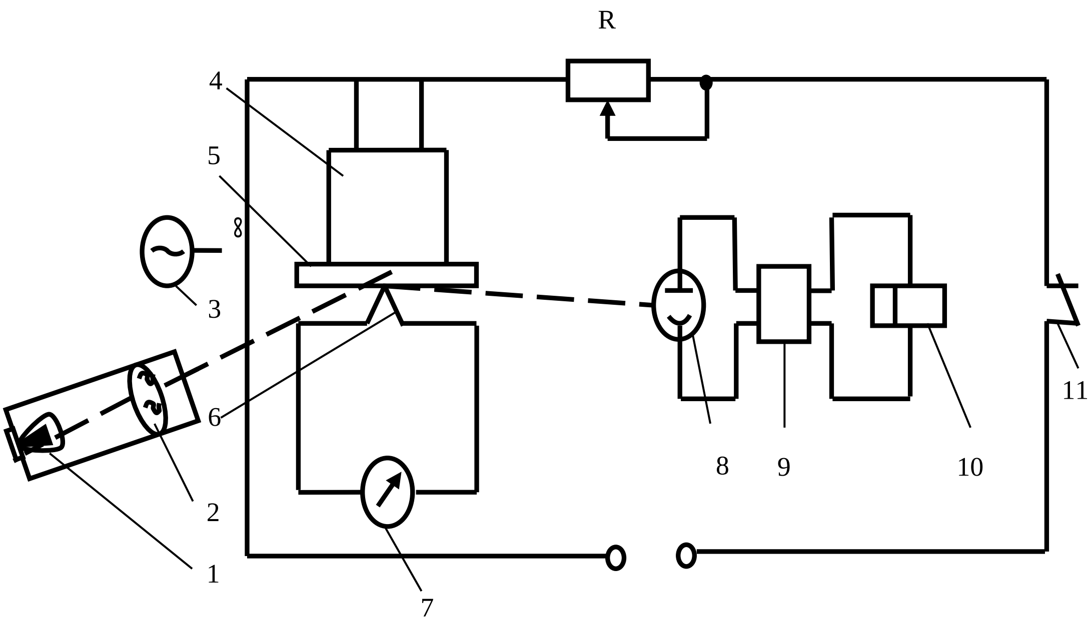


Рисунок 2.4 - Принципова схема конденсаційного вимірювача вологості точки роси

2.3 Цифрові датчики вімірювання вологості

Самими зручними в експлуатації по праву вважаються цифрові датчики вологості, обладнані чутливими змінними головками. В основу роботи цих приладів покладені їх електричні властивості - опір і ємність. Давайте докладніше розглянемо, як працює цифровий датчик вологості. Більш точний результат вимірювання температури і вологості в порівнянні з іншими аналогами, цифровий датчик вологості дає завдяки вбудованому вологочутливість конденсатору і процесору. Вологочутливість елемент являє собою пластину з упаяними електродами, а покрита вона гігроскопічним полімером, який збирає з повітря

молекули води, тим самим змінюючи ємність конденсатора. Значення температури і вологості розраховуються за допомогою спеціальної голівки, яка проходить калібрація на заводі виробника. Всі потрібні значення для числень зберігаються в пам'яті вимірює головки. Така будова і принцип роботи цифрового датчика дозволяє без праці і достатньо швидко замінити головку. Що стосується обчислень температури точки роси і значення відносної вологості то цим займається вбудований процесор, використовуючи фізичні формули.

Існує декілька технологій для вимірювання відносної вологості, які використовують властивість різних структур міняти фізичні параметри залежно від ступеня насичення водяною парою. При виробництві ємнісних і резистивних датчиків відносної вологості застосовуються різні матеріали.

Існують, також, інтегральні датчики, які мають вбудовані засоби вимірювання і вологості і температури.

2.4 Існуючі схемні рішення цифрових вимірювачів вологості

На рисунку 2.5 приведена принципова схема цифрового вимірювача вологості з такими технічними характеристиками.

- одночасно відображає температуру в приміщенні і відносну вологість повітря;
- діапазон вимірювання температури від – 40 до +70 °С, похибка ±1°С;
- діапазон вимірювання вологості від 10% до 95 %, похибка - 5 %;

Серцем схеми служить мікроконтролер ATMega64 фірми Atmel, що працює від зовнішнього кварцу на 16 МГц. Відліком часу займається мікросхема годинника реального часу DS1307.

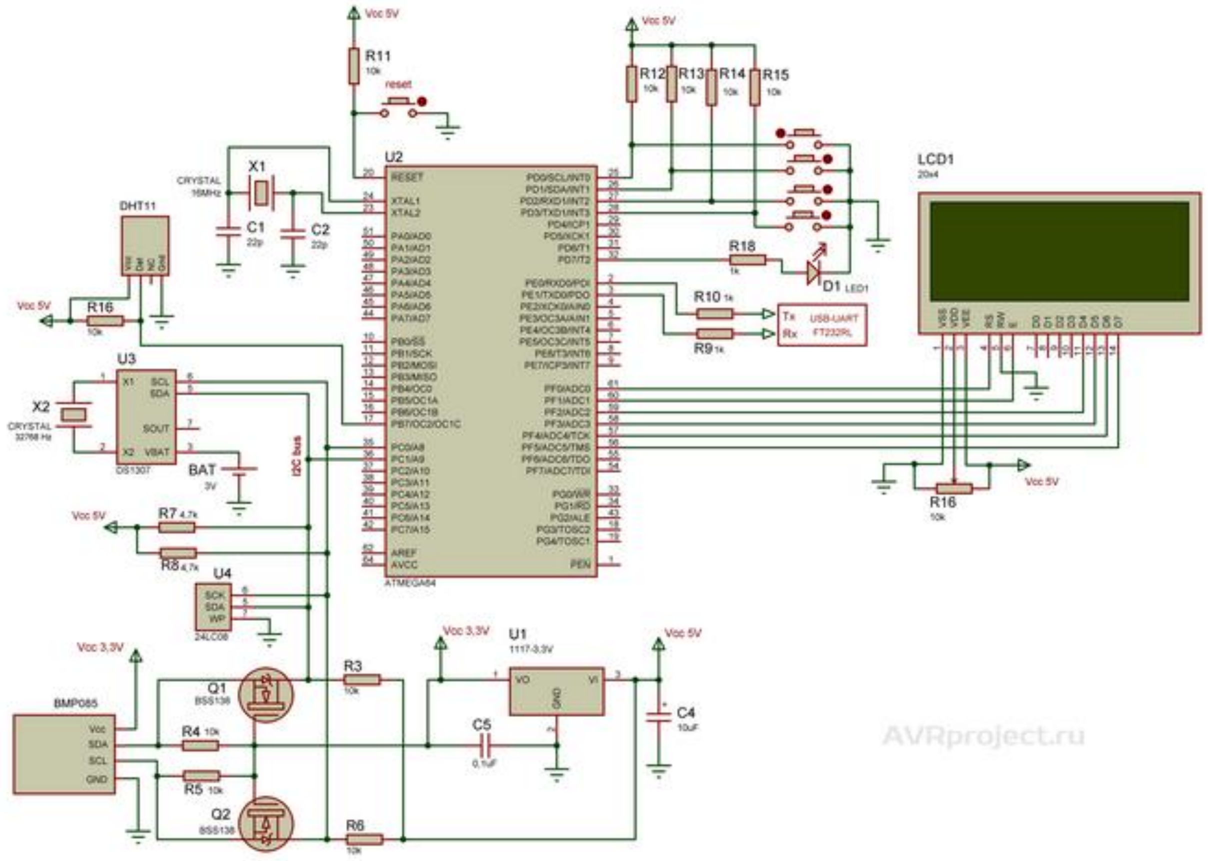


Рисунок 2.5 – Принципова схема вимірювача вологості на основі мікроконтролера ATMEGA

Для вимірювання температури і вологості застосований датчик DHT11. Наступний датчик BMP085 - займається вимірами атмосферного тиску. Крім цього він вміє вимірювати і температуру, так що можна з нього дублювати свідчення.

Для сполучення 3-х вольтового датчика тиску використана схема узгодження на польових транзисторах.

Принципові схеми основних складових ще одного аналогічного пристрою приведені на рисунку 2.6.

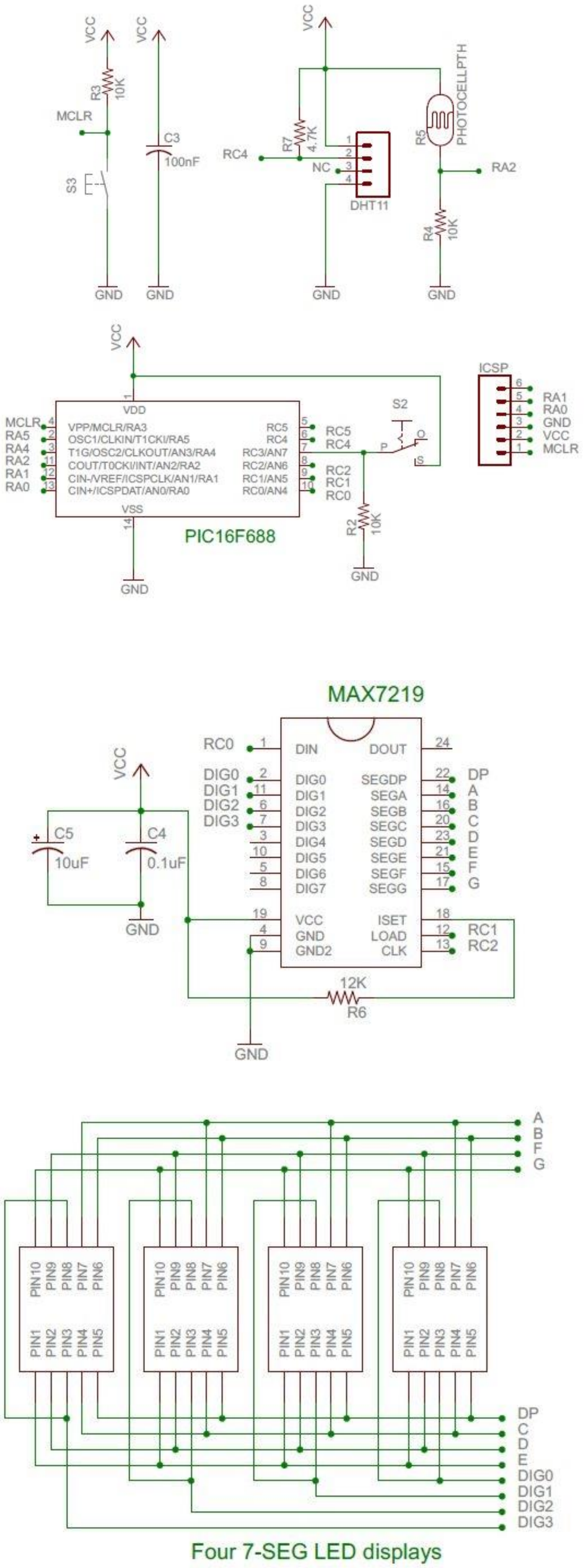


Рисунок 2.6 – Принципова схема вимірювача вологості на мікроконтролері PIC16F688

На рисунку приведена схема підключення до мікроконтролера PIC16F688 датчика температури DHT11, фоторезистора, кнопки скидання і перемикача для вибору одиниць виміру температури (S2). DHT11 - це недорогий цифровий датчик для вимірювання температури у діапазоні 0 - 50 ° C з точністю ± 2 ° C і відносній вологості в діапазоні 20-95 % з точністю ± 5 %. Датчик відкалібрований в заводських умовах і має свій однопроводний протокол передачі даних.

Датчик підключається до порту мікроконтролера RC4, на лінії даних включений підтягуючий резистор R7. Якщо перемикач S2 розімкнутий (положення O за схемою), то на лінії RC3 через подтягивающего резистора R2 з'явиться логічний 0, і на дисплеї будуть відображатися значення температури в градусах Фаренгейта.

Фоторезистор (R5) і резистор R4, як видно за схемою, утворюють дільник напруги. Напруга на резисторі R4 зростає пропорційно кількості світла, що падає на фоторезисторів. Опір типового фоторезистора в умовах яскравої освітленості становить менше 1 кОм і може доходити до декількох сотень кОм в темряві. Таким чином для даної схеми напруга на резисторі R4 може варіюватися від 0.1 В (в темряві) до більш ніж 4.0 В (при дуже яскравому освітленні). Ухвалою значення цієї напруги і, відповідно, рівня освітлення, займається АЦП мікроконтролера, до каналу RA2 якого підключений фоторезисторСхеми різних вимірювачів вологості, у тому числі і цифрових, публікувалися в літературі неодноразово. Одним таким прикладом цифрового вимірювача вологості є вимірювач вологості що працює за принципом вимірювального моста. Цей прилад дозволяє за 3...4 с визначити температуру працюючої мікросхеми, резистора або іншої деталі радіотехнічного пристрою з точністю не гірше 0,1°С. В багатьох випадках він може значно прискорити ремонт складної апаратури, зібраної навіть на мікросхемах структури КМОП.

Дисплей виконаний на мікросхемі MAX7219, з її допомогою можна керувати 8 семисегментними індикаторами з загальним катодом по трипровідні послідовному інтерфейсу. У мікросхему інтегровані BCD декодер, схема мультиплексування, драйвери сегментів і розрядів і статичне ОЗП 8×8 для

зберігання значення цифр. Струм через сегменти всіх розрядів встановлюється за допомогою лише одного резистора, якої підключається до висновку ISET мікросхеми. Додатково, вбудована схема ШІМ дозволяє реалізувати програмне управління яскравістю світіння індикаторів. У нашій схемі сигнали сигнальні висновки мікросхеми DIN, LOAD і CLK (інтерфейс SPI) підключаються до портів мікроконтролера RC0, RC1 і RC2, відповідно.

Ще одне схемотехнічне рішення вимірювача вологості на основі мікроконтролера PIC16F84A приведене на рисунку 2.7.

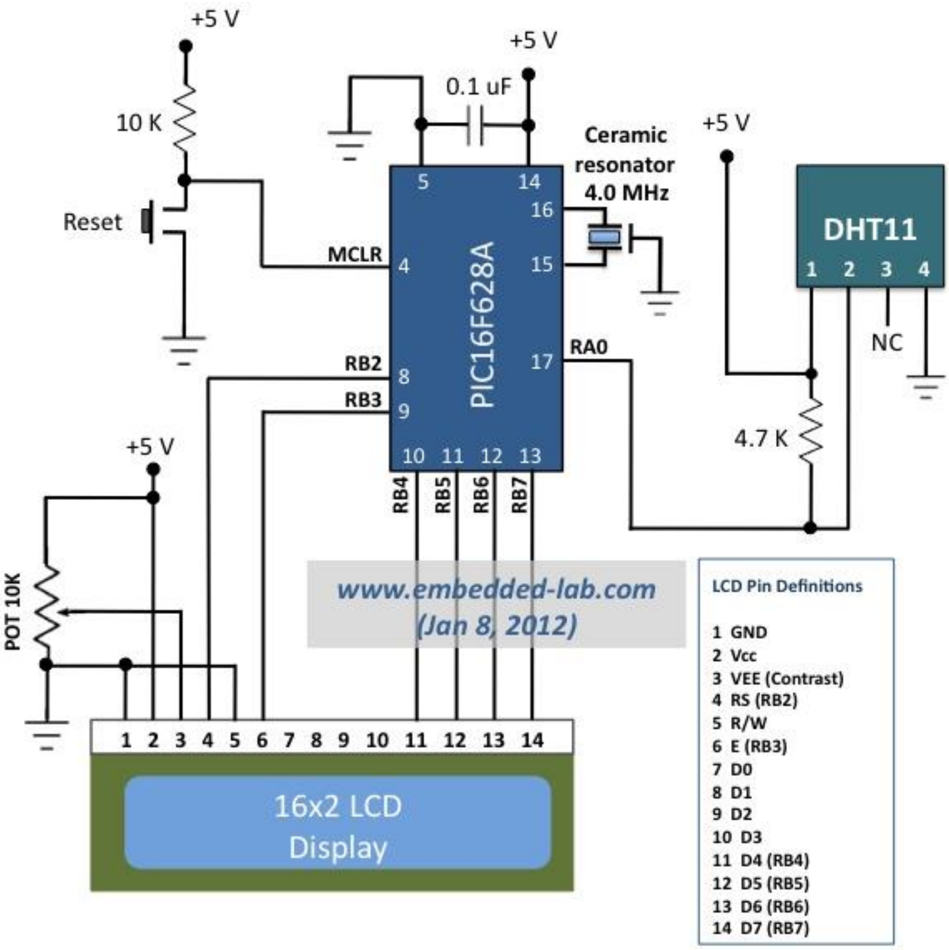


Рисунок 2.7 – Схема вимірювача вологості на базі мікроконтролера PIC16F84A

2.5 Висновки

Розглянуті схемотехнічні рішення можуть стати базовими для побудови вимірювача вологості, який сумістить такі їх переваги, як використання універсального датчика вологості-температури, мікроконтролера та цифрового дисплея. Основна мета реалізації пристрою – зменшення вартості при збереженні заявлених технічних характеристик.

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Аналіз вихідних даних та розробка структурної схеми вимірювача вологості

Згідно із завданням на дипломний проект, пристрій для вимірювання відносної вологості повітря (далі просто вимірювач вологості) повинен мати такі технічні характеристики:

- одночасне відображення температури в приміщенні і відносної вологості повітря;
- діапазон вимірювання температури від – 40 до +70 °С, похибка ±1°С;
- діапазон вимірювання вологості від 20% до 95 %, похибка - 5 %;
- напруга живлення - від 5 до 9 В постійного струму;
- потужність споживання – до 200 мВт.

Першим кроком у розробці вимірювача вологості є складання його структурної схеми. Вона концентрує в собі все найбільш важливе і істотне про склад, функції та структуру пристрою. На структурній схемі зображують у вигляді прямокутників всі основні структурні вузли приладу і взаємозв’язки між ними.Перевагою структурної схеми є те, що по ній можна швидко одержати представлення про склад, структуру і функції даного пристрою.

Блок «Живлення» подає напругу 9 В.

Блок «Стабілізатор напруги» потрібний для перетворення напруги 9 В в 5 В. Ця напруга живить всі інші мікросхеми.

Блок «Термодатчик» призначений для вимірювання температури оточуючого повітря. Значення цієї температури відображається на дисплеї.

Блок «Датчик вологості» призначений для вимірювання відносної вологості повітря в приміщені. Значення вологості також відображається на дисплеї.

Блок «Мікроконтролер» виконує функції управління всіма блоками даної схеми. Він отримує показання від датчиків, виконує обчислення і передає результати на рідиннористалічний дисплей.

Блок «Дисплей» призначений для відображення вимірювальних даних. Він являє собою русифікований матричний однорядковий рідкокристалічний дисплей на 16 знаків з вбудованим контролером і підсвітлювачем. Структурна схема пристрою зображена у графічній частині дипломного проекту.

Мікроконтролери в поєднанні з датчикам дозволяють створювати ефективні системи контролю в побуті і промисловості. Їх головні переваги – це універсальність, програмна гнучкість, можливість цифрової обробки даних і реалізації складних алгоритмів управління. Інтеграція в одному корпусі великої кількості периферійних пристроїв забезпечує компактність і низьку вартість приладів в умовах стислих термінів розробки і постановки виробів на виробництво.

3.2 Розробка функціональної схеми вимірювача вологості

Функціональна схема являє собою ускладнену структурну схему. Вона дає найбільш наглядне уявлення про послідовність взаємодії функціональних частин приладу.

Функціональна схема цифрового вимірювача вологості містить елементи, що описані нижче.

Джерело живлення подає напругу 9 В.

Стабілізатор напруги. На вхід даної мікросхеми подається напруга 9 В, а з виходу одержуємо напругу 5 В. Напруга 5 В потрібна для живлення усіх інших мікросхем.

Мікроконтролер. На дану мікросхему подається земля і живлення, а також на її входи подаються сигнали від датчиків температури і вологості. Програма виконує обчислення, результати якого виводяться на індикатор.

Датчики виконують функцію перетворення температури та вологості і подають їх на мікроконтролер.

Дисплей. Призначений для відображення значень вимірювань. Виводом даних на екран керує мікроконтролер, тому на входи даного блоку поступають

сигнали управління і дані з мікроконтролера. На вхід також подається живлення і земля.

Функціональна схема даного цифрового вимірювача вологості зображена у графічній частині дипломного проекту.

3.3 Вибір елементної бази вимірювача вологості

На сьогоднішній день світова промисловість випускає величезну номеклатуру різноманітних датчиків, в тому числі – вологості та температури. Тому є великий спектр вибору від країни виробника до принципу роботи цих самих датчиків, на проект вони вибирались по принципу ціна – якість.

3.3.1 Вибір датчиків вологості та температури

В таблиці 3.1 приведені порівняльні характеристики датчиків вологості різних виробників.

Таблиця 3.1 – Параметри датчиків вологості

Тип датчика/ характеристика	HIH-3602	HC201	AM2302	DHT11
Межі вимірювання вологості, %	0…100	0…100	0…100	20…85
Точність вимірювання, %	±0,5	±3	±2	±5
Напруга живлення, В	4,0…5,8	3,0…5,5	4,0…6,0	3,0…5,5
Наявність вбудованого датчика температури	немає	немає	немає	є
Вартість, грн	235	160	54	25

Як видно з таблиці 1 для розробки вимірювача вологості оптимальним з точки зору ціна-якість доцільно використати датчик типу DHT11. Датчик DHT11 є найдешевшим цифровим датчиком, що дозволяє вимірювати температуру і вологість навколишнього середовища. Детальні технічні характеристики датчика приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики датчика DHT11

Технічна характеристика	Значення
Межа вимірювання температури, °С	0…50
Похибка вимірювання температури, °С	± 1
Межа вимірювання вологості, %	20…95
Похибка вимірювання вологості, %	± 1
Напруга живлення, В	3…5,5
Струм споживання, мА	
- вимірювання	0,5…2,5
- передача даних	0,2…1,0
- очікування	0,1…0,15

Для зв'язку з контролером використовується однопровідна шина з відкритим колектором, тому обов'язкова підтяжка резистором 5 – 10 кОм до плюса живлення, рисунок 3.1. [11]

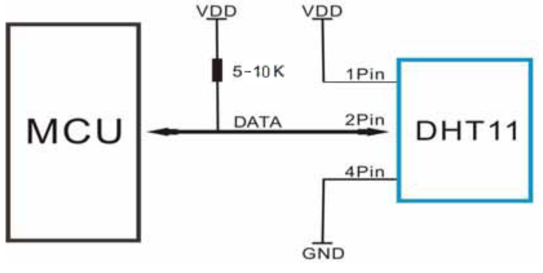


Рисунок 3.1 – Схема підключення датчика DHT11 до мікроконтролера

Зовнішній вигляд датчика приведний на рисунку 20.

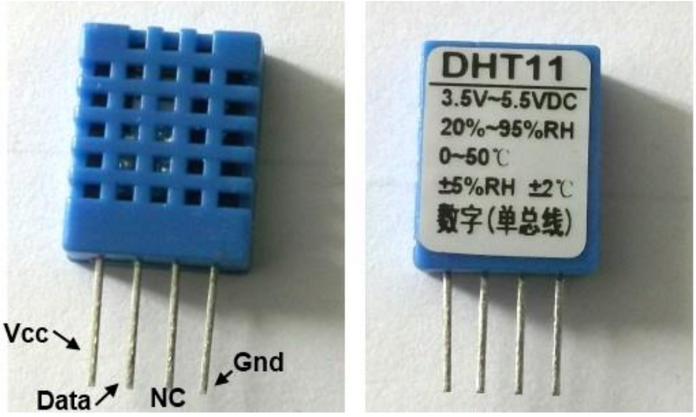


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд датчика DHT11

Формат обміну даними може бути розділений на три етапи:

1) Ініціалізація.

2) Преамбула.

3) Передача даних.

Процес читання даних починається з імпульсу ініціалізації який формує мікроконтролер. Він повинен встановити на шині низький рівень на час не менше 18 мс, для ініціалізації DHT11, рисунок 3.3.

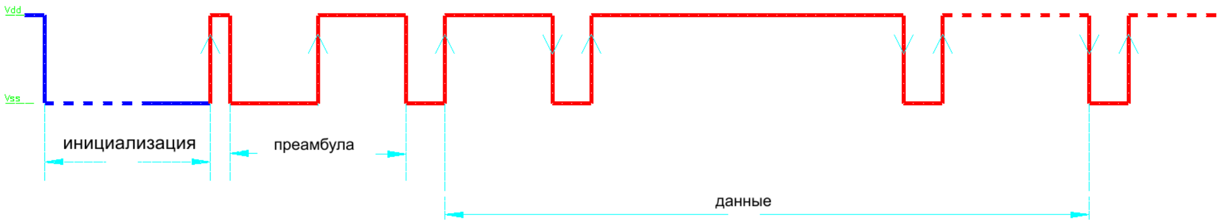


Рисунок 3.3 – Часова діаграма обміну даними між DHT11 та мікроконтролером

Мікроконтролер після формування імпульсу ініціалізації повинен відразу перевести порт в режим читання (режим прийому даних). Якщо датчик готовий

до передачі даних, він відповість сформувавши преамбулу. Один період меандра тривалістю ~ 160 us.

Мікроконтролер отримавши відповідь від датчика, може почати читання даних.

Передача даних.

Дані являють собою 5 байт даних, які читаються побітно мікроконтролером, тобто всього 40 біт.

Перші два байти дані – це вологість (відносна вологість), а саме - ціла і дробова частина. Третій і четвертий байти - температура (градуси Цельсія), ціла і дробова частина і п'ятий останній байт - контрольна сума, яка дорівнює сумі перших 4 байт. На жаль хоча і присутні байти відповідають за десяті частки градуса і відсотка, реально контролер датчика їх не обчислює (хоча це і зрозуміло при такій точності це марно), тому в них завжди присутні нулі. Якщо реально зчитувати ці байти, то ми побачимо, наприклад :

Перші два байти дані вологості (відносна вологість), ціла і дробова частина. Третій і четвертий температура (градуси Цельсія), ціла і дробова частина і п'ятий останній байт контрольна сума, яка дорівнює сумі перших 4 байт. На жаль хоча і присутні байти відповідають за десяті частки градуса і відсотка, реально контролер датчика їх не обчислює (хоча це і зрозуміло при такій точності це марно), тому в них завжди присутні нулі. Якщо реально зчитувати ці байти то ми побачимо, наприклад :

bait0 = 41 / / вологість

bait1 = 0

bait2 = 31 / / температура

bait3 = 0

bait4 = 72 / / контрольна сума

Якщо в цих байтах завжди нулі, то можна це значення (аналогічно як для контрольної суми) використовувати для достовірності передачі даних.

Дані кодуються тривалістю високого рівня в кожному біті, біт починається стробом низького рівня тривалістю приблизно 50 - 54uS, після строба йде

високий рівень, якщо тривалість високого рівня в межах 24 uS, то це передається " 0 ", якщо в межах 70 uS - передається " 1 ".[12]

3.3.2 Вибір мікроконтролера

Мікроконтролер PIC16F628A – це 8-розрядний мікроконтролер з RISC архітектурою. Даний мікроконтролер є дешевим, з високою швидкодією та низьким енергоспоживанням. Він має вбудований ЕППЗП програм, ОЗП даних і може випускатися в 18 і 28 вивідних корпусах.

RISC-процесор має такі характеристики:

- велика кількість інструкцій;
- всі інструкції виконуються за один такт (200 нс);
- flash пам'ять: 2 кб;
- пам'ять даних ОЗП: 128 байт;
- пам'ять ЕСППЗП: 128 байт;
- швидкість роботи: тактова частота 10 МГц, мінімальна тривалість такту 200 нс;
- 32 апаратних регістрів спеціального призначення;
- 8-бітні дані;
- прямий, непрямий та відносний режими адресації для інструкцій і даних;
- зовнішній вхід RB0/INT;
- 100 тис. циклів запису/стирання пам’яті даних ЕСППЗП;
- 1000 циклів запису/стирання Flash пам’яті програми;
- Контролер має такі периферійні характеристики:
- 13 ліній вв/вив з індивідуальним контролером напрямку;
- TIMER0: 8-розрядний таймер/лічильник з 8-розрядним програмованим попереднім дільником;

- високоточні схеми для безпосереднього керування світлодіодними індикаторами (25мА мах струм витоку, 25мА мах струм стоку);

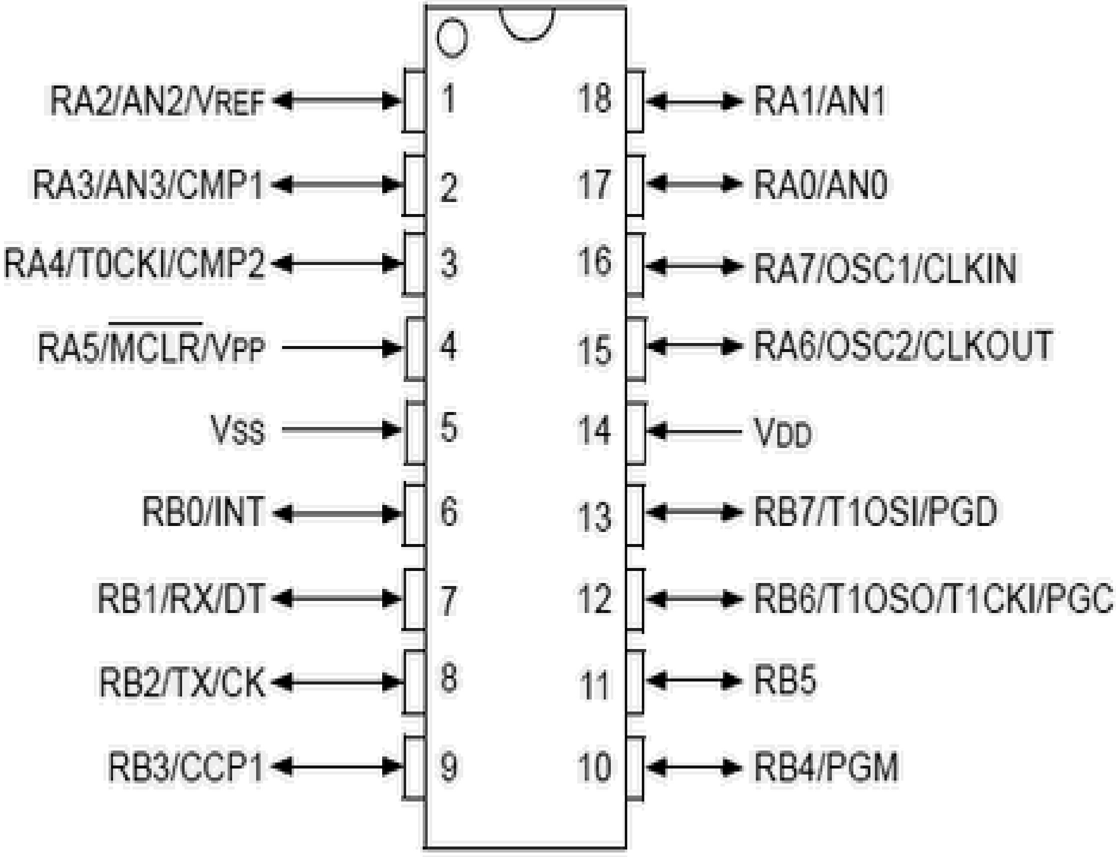


Рисунок 3.4 – УГЗ мікроконтролера PIC16F628A

Технологія КМОН контролера:

- широкий робочий діапазон напруг живлення від 2В до 5,5В;
- економічна, високошвидкісна технологія КМОН ЕППЗП/ЕСППЗП;
- низьке енергоспоживання:

1) <2мА при 5В, 4МГц;
2) 15мкА при 2В, 32кГц;
3) <0,5мкА в режимі STANDBY при 2В;

Мікроконтролер має такі виводи:

- RA0-RA4 – двонаправлений порт А;
- RB0-RB7 – двонаправлений порт В;

- OSC1/CLKIN – вхідна синхронізація;
- OSC2/CLKIN – вихідна синхронізація;

Мікроконтролер PIC16F628A володіє наступними технічними характеристиками, що показані у таблиці 3.3. [13]

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики мікроконтролера PIC16F628A

Характеристика	Одиниці вимірювання	Значення
Температура навколишнього середовища	°C	-55…+125
Температура зберігання	°C	-65…+150
Напруга на VDD відносно VSS	В	-0,3…7,5
Напруга на MCLR відносно VSS	В	0,6…14
Максимальний струм лінії VSS	мА	150
Максимальний струм лінії VDD	мА	100
Потужність споживання	Вт	800

Мікроконтролер PIC16F628A з'єднується з датчиками і передає отримані результати на дисплей HG1.

3.3.3 Вибір модуля Bluetooth

Для реалізації з'єднання вимірювача вологості з комп'ютерною системою доцільно використати модуль Bluetooth, наприклад HC-05 або HC-06, рисунок 3.5.

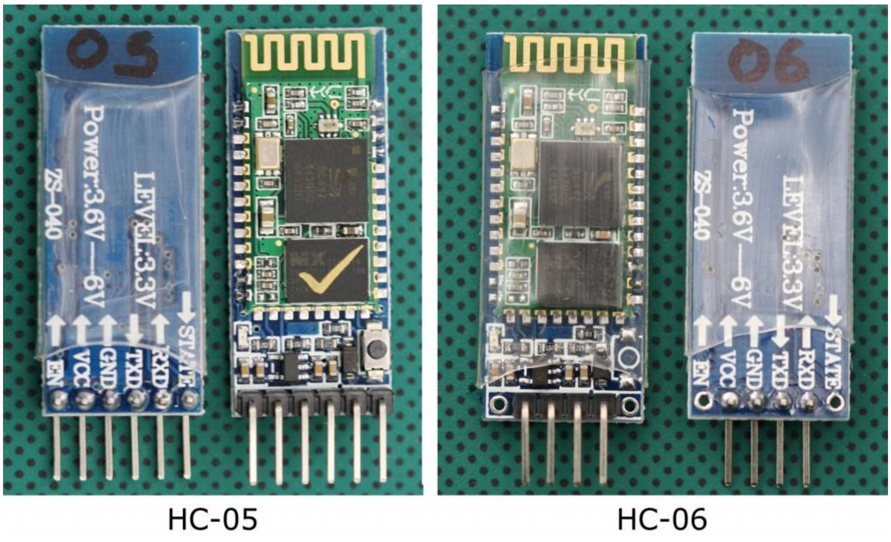


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд модулів BlueTooth HC-05 та HC-06

За замовчуванням у FLASH пам'ять модуля HC-05 записано ПЗ, яке дозволяє зв'язати по радіо Bluetooth телефон, ноутбук тощо будь-яким пристроєм на мікроконтролері, що має TTL-порт UART RS-232. За допомогою пакета CSR CASIRA BLUELAB SDK (в якому є робочі приклади програм Bluetooth) можна самому перепрограмувати модулі і створювати свої власні пристрої Bluetooth. На борту у модуля стоїть чіп пам'яті на 1 мегабайт. Там записано управляюча програма і всі налаштування. На зовнішні 34 контакти модуля виведені:

- апаратний UART, сигнали TXD, RXD, CTS і RTS;
- послідовний порт PCM (для цифрового введення/виводу звуку);
- два аналогових входи/виходи AIO;
- вхід скидання RESET (її можна нікуди не підключати);
- вхід напруги живлення +3.3 В, струм споживання максимум 35 мА;
- -інтерфейс USB;
- інтерфейс SPI, через який прошивається ПЗ і відбувається налагодження;
- 12 цифрових порти введення/виведення PIO.

Умовно-графічне зображення модуля BlueTooth HC-05 приведене на рисунку 3.6. [14]

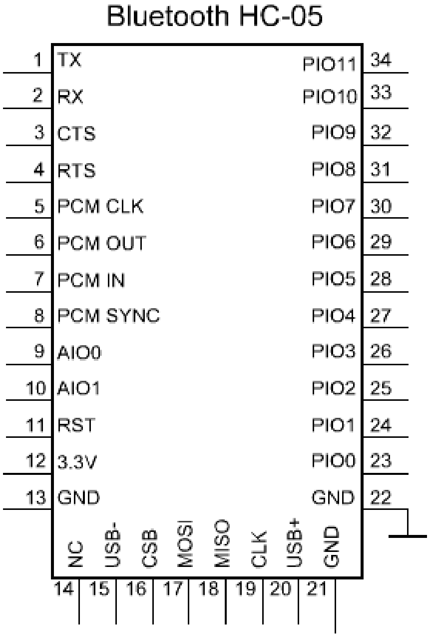


Рисунок 3.6 - Умовно-графічне зображення модуля BlueTooth HC-05

Технічні параметри модуля HC-05:

- використовувані радіочастоти 2.40 .. 2.48 ГГц, діапазон ISM (реєстрація та ліцензування частот не потрібно), рівень потужності Class2 (+6 dBm), чутливість приймача -85 dBm.
- протокол BlueTooth V2.0.
- можливі швидкості передачі даних 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600, 1382400 бод. Швидкість може бути обрана користувачем за допомогою AT-команд, за замовчуванням швидкість 9600 бод, 8 біт даних, 1 стоп-біт, без біта парності
- напруга живлення 3.3 вольт, струм споживання 35 мА в режимі пошуку радіоз’єднання, і близько 8 мА, коли радіоканал встановлений і функціонує, струм в режимі сну <1 мА.
- розміри 28 x 15 x 2.35 мм.

Мініатюрний модуль дозволяє підключитися до телефонів, PDA, смартфонам, ноутбукам, до будь-яких пристроїв, що мають на борту модуль Bluetooth в режимі master, і передавати дані через стандартний RS-232.

3.3.4 Вибір інших елементів схеми

Дисплеєм служить рідкокристалічний модуль AC161B. Він являє собою русифікований матричний однорядковий рідкокристалічний дисплей на 16 знаків з вбудованим контролером і підсвітлювачем.

Функції стабілізатора напруги виконує мікросхема 78L05.

3.4 Розробка, розрахунок та опис принципової схеми

Наступним етапом розроблення цифрового вимірювача вологості йде складання його принципової схеми. Розробка принципової схеми проводиться на схемотехнічному етапі проектування і представляє собою більш високий рівень, ніж структурна і функціональна схеми. Принципова схема є сукупністю електричних моделей всіх частин.

Основою для розробки принципової схеми є функціональна схема даного приладу. Також потрібно враховувати вимоги технічного забезпечення і вимоги, які висуває замовник.

Розробка принципової схеми полягає у виборі вже відомої схеми, що відповідає поставленим вимогам і задачам. Схема повинна бути простою і компактною, тому що, як відомо, чим простіша – тим надійніша.

Важливим моментом у розробці принципової схеми є розрахунок його елементів. Весь цей розрахунок зводиться до визначення номіналів резисторів та конденсаторів, які використовуються у схемі.

3.4.1 Схема підключення датчика

Датчик DHT11 має чотири виводи, один з яких не використовується. Решта виводів такі: 1 – плюс живлення, 2 – вихід даних, 4 – загальний.

Для зв'язку з мікроконтролером використовується однопровідна шина DQ з відкритим колектором, тому обов'язкова підтяжка резистором 5 – 10 кОм (R4) до плюса живлення, рисунок 14.

Вихід датчика DQ підключається до входу RB0 мікроконтролера. Кварцовий резонатор ZQ1, а також прилеглі до нього конденсатори C6, C7 є стандартним підключенням мікроконтролера, тому їх номінали 4 МГц, 30 пФ, 30 пФ відповідно.

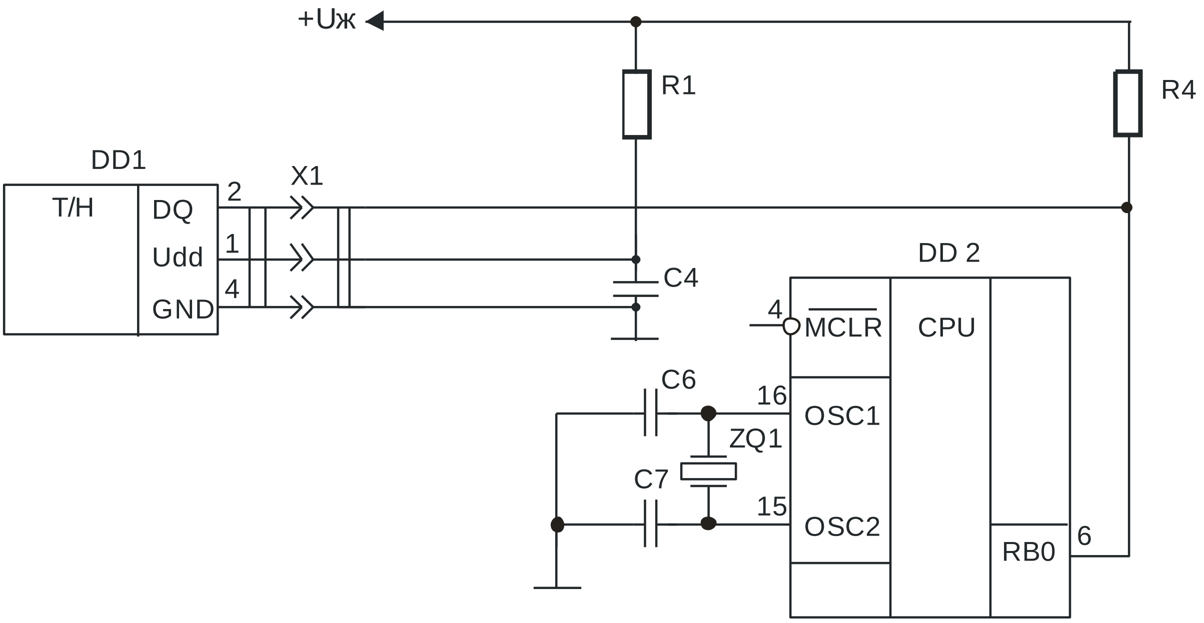


Рисунок 3.7 – Схема підключення датчика та кварцевого резонатора

Резистор R1 разом з конденсатором C4 формує ланку живлення датчика. Опір резистора R1 розраховується за формулою (3.1)

$$R = \frac{U_{дж} - U_{жм}}{I_{жм}}, \qquad (3.1)$$

де $U_{дж}$ – напруга джерела живлення, В;

$U_{жм}$ – напруга живлення мікросхеми, В;

$I_{жм}$ – струм споживання, мА.

$$R1 = \frac{5-4}{3 \cdot 10^{-3}} = 330\ Ом$$

Опір резистора R4 розраховується за формулою (3.2)

$$R = \frac{U_{дж}}{I_{н}}, \qquad (3.2)$$

де $U_{дж}$ – напруга джерела живлення, В;

$I_{н}$ – номінальний струм споживання, мА.

$$R4 = \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 5000\ Ом$$

Згідно стандартного ряду опорів вибираємо значення резистора R4 з номіналом 4,7 кОм.

3.4.2 Схема скидання

Ланка формування імпульсу скидання мікроконтролера складається з елементів R2, C5. Якщо прийняти, що подовженість імпульсу скидання складає 1 мс або 0,001 с, то задавшись номіналами резистора R2=1кОм, знайдем значення ємності конденсатора C5 за формулою

$$C5 = \tau / R, \qquad (3.3)$$

де τ – постійна часу типової RC-ланки, с;

R – опір резистора R2, Ом.

Отже, скориставшись формулою (3.3) знайдемо значення ємності конденсатора С5.

$$C5 = 0{,}001/\ 1000 = 1\ мкФ$$

Згідно стандартного ряду ємностей Е12 приймаємо С5 = 1 мкФ.

3.4.3 Схема підключення індикатора

Схема підключення індикатора приведена на рисунку 3.8.

Резистор R3 разом з конденсатором С8 формує ланку живлення індикатора. Опір резистора R3 розраховується за формулою (3.1)

$$R3 = \frac{5-1}{20 \cdot 10^{-3}} = 200\ Ом$$

Ємність конденсатора С8 може бути в межах 10 -100 мкФ.

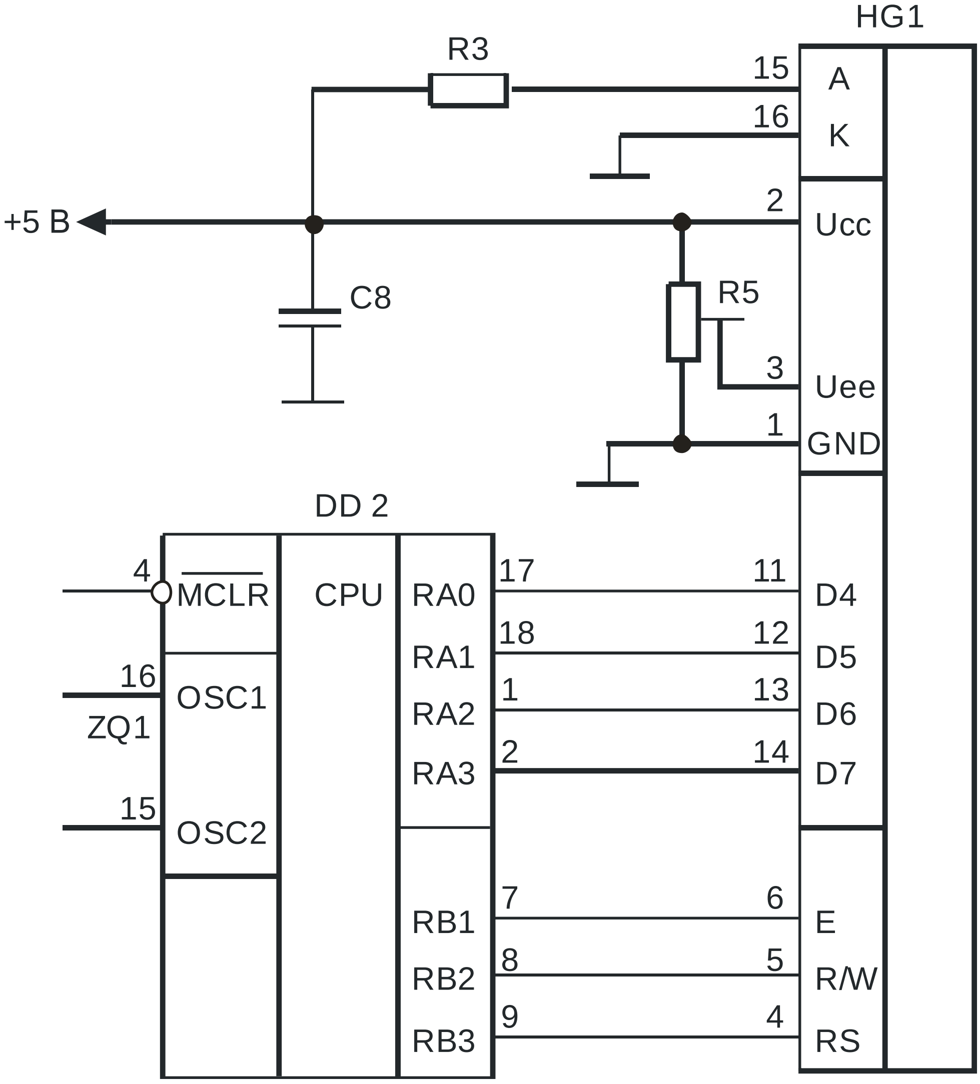


Рисунок 3.8 – Схема підключення індикатора до мікроконтролера

Підстроєчний резистор R5 використовується для керування яскравістю індикатора. Його номінал може бути будь-який в межах 10 -100 кОм.

3.4.4 Схема підключення модуля Bluetooth

Підключення модуля Bluetooth HC-05 через модуль USART мікроконтролера приведене на рисунку 3.9.

USART - послідовний порт вводу-виводу. Даний модуль призначений для зв'язку мікроконтролера з іншими пристроями.

Для організації каналу зв'язку достатньо лише з'єднати Rx кожного пристрою з Tx іншого.

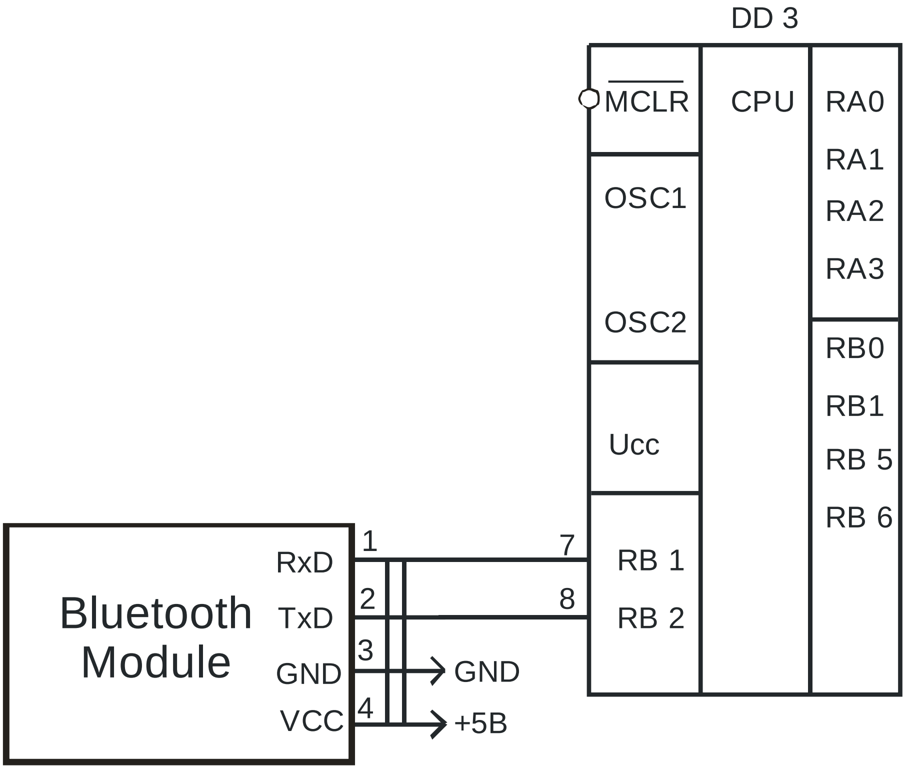


Рисунок 3.9 – Схема підключення модуля Bluetooth HC-05 до мікроконтролера

3.4.5 Опис принципової схеми

Принципова схема цифрового вимірювача вологості приведена у графічній частині дипломного проекту.

Мікроконтролер обробляє отримані з датчика дані і передає їх на рідиннокристалічний дисплей HG1 по чотирьохпровідній шині D4-D7, керуючись сигналами E, R/W, RS.

Мікросхема DA1 виконує функцію стабілізатора напруги живлення приладу. Резистор R1 захищає її від короткого замикання, яке може виникнути в лініях зв’язку з датчиками.

Резистор R5 виконує роль підтягуючих резисторів на лінії DQ датчика.

За допомогою резистора R5 можна встановити потрібну контрастність індикатора.

Роз’ємний з’єднувач X1 призначений для під’єднання датчика до мікроконтролера.

Модуль Bluetooth HC-05 служить для звязку вимірювача вологості з планшетом, телефоном або ПК.

3.5 Розрахунок потужності споживання вимірювача вологості

Потужність споживання вимірювача вологості складається з потужностей споживання мікросхем, яка розсіюється та дискретних елементів схеми (резистори, діоди), якими можна знехтувати.

Загальна потужність споживача визначається за формулою (3.4)

$$P_{сп.з.} = \sum_{i=1}^{k} P_{сп.} \cdot n + \sum_{i=1}^{c} P_{роз.} \cdot m, \quad (3.4)$$

де $P_{сп.}$ – потужність споживання мікросхеми, Вт;

n – кількість мікросхем і-того типу, шт.;

$P_{роз.}$ – потужність розсіювання, Вт;

m – кількість дискретних елементів і-того типу, шт.

Споживча потужність мікросхеми визначається за формулою (3.5) або за формулою (3.6)

$$P_{сп} = \frac{I^0{}_{вх} + I^1{}_{вх}}{2} \cdot U_{ж}, \quad (3.5)$$

$$P_{сп} = I_{сп} \cdot U_{ж}, \quad (3.6)$$

де $I^0{}_{вх}$ – струм нульового рівня, мА;

$I^1{}_{вх}$ – струм одиничного рівня, мА;

$U_ж$ – напруга живлення, В;

$I_{сп}$ – струм споживання, мА.

Розсіювану потужність дискретних елементів визначаємо за формулою (3.7):

$$P_{роз} = \frac{U^2{}_{ж}}{R},\qquad (3.7)$$

де R – опір елемента, Ом;

$U_ж$ – напруга живлення, В.

Обчислюємо потужності споживання мікросхем:

Для мікросхеми PIC16F628A: $P_{сп} = 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 7{,}5\,мВт$

Для мікросхеми DHT11: $P_{сп} = 1{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 6\,мВт$

Для мікросхеми 78L05: $P_{сп} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 24\,мВт$

Для дисплея AC161B: $P_{сп} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 10\,мВт$

Знаходимо суму потужностей мікросхем:

$$P_{сп} = 7{,}5 + 10 + 24 + 10 = 51{,}5\,мВт$$

Дані про споживчу потужність мікросхем наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Споживча потужність мікросхем

Тип мікросхеми	$U_ж$, В	$I_{сп}$, мА	$P_{сп}$, мВт	n, шт.	$P_{сп}$·n, мВт
PIC16F628A	5	1,5	7,5	1	7,5
DHT11	5	2	10	1	10
78L05	12	2	24	1	24
AC161B	5	2	10	1	10

Обчислюємо потужності що розсіюються на резисторах:

Дані про потужність що розсіюється на резисторах наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Потужність що розсіюється на резисторах

Резистор	$U_{ж}$, В	R, Ом	$P_{роз}$, мВт	n, шт.	$P_{сп}\cdot$ n, мВт
R1	5	16	90	1	90
R2	5	10	25	1	25
R3	5	$10\cdot10^3$	2,5	1	2,5
R4	12	$4{,}7\cdot10^3$	5,3	1	5,3
R5	5	$10\cdot10^3$	2,5	1	2,5

Знаходимо суму потужностей що розсіюється на резисторах:

$$P_{сп.з.} = 25 + 5{,}3 + 2{,}5 + 90 + 5{,}3 = 125{,}6\ мВт$$

Знаходимо загальну потужність споживання приладу:

$$P_{сп.з.} = 51{,}5 + 125{,}6 = 178{,}1 мВт$$

Отже, загальна потужність мікроконтролерного вимірювача вологості становить приблизно 0,2 Вт, що відповідає завданню на дипломний проект.

3.6 Розрахунок надійності вимірювача вологості

Надійність – це властивість будь-якого об’єкта стійко функціонувати при певних умовах експлуатації протягом певного проміжку часу.

Надійність може бути:

- за раптовими відмовами;
- за поступовими відмовами;
- інформаційна надійність;
- надійність ПЗ;

Всі несправності в ЕОМ можуть носити характер відмов або збоїв.

Відмова – це повна або часткова втрата працездатності ЕОМ, для відновлення якої необхідний ремонт або заміна несправного компонента.

Надійність виробу залежить від надійності його складових і не може перевищувати надійності його найслабшої ланки.

Відомо, що інтенсивність збоїв значно вище інтенсивності відмов. Інтенсивність відмов – це характеристика, яка визначається експериментально для кожної групи елементів і має табличне значення. Інтенсивність відмов виробу визначається сумою інтенсивностей відмов всіх його елементів.

Сумарна інтенсивність відмов виробу визначається за формулою (3.8)

$$\lambda_{\sum} = \sum_{i=1}^{m} n_i \cdot \lambda_i , \tag{3.8}$$

де $\lambda_{\sum}$ - сумарна інтенсивність відмов приладу, год$^{-1}$;

λ_i – інтенсивність відмов одного елемента, год$^{-1}$;

n_i – кількість однакових елементів;

m – кількість груп елементів;

Інтенсивність відмов усіх елементів, а також сумарна інтенсивність наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Інтенсивності відмов елементів

Тип елементу	Кількість n_i, шт	λ_i, год$^{-1}$	$n_i*\lambda_i$, год$^{-1}$
ІМС середнього ступеня інтеграції	3	0,5*10^{-6}	1,5*10^{-6}
Резистори	5	1*10^{-6}	5*10^{-6}
Конденсатори	8	1*10^{-6}	8*10^{-6}
Роз'єми	1	3*10^{-6}	3*10^{-6}
Індикатор	1	5*10^{-6}	5*10^{-6}
Кварцовий резонатор	1	1*10^{-6}	1*10^{-6}
Пайка	68	0,05*10^{-6}	3,4*10^{-6}
Сума $\lambda_{\sum}$, год$^{-1}$			26,3*10^{-6}

Як видно з таблиці 3.9 однакові за типом елементи мають приблизно рівні значення інтенсивності відмов. Кількість таких елементів заносимо в другий стовпчик, значення інтенсивностей в третій стовпчик. Після розрахунків ми визначили, що сума $\lambda_{\sum}$ =26,3*10^{-6} год$^{-1}$.

Далі знаходимо середній час напрацювання на першу відмову за формулою (3.9)

$$T_c = \frac{1}{\lambda_i}, \qquad (3.9)$$

$$T_c = \frac{1}{26{,}3 \cdot 10^{-6}} = 37037 \quad \text{год}$$

Даний прилад призначений для експлуатації в умовах наближених до лабораторних, тому $K_{уе_лаб}$=1 і середній час напрацювання не зміниться.

Знаходимо ймовірність безвідмовної роботи приладу протягом інтервалу часу за формулою (3.10):

$$P(t) = e^{(-t/T_c)}, \qquad (3.10)$$

де t – період часу, год;

Знайдемо ймовірність безвідмовної роботи приладу в інтервалі часу 0-50 тис. год з інтервалом 10 тис. год. Результати занесемо до таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Ймовірність безвідмовної роботи приладу в інтервалі часу

t, тис. год	P(t)
10	0,76
20	0,58
30	0,44
40	0,34
50	0,26

3.7 Розробка програмного забезпечення вимірювача вологості

Для розробки та налагодження програми використовувалася безкоштовна програма Mplab, надана Microchip.

MPLAB — це інтегроване середовище розробки (IDE) для сімейства мікроконтролерів PICmicro PICmicro від Microchip Technology Incorporated. MPLAB дозволяє писати, налагоджувати та оптимізувати програми. MPLAB включає в себе текстовий редактор, симулятор (віртуальний налагоджувач), менеджер проектів і підтримує емулятори (внутрішньосхемні налагоджувачі) MPLAB - програмісти ICE і PICMASTER, PICSTART Plus і PRO MATE.

Інструменти MPLAB, організовані як спадні меню та відповідні ярлики, дозволяють:

- зібрати, компілювати вихідний текст;
- налаштувати логіку роботи, переглядаючи за допомогою симулятора або, в режимі реального часу, за допомогою емулятора MPLAB - ICE;
- переглядати змінні у вікні перегляду;
- програмування кристалів за допомогою програматорів PICSTART Plus або PRO MATE II - і багато іншого.

Структурна схема розробленої програми показана на рисунку 3.10.

Він складається з блоку початкових налаштувань, який включає процедури скидання змінних, що використовуються в програмі, встановлення напрямку портів, встановлення необхідного коефіцієнта перетворення, виконання тесту, блоку виведення індикатора, який перетворює двійковий код у семисегментний індикаторний код затримка часу для динамічної індикації.

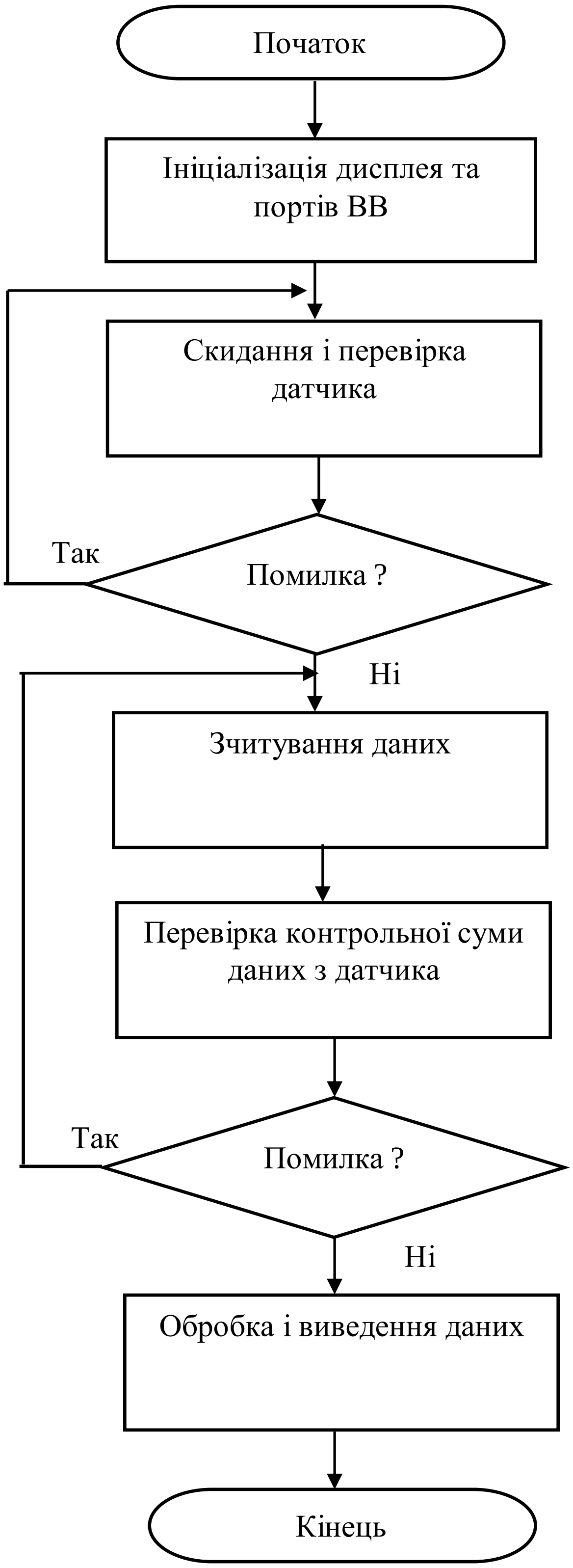


Рисунок 3.10 – Алгоритм програми для мікроконтролера PIC16F628

Текст програми приведений в додатку Б.

3.8 Висновки

Отже, після проведеної роботи можна зробити висновок, що даний проект відповідає поставленому завданню. При виконанні кваліфікаційної роботи виконано ряд задач:

- здійснено огляд і аналіз існуючих аналогів;
- зроблено структурну, функціональну, принципову схему пристрою;
- забезпечено зчитування даних з цих датчиків;
- передбачено можливість передавати дані через Bluetooth модуль;
- забезпечено зручне і коректне керування пристроєм.

ВИСНОВКИ

Метою дипломного проекту було розроблення мікроконтролерного вимірювача відносної вологості повітря. Мікроконтролери в поєднанні з датчикам дозволяють створювати ефективні системи контролю в побуті і промисловості. Їх головні переваги – це універсальність, програмна гнучкість, можливість цифрової обробки даних і реалізації складних алгоритмів управління. Інтеграція в одному корпусі великої кількості периферійних пристроїв забезпечує компактність і низьку вартість приладів в умовах стислих термінів розробки і постановки виробів на виробництво.

Під час розробки дипломного проекту було розраховано такі величини: сумарна інтенсивність відмов для приладу ($\lambda_{\sum}$) дорівнює 26,3*10^{-6} $год^{-1}$, середній час напрацювання до першої відмови (T_c) складає 37037 год, потужність споживання вимірювача вологості (P) дорівнює 1,2 Вт.

Під час роботи над дипломним проектом було розроблено структурну, функціональну та принципову схему мікроконтролерного вимірювача вологості, вони представлені у графічній частині проекту.

В результаті теоретичної і практичної роботи розроблено пристрій, призначений для зчитування та перевірки даних з датчиків температури та вологості в будь-якій локації, тобто для зручного відображення і обробки отриманих даних.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Коваленко Ю. Л. Метеорологія і кліматологія : конспект лекцій / Ю. Л. Коваленко. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 65 с.

2. A brief history of thermometers [Електронний ресурс] //Guardian News & Media Limited. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: https://www.theguardian.com/science/2003/aug/06/weather.environment.

3. Будова та види датчиків температури в кліматичних системах [Електронний ресурс] // DS Electronics. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: https://ds-electronics.com.ua/ua/support/blog/termoregulyatory/ustrojstvo-i-vidyhttps://ds-electronics.com.ua/ua/support/blog/termoregulyatory/ustrojstvo-i-vidy-datchikov-temperatury-v-klimaticheskih-sistemah/datchikov-temperatury-v-klimaticheskih-sistemah/.

4. Авиационные термометры [Електронний ресурс] // Кировоградская Лётная Академия Национального Авиационного Университета. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://studfile.net/preview/6810193/page:17/.

5. Different Types of Thermometers [Електронний ресурс] //Instrumentation Tools. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://instrumentationtools.com/different-types-thermometers/.

6. Датчик вологості та температури GY-21 HTU21 [Електронний ресурс] //arduino.ua – Режим доступу до ресурсу: https://arduino.ua/prod1222-datchikhttps://arduino.ua/prod1222-datchik-vlajnosti-i-temperatyrivlajnosti-i-temperatyri.

7. Пірометри [Електронний ресурс] // Винницкий национальный технический университет. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://studfile.net/preview/3907292/page:5/.

8. Водяна пара, вологість повітря. [Електронний ресурс] // Гипермаркет знаний. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: https://edufuture.biz/index.php?title=38

9. Датчики влажности - как устроены и работают [Електронний ресурс] // Електрик Инфо. – 2009. – Режим доступу до ресурсу:

http://electrik.info/main/automation/1083-datchiki-vlazhnosti-kak-ustroeny-i-rabotayut.htmlrabotayut.html.

10. Вимірювачі вологості повітря і метеостанції [Електронний ресурс] // megasensor – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://megasensor.com/products/izmeriteli-vlazhnosti-vozduha/

11. Довгий А. Цифровий гігрометр. Частина 1. — Радіо, 2003, №6, с.12-15

12. Характеристика мікроконтролера PIC16F628 [Електронний ресурс] // MICROCHIP Tools. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://www.alldatasheet.com/datasheet-df/pdf/74970/MICROCHIP/PIC16F628.html

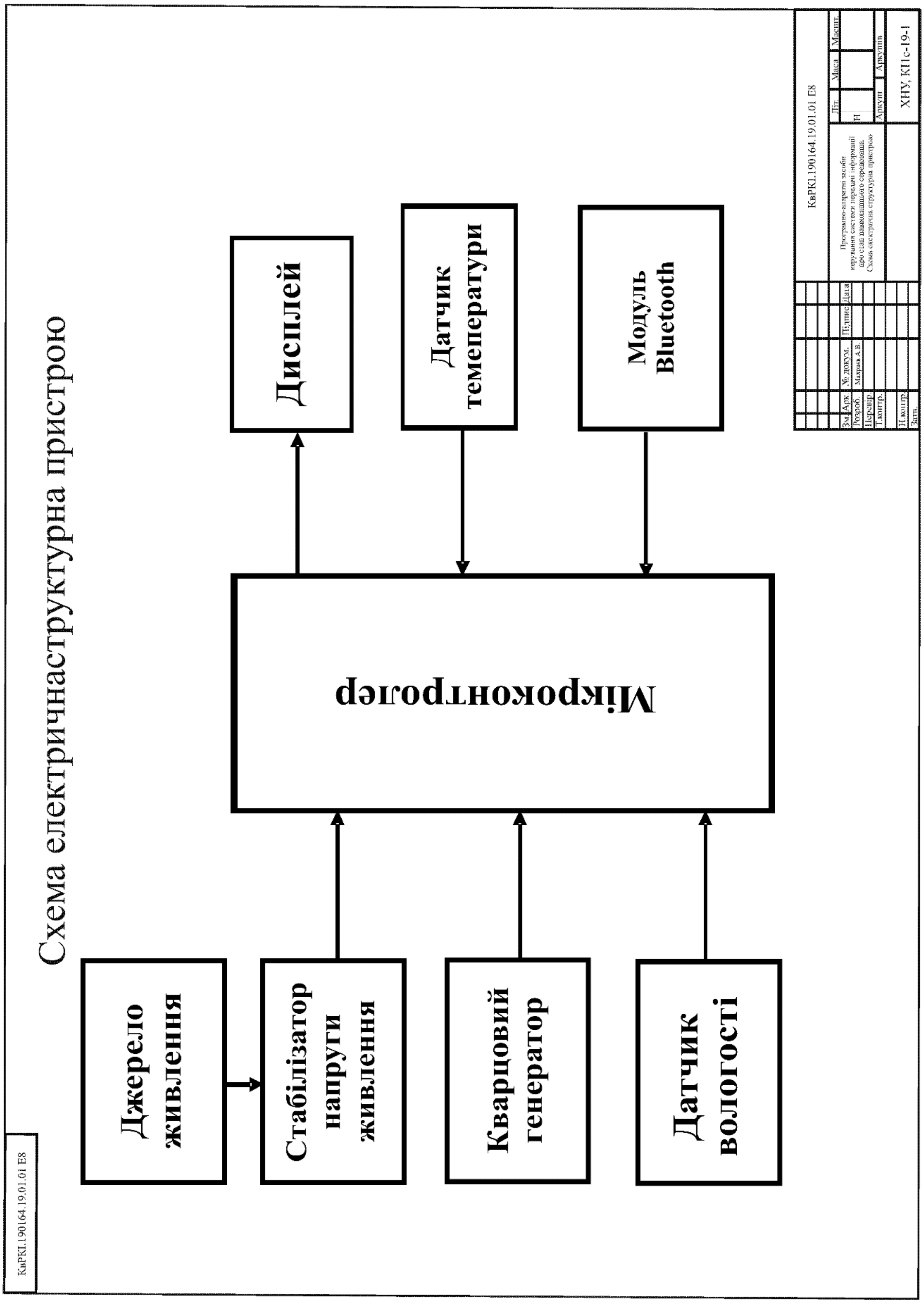
13. Bluetooth модулі для Arduino [Електронний ресурс] // Arduino microchip – 2018. – https://sites.google.com/site/hardzet/home/arduino/bluetooth-moduli

14. Довгий А. Цифровий гігрометр. — Радіо, 2001, №5, с.20-21.

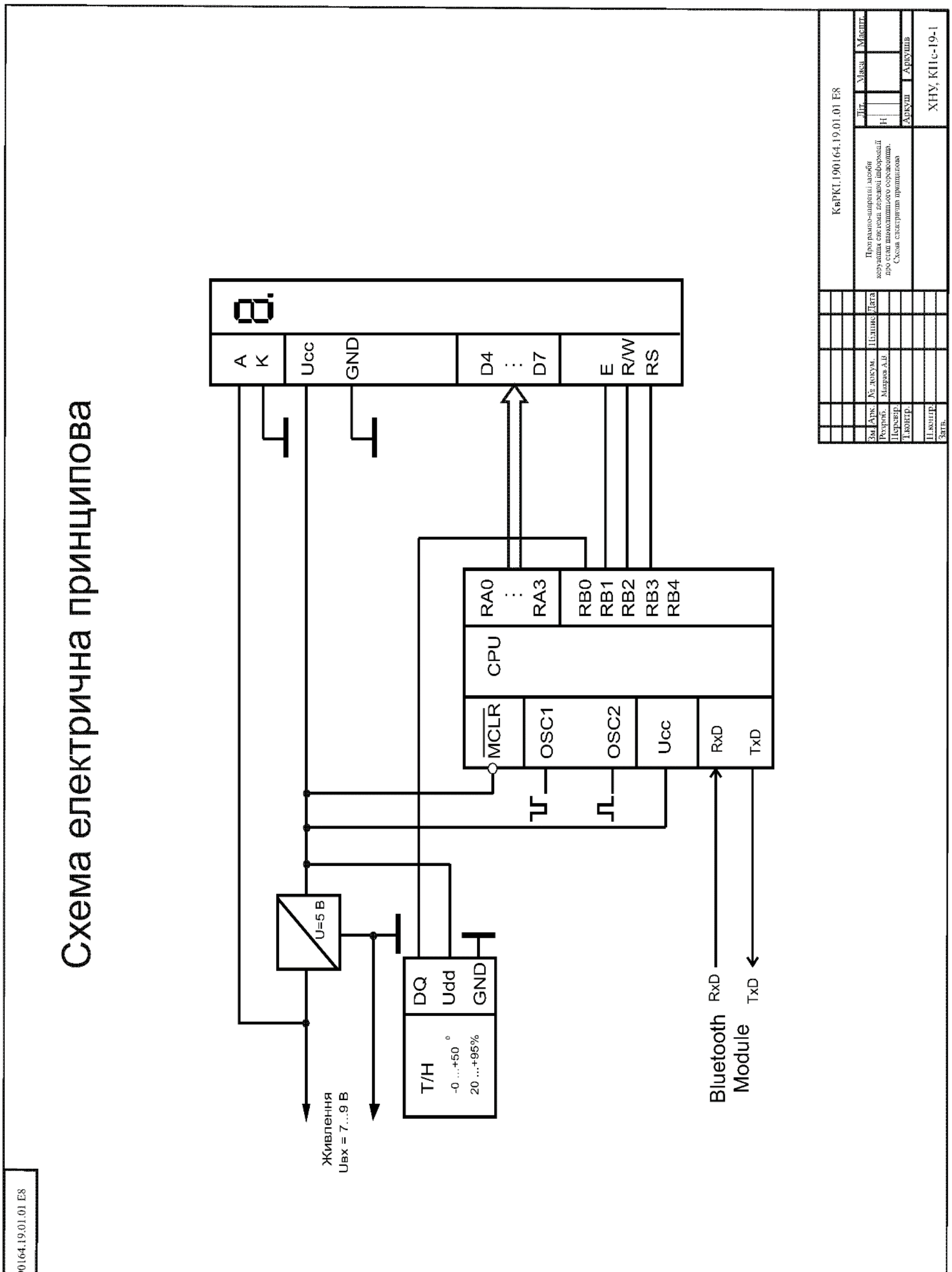
Додаток А

(обов'язковий)

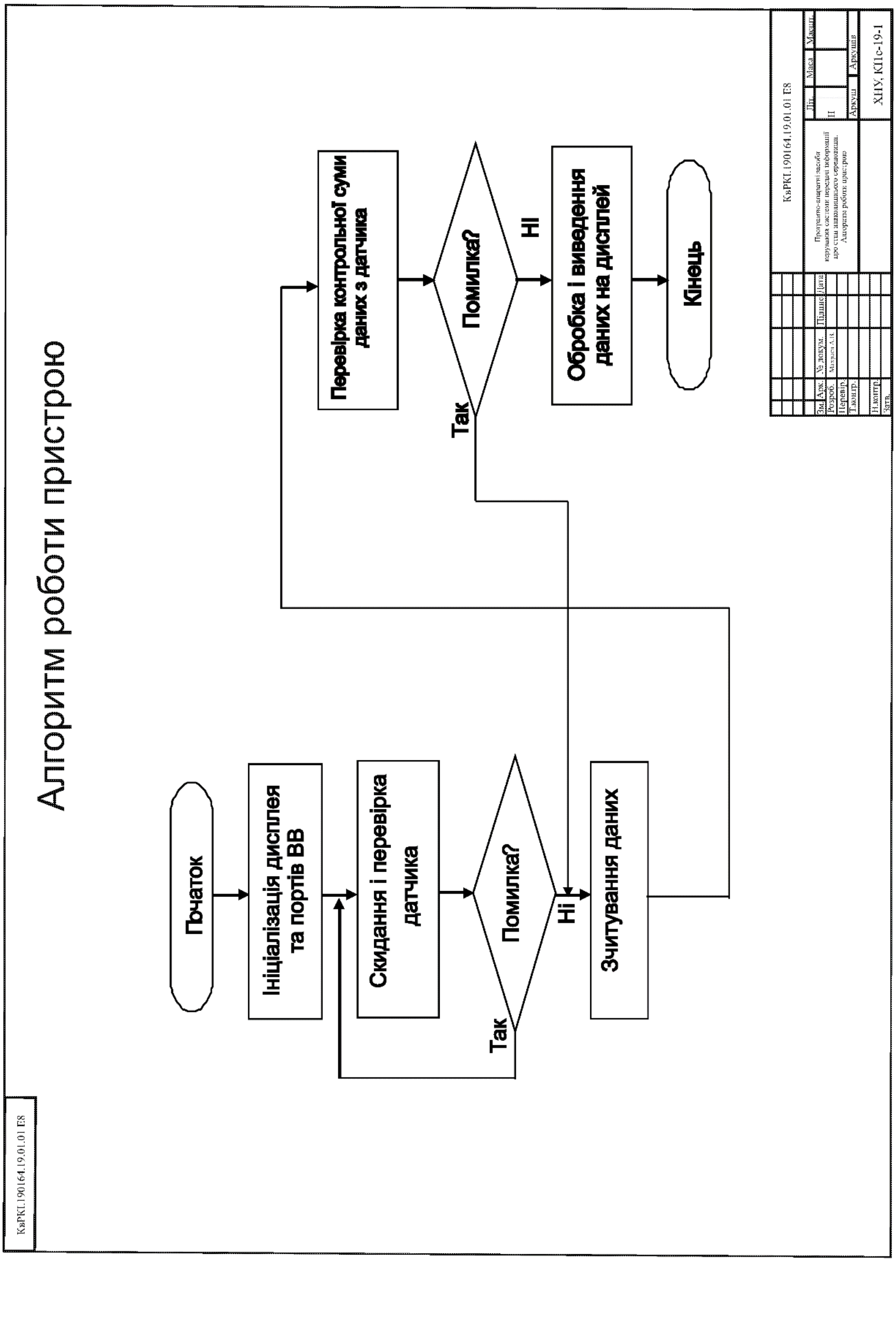
Копія креслення «Схема електрична структурна пристрою»



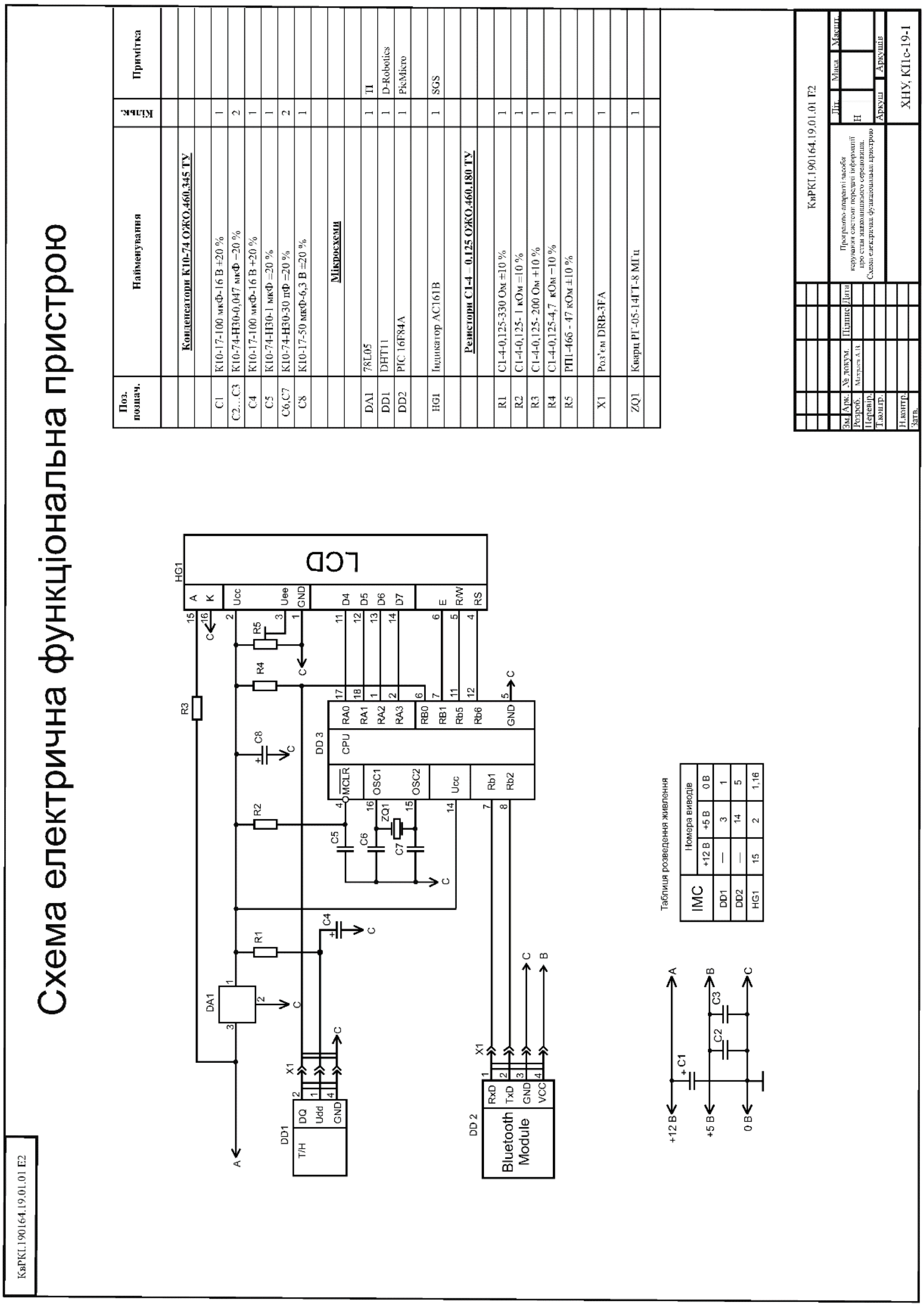
Копія креслення «Схема електрична функціональна пристрою»



Копія креслення «Алгоритм роботи пристрою»



Копія креслення «Схема електрична функціональна пристрою»



Поз. познач.	Найменування	Кільк.	Примітка
	Конденсатори К10-74 ОЖО.460.345 ТУ		
C1	К10-17-100 мкФ-16 В ±20 %	1	
C2…C3	К10-74-Н30-0,047 мкФ −20 %	2	
C4	К10-17-100 мкФ-16 В ±20 %	1	
C5	К10-74-Н30-1 мкФ ±20 %	1	
C6,C7	К10-74-Н30-30 пФ ±20 %	2	
C8	К10-17-50 мкФ-6,3 В ±20 %	1	
	Мікросхеми		
DA1	78L05	1	TI
DD1	DHT11	1	D-Robotics
DD2	PIC 16F84A	1	PicMicro
HG1	Індикатор AC161B	1	SGS
	Резистори С1-4 – 0,125 ОЖО.460.180 ТУ		
R1	С1-4-0,125-330 Ом ±10 %	1	
R2	С1-4-0,125- 1 кОм ±10 %	1	
R3	С1-4-0,125- 200 Ом ±10 %	1	
R4	С1-4-0,125-4,7 кОм −10 %	1	
R5	РП1-46б - 47 кОм ±10 %	1	
X1	Роз'єм DRB-3FA	1	
ZQ1	Кварц РГ-05-14ГТ-8 МГц	1	

Таблиця розведення живлення

IMC	Номера виводів		
	+12 В	+5 В	0 В
DD1	—	3	1
DD2	—	14	5
HG1	15	2	1,16

Додаток Б

(обов’язковий)

Текст програми керування мікроконтролером

```
LIST    p=16F628A              ; Вказівник процесора
#include <P16F628A.inc>        ; Додаємо стандартний файл заголовка MPLAB

;-------------------------------------------------------------------------------------
;                          --- Макрокоманди ---
;-------------------------------------------------------------------------------------

jnz    MACRO   metka1                  ; умовний перехід,
       btfss   STATUS,Z                ; якщо не 0
       goto    metka1
       endm
;---------------------------------------------
jz     MACRO   metka2          ; умовний перехід,
       btfsc   STATUS,Z        ; якщо 0
       goto    metka2
       endm
;---------------------------------------------
jnc    MACRO   metka3                  ; умовний перехід,
       btfss   STATUS,C        ; якщо немає переносу
       goto    metka
       endm
;---------------------------------------------
jc     MACRO   metka4          ; умовний перехід,
       btfsc   STATUS,C        ; якщо немає переносу
       goto    metka4
       endm
;---------------------------------------------
Mov    MACRO   DEST1,SOURCE1           ; пересилання регістр-регістр
       movf    SOURCE1,W
       movwf   DEST1
       endm
;---------------------------------------------
mvi    MACRO   DEST2,CONST2     ; пересилання константи в регістр
       movlw   CONST2
       movwf   DEST2
       endm
;---------------------------------------------
PORTALO                        macro
       bsf     STATUS,RP0              ; Установка сторінки 1 пам’яті
       movlw   b'11100000'             ; Установка режиму порта А
       movwf   TRISA
       bcf     STATUS,RP0              ; Повернення на сторінку 0
       endm
;---------------------------------------------
PORTAHI                        macro
       bsf     STATUS,RP0              ; Установка сторінки 1 пам’яті
       movlw   b'11101111'             ; Установка режиму порта А
       movwf   TRISA
       bcf     STATUS,RP0      ; Повернення на сторінку 0
       endm
;---------------------------------------------
CLKDISP                        macro
       Bsf     LCDCTRL,DISP_E  ; Установка виводу E дисплея в 1
       Bcf     LCDCTRL,DISP_E  ; Установка виводу E дисплея в 0
       endm
;---------------------------------------------
DISPCLR                        macro
       movlw   b'00000001'     ; Очистка дисплея
       call    SENDI                   ; Передача команди на дисплей
       endm
;---------------------------------------------
LINE1  macro
       Movlw   b'10000000'     ; Установка індикатора в 1-у позицію
       Call    SENDI           ; 1-ї строки
       endm
;---------------------------------------------
LINE2  macro
       Movlw   b'11000000'     ; Установка індикатора в 1-у позицію
       Call    SEND            ; 2-ї строки (або в позицію 9
       endm                    ; однострічного індикатора)
;---------------------------------------------
LCDINIT                        macro
       PORTALO                 ; Установка порта А на вивід
```

```
        movlw   0xF0                    ; Затримка 15 мс для ініціалізації ЖКІ
        call    LCDWAIT
        movlw   b'00000010'             ; Установка 4-бітного інтерфейса ЖКІ
        movwf   LCDCTR          ; Команда в порт А
        CLKDISP                 ; Тактовий імпульс на дисплей
        movlw   d'5'                    ; Затримка 5 мс
        call    LCDWAIT
        movlw   b'00101000'             ;  Установка  4-бітного  інтерфейса  і  2-строкового
режима
        call    SENDI
        movlw   b'00101000'             ;  Установка  4-бітного  інтерфейса  и  2-строкового
режима
        call    SENDI
        movlw   b'00001000'             ; Дисплей виключити
        call    SENDI
        DISPCLR
        movlw   b'00001100'             ; Дисплей включити
        call    SENDI
        movlw   b'00000110'             ; Встановити режим інкремента без зсуву
        call    SENDI
        movlw   40
        call    SENDI
        movlw   80              ; Очистка
        call    SENDI
       endm

 ;--------------------------------------------------------------------------------
 ;                          --- ОПИС ЗМІННИХ І КОНСТАНТ ---
 ;--------------------------------------------------------------------------------
W_copy      EQU    020h                 ; В цих регістрах буде
ST_copy     EQU    021h                 ; зберігатися контекст
FSR_copy    EQU    022h

x           EQU    023h
TH          EQU    025h                 ; Температура - старший байт
TL          EQU    026h                                ; Температура - молодший байт
TH2         EQU    025h                 ; Температура - старший байт
TL2         EQU    026h                 ; Температура - молодший байт
CRCPIC      EQU    027h                 ; Контрольна сума, підрахована мікроконтролером
TRY         EQU    028h                 ; Спроби читання по 1-Wire
COUNTER     EQU    029h                 ; Лічильник (Використовується при передачі даних по
1-Wire)

OUTA        EQU    02Eh                 ; Зберігання стану защолок порта

TEMP1              EQU                  03Ch                       ; Ячейки для тимчасового
TEMP2       EQU    03Dh                       ; зберігання даних
FLAGS       EQU                         03Fh                  ; Прапори користувача

LCDINFO     EQU                         34h                    ; Байт інформації для дисплея
DISPDATA    EQU                         35h                    ; Байт для передачі дисплею
LCDTIME     EQU                         36h                    ; Затримка в мікросекундах

 ;--------------------------------------------------------------------------------
 ;                                      --- ПУСК ---
 ;--------------------------------------------------------------------------------
            ORG 0                       ; Вектор скидання
Reset       bcf    STATUS,RP0           ; Звернення до банку 0
            bcf    STATUS,RP1
            goto    Begin               ; Обходим обробник підпрограм

 ;--------------------------------------------------------------------------------
 ;                           --- ПІДПРОГРАМИ ---
 ;--------------------------------------------------------------------------------
                   ;Підпрограма дешифрації індикатора

DC7         clrwdt
            clrf      PCLATH
            addwf     PCL,F             ; Таблична конвертація
            retlw     B'00110000'       ; 0
            retlw     B'00110001'       ; 1
            retlw     B'00110010'       ; 2
            retlw     B'00110011'       ; 3
            retlw     B'00110100'       ; 4
            retlw     B'00110101'       ; 5
            retlw     B'00110110'       ; 6
            retlw     B'00110111'       ; 7
            retlw     B'00111000'       ; 8
            retlw     B'00111001'       ; 9
            retlw     B'00101110'       ; точка
                                        ; Кінець підпрограми дешифрації індикатора
 ;--------------------------------------------------------------------------------
```

```
                  ;Підпрограма паузи (використовується ячейка TEMP1)

Pause                clrwdt
            movwf      TEMP1                  ;  Тривалість  паузи  задаєтся  числом  в  W
(приблизно в мс)
            movf       TEMP1,F                ; Перевірка на 0
            btfsc      STATUS,Z        ; Якщо тривалість не рівна 0, то Z=0 і пропускаєм
return
            return                            ;  Якщо  ж  тривалість  рівна  0,  то  відразу
повернення
            clrw                       ; Очищуєм W
P_label              addlw      01h                  ; Внутрішній цикл по W
            jnz        P_label
                     decfsz     TEMP1,F              ; Зовнішній цикл по TEMP1
                     goto       P_label
            clrwdt
            return                                   ; Кінец підпрограми паузи
;-------------------------------------------------------------------------------
                     ;Підпрограма  перевірки  підключення  DS1821  (використовується  ячейка
TEMP1)

TestDS      movlw      038h
            btfss      PORTB,x                ; Вимірювач вологості у стані очікування?
            goto       Test4_label     ; Ні, активний - перехід, виходимо

            bcf        OUTB,x                 ; Скидання 1-Wire
            movf       OUTB,W
            movwf      PORTB                  ; Імпульс скидання (не меньше 480 мкс)
            movlw      050h
Test1_label          addlw      01h
                     btfss      STATUS,Z             ;  (за  час  цієї  затримка  3  рази
відбувається
                     goto       Test1_label          ; переривання від TMR0)
            bsf        OUTB,x
            movf       OUTB,W
            movwf      PORTB                  ; Скидання 1-Wire виконано

            movlw      D'239'
Test2_label          addlw               01h                 ;  Чекаємо  відповіді  від  DS1821
(пауза ~70 мкс)
                     btfss               STATUS,Z
                     goto                Test2_label

            clrf       TEMP1
            movlw      D'252'
Test3_label          btfss               PORTB,x             ; Є відгук (0) ?
            incf       TEMP1,F         ; Да - інкремент TEMP1
            addlw      01h
                     btfss               STATUS,Z
                     goto                Test3_label

            goto       Testend_label

Test4_label  addlw                       01h                 ; Пауза для вирівнювання шляхів
             jnz                         Test4_label
            movlw      0

Testend_label
            movlw      075h
            ddlw       01h                    ; Очікування закінчення відгука DS1821
                     jnz                 Testend_label+1

            movlw      04h             ; Якщо відгук DS1821 правильний, то TEMP1 = 4
            xorwf      TEMP1,W
            btfsc      STATUS,Z               ; TEMP1 = 4 ?
            movlw      0FFh                   ;  Да   -  встановити  признак  присутності
(W=0FFh)

Stop_label  return                            ; Кінец підпрограми перевірки
;-------------------------------------------------------------------------------
                     ;Підпрограма вводу/виводу по шині 1-Wire (для прийома задаємо W=0FFh).
Використовується TEMP1
RW_1Wire
            movwf      TEMP1           ; Початкові дані в W
            movlw      08h                    ; 8 біт
            movwf      COUNTER
RWLoop      bcf        INTCON,GIE             ; Заборона всіх переривань
            bcf        OUTB,x                 ; 0 --> 1-Wire
            mov        PORTB,OUTB
            btfsc      TEMP1,0
            bsf        OUTB,x                 ; Встановити,якщо молодший біт TEMP1 = 1
            mov        PORTB,OUTB
```

```
           rrf       TEMP1,F               ; Підготувати наступний біт
           movlw     0FDh           ; Пауза ~12 мкс
RW_1label        addlw              01h
           jnz       RW_1label

           bcf       TEMP1,7                      ; Приймаємо у той же TEMP1
           btfsc     PORTB,x
           bsf       TEMP1,7

           movlw     D'220'                ; Час на звільнення лінії відомим
RW_2label        addlw              01h
           jnz       RW_2label

           bsf       OUTB,x                ; Відпускаємо шину
           mov       PORTB,OUTB
           bsf       INTCON,GIE            ; Дозволити переривання

           decfsz    COUNTER,F      ; 8 біт оброблені?
           goto      RWLoop                ; Ще ні - перехід

           movf      TEMP1,W               ; Прийнятий байт у W

           return                   ; Кінець підпрограми вводу/виводу по шині 1-Wire
;---------------------------------------------------------------------------------
                 ;Підпрограма оновлення CRC. Параметр в W. Використовуються ячейки
TEMP1, TEMP2

NewCRC     clrwdt
           movwf     TEMP2                 ; Зберегти W
           movlw     08h
           movwf     COUNTER                      ; 8 --> COUNTER
           movf      TEMP2,W               ; Відновити значення W
CRC_label  xorwf     CRCPIC,W              ; АБО-НІ CRCPIC і W, результат в W
           movwf     TEMP1                 ; Скопіювати результат в TEMP1
           rrf       TEMP1,W               ;  Зсув TEMP1 вправо на 1, результат в W,
молодший біт в С
           movf      CRCPIC,W              ; CRCPIC --> W (біт C не змінився)
           btfsc     STATUS,0
           xorlw     018h                  ; Якщо C=0, то цю інструкцію не виконувати
           movwf     TEMP1                 ; Результат в TEMP1
           rrf       TEMP1,W               ; Знову зсув, результат в W
           movwf     CRCPIC                ; Зберегти результат в CRCPIC
           bcf       STATUS,0              ; 0 --> C
           rrf       TEMP2,F               ; Зсув TEMP2 вправо на 1
           movf      TEMP2,W               ; І скопіювати отримане значення в W
           clrwdt
           decfsz    COUNTER,F
           goto      CRC_label
           return                   ; Кінець підпрограми оновлення CRC
;---------------------------------------------------------------------------------
                 ;Підпрограма виведення на дисплей
SENDD:
           movwf     DISPDATA
           PORTAHI                         ; Занесення в PortA
           bcf       LCDCTRL,DISP_RS ; RS=0 => Інструкції
           bsf       LCDCTRL,DISP_RW ; RW=1 => Читання
DISPBUSY:
           bsf       LCDCTRL,DISP_E  ; Поміщає дані на LCDDATA
           bcf       LCDINFO,BF_FLAG ; Ознака зайнятості якщо = 0
           btfsc     PORTA,3
           bsf       LCDINFO,BF_FLAG ; Ознака зайнятості була = 1
           bcf       LCDCTRL,DISP_E  ; Дозвіл показу
           CLKDISP
           btfsc     LCDINFO,BF_FLAG       ; Перехід якщо показ готовий
           goto      DISPBUSY              ; Показ не готовий
           PORTALO
           bsf       LCDCTRL,DISP_RS ; RS=1 => Дані
           bcf       LCDCTRL,DISP_RW ; RW=0 => Запис
           btfsc     LCDINFO,I_FLAG  ; Перехід, якщо SENDData?
           bcf       LCDCTRL,DISP_RS ; Ні, RS=0 => Інструкція
           swapf     DISPDATA,W            ; Занесено перший байт
           movwf     LCDDATA        ; Занесено перший байт в portA
           CLKDISP
           movf      DISPDATA,W            ; Занесено останній байт
           movwf     LCDDATA        ; Занесено останній байт в portA
           CLKDISP
           bcf       LCDINFO,I_FLAG
           return
;_________________________________________________________________________________
;
;                --- ПОЧАТОК ОСНОВНОЇ ПРОГРАМИ ---
;_________________________________________________________________________________
```

```
Begin

                clrf            PORTA                   ; Обнулити порт А
        clrf    PORTB                   ; Обнулити порт В
        bsf     STATUS,RP0              ; Сторінка 1 памя'ті
        bcf     OPTION_REG,NOT_RBPU     ; Включити підтягуючі резистори
        movlw   b'11100000'             ; Встановити порт А на вивід
        movwf   TRISA
        movlw   b'11000001'             ; Встановить Керуючі біты для дисплея
        movwf   TRISB
        bcf     STATUS,RP0              ; Повернення на сторінку 2 памя'ті
                LCDINIT                         ; Ініціалізація дисплея

;-------------------------------------------------
Online_label    clrwdt                  ; Робота з вимірювач вологостіом
DS1821

        clrf    TMR0
        movlw   x'0'
        call    TestDS                  ; Скидання і перевірка вимірювача вологості
        xorlw   0FFh
        jnz     Begin                   ; Помилка - перехід на початок програми
        movlw   x'4'
        call    TestDS                  ; Скидання і перевірка вимірювача вологості
        xorlw   0FFh
        jnz     Begin
        movlw   0CCh                    ; Команда "Skip ROM"
        call    RW_1Wire
        movlw   044h                    ; Команда "Convert T"
        call    RW_1Wire

        movlw   0FFh                    ; Триває процес перетворення
        call    Pause
        movlw   0FFh
        call    Pause
        movlw   0FFh
        call    Pause

        mvi     TRY,08h                 ; 8 спроб читання

Newtry_label    clrwdt                  ; Починаєм зчитування даних із DS1821
        clrf    TMR0
        call    TestDS                  ; Скидання і перевірка вимірювача вологості
        xorlw   0FFh
        jnz     Begin                   ; Помилка - перехід на початок програми

        movlw   0CCh                    ; Команда "Skip ROM"
        call    RW_1Wire
        movlw   0BEh                    ; Команда "Read Scratchpad"
        call    RW_1Wire

        movlw   x'0'
        clrf    CRCPIC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        movwf   TL                      ; Молодший байт температури
        call    NewCRC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        movwf   TH                      ; Старший байт температури
        movlw   x'4'
                call            NewCRC
                call            RW_1Wire
        movwf   TL2                     ; Молодший байт температури
        call    NewCRC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        movwf   TH2                     ; Старший байт температури
        call    NewCRC
        movlw   0FFh                    ; Шість непотрібних байт
        call    RW_1Wire
        call    NewCRC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        call    NewCRC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        call    NewCRC
        movlw   0FFh
        call    RW_1Wire
        call    NewCRC
```

```
            movlw     0FFh
            call      RW_1Wire
            call      NewCRC
            movlw     0FFh
            call      RW_1Wire
            call      NewCRC

            movlw     0FFh
            call      RW_1Wire
            xorwf     CRCPIC,W                ; Перевірка співпадання CRC
            jz        OKCRC_label             ; Співпадання - перехід

            decfsz    TRY,F
            goto      Newtry_label            ; Не співпадання - наступна спроба
            goto      Begin                   ; Спроби вичерпані


;-------------------------------------------------

T100_label  bcf       STATUS,C
            rrf       TL,W
            addlw     D'156'
            jnc       Tshow_label      ; Якщо температура меньше 100 градусів - перехід

            movlw     D'200'
            subwf     TL,F             ;  Температура  не  меньше  100  градусів  -  сотню
віднімаємо
            movlw     b'00110001'             ; Відображаєм "1"
            call      SENDD

;-------------------------------------------------

Tshow_label bcf       STATUS,C
            rrf       TL,W
            movwf     TEMP2

Divide      bcf       INTCON,GIE
            movf      TEMP2,W          ; Ділемо TEMP2 на 10 - отримаєм десятки і одиниці
градусів
            movwf     TEMP1                   ; Заносим дільник TL в TEMP1 через W
            bsf       STATUS,C                ; Встановимо ознаку переноса
Div_label   movf      TEMP1,W
            movwf     FIG000X             ; Заносим значення із TEMP через W в залишок
            incf      FIG00X0,F           ; Кожний прохід цикла збільшує частку на 1
            movlw     D'10'               ; 10 -> W   заносим дільник в W
            subwf     TEMP1,F                 ;  (TEMP1  -  W)  ->  TEMP1  і  віднімаєм  його  з
діленого
            jc        Div_label           ; Якщо TEMP1 ще не став <0, то віднімаєм знову і
т.д.
            decf      FIG00X0,F

;-------------------------------------------------
High_label  call      SENDD            ; Відображаєм десятки і одиниці градусів
            call      DC7
            call      SENDD
            call      DC7
            call      SENDD
;-------------------------------------------------

T100_label  bcf       STATUS,C
            rrf       TL2,W
            addlw     D'156'
            jnc       Tshow_label      ; Якщо температура меньше 100 градусів - перехід

            movlw     D'200'
            subwf     TL2,F            ;  Температура  не  меньше  100  градусів  -  сотню
віднімаємо
            movlw     b'00110001'             ; Відображаєм "1"
            call      SENDD

;-------------------------------------------------

Tshow_label bcf       STATUS,C
            rrf       TL2,W
            movwf     TEMP2

Divide      bcf      INTCON,GIE
            movf      TEMP2,W          ; Ділимо TEMP2 на 10 - отримаєм десятки і одиниці
градусів
            movwf     TEMP1                   ; Заносим дільник TL в TEMP1 через W
            bsf       STATUS,C                ; Встановимо ознаку переноса
Div_label   movf      TEMP1,W
```

```
            movwf     FIG000X                 ; Заносим значення із TEMP через W в залишок
            incf      FIG00X0,F               ; Кожний прохід цикла збільшує частку на 1
            movlw     D'10'                   ; 10 -> W   заносим дільник в W
            subwf     TEMP1,F                 ; (TEMP1 - W) -> TEMP1 і віднімаєм його з
діленого
            jc        Div_label               ; Якщо TEMP1 ще не став <0, то віднімаєм
знову і т.д.
            decf      FIG00X0,F

;-----------------------------------------------
High_label  call     SENDD             ; Відображаєм десятки і одиниці градусів
            call     DC7
            call     SENDD
            call     DC7
            call     SENDD

Finish_label      bsf    INTCON,GIE
            goto      Online_label

                  end
```

UNICHECK

Ім'я користувача:
Кафедра кібербезпеки

Дата перевірки:
07.06.2022 09:19:27 EEST

Дата звіту:
07.06.2022 09:30:33 EEST

ID **перевірки:**
1011481291

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID **користувача:**
100008300

Назва документа: **Плагіат КР_МАХРАЄВ КІ1с-19-1**

Кількість сторінок: 64 **Кількість слів:** 11680 **Кількість символів:** 88753 **Розмір файлу:** 2.65 MB ID **файлу:** 1011358697

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

22.1% Схожість

Найбільша схожість: 7.53% **з джерелом з Бібліотеки** (ID **файлу:** 1008214695)

20.5% Джерела з Інтернету | 128 .... **Сторінка** 66

9.03% Джерела з Бібліотеки | 107 .... **Сторінка** 67

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи | 49

Підозріле форматування | 10 сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 9%**

ID: 104637 Название: Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища Добавлено в БД: 2022-06-07 Авторы: Махраєв Антон Володимирович Руководители: Хмельницький Ю.В. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	66380	624	5222 (8%)	48 (8%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

Студент Махраєв Антон Володимирович
Тема: «Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища»

Галузь знань 12 «*Інформаційні технології*» Спеціальність 123 «*Комп'ютерна інженерія*» Освітня програма « Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»: кількість листів креслень 4; кількість сторінок записки 79;

1. Короткий зміст КвР та прийнятих рішень В рамках кваліфікаційної роботи проведено проектування та розробку програмно-технічної засобу керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища. Інформаційна система передачі має бути побудована із врахуванням досвіду побудови аналогічних систем передачу та задовольняти усім їх вимогам, враховувала можливість вдосконалення та розширення. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета досягається розв'язанням наступних задач: 1) виконати аналіз існуючих методів та засобів передачі інформації через датчики та мікроконтролерне уравління; 2) уточнити та визначити шляхи підвищення ефективності роботи і функціонування програмно-технічної системи передачі інформації між навколишнім середовищем та користувачем; 3) виконати структурну реалізацію та спроектувати усі схеми програмно-технічної системи; 4) уточнити та визначити шляхи для підвищення параметрів роботи пристрою.

У роботі було спроектовано програмно-апаратний засіб керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища який функціонує за рахунок наявних датчиків та покращено її роботу. Отримані результати і підхід «ціна-якість», через великий вибір по багатьом характеристикам – програмно-апаратний пристрій із забезпеченням заданих параметрів якості роботи усіх структурних частин для системи, що дозволяє задавати розробникам та користувачам забезпечувати необхідні параметри якості і надійності їх роботи у будь-яких сферах досліджень. Область застосування пристрою – побутові необхідності або наукові експеременти, спостереження та дослідження.

Викладене вище зумовлює актуальність теми кваліфікаційної роботи.

2. Висновок про відповідність КвР завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній так і у практичній частині роботи

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі обгрунтовується актуальність теми роботи, її зв'язок у галузі знань «Інформаційні технології» та спеціальністю «Комп'ютерна інженерія», формулюється мета та основні завдання кваліфікаційної роботи. У першому розділі було проведено огляд існуючих методів, засобів та технологій у галузі систем передачі інформації про стан навколишнього середовища, сучасні засоби та технології, досліджено альтернативні методи. У другому розділі проведено проектування та методи вимірювання. У третьому розділі виконано програмно-апаратна реалізація програмно-технічного засобу, аналіз вихідних даних та розробка структурної схеми вимірювача вологості, розробка структурної, функціональної, принципової схем вимірювача вологості, вибір елементної бази вимірювача вологості, забезпечено зчитування даних з цих датчиків, забезпечено зручне і коректне керування пристроєм.

4. Позитивні сторони кваліфікаційної роботи полягають у тому що, для вирішення задачі проектування було грунтовно проаналізовано та проведено обгрунтування варіанту побудови пристрою для підвищення ефективності роботи датчиків, зроблений якісний вибір основних компонентів та елементів для зчитування та перевірки даних з датчиків температури та вологості в будь-якій локації, тобто для зручного відображення і обробки отриманих даних.

5. Негативні сторони проекту : У роботі при оцінці параметрів реалізація використання та забезпечення роботи не достатньо приділено уваги практичній стороні втілення сучасних підходів альтернативної організації компонентів передачі інформації.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи. Графічне оформлення виконане відповідно до теми кваліфікаційної роботи із дотриманням усіх стандартів. У загальному графічне оформлення виконане на достатньому технічному рівні. Пояснювальна записка відповідає нормам для її оформлення та вимогам

7. Відгук про роботу в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках тематики кваліфікаційної роботи. У пояснювальній записці багато графіків, таблиць та наглядних пояснень. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу для досягнення поставленої задачі проектування.

8. Інші зауваження

9. Оцінка дипломної роботи Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що робота заслуговує оцінки «відмінно».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім`я, по батькові, посада, місце роботи)
Огнєвий Олександр Вікторович
доц. каф. ТМСТ

« 10 » 06 2022 . (підпис)

Завідувачу кафедри кібербезпеки
к.т.н., доц. Кльоцу Ю.П.

Махраєва А.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи КІ1с-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), 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.

10.06.22

дата

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Програмно-апаратні засоби керування системи передачі інформації про стан навколишнього середовища

Автор: Махраєв Антон Володимирович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Хмельницький Юрій Владиславович, к.т.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 та 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.	

Підтвердження:

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

1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
3) окремі виявлені збіги є загальновживаними фразами або виразами;
4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності кодів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 22.1 % і адресується до 235 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру роботи і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи ____________________ Ю.В.Хмельницький

Гарант ОП ____________________ С.М.Лисенко

Завідувач кафедри кібербезпеки ____________________ Ю.П. Кльоц

Дата: 15.06.2022