

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

До кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:
«Пристрій для віддаленого моніторингу та стеження за температурою у при-
міщенні»

Завідувач кафедри
електроніки та комп'ютерної техніки
Керівник роботи
Виконав студент
Групи Ес-81

А. С. Опанасюк
Т. О. Протасова
Н. Р. Стьопочкін

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Електроніки та Інформаційні Технології
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки
Напрямок підготовки 171 електроніка
Освітня програма електронні системи та компоненти
Освітній ступень бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Опанасюк А.С.

підпис

ініціали та прізвище

« _____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
Стьопчкін Никіта Романович

1. Тема роботи Пристрій для віддаленого моніторингу та стеження за температурою у приміщенні

затверджено наказом ЗВО від « 12 » квітня 2022 р. № 0242-VI

2. Термін подання студентом закінченої роботи 11.06.2022

3. Вихідні дані проекту: пристрій «програмований гітарний процесор ефектів», що використовує вхідний аналоговий сигнал для його модифікації на шляху від джерела звуку до вихідної акустичної системи чи гучномовця, напруга живлення системи 4.2-19В, напруга живлення мікросхем системи 3.7-5В допустима температура роботи -5+80*С.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ, постановка задачі проектування; розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою, що проектується; Розрахунки принципів електричних схем вузлів і блоків пристрою; Розроблення принципів електричних схем вузлів і блоків пристрою;; вибір та розроблення алгоритму; Література; додаток А.

5. Перелік графічного матеріалу: схема алгоритму, схема електрична структурна, схема електрична принципова.

Календарний план

№ /пс	Найменування етапів дипломного проекту(роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд тех. літератури.	31.01.2022	
2	Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою.	15.02.2022	
3	Розрахунок вузлів та блоків пристрою та розробка схеми електричної принципи	20.03.2022	
4	Оформлення графічної частини.	01.04.2022	
5	Оформлення пояснювальної записки.	15.05.2022	
6	Рецензування та підготовка до захисту	05.06.2022	

Студент-дипломник _____

Керівник проекту _____

Реферат

Назва дипломної роботи: " Пристрій для віддаленого моніторингу та стеження за температурою у приміщенні ". Випускна робота складається з вступу, восьми розділів, висновків, двох таблиць, 40 малюнків, списку літератури, включаючи зарубіжні джерела, та графічної частини на 6 аркушах формату А1.

Ключовим питанням дипломної роботи є вимірювання температури задля забезпечення умов виробництва у промислових сферах.

Метою роботи є розробка пристрою для забезпечення постійного стеження за температурними змінами та відображення графіка для легкого розуміння користувача.

Дипломна робота може бути поділена на такі логічно взаємопов'язані частини: аналіз існуючих пристроїв із подібним функціоналом; вибір відповідного обладнання та процес розробки структурної схеми пристрою; аналіз способів малювання графіків; розробка принципової схеми устрою; написання коду програми кожного елемента компонентної бази; опис алгоритму роботи пристрою; економічний розрахунок.

Наприкінці розробки ми представляємо успішний прототип пристрою, який здатний виконувати всі сказані раніше функції.

Підбиваючи підсумки, ми б хотіли підкреслити, що цей пристрій актуальний не тільки в промисловій та сільськогосподарській сферах, у медицині та домашньому використанні

Зміст

ВСТУП.....	5
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	8
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	19
3 ВИБІР СПОСОБУ МАЛЮВАННЯ.....	27
4 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	31
5 НАПИСАННЯ ПРОГРАМИ.....	36
а РОБОТА З GOOGLE CHARTS. 	36
б РОБОТА З ADS1015 	40
в РОБОТА З DHT11. 	40
г РОБОТА З TMP35. 	41
д РОБОТА З ТЕРМІСТОРОМ. 	41
6 ОПИС АЛГОРИТМУ ПРИСТРОЮ.....	43
7 ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА 	44
8 ВИСНОВОК.....	46
9 СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ.....	47
10 ДОДАТОК А ТЕКСТ ПРОГРАМИ.....	50

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.					Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.						5		
Н. контр.								
Затв.								

ВСТУП

Сьогодні контролюванню факторів, які можуть завадити процесам створення та випуску якісної продукції, надається велике значення. Сучасні прилади повною мірою здатні ознайомитися з дотриманням умов виробництва. У сферу їхнього контролю входить безліч параметрів, у тому числі й температура. Приладами для вимірювання температури забезпечують технологічне обладнання тасистеми нафтогазового сектора, металургійних та машинобудівних підприємств, хімічних та нафтопереробних заводів, виробничих об'єктів харчової, фармацевтичної та енергетичної галузі.

Рідинні та газові термометри, представлені на малюнку 1, переважно використовуються для візуального контролю температури нагрівального та холодильного обладнання.



Рисунок 1 – Газовий термометр

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		6

Термоелектричні датчики (термопари), показані малюнку 2, широко застосовуються для автоматизації виробничих процесів.



Рисунок 2 – Термопара

Пірометри, зображені на малюнку 3, встановлюються на теплоенергетичних об'єктах, у сфері пожежної безпеки та охоронної сигналізації.



Рисунок 3 – Пірометр

Біметалічні датчики, представлені на малюнку 4, використовуються в автомобільній промисловості, опалювальних та нагрівальних системах.



Рисунок 4 – Біметалічний датчик

Кремнієві датчики, показані на малюнку 5, присутні в різних електронних пристроях та устаткуванні, та виконують функцію контролю температури їх внутрішніх поверхонь.



Рисунок 5 – Кремнієвий датчик температури

Термоіндикатори, зображені на малюнку 6, встановлюють у холодильних установках для відстеження перевищень допустимих температур, а також як одноразові температурні датчики.



Рисунок 6 – Термоіндикатор

У сфері цифрової медицини на найбільшій у світі виставці MEDICA2019 було представлено мініатюрний бездротовий термометр Thermosafer XST200, показаний на малюнку 7, який дозволяє в безперервному режимі здійснювати моніторинг температури тіла людини, насамперед дитини протягом тривалого часу.



Рисунок 7 – термометр Thermosafer XST200

Несподіване застосування датчиків для стеження зростання температури знайшлося в офісній сфері, а саме в серверній кімнаті. Стеження відбувається за ступенем нагрівання серверів (рисунок 8), і при досягненні граничної температури надсилає повідомлення по СМС.



Рисунок 8 – Серверна кімната із встановленими в ній пристроями для стеження за температурою

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		9

1. Огляд ринку та актуальність.

Найбільшу актуальність моніторинг темпу зростання температури набув у виробничій сфері. Сучасні прилади здатні достатньо передавати точні дані, завдяки чому люди можуть повноцінно управляти виробничими процесами, коректно виконувати вимоги робочих режимів і в кінцевому підсумку забезпечувати випуск якісної промислової продукції.

Компанія Ashcroft Inc виробляє перетворювачі/передавачі, перемикачі тиску та температури, термометри, манометри, контрольно-вимірювальну апаратуру. Область застосування їхньої апаратури поширюється практично на всі види діяльності: стічні водиочисних споруд, біотехнологічні та фармацевтичні лабораторії, медичні апарати, напівпровідникові установки, нафтопереробні заводи, електростанції, підприємства харчової промисловості, целюлозно-паперові комбінати, заводи хімічного виробництва.

Зокрема Ashcroft Inc пропонує три типи термометрів: біметалічні, з газопроводом Duratemp та цифрові.

Біметалічні термометри здійснюють виміри в межах

-80°F до 1000°F. Принцип дії заснований на пружній деформації, що виникає під впливом температури двох міцно з'єднаних металевих пластин, що мають різні температурні коефіцієнти лінійного розширення, вигин за допомогою кінематичного вузла перетворюється на обертальний рух стрілки, що показує значення температури за шкалою термометра. корпусу, в якому розміщені .

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					

ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ

Рисунок 10 -Термоелектричні перетворювачі одноразові

Компанія Fluke створила інфрачервоний пірометр Fluke 62 MAX ESPR (рисунок 11), розроблений спеціально для експлуатації в жорстких умовах високої запиленості, вібрацій, підвищеної вологості. Він призначений для безконтактного вимірювання температури поверхонь твердих тіл з їхнього власного теплового випромінювання, при цьому розміри поверхні об'єкта, що відображається, визначаються кутовим полем зору пірометра. Принцип дії заснований на перетворенні потоку інфрачервоного випромінювання досліджуваного об'єкта, переданого через оптичну систему та інфрачервоний фільтр на фотоелектричний приймач, електричний сигнал, пропорційний температурі, потім сигнал перетворюється внутрішньої мікропроцесорної системою цифровий сигнал.

Пірометр являє собою оптико-електронний пристрій, що складається з об'єктива, фокусує випромінювання об'єкта на термоелектричний приймач та електронного блоку вимірювання, реєстрації та індикації. Мікропроцесорна система пірометрів забезпечує обробку отриманого результату вимірювання та індикацію на рідкокристалічному дисплеї поточного, максимального, мінімального значення вимірюваної температури об'єкта, а також різниці температур та середньої температури об'єкта вимірювань.



Рисунок 11 - Пірометр інфрачервоний Fluke 62 MAX ESPR

Також компанією Fluke було випущено термометр Fluke 52 II (Рисунок 12). Призначений для вимірювань та перетворення сигналів термо-ЕРС від зовнішніх термоелектричних перетворювачів у значення температури відповідно до номінальної статичної характеристики перетворення (НСХ) за ГОСТ Р 8.585-2001, з подальшим відображенням результатів вимірювань на

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					

ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ

дисплеї. Являє собою переносний мікропроцесорний прилад, конструктивно виконаний у вигляді єдиного блоку обробки сигналів з автономним живленням, розташованого в пластиковому корпусі в захисному гумовому чохлі, що складається з мікропроцесора, цифрового рідкокристалічного індикатора та панелі керування.



Рисунок 12 - Термометр Fluke 52 II

Згадуючи про лікарів та лікарів, не варто забувати, що у них також ведеться технологічна гонка з розробки пристроїв для стеження за нашим здоров'ям. Так корейська компанія Chois Technology створила відносно простий медичний пристрій, який отримав назву Thermosafer XST200, який за допомогою Bluetooth (на відстані не що перевищує 50 м) підключається до смартфона батьків для контролю температури тіла немовлят у режимі реального часу. Система підтримує телефони на базі iOS та Android. Якщо температура дитини перевищує заданий рівень, Thermosafer подає сигнал тривоги і у відповідному додатку на смартфоні відображає графіки зміни температури (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Приклад використання Thermosafer XST200

Термометр використовує традиційний метод вимірювання температури у пахвій западині, який відомий усім батькам, завдяки чому може отримати точну температуру. Після визначення нормального діапазону температур тіла залежно від віку дитини користувача цей пристрій допомагає своєчасно відреагувати при перших ознаках появи аномальної температури і зробити необхідні кроки. Вимірювання температури в автоматичному режимі виконуються кожні 3 секунди.

Пристрій відрізняється високою точністю ($\pm 0,1$ ° C в діапазоні температур 25 ° C - 65 ° C) і закріплюється на тілі дитини за допомогою липкого патчу гіпоалергенного силіконового. Розмір термометра: 2,9 x 5,7 x 0,25 см, вага – близько 60 г. Тривалість безперервної роботи – 14 днів.

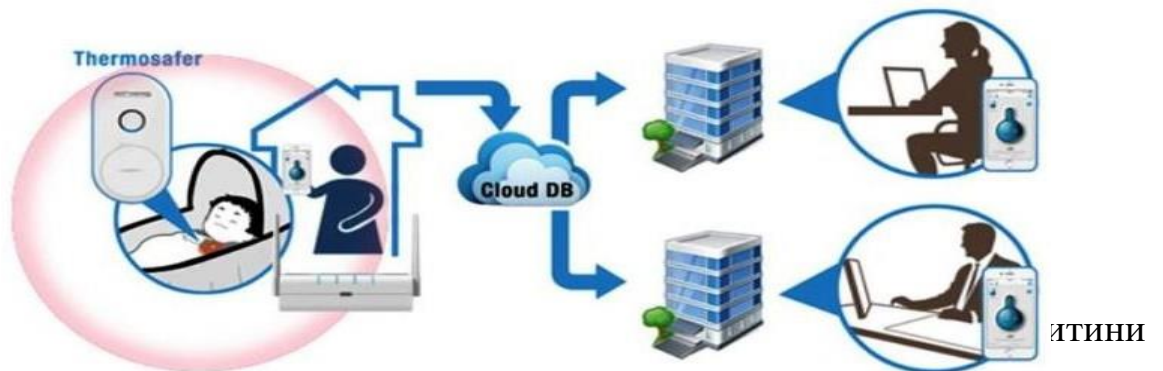
Розроблений компанією Chois Technology хаб CMS Gateway, показаний на малюнку 14, дозволяє обслуговувати відразу кілька подібних пристроїв та контролювати температуру пацієнтів у лікарні. При використанні цього пристрою значення температури пацієнтів можуть безперервно передаватися через хмарну систему в робочу станцію на сестринському посту або прямо в смартфон/планшет медсестри.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		14



Рисунок 14 - Хаб CMS Gateway

Цей же хаб використовується для передачі даних температури, показаний на малюнку 15, батькам, якщо вони, наприклад, знаходяться навідстані від дитини, а з ним знаходиться няня, що приходить. Для цього використовується хмарна система, до якої підключений хаб.

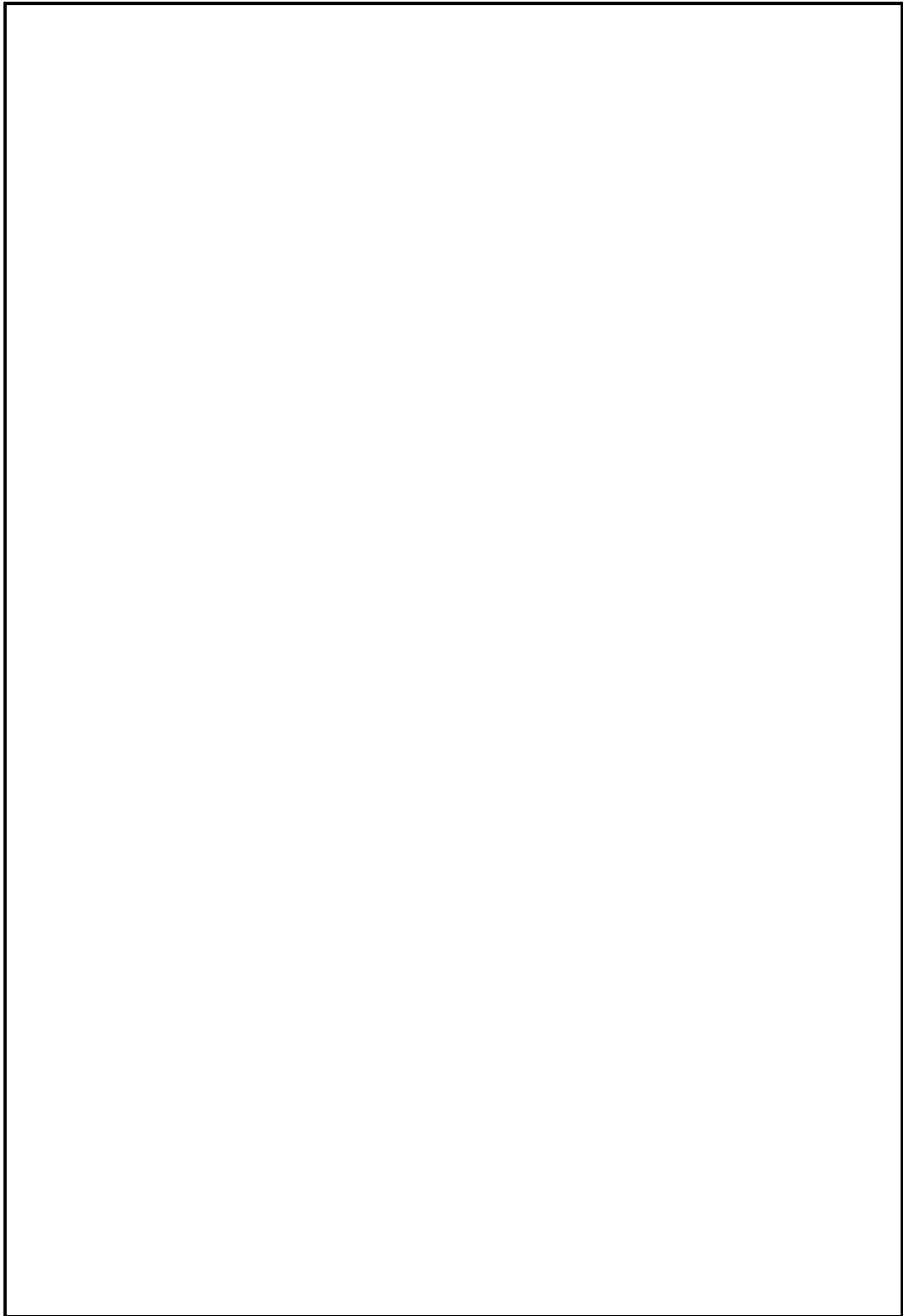


Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ

Лист

15



					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		16

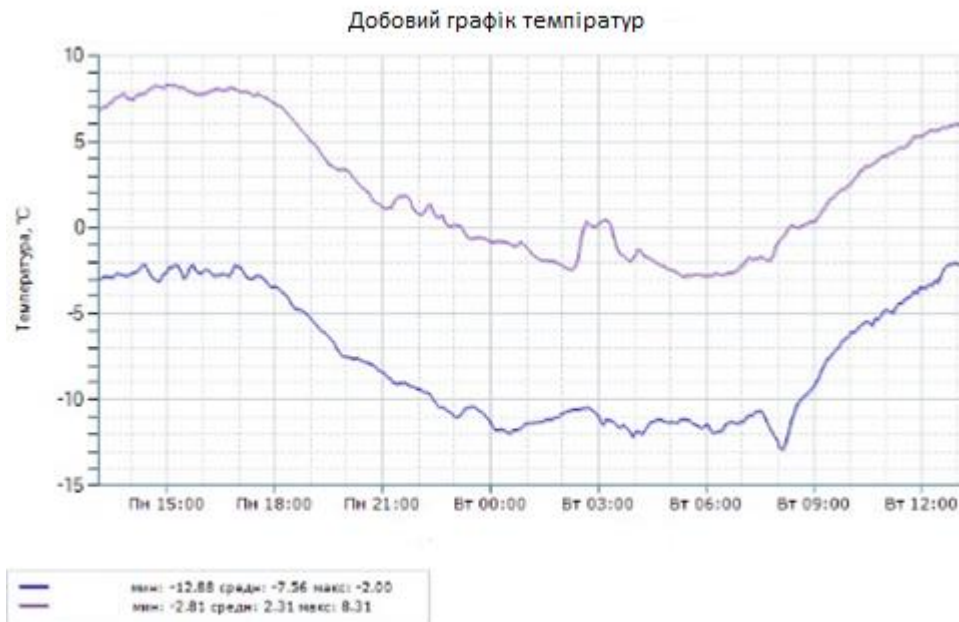


Рисунок 17 – Графік, створений на базі пристрою NetPing

Говорячи про конкретні проекти, пристрій UniPing server solution v4/SMS – це пристрій для віддаленого моніторингу та стеження мікроклімату в серверній кімнаті (рисунок 18). Датчики температури та вологості дозволяють контролювати умови експлуатації обладнання у серверній кімнаті. Додатково встановлюються датчики дверей, руху, удару, які попередять про несанкціонований доступ до серверного приміщення. А датчики диму та протікання дозволяють отримувати своєчасні повідомлення про позаштатні ситуації.



Рисунок 18 – Пристрій UniPing Server Solution v4/SMS

Згідно з інформацією на сайті виробника, у деяких випадках UniPing server solution v4/SMS може автоматично вжити необхідних заходів для відновлення оптимальних умов роботи обладнання.

Наприклад, при перевищенні рівня температури увімкнути резервний кондиціонер.

Зазвичай UniPing Server Solution v4/SMS використовується:

- для моніторингу фізичних умов роботи комп'ютерного обладнання та обмеження доступу до скриньок з обладнанням, повідомлення відповідальних осіб про нештатні ситуації (email, SMS-повідомлення, локальні повідомлення);
- віддаленого управління системами вентиляції та підтримання мікроклімату, кондиціонерами. Підключені датчики дозволяють відстежувати поточну ситуацію, а віддалене керування розетками 220 В за допомогою розеток NetPing AC/DIN дозволяє увімкнути необхідну систему без фізичної присутності на об'єкті (рис. 19).



Рисунок 19 – приклад можливостей UniPing server solution v4/SMS

Для запобігання надзвичайним ситуаціям при зберіганні та перевезенні медичних препаратів, продуктів харчування, спеціальних вантажів компанія Log Tag розробила електронні термоіндикатори для контролю за дотриманням температурного режиму.

Для різних цілей компанія створила безліч модифікацій, наприклад, термоіндикатор Log Tag TRIX-8 (рисунок 20) призначений для контролю температури в діапазоні від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Дозволяє зберігати до 8000 значень. Головною особливістю є гнучке налаштування параметрів роботи: час початку роботи, інтервал зчитування даних, циклічний або фіксований запис даних, налаштування умов активації індикатора ALERT/ТРИВОГА.



Рисунок 20 - Термоіндикатор Log Tag TRIX-8

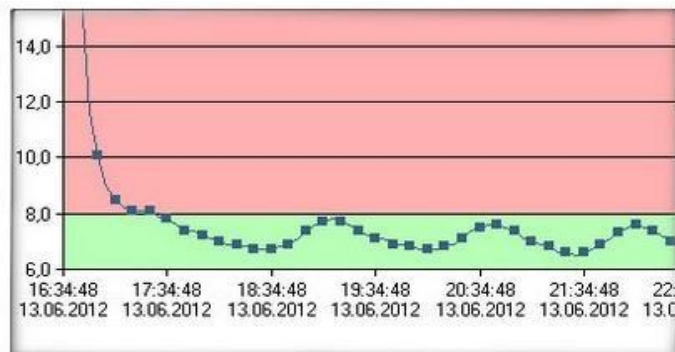
За допомогою програмного забезпечення LogTag Analyzer можна запрограмувати пристрій, задавши:

межі температурного режиму

частоту вимірів

кількість вимірювань

Після закінчення моніторингу температури пристрій можна знову підключити до програми для отримання тимчасового графіка, файлу звіту або зведеної таблиці, приклад яких зображений на малюнку 21.



Для підключення пристрою до комп'ютера розроблено USB-інтерфейс (рисунок 22). Після вставки приладу в гніздо за допомогою USB-з'єднання дані термоіндикатора зберігаються в пам'яті комп'ютера у вигляді спеціального файлу.



Рисунок 22 - USB-інтерфейс для підключення до комп'ютера

Так як більшість інформації про те, як влаштовані прилади і зякими алгоритмами вони функціонують, є комерційною таємницею виробників, то докладніше дізнатися про їхню роботу нам неможливо.

Те, що поєднує всі представлені вище пристрої, є ціна. Для моніторингу температури в реальному часі та передачі цієї інформації користувачеві потрібне створення ЕОМ з хорошими обчислювальними можливостями.

Але сучасні технології розвинулися настільки, що стало можливим створення такого винаходу за набагато менші гроші. У цій роботі пропонується реалізація одного з таких проектів.

Висновок по розділу

Таким чином, ми побачили, що функціонал пристрою, який вийде у нас в результаті даної роботи, широко впроваджується та ефективно застосовується не тільки у промисловій сфері, а й у медичній та офісній. Це підтверджує актуальність цього пристрою

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					

1.

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Для реалізації подібної ідеї нам знадобиться плата, а точніше мікроконтролер бажано із вбудованою функцією Wi-Fi для зв'язку із браузером комп'ютера. Також це допоможе вкотре заощадити.

Вимірювати температуру спеціальними датчиками, причому їх буде кілька. Це дозволить нам стежити за змінами в кліматі відразу в декількох місцях, і підвищити точність вимірювань, якщо заміряти температуру в одному місці. Використовуватимуться цифровий, аналоговий датчики та термістор.

Метою проекту є стеження за температурою та виведення цієї інформації у зручному для користувача вигляді, у даному випадку у вигляді графіка. На щастя інтернет сповнений способів, завдяки яким це можна здійснити.

Визначившись із структурою, почнемо підбір окремих елементів. Як «основа» підійдуть недорогі та функціональні

мікроконтролери ESP8266, представлені на малюнку 23, китайський мікроконтролер від виробника Espressif з підтримкою Wi-Fi інтерфейсу. Часто цей мікроконтролер позиціонують лише як Wi-Fi модуль, однак у нашому випадку саме до нього будуть підключені датчики температури.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		22






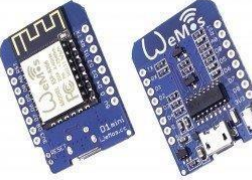
Рисунок 23 – Плата ESP

У цього мікроконтролера немає вбудованої flash-пам'яті, тому він працює із зовнішньою flash-пам'яттю за інтерфейсом SPI. У більшості найпопулярніших версій її обсяг варіюється від 512 Кбайт до 4 Мбайт. Забажання та вміння мікросхему пам'яті можна перепаяти на версію до 32 Мбайт.

Існує близько півтора десятка версій мікроконтролера серії

ESP і безліч плат із ними. Розглянемо найпопулярніші їх (таблиця 1).

Таблиця 1 – Різновиди плат та мікроконтролерів ESP

Назва	Фото	Опис
Мікроконтролер ESP-01		Вважається найпопулярнішим із серії. Має 8 розлучених контактів та PCB-антену. Існують лише 3 GPIO, але не варто бачити в цьому одні мінуси. Якщо потрібно буде керувати одним реле або отримувати дані з датчика температури, вам не знадобляться всі висновки МК, достатньо лише пари.
Мікроконтролер ESP-03		Тут утворюється керамічна антена. Також на платі розведено всі доступні висновки GPIO.
Мікроконтролер ESP-07		У цій версії в очі відразу впадає металевий екран. На борту керамічна антена та роз'єм для зовнішньої антени.
Плата WeMos D1 mini		Має розпаювання дев'яти GPIO контактів. На платі є міст CH34x. Встановлено МК із 4 Мбайт flash-пам'яті.

Режими WiFi: Station/SoftAP/

SoftAP+Station. Безпека: WPA/WPA2.

Шифрування: WEP/TKIP/AES.

Оновлення прошивки: через UART, по радіоканалу (OTA

Other The Air).

Мережеві протоколи: IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP.

Підтримка WiFi Direct (P2P), P2P Discovery, P2P GO (Group Owner)mode, GC (Group Client) mode, P2P Power Management.

Вбудовані прискорювачі апарату: CCMP (CBC-MAC, режимлічильника), TKIP (MIC, RC4), WAPI (SMS4), WEP (RC4), CRC.

Підтримка LUA-скриптів.

Всі мікроконтролери за параметрами не сильно відрізняються, так що, недовго думаючи, візьмемо плату NodeMCU v3. Оскільки вона є відносно новітньою моделлю, то раптових проблем із нею має бути найменше. Плата має 11 GPIO-портів та один висновок ADC0. Це висновоквбудованого 10-розрядного аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Він знадобиться для розрахунку даних, отриманих з аналогового датчика та тиристора.

Для того, щоб одночасно підключити аналоговий датчик і

термістор нам потрібні два аналогові порти, алеNodeMCU v3 має лише один, чого явно недостатньо. Цю проблему вирішить ADS1015 —12-розрядний Аналого-Цифровий Перетворювач, представлений на малюнку 24. Він має внутрішній ІОН (Джерело Опорної Напруги), 4 аналогові входи. Напруга живлення тримається в діапазоні від 2В до 5В, споживаний струм становить 150 мА. Також він дуже боїться перенапруги як по входах, так і по живленню. Перевищення напруги більш ніж 5% від напруги живлення його миттєво спалить.



Рисунок 24—ADS101

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					

Тепер розберемося із датчиками. Як говорилося раніше, було прийнято рішення взяти три їх різновиди, тобто цифровий, аналоговий та термістор. Так можна буде з'ясувати, який з них найбільш зручний у використанні та точний у вимірі.

Як цифровий датчик візьмемо DHT. Є два різновиди даного датчика: DHT11 та DHT22. Вони дуже популярні серед Arduino і часто використовуються в проектах метеостанцій і розумного будинку.

Складаються з двох частин – ємнісного датчика температури та гігрометра. Перший використовується для вимірювання температури, другий – для вологості повітря.

Рисунок 25– Датчик температури та вологості повітря DHT11

Використовуватимемо DHT11, представлений на малюнку 25, так як він має до-



статню точність вимірювань (похибка може становити до 5%) в діапазоні від 0°C до 50°C. Живиться від 3 до 5 В і коштує дешевше, ніж його аналог. Для підключення знадобиться резистор на 10 кОм.

Перейдемо до аналогового датчика. Для цієї ролі візьмемо TMP35, зображений на малюнку 26, використовує технології твердотільної електроніки визначення температури. Тобто в них встановлені термістори, в яких при підвищенні температури збільшується напруга в діоді. Це дає можливість генерувати аналоговий сигнал пропорційний температурі.

TMP35 вимірює температуру від 10°C до 125°C забезпечує вихідну напругу 250 мВ при температурі 25°C.



Рисунок 26 – Датчик температури TMP35

Усі аналогові датчики мають важливу характеристику - відношення кількості вольт до одиниці вимірюваної величини. Наприклад, у специфікації до TMP35 написано, кожен градус вимірюваної температури відповідає 10 мВ напруги на виході. Так, щоб перетворити аналоговий сигнал датчика на градуси, скористаємося формулою :

$$T = \frac{raw}{4096} \cdot 3,3 \cdot 1000,$$

deraw- Значення АЦП; *4096*- максимальне значення, яке може повернути АЦП від ADS1015; *3,3*- Робоча напруга АЦП.

Останнім нам залишився термістор. Це резистор, який змінює опір зі зміною температури. Існують два види термісторів — з NTC та з PTC. У більшості випадків для вимірювання температури використовуються NTC сенсори, ми надійдемо також і використовуємо найпростіший NTC термістор з номінальним опором

100 кОм при температурі 25°C. Цей термістор має маркування 3950(рис. 27).



Рисунок 27 – Термістор NTC 3950

Щоб обчислити значення температури, використовують формулу Стейнхарта – Харта (2):

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C (\ln(R))^3$$

Але, оскільки нам не потрібна велика точність, скористаємося модифікованим рівнянням (В-рівняння) (3):

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \cdot \ln\left(\frac{R}{R_0}\right)$$

де T_0 – кімнатна температура, на яку вказується номінал термістора, $T_0 = 25^\circ \text{C}$; T – потрібна температура; R – виміряний опір термістора; R_0 – Номінальний опір термістора.

Висновок у розділі

Таким чином, на основі вибраних елементів та описаної структурної схеми диспетчерського пульта нагрівача (рисунок 28).

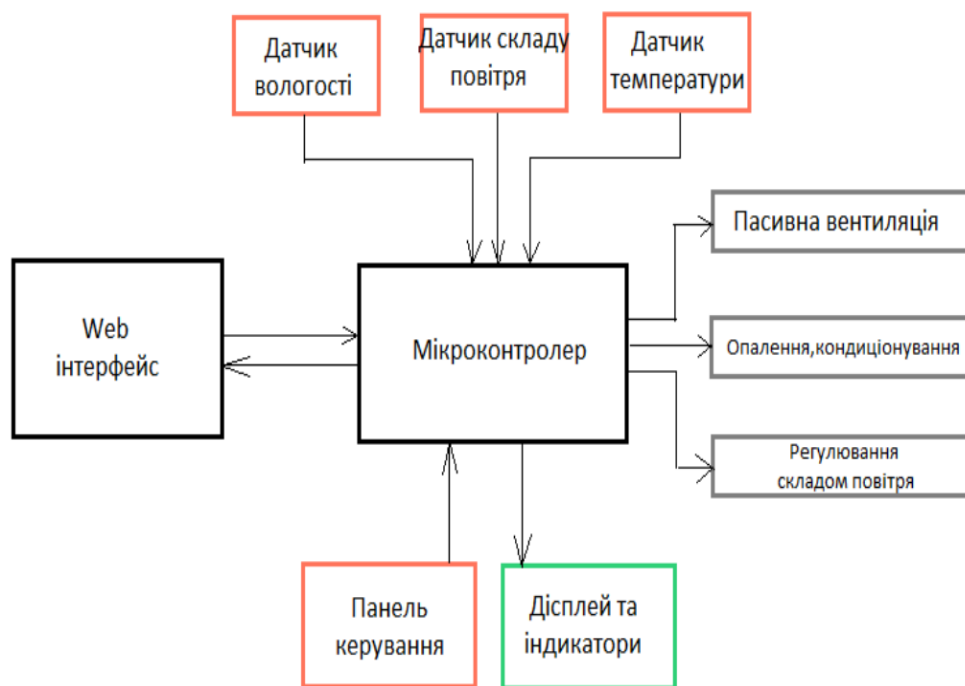


Рисунок 28 – Структурна схема пристрою

Мікропроцесорний блок – головний обчислювальний блок пристрою, який обробляє всю вхідну інформацію, здійснює вплив на інші структурні блоки пристрою, формує та відправляє на сервер пакети інформації. WEB інтерфейс – засіб записувати поточний стан системи, на кожному етапі, на віддалений сервер. LCD дисплей та індикатори – засоби виводу інформації. Проводить індикацію функціонального стану інших блоків пристрою. Датчик температури – відслідковує поточну температуру та містить усю необхідну елементну базу для коректної роботи температурного датчика. Датчик вологості – відслідковує поточний рівень вологості та передає інформацію про нього на мікропроцесорний блок. Датчик рівня вуглекислого газу – відслідковує поточний рівень вуглецю в повітрі та передає його на мікропроцесорний блок. Виконавчі блоки, до яких відносяться: пасивна вентиляція, кондиціонування, обігрів та система керування складом повітря – це система виконавчих пристроїв, що отримують керуючі сигнали від мікропроцесора та призначені для забезпечення необхідних параметрів мікроклімату складського приміщення плодовоовочевого сховища.

2. ВИБІР СПОСОБУ ВІДОБРАЖЕННЯ ГРАФІКА

Для того, щоб відобразити графік зміни температури в реальному часі, існує кілька можливостей, які здаються доситьцікавими. Але, відразу забігаючи вперед, більшість із них не підходять для цілей цього проекту через свою обмеженість.

Розглянемо деякі з них.

Першим, що мені попалося на очі, є програма для малювання графіків SFmonitor. Воно було розроблено для розробки безпілотнихлітальних апаратів, контролю за їхніми системами стабілізації.

Працює з інформацією, яка отримується з послідовного порту комп'ютера. За допомогою бібліотеки SerialFlow у SFmonitor можна будувати до трьох графіків одночасно (рис. 29). Це є одночасно плюсом і мінусом, тому що якщо ми захочемо розширити структурну базу, нам доведеться шукати інший спосіб відображення графіків. До того ж, головним мінусом є неможливість подивитися графік з іншогопристрою, крім комп'ютера, з послідовного порту якого відбувається передача інформації.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		31

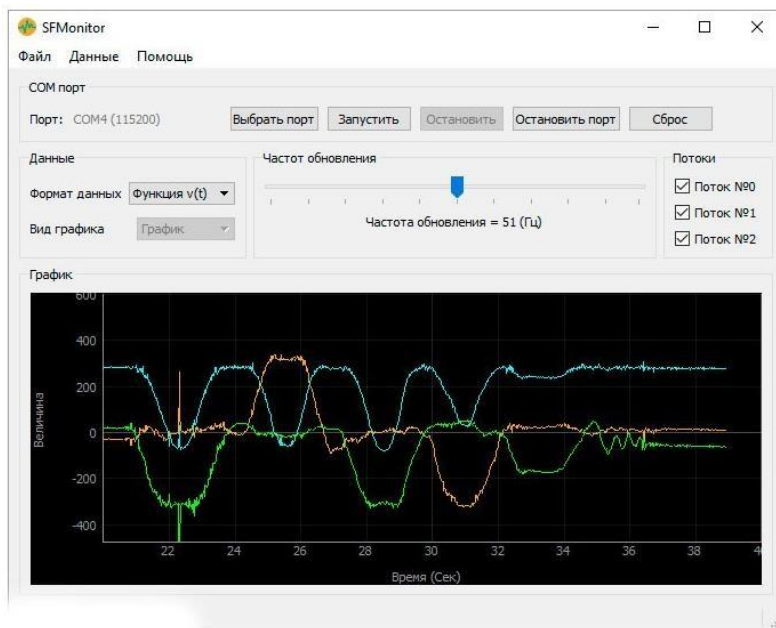


Рисунок 29 – приклад графіків, побудованих у додатку SFmonitor

Також для розгляду можна взяти вбудовану Arduino IDE утиліту

«Плоттер по послідовному з'єднанню». Про неї мало чого можна сказати, крім того, що можлива робота лише з одним графіком, та повна відсутність налаштувань. Приклад графіка представлений малюнку 30.

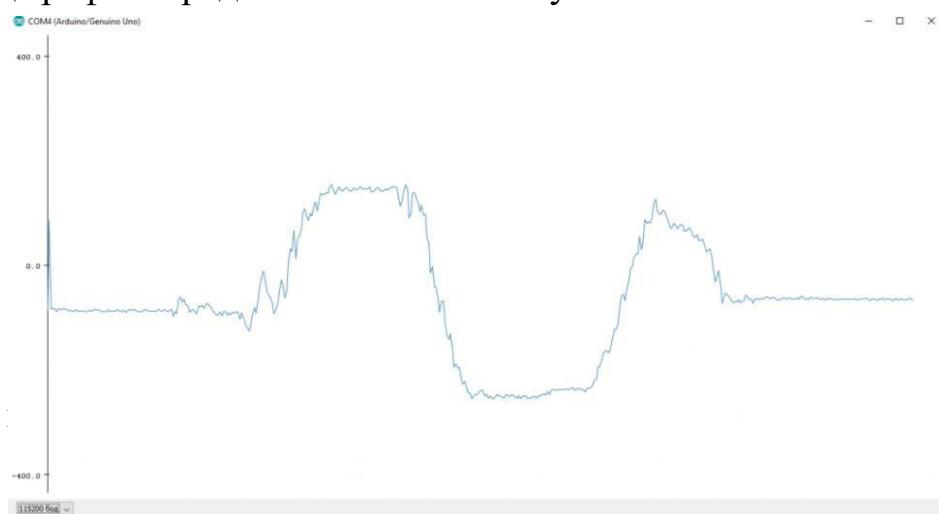


Рисунок 30 –

Вже більш підходящим для нас є візуалізація даних за допомогою EON. Це JavaScript з відкритим вихідним кодом для креслення графіків, створений PubNub. Зчитуванням числових значень із сенсора займається Johnny-Five. Для його роботи потрібно завантажити ConfigurableFirmata, тому що для роботи з пристроями на основі інтерфейсу 1-Wire, йому потрібний цей модуль. Також потрібно буде встановити Node.js, який розроблений на основі C3.js, який є

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

похідним від D3.js – Data-Driven Documents, бібліотеки JavaScript для маніпуляції із документами. Як сказано на сайті: «D3 допомагає вам реалізувати дані у життя, використовуючи HTML, SVG, CSS». Пересилання даних із сенсора відбувається за допомогою модуля PubNub. На основі отриманих даних виводиться графік, показаний малюнку 31.

Метод сам собою дуже цікавий, але дуже громіздкий, а скачування та встановлення додаткового програмного забезпечення може легко заплутати, тому було ухвалено рішення не використати цей спосіб.

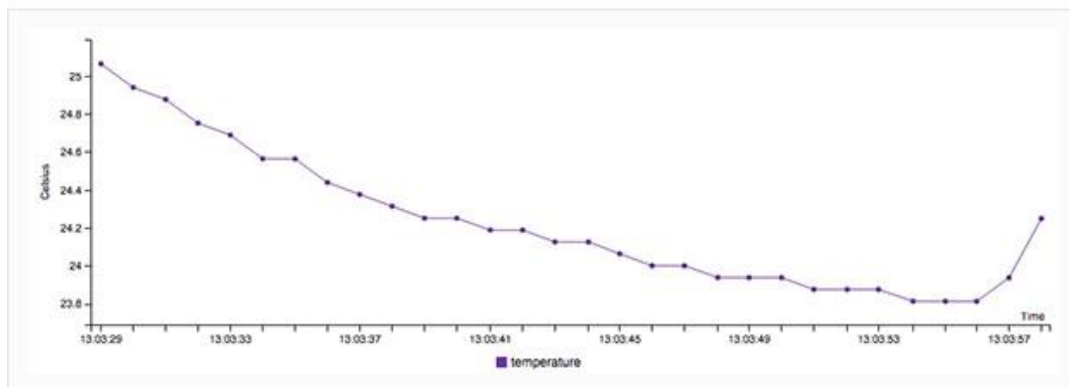


Рисунок 31 – приклад графіка, побудованого за допомогою EON

Як відобразити дані з датчиків, була обрана Google Charts - це бібліотека діаграм на основі JavaScript, призначена для покращення веб-додатків за рахунок додавання інтерактивних можливостей побудови діаграм. Вона підтримує широкий спектр графіків (рис. 32). Графіки створюються за допомогою SVG у стандартних браузерів, таких як Chrome, Firefox, Safari, Internet Explorer (IE).



Рисунок 32 – Приклади діаграм та графіків, які доступні у Google Charts.

Для цього проекту використовується лише Line Chart. Перевага, яку пропонує Google Charts, полягає в тому, що саму бібліотеку не обов'язково завантажувати в мікроконтролер. Досить просто прописати звернення до Google Charts у глобальному інтернеті і браузер сам відобразить графік, згідно з переданими даними та настройками для бібліотеки на веб-сторінці.

Висновок у розділі

У цьому розділі ми переглянули різні способи малювання графіків, розглянули їх мінуси та плюси, які проблеми можуть супроводжувати нас під час побудови графіка. Наприкінці вибрали найбільш вдалий для нас спосіб.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		35

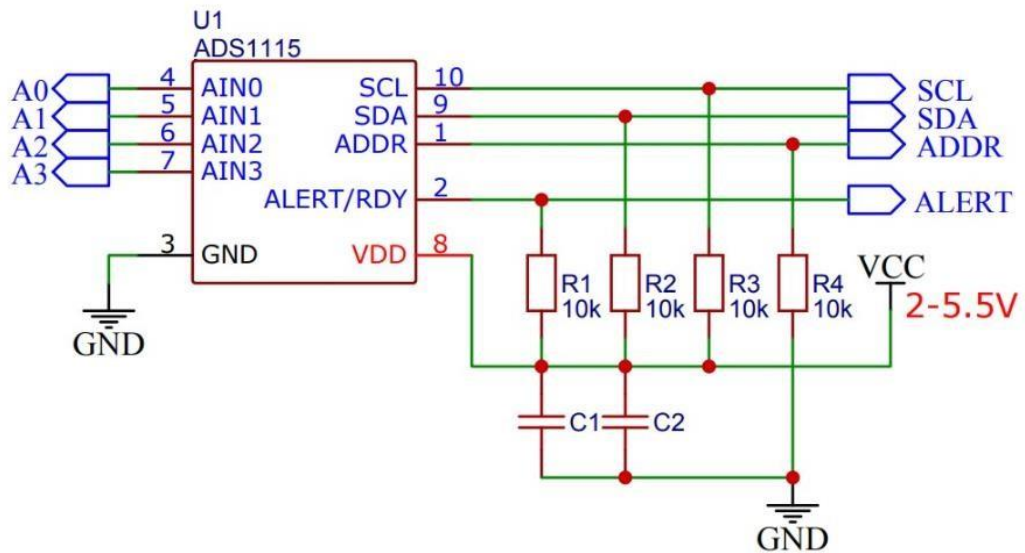


Рисунок 34 - Схема підключення модуля ADS1015

Конденсатори C1 та C2 призначені для усунення перешкод у ланцюзі живлення мікросхеми АЦП. Резистор R1 підтягує вихід компаратора на низький рівень. Отже, сигнал оповіщення буде еквівалентний логічній одиниці. Резистори R2 і R3 підтягують I2C шинувівня живлення, що звільняє від застосування зовнішніх опорів.

Схема включення цифрового датчика DHT11 представлена малюнку

35. Висновки Vcc та GND підключаються до висновків Vcc та GND мікроконтролера відповідно. Виведення Data до аналогового піна для передачі даних. NC залишається висіти у повітрі і не використовується. Для правильної роботи датчика між виходом сигналу та живленням впаяний резистор на 10 кОм.

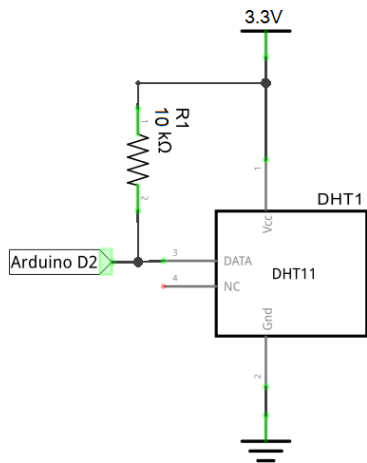


Рисунок 35 – Схема підключення DHT11

Вихід V_{out} сигналу аналогового датчика TMP35 підключається до аналогового входу модуля ADS1015, який у свою чергу підключений до мікроконтролера. Інші два контакти $+V_s$ і GND використовуються як живлення. Схема підключення зображено малюнку 36.

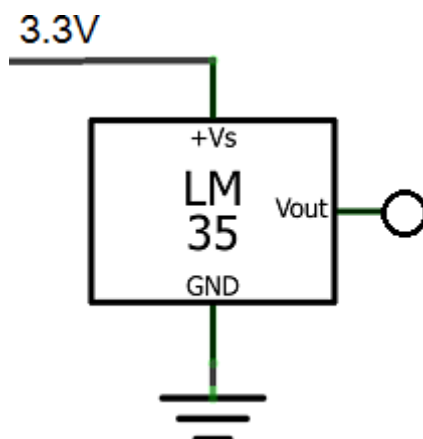


Рисунок 36 – Схема підключення TMP35

Для підключення термістора NTC 3950 використовуємо резистор 100кОм як номінальний резистор. Одним кінцем термістор підключається до живлення мікроконтролера, а другим до GND.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

Також цей кінець приєднується до аналогового входу ADS1015 модуля через резистор. Схема зображено малюнку 37.

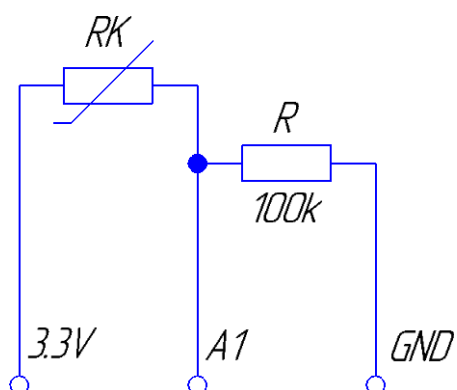


Рисунок 37 – Схема підключення термістора NTC 3950

Висновок по розділу

Таким чином, ми переглянули схеми включення всіх елементів, що використовуються у цьому пристрої. Пояснили, як вони працюють і в чому полягає їхній принцип. Повна схема електрична принципова наведена малюнку 38. Оформлення схеми проводилося системі автоматизованого проектування КОМПАС-3D.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ

Лист

39

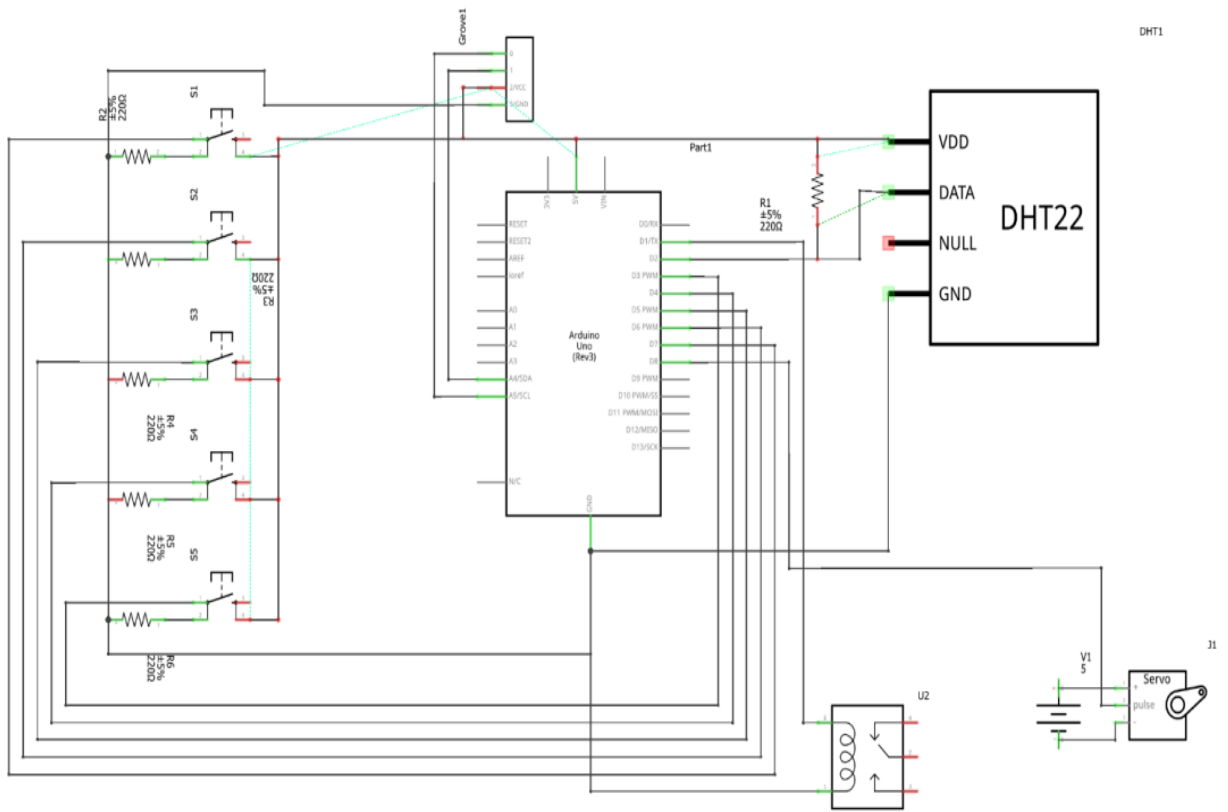


Рисунок 38 – Схема електрична принципова

5. НАПИСАННЯ ПРОГРАМИ

5.1. Робота з Google Charts

Для початку потрібно підключити необхідні бібліотеки для роботи з мікроконтролером ESP8266:

```
# include <ESP8266WiFi.h>
# include <ESP8266WebServer.h>
```

Наступним, що ми підключимо, буде бібліотека для читання часу з NTP-сервера в інтернеті. Network Time Protocol – мережевий протокол для синхронізації внутрішнього годинника комп'ютера з використанням мереж зі змінною латентністю, заснованих на комутації пакетів:

```
# include <time.h>
```

Далі задаємо назву та пароль нашої Wi-Fi мережі, щоб мікроконтролер зміг підключитися та отримати свій статичний IP. Також задаємо порт для web-сервера:

```
const char * ssid = "*****"; const char* password = "*****";
ESP8266WebServer server(8001);
```

Наступним позначаємо змінну, яка відповідає за кількість точок. В даному випадку їх кількість дорівнює 24 з розрахунком на кожну годину. Задаємо змінні та даємо установку на запис даних з датчиків та часу на кожну точку:

```
const uint16_t lengt=24; //max kol toчек trendauint16_t tick=0;
time_t tnow [lengt];
float h[lengt], t[lengt], w[lengt];
```

Тепер прописуємо функцію звернення до бібліотеки Google Charts.

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

Тут відбувається побудова web-сторінки та завантаження скриптів:

```
void handleRoot() {  
String trendstr;  
  
trendstr = F("<html>\n  
<head>\n  
    <scripttype='text/javas-  
cript'src='https://www.gstatic.com/charts/loader.js'></script>\n  
<meta http-equiv='refresh' content='1000'/>\n  
<title>Daily temperature</title>\n  
<script type='text/javascript'>\n    google.charts.load('current',  
    {'packages':['corechart']});  
    google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);  
\n
```

Далі даємо назви змінним, дані яких використовуються увідоображенні при малюванні графіка:

```
function drawChart() {\nvar data = new google.visualization.DataTable();  
\n    data.addColumn('datetime', 'Time');\n    data.addColumn('number', 'DHT's Temperature, C');\n    data.addColumn('number', 'TMP's Temperature, C');\n    data.addColumn('number', 'Re's Temperature, C');\n}
```

Наступною дією задаємо умови, завдяки яким відбуватиметься саме малювання:

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

```

data.addRow([""]; uint16_t k, y=0;
for (int i=1; i <= lengt; i++){ k
= tick-1 + i;
if (h[k]>0){

if (y>0) trendstr += ",";y++;
if (k> lengt-1) k = k - lengt;
І задаємо масиви для малювання:

trendstr += "[new Date(";

trendstr+=String(tnow[k]-(2*3600));

trendstr += "*1000), ";
trendstr += t[k]; trendstr +=","; trendstr += h [k];trendstr +=", ";
trendstr +=w[k];trendstr +="]";
}
}
trendstr += F(");\

```

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

Задаємо ширину графіка, назву, розташування легенди та форматдати, яка відображає, коли було проведено вимірювання температури:

```
var options = {width: '100%',  
\title: 'Graph of Temperature',  
\curveType: 'function',\  
legend: { position: 'bottom' },\  
hAxis: {  
format: 'dd.MM.yyyy HH:mm',\  
gridlines: {\  
count: 10,  
},\  
},\  
};\  
\
```

Закінчуємо прописування звернення до бібліотеки Google Charts:

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

```

Var chart =
new google.visualization.LineChart(document.getElementById('curve_chart'));
var formatter = New google.visualization.DateFormat({pattern:
'dd.MM.yyyy HH:mm'});
formatter.format(data, 0);
\chart.draw(data, options);\ }
\
</script>\
</head>\
<body>\
<div id='curve_chart' style='width: 100%; height: 600px'></div>\ </body>\
</html>");
server.send (200, F("text/html"), trendstr); }

```

Останнім вказується частота запису точок графіка мілісекундах. В даному випадку запис відбувається раз на годину:

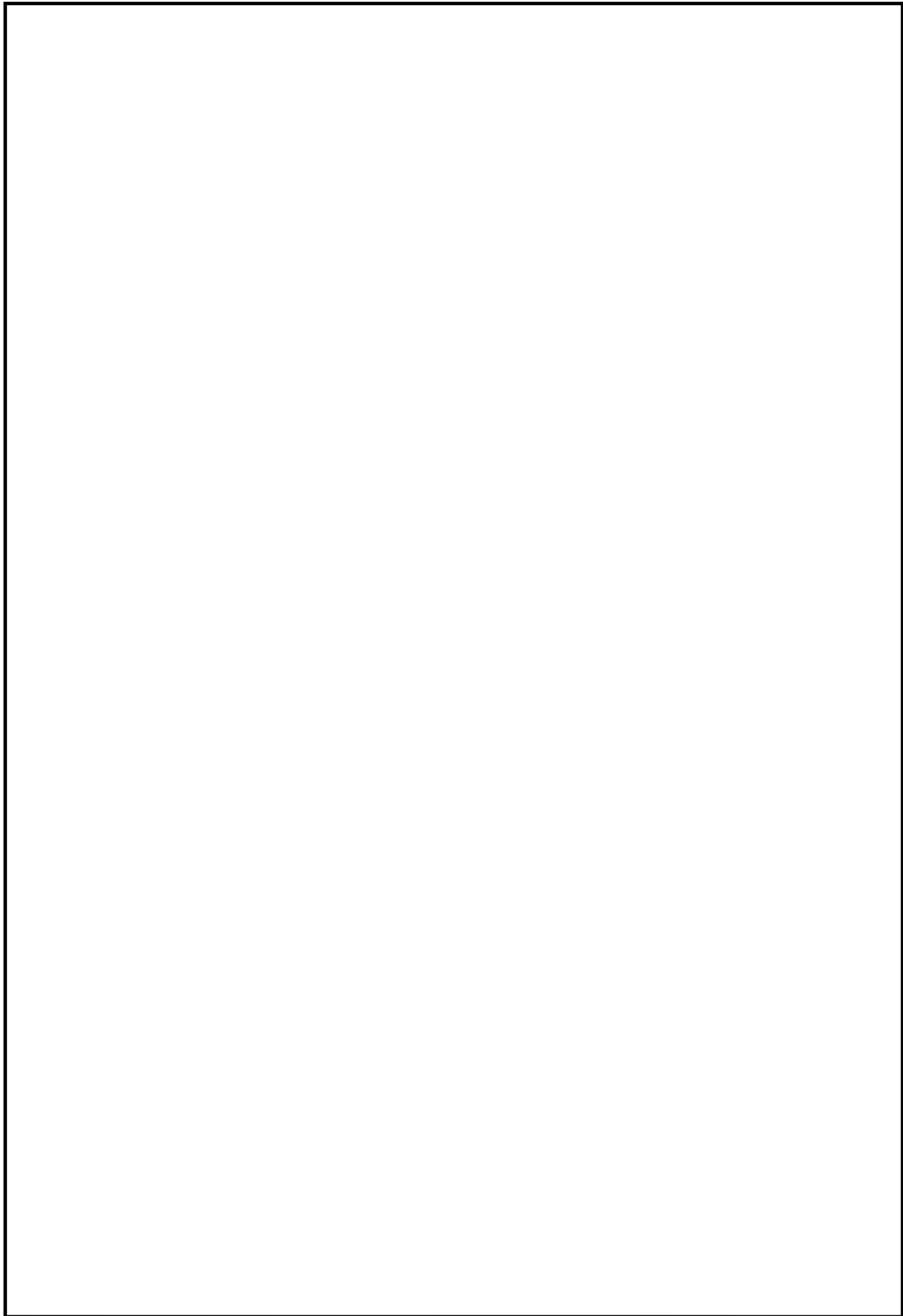
```
const long interval = 3600000; unsigned long previousMillis = 0;
```

Запис точок відбувається з тимчасовими мітками. Час для них щоразу береться із серверів NTP. Цифра «2» означає часовий пояс:

```
configTime(2*3600, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");
```

Наступним кноком встановлюється Інтернет з'єднання та запускається WiFi

						<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>			45



					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		46

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		<i>47</i>

5.2. Робота з модулем ADS1015

Все відбувається дуже просто та швидко. Для коректної роботи модуля підключаємо дві бібліотеки:

```
# include <Wire.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>
```

Далі задаємо одну з 4-х можливих адрес. Враховуючи те, як був підключений модуль, адреса буде 0x48. Запускаємо сам пристрій:

```
Adafruit_ADS1015 ads(0x48);ads.begin();
```

Тепер оголошуємо адреси, на які надходитиме інформація з аналогових датчиків:

```
int16_t adc0, adc1;
```

5.3. Робота з датчиком DHT11

Оголошуємо пін, який використовуватиметься для роботи з датчиком, та його тип. Запускаємо:

```
# define DHTPIN 5
# define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
dht.begin();
```

Оскільки нам потрібна лише температура, значення вологості ми ігноруємо, тому для зчитування інформації використовується одна команда:

```
h[tick] = dht.readTemperature();
```

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		48

5.4. Робота з датчиком TMP35

Датчик підключається до модуля ADS1015 та читання даних відбувається з піна A0. Оскільки датчик вимірює напругу, для перерахунку її у градуси Цельсія скористаємося формулою (1), представленою раніше. Нагадаю, що число «4096» - це максимальне число, яке може повернути 12-розрядний Аналого-цифровий Перетворювач на модулі ADS1015:

```
t[tick] = Solid();int Solid();  
adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);temp = (adc0/4096.0) *3.3*1000/10; delay(1000);  
return adc0;
```

5.5. Робота з термістором

Процес аналогічний попередньому. Термістор підключається до піна A1 модуля ADS1015. Перерахунок напруги в градуси Цельсія проводиться за формулами (2) та (3):

```
w[tick] = Snake();int Snake() {  
adc1 = ads.readADC_SingleEnded(1);  
float tr = 4096.0/adc1 - 1;  
tr=SERIAL_R/tr;  
float steinhart;
```

					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		49

```

steinhart = tr/THERMISTOR_R; // (R / Ro)
steinhart = log (steinhart); // ln (R / Ro)
steinhart /= B; // 1/B * ln(R/Ro)
steinhart += 1.0/(NOMINAL_T); //+(1/To)
steinhart = 1.0/steinhart; // Invert
Serial.println(steinhart);delay(1000);
return adc1;

```

Висновок по розділу:

Таким чином, ми написали код програми цього пристрою. Цілком код представлений у додатку А. Вище сказано, як саме прописувати звернення до бібліотеки Google Charts, як вимальовувати графік на веб-сторінці, як встановлювати зв'язок з NTP-сервером. Пояснили, для чого потрібен модуль ADS1015, розповіли про специфічну особливість, таку як адресу, і як правильно її підключати. Також описали, як відбувається робота кожного датчика окремо, прописали звернення до них. Показали, як знімаються дані та як відбувається перерахунок напруги у випадку з термістором та TMP35

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

Опис алгоритму пристрою

Підключаємо ESP8266 до комп'ютера за допомогою USB-кабелю, щоб увімкнути мікроконтролер. Після запуску під час виконання програми він підключається до мережі Wi-Fi і вимальовує графік на веб-сторінці, де далі будуть показані лінії зміни температури. Далі датчики надсилають інформацію щогодини, залежить від цього, як настроєна програма, і графіку вимальовуються три тенденції, кожна відповідає певному датчику, назви яких вказано у легенді. На осі абсцис вимальовуються тимчасові мітки, коли були зроблені вимірювання через зв'язок з сервером NTP.

Висновок у розділі

Таким чином, була пояснена робота пристрою, що розробляється.

Блок-схема алгоритму зображено малюнку 39.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		51

Опис алгоритму

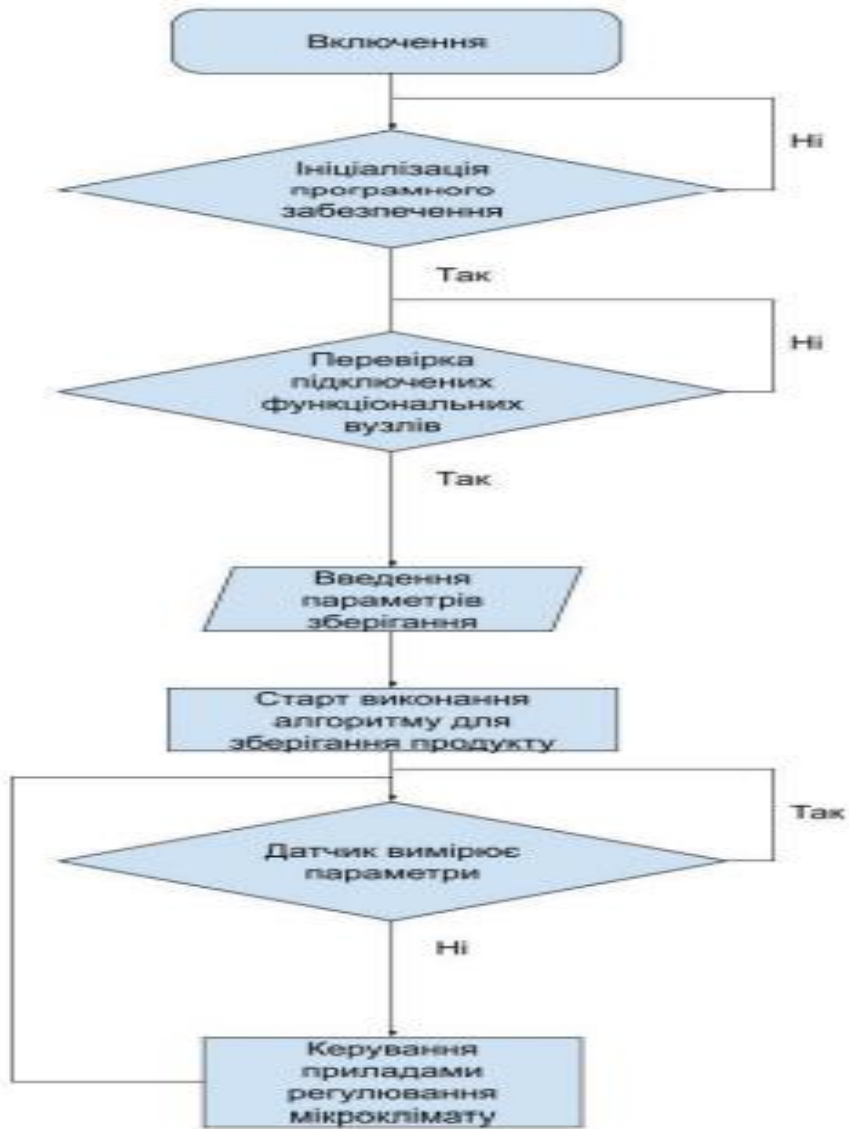


Рисунок 39 – Блок-схема алгоритму

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

6. Інтерфейс користувача

Як інтерфейс виступає сам браузер, а саме намальований на web-сторінці графік зміни температури. Єдиною можливою дією для користувача є кнопка оновлення сторінки. Натискаючи на неї, додаються нові точки та домальовуються лінії.

Це може бути недоліком, якщо Ви захочете стежити за температурою щохвилини, тому що Вам постійно доведеться оновлювати веб-сторінку.

Висновок у розділі

Таким чином, Ви можете уявити взаємодію користувача з приладом. Приклад результату роботи програми представлено малюнку 40.

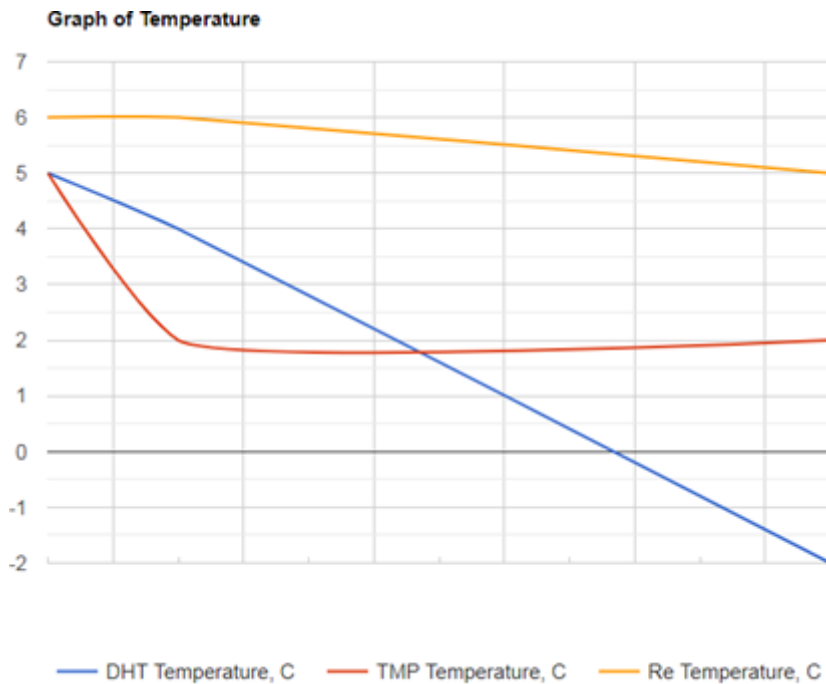


Рисунок 40 – Результат роботи програми

7. Економічний розрахунок

Вартість кожного окремого елемента і загальна вартість отриманого пристрою показані в таблиці 2.

Таблиця 2 - Розрахунок вартості компонентів

№	Найменування	Кількість	Ціна грн.
1	Мікроконтроллер ESP8266 NodeMCU v3	1	120
2	Модуль ADS1015	1	100
3	Датчик DHT11	1	22
4	Датчик TMP35	1	35
5	Термістор NTC3950	1	37

Разом: 314 грн.

Висновок у розділі

Вище перераховані всі елементи, присутні в пристрої, їх ціни і кількість. Порівнюючи з аналогами, які використовуються в даний час, можна сказати, що даний прилад набагато дешевше.

Висновок

Зрештою, спроектований пристрій відповідає заявленим вимогам, що мають необхідний функціонал при відносно невеликій вартості компонентів. Програмний код налагоджений і дозволяє здійснити стеження зміною температури з усіма потрібними функціями.

У даній ВКР було проаналізовано відомі рішення, позначено вимоги до проєктованого пристрою, складено структурну схему, проведено пошук та підбір компонентної бази, протестовано працездатність придбаних модулів, складено електричну принципову схему, алгоритм дій програми, складено та налагоджено програмний код, створено та намальовано інтерфейс для просто розуміючи кінцевого користувача.

Надалі можливе покращення пристрою, яке допоможе зрівняти його з аналогами.

Так, наприклад, можна збільшити кількість та різноманітність датчиків, що допоможе стежити не лише за температурою, а й за тиском, вологістю, димом, рухом. Такі датчики як DHT11 і DHT22 вже можуть вимірювати і вологість, і температуру. Оскільки бібліотека Google Charts необмежує нас серед ліній, намальованих на графіку, залишається тільки прописати звернення для них у коді. Можна розширити функціонал пристрою, підключивши датчики дверей, протікання, 220В, удару. Але це вже ніяк не буде пов'язане з моніторингом температури, а лише додасть нових можливостей пристрою.

Також я вважаю за можливе додавання до функціоналу даного

приладу здатності попереджати про наближення до небезпечної температури. Подібне використовується у кількох пристроях, описаних вище. Наприклад, сповіщення користувача про можливу надзвичайну подію за допомогою SMS.

					55	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	55
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури та джерел

1. Google Charts [Електронний ресурс]// Приклади коду для графіків: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/linechart?hl=ru>
2. Прилади для вимірювання температури FLUKE [Електронний ресурс] // Візуальні пірометри та термометри: <https://flukeshop.ru/pribory-dlya-izmereniya-temperature>
3. Термоіндикатори LogTag [Електронний ресурс] // Контроль температури: <http://logtagrussia.ru/>
4. Мікроконтролер ESP8266 [Електронний ресурс] // Прошивка та приклад використання: <https://tproger.ru/articles/about-esp8266/>
5. NetPing [Електронний ресурс] // Пристрої моніторингу температури у серверній кімнаті: <http://www.netping.ru/Blog/kakorganizovat-monitoring-temperature-v-servernoj-komnate>
6. Модуль ADS1015 [Електронний ресурс] // ADS1115 analog – todigital converter and ESP8266: <http://www.esp8266learning.com/ads1115-analog-to-digital-converter-and-esp8266.php>
7. ESP-12E [Електронний ресурс] // Basic flashing connection: https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php?title=File:ESP-12E_Basic_flashing_connection.jpg
8. NodeMCU розпинування [Електронний ресурс] // Призначення пінів на мікроконтролери: <https://myrobot.ru/wiki/index.php?n=Experiences.NodemcuPinout>
9. Датчики та вимірювання [Електронний ресурс] // Зчитування показань датчиків за допомогою Характеристика: <https://www.ebay.com/itm/Thermosafe-XST200-Smart-Monitoring-Body-Bluetooth-Contact-Thermometer-rea/392200897609>

10. Датчик LM35 [Електронний ресурс] // Підключення до Arduino: <https://robotclass.ru/tutorials/arduino-temperature-sensor/>

11. ADS1115 (ADS1015) [Електронний ресурс] // Зовнішній I2C ADS

АЦП: https://flprog.ru/supported_hardware/prochie-moduli/ads1115-ads1015-vneshnij-i2c-adc-acp-podderzhivaetsja-prog/

					57	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

12. NTP-server [Електронний ресурс] - <https://www.ntp-servers.net/>
// Налаштування: [servers.net/](https://www.ntp-servers.net/) р-

					58	Лист
					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		

13. Датчик DHT11 [Електронний ресурс] // DHT11 Humidity and Temperature Sensor:<https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

					59	Лист
					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	59
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		

14. TMP35 [Електронний ресурс]//

https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/datasheets/TMP35_36_37.pdf

Sheet

t:

					60	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

15. Термістор NTC3950 [Електронний ресурс] // Data Sheet: <https://www.makeralot.com/download/Reprap-Hotend-Thermistor-NTC-3950-100K.pdf>

16. NodeMCU V3 [Електронний ресурс] // PIN Mapping and FlashLayout: <https://docs.zerynth.com/latest/official/board.zerynth.nodemcu3/docs/index.html>

17. Побудова графіка [Електронний ресурс] // WI-FI ESP8266Добовий графік температури і вологості: http://geekmatic.in.ua/grafik_temperaturi_esp8266

18. Пристрої вимірювання температури [Електронний ресурс] //Промисловий імпорт:<https://dmliefer.ru/katalog/kip/pribory-dljaizmerenija-temperature>

19. Датчик DS18B20 [Електронний ресурс] // Measure Temperature on the Web With Arduino Ethernet and DS18B20: [https:// ever-care.ru/news/medica-2019-termometr-dlya-nepreryvnogomonitoringa-temperature-tela](https://ever-care.ru/news/medica-2019-termometr-dlya-nepreryvnogomonitoringa-temperature-tela)

					61	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

20.

Thermosafer XST200

Smart[Електронний ресурс] // Термометр для

					62	Лист
					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	62
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		

Безперервного моніто-
рингу температури:

					63	Лист
					<i>ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ</i>	63
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дата</i>		

<https://evercare.ru/news/medica-2019-termometr-dlya-nepreryvnogomonitoringa-temperature-tela>

21. Уллі Сомер Програмування мікроконтролерних плат Arduino/
Freeduino за ред. Добіна Григорія. М.: ВHV, 2012. 256 с.
22. Ревіч Ю. В. Цікава електроніка. М.: ВHV, 2018. 672 с.
23. Віктор Петін Проекти з використанням контролера Arduino, 2-ге видання. М.: ВHV, 2015. 464 с.
24. Тєро Карвінен, Кіммо Карвінен, Вілле Валтокарі Робимо сенсори. Проекти сенсорних пристроїв на базі Arduino та Raspberry Pi. М.: Вільямс, 2015. 448 с.
25. Jennie Schaeffer, Rikard Lindell Arduino в Museum Exhibition. P. :
TEI'15, 2015. Pages 715-720.
26. Fernando S. Perilla Fire Safety and Alert System використовуючи ArduinoSensors with IoT Integatation. P. : ICSCA 2018, 2018. Pages 199-203
27. Lai Ah-Fur, Chen Chien-Hung, Lai Horng-Yih Розвиток на Arduino
Simulation-based Learning System and Evaluating its Suitability. P. :ICEBT 2018, 2018. Pages 38-42.
28. Caleb Helbling, Samuel Z. Guyer Juniper: функціональний реактивний програмування для Arduino. P. : FARM 2016, 2016.Pages 8-16
29. David Sirkin, Nikolas Martelaro, Wendy Ju Make This! Introducing доElectronics Prototyping Using Arduino. P. : CHI EA'17, 2017. Pages 1224-1227.

Текст програми

					64	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ПЗ	64
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		


```

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <ESP8266WebServer.h>

#include <time.h>

#include <OneWire.h>

#include <DHT.h>

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_ADS1015.h>

#define DHTPIN 14

#define DHTTYPE DHT11// DHT 11

#define B 3950 // B-коэффициент

#define SERIAL_R 102000 // 102кОм

#define THERMISTOR_R 100000 // номинальный супротив

#define NOMINAL_T 25 // номинальна

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

Adafruit_ADS1015 ads(0x48);

const char* ssid = "AIST 135";

const char* password = "1820250732";

ESP8266WebServer server(8001);

const uint16_t lengt=24; //max kol toчек trenda

uint16_t tick=0;

time_t tnow[lengt];

float h[lengt], t[lengt], w[lengt];

void handleRoot() {

String trendstr;

```

					65	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

```

trendstr = F("<html>\
<head>\
<script                                     type='text/javascript'
src='https://www.gstatic.com/charts/loader.js'></script>\
<meta http-equiv='refresh' content='1000'/>\
<title>Daily temperature</title>\
<script type='text/javascript'>\
google.charts.load('current', {'packages':['corechart']});\
google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);\
\
function drawChart() {\
var data = new google.visualization.DataTable();\
data.addColumn('datetime', 'Time');\
data.addColumn('number', 'DHT's Temperature, C');\
data.addColumn('number', 'TMP's Temperature, C');\
data.addColumn('number', 'Re's Temperature, C');\
\
data.addRows([");
uint16_t k, y=0;
for (int i=1; i <= lengt; i++){
k = tick-1 + i;

if (h[k]>0){
if (y>0) trendstr += ",";

```

					66	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	66
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

y ++;
if (k>lengt-1) k = k - lengt;
trendstr += "[new Date(";
trendstr += String(tnow[k]-(2*3600)); //2часовий пояс
trendstr += "*1000), ";
trendstr += t[k];
trendstr += ", ";
trendstr += h[k];
trendstr += ", ";
trendstr += w[k];
trendstr += "]";
}
}
trendstr += F(");\
\
var options = { width: '100%',\
title: 'Graph of Temperature',\
curveType: 'function',\
legend: { position: 'bottom' },\
hAxis: {format: 'dd.MM.yyyy HH:mm'},\
gridlines: {\
count: 10,\

```

					67	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

```

},\

}\

};\

\

var chart = new google.visualization.LineChart(document.getEle-
mentById('curve_chart'));\

var formatter = new google.visualization.DateFormat({pattern: 'dd.MM.yyyy
HH:mm'});\

formatter.format(data, 0);\

chart.draw(data, options);\

}\

</script>\

</head>\

<body>\

<div id='curve_chart' style='width: 100%; height: 600px'></div>\

</body>\

</html>");

server.send ( 200, F("text/html"), trendstr );

}

const long interval = 3600000; //interval zapisi danih dlya trenda

unsigned long previousMillis = 0;

void setup(void){

pinMode(adc0,INPUT);

pinMode(adc1,INPUT);

Serial.begin(115200);

```

```
WiFi.begin(ssid, password);  
  
configTime(2*3600, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov"); //NTP sayti dia  
schitivaniya vremeni
```

```
Serial.println("");  
  
// Wait for connection
```

```
52  
  
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
  delay(500);  
  Serial.print(".");  
}  
  
Serial.println("");  
  
Serial.print("Connected to ");  
  
Serial.println(ssid);  
  
Serial.print("IP address: ");  
  
Serial.println(WiFi.localIP());  
  
server.on("/", handleRoot);  
  
server.begin();  
  
Serial.println("HTTP server started");  
  
ads.begin();  
  
dht.begin();  
  
delay(2000);
```

					69	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

```

tochka();

}

void loop(void){

server.handleClient();

int16_t adc0, adc1;

unsigned long currentMillis = millis();

if (currentMillis - previousMillis >= interval) {

previousMillis = currentMillis;

tochka();

}

}

void tochka(){

h[tick] = dht.readTemperature();

t[tick] = Solid();

w[tick] = Snake();

tnow[tick] = time(nullptr);

Serial.print(String(ctime(&tnow[tick])));

if (tick<len-1) tick ++; else tick = 0;

}

int Solid();

adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);

temp = ( adc0/4096.0 )*3.3*1000/10;

delay(1000);

return adc0;

```

					70	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

```

int Snake() {

adc1 = ads.readADC_SingleEnded(1);

float tr = 4096.0 / adc1 - 1;

tr = SERIAL_R / tr;

float steinhart;

steinhart = tr / THERMISTOR_R; // (R/Ro)

steinhart = log(steinhart); // ln(R/Ro)

steinhart /= B; // 1/B * ln(R/Ro)

steinhart += 1.0 / (NOMINAL_T); // + (1/To)

steinhart = 1.0 / steinhart; // Invert

Serial.println(steinhart);

delay(1000);

return adc1;
}

```

					71	Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.490.ІІЗ	71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

ОСНОВНА ТЕКСТОВА ЧАСТИНА

					72	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		72

					73	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		73