

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
(м. Сєвєродонецьк)

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
(повне найменування факультету)

Кафедра Електронних апаратів
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 171 – Електроніка
(шифр і назва спеціальності)

на тему Система дистанційного контролю та управління електричними
пристроями житлового будинку

Виконав: студент групи Ел-19 дм

Хорхордин М. Д. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник Паєранд Ю.Е. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри Паєранд Ю.Е. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Сєвєродонецьк - 2021

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(м. Сєверодонецьк)

Факультет Інформаційних технологій та електроніки

Кафедра Електронних апаратів

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Спеціальність 171 – Електроніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ю.Е. Паєранд

“ ” 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хорхордин Михайло Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система дистанційного контролю та управління електричними пристроями житлового будинку

керівник проекту (роботи) Паєранд Юрій Едуардович к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” 2020 року №

2. Строк подання студентом роботи 15.01.2020

3. Вихідні дані до роботи Матеріали науково-дослідної практики

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

1) Аналітичний огляд систем «розумний будинок»

2) Розробка системи «розумний будинок»

3) Виготовлення та випробування макетного зразка

4) Охорона праці

5. Дата видачі завдання 02.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Актуальність теми і постановка завдання	02.09.20 - 09.09.20	
2	Аналітичний огляд	10.09.20 - 17.09.20	
3	Розробка, обґрунтування й опис схем	18.09.20 - 30.09.20	
4	Вибір елементів схеми	01.10.20 - 19.10.20	
5	Розробка програмного забезпечення	20.10.20 - 09.11.20	
6	Виготовлення макетного зразка	10.11.20 - 30.11.20	
7	Випробування макетного зразка	01.12.20 - 07.12.20	
8	Узагальнення результатів. Висновки	08.12.20 - 14.12.20	
	Оформлення пояснювальної записки	14.12.20 - 31.12.20	

Студент Хорхордин М. Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) Паеранд Ю.Е.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1 Класифікація та види систем управління і контролю	7
1.2 Аналіз існуючих систем управління і контролю	11
1.3 Висновок.....	22
2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	24
2.1 Пропонована система «розумний будинок». Опис і класифікація...	24
2.2 Розробка апаратного забезпечення.....	26
2.2.1 Опис структурної схеми	26
2.2.2 Опис принципової електричної схеми	27
2.2.3 Вибір елементів в схемі	29
2.2.4 Висновок.....	40
2.3 Розробка програмного забезпечення	41
2.3.1 Короткі відомості	41
2.3.2 Вибір та обґрунтування програмних засобів	42
2.3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера Atmega328.....	43
2.3.4 Розробка програмного забезпечення - MuNote в середовищі C#	50
2.3.5 Висновок.....	69
3. ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ МАКЕТНОГО ЗРАЗКА	70
3.1 Виготовлення макетного зразка	70
3.2 Робота моделі і демонстрація основних функцій	74
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	84
4.1 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі з ПЕОМ	84
4.2 Заходи з техніки безпеки.....	87
4.3 Розрахунок захисного заземлення технологічного електрообладнання.....	91
4.3 Рекомендації по пожежній безпеки	98
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	102

ВСТУП

В даний час успіхи в області інформаційних технологій дозволяють вирішувати багато завдань, що стосуються безпосередньо кожної людини - це впровадження в повсякденне життя мобільних пристроїв (смартфони, смарт-годинник, планшети) і глобальної мережі. Найбільш відомою є глобальна мережа - інтернет, яка дає кожній людині можливість передати або отримати інформацію іншій людині або комп'ютерній системі практично в будь-який час і в будь-якому місці. У зв'язку з цим люди зіткнулися з системами автоматизації та віддаленого управління будь-якими процесами і об'єктами.

Відома велика кількість систем автоматизації і управління, які почали використовуватися в побуті, у виробництві, а також для забезпечення безпеки. Сукупність і поєднання таких систем називаються - комплексними. У набір комплексних систем автоматизації та управління входять апаратні засоби і програмне забезпечення, які встановлюється в певні приміщення, будівлі, території. Найчастіше людина зустрічається з такими системами саме в побуті. Такі системи отримали назви «Розумний будинок» або «Система управління будинком». Ці системи інтенсивно розробляються вітчизняними і зарубіжними компаніями і фірмами [1-5] і дозволяють людині економити особистий час, економити матеріальні ресурси, управляти об'єктом або процесом дистанційно, не маючи фізичного контакту з системою.

Основні проблеми таких систем - висока вартість і складність монтажу. Висока вартість зменшує попит на подібні системи. У цих системах встановлюється велика кількість різних компонентів (датчики, реле, виконавчі механізми, мікроконтролери, обчислювальні пристрої), що поганим чином позначається на вартості. Здійснення монтажу системи вимагає спеціальних знань, не кожен користувач в силах провести збірку самостійно.

Також існує важлива проблема - автономність роботи системи. Будь-який

електронний пристрій вимагає необхідності підключення до джерела електроживлення. Крім цього системи «розумний будинок» вимагають постійного доступу до глобальної мережі для безперервного зв'язку з користувачем.

Таким чином, творці таких систем намагаються зробити їх менш дорогими, полегшити процес початкової збірки, вбудувати в систему додаткові джерела електроживлення і зв'язку для вирішення проблем з автономністю.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Система управління та контролю будинку або «розумний будинок» (Smart-home) - система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання за допомогою пульта управління або без участі людини. Домашня автоматизація в сучасних умовах - надзвичайно гнучка система, яку користувач конструює і налаштовує самостійно в залежності від власних потреб. Це передбачає, що кожен власник розумного будинку самостійно визначає, які пристрої куди встановити і які завдання вони будуть виконувати.

1.1 Класифікація та види систем управління і контролю

За основними ознаками системи управління і контролю діляться [6] на:

- провідні;
- бездротові;
- централізовані;
- децентралізовані;
- з відкритим протоколом;
- з закритим протоколом.

Провідні системи. Суть провідної системи полягає в тому, що всі керуючі пристрої - датчики, вимикачі, пристрої управління кліматом, різноманітні керуючі панелі зв'язуються єдиною дротовою інформаційною шиною, по якій йдуть сигнали до виконавчих пристроїв. Зазвичай, дротовою інформаційною шиною використовуються спеціальні кабелі, а в окремих випадках звичайна вита пара. У провідної системи є свої переваги і недоліки.

Переваги:

- надійність. Сигнал, що йде за спеціальними дротами - це надійно;
- швидкість відгуку. «Розумний будинок» - це в першу чергу комфорт, тому якщо після натискання на клавішу запуску сценарію відбувається значна

затримка, то це викликає дискомфорт. Якщо сигнал йде по дротах, то швидкість відгуку висока, так як у такої системи є захист від перешкод і надійність;

- дизайн керуючих елементів. У таких систем в основному пропонується великий вибір керуючих елементів («розумних вимикачів») в порівнянні з бездротовою системою. Вони забезпечені великою кількістю функцій і можливостей;

- різноманітність інтегрованих систем. У провідних системах легше зробити інтеграцію з кліматом, аудіо ніж в бездротових;

- довгий термін служби. Система не має пристроїв на батарейках, які вимагали б регулярної заміни.

Недоліки:

- велика кількість дротів. Велика кількість дротів займає багато місця;
- у більшості випадків потрібен проект - на нього необхідно виділити час і ресурси.

Бездротові системи. У цих системах, на відміну від дротових, сигнал від керуючих пристроїв до виконавчих йде по радіоканалу, а не по дротах. Це дозволяє скоротити кількість дротів, а також час на інсталяцію системи. Ці системи можна монтувати на об'єкти з готовим ремонтом з класичною проводкою. Кожен бездротовий "вимикач" є ще і радіопередавачем, який зв'язується з усіма іншими "вимикачами". Це дозволяє створювати різні світлові сценарії («нічний режим», «вимкнути все»), перепрограмувати функціонал клавiш.

Переваги:

- можна встановлювати в квартири і будинки з готовим ремонтом з класичною проводкою. Якщо використовувати повністю бездротовий вимикач, який працює на батарейках і посилає сигнал до виконавчого пристрою, то такий

вимикач можна розташувати скрізь, де тільки завгодно. Вони можуть бути як накладного так і вбудованого монтажу;

- зменшена кількість дротів, в порівнянні з провідною системою;
- не потрібен проект. У більшості випадків проектування системи автоматизації не потрібно;
- невисока вартість.

Недоліки:

- система, що працює по радіоканалу, залежить від якості радіозв'язку. Перешкоди від мікрохвильових печей, будівельної техніки, DECT телефонів можуть мати негативний вплив на проходження сигналу;

- якщо система працює на батарейках, то їх необхідно регулярно міняти;
- необхідність нульового дроту. Є системи, в яких використовуються радіопередавачі, що живляться від мережі змінного струму. Для них необхідний нульовий дріт;

- системи працюють на частотах 433 МГц і 868 МГц. Частоту 433 МГц використовують такі виробники як Jung, Gira. На цій же частоті працюють бездротові телефони, які можуть створювати перешкоди в роботі радіосистеми.

Централізовані системи. Суть централізованого «розумного будинку» полягає в тому, що програмування йде від одного центрального логічного модуля. Зазвичай це вільно програмований контролер з великою кількістю виходів. У контролер прошивається спеціально створена під об'єкт програма, на основі якої йде управління виконавчими пристроями і інженерними системами. Це дозволяє використовувати широкий вибір обладнання та складних сценаріїв. Централізовані системи можуть бути як дротовими, так і бездротовими.

Переваги:

- можливість управління всіма інженерними системами в єдиному інтерфейсі;
- можливість створювати складні сценарії;

- можливість підключення будь-якого обладнання.

Недоліки:

- невисока надійність. Якщо контролер виходить з ладу, то перестає функціонувати вся система повністю.
- велика вартість. Великі можливості тягнуть за собою і відносно велику вартість.

Децентралізовані системи. У розподілених системах "розумного будинку" кожний виконавчий пристрій включає в себе мікропроцесор з енергонезалежною пам'яттю. Цим пояснюється висока надійність таких систем. При виході з ладу одного пристрою вся система працює, крім приладів, підключених до цього пристрою. Прикладом децентралізованої системи є системи, побудовані на основі протоколу KNX (найпопулярнішого в Європі).

Переваги:

- висока надійність. Всі пристрої не залежать одне від одного і мають енергонезалежну пам'ять;
- великий вибір керуючих панелей як по дизайну, так і по функціоналу.

Недоліком таких систем є їх висока вартість.

Системи з відкритим протоколом. Протокол - це мова, на якому всі пристрої в "розумному будинку" передають дані між собою. Якщо взяти протокол KNX, то він є відкритим. Багато виробників виготовляють пристрої, що працюють на цій мові. Асоціація KNX перевіряє їх на сумісність і тестує. Логотип KNX EIB на пристрої гарантує підвищену якість.

Системи з закритим протоколом. Для того, щоб спростити процес програмування, зменшити витрати на виробництво устаткування деякі виробники випускають обладнання, яке працює на власному закритому протоколі. Крім них ніхто таке обладнання не випускає.

1.2 Аналіз існуючих систем управління і контролю.

В даний час існує безліч систем управління і контролю «розумний будинок» від різних компаній, які можна придбати в інтернет просторах. Нижче будуть розглянуті деякі моделі систем «розумного будинку», які мають різний функціонал, характеристики, переваги і недоліки.

Комплект «розумний дім» Broadlink TC2-3. У комплекті «розумний дім» Broadlink TC2-3 є п'ять пристроїв лінійки Broadlink, (рис.1), які, доповнюючи один одного, дозволяють дистанційно керувати роботою побутових приладів і освітленням, створювати сценарії автоматизації і бути поінформованим про небажану активності всередині приміщення. У нього входять універсальний пульт управління Broadlink RM-Pro, система датчиків Broadlink e-Air (A1), комплект датчиків Broadlink SmartOne S1C, «розумна Wi-Fi розетка» Broadlink SP Contros, «розумний сенсорний вимикач» Broadlink TC2-3.



Рисунок 1 - Комплект Broadlink TC2-3

a - wi-fi розетка Broadlink SP Contros; b - система датчиків Broadlink e-Air;
c – сенсорний вимикач Broadlink TC2-3; d - комплект датчиків Broadlink SmartOne S1C; e – універсальний пульт управління Broadlink RM-PRO

Одним з основних елементів комплекту є універсальний пульт управління Broadlink RM-Pro. При взаємодії з цим пультом інші комплектуючі, такі як багатофункціональна система з 5 датчиків Broadlink e-Air (A1) і комплект Broadlink SmartOne S1C (підтримує до 16 датчиків) забезпечують дистанційне керування електроприладами в будинку. Наприклад, такими як: телевізор, кондиціонер, DVD, жалюзі, музичний центр, світильник. А «розумний сенсорний вимикач» Broadlink TC2-3 в зв'язці RM-Pro реалізує індивідуальні сценарії включення або виключення освітлення в будинку, в залежності від показників системи датчиків e-Air (A1), SmartOne S1C або ж за заданим розкладом.

Функціонал універсального пульта дозволяє задавати певний сценарій. Наприклад, при зниженні температури система Broadlink e-Air (A1) відправить сигнал на контролер Broadlink RM Pro, а той, у свою чергу, включить обігрівач, після досягнення потрібної температури відключить його.

Функції та особливості:

- комплект для «розумного будинку» дозволяє дистанційно керувати електроприладами;
- включає в себе 5 пристроїв лінійки Broadlink: універсальний пульт управління Broadlink RM-Pro, систему датчиків Broadlink e-Air (A1), комплект датчиків Broadlink SmartOne S1C, «розумну Wi-Fi розетку» Broadlink SP Contros і «розумний сенсорний вимикач» Broadlink TC2-3;
- підтримує стандарт Wi-Fi IEEE 802.11 b / g / n (2.4 ГГц);
- налаштовується і управляється за допомогою мобільного додатку Broadlink e-Control через Wi-Fi / 2G / 3G;
- дозволяє задавати певні сценарії роботи електроприладів;
- радіочастота сигналу складових комплекту дорівнює 433 МГц;
- пульт управління Broadlink RM-Pro підтримує інфрачервоні сигнали (7 ІК випромінювачів, частота сигналу - 38 КГц, пропускна здатність - 95%), виконує команди в радіусі 360 °, оснащений радіо-модулем (частота радіосигналу - 433 МГц);

- комплект датчиків Broadlink SmartOne S1C включає в себе: центральний контролер SmartONE, брелок контролю, датчик руху і датчик відкриття, крім того, підтримує до 16 датчиків;
- SmartOne S1C забезпечує три режими роботи: повний захист, часткова і знята захист;
- система датчиків Broadlink e-Air (A1) укомплектована 5 датчиками (вологості, температури, якості повітря, світла, звуку) і micro USB 3 роз'ємами;
- «розумний сенсорний вимикач» Broadlink TC2-3 з 3 кнопками підтримує до 8 груп таймерів для управління світлом (максимальна потужність на одну кнопку від 7 до 200 Вт);
- «розумна Wi-Fi розетка» Broadlink SP Contros дозволяє створювати розклад живлення електроприладів: зворотний відлік, запланований час, ефект присутності та інші, а також підтримує функцію «еко-зарядка».

Основні технічні характеристики вказані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні технічні характеристики

Стандарт зв'язку	Wi-Fi
Кількість пристроїв в комплекті	5
Спосіб управління	Віддалений доступ
Радіочастота передачі	433 МГц
Дальність передачі бездротового сигналу	30 м
Живлення	5 В
Діапазон робочих температур	от 0°С до +50°С

Комплект «розумний будинок» Fibaro Climat Kit. До складу комплекту Fibaro Climat Kit входить центральний контролер Fibaro Home Center Lite, термостат Z-Wave CH-202, розетка Fibaro Wall Plug FGWPE-101 і датчик руху Fibaro FGMS-001 (рис.2). Дана автоматизована система призначена для підвищення життєвого комфорту і одночасно для зниження витрати енергії в будинку. Система Fibaro Climat Kit автоматично і без участі людини виявляє відхилення температури від заданих оптимальних параметрів і здатна реагувати

на ці відхилення, в тому числі з використанням складних запрограмованих сценаріїв для кожної конкретної ситуації. Наприклад, включає кондиціонування повітря в приміщенні коли датчик руху виявляє там наявність людей або автоматично вимикати кондиціонування, якщо люди покинули приміщення. Для роботи пристрою набору Fibaro Climat Kit використовують бездротовий стандарт автоматизації Z-Wave.

Контролер Fibaro Home Center Lite є центром управління «розумним будинком». Завдяки контролеру будинок отримує безліч нових можливостей. У контролері застосовується спеціальне програмне забезпечення, яке відповідає за функції і сценарії роботи систем розумного будинку. Контролер забезпечує інтелектуальну взаємодію з усіма датчиками Z-Wave і дозволяє підключити до 230 інтелектуальних пристроїв Z-Wave. Модульність і розширюваність системи на базі технології Z-Wave дають можливість в майбутньому додавати нові елементи «розумного будинку» в залежності від зростаючих потреб. Так, додавши такі виконавчі пристрої як реле і диммери, користувач зможе легко керувати освітленням і електроприладами в будинку.

Термостат СН-202 призначений для управління кондиціонерами за допомогою команд через інфрачервоний порт, аналогічних командам пульта дистанційного керування. Термостат може відправляти команди на включення, виключення, вибір бажаної температури, управляти швидкістю вентилятора і режимами роботи.

Розетка Fibaro Wall Plug FGWPE-101 використовується для включення і виключення електричних побутових приладів - обігрівачів, бойлерів, вентиляторів, а також контролю рівня їх енергоспоживання. Розетка не вимагає попереднього налаштування і практично відразу готова до використання.

«Інтелектуальна розетка» стежить за інтенсивністю поточного енергоспоживання, попереджаючи про наближення допустимого рівня граничного навантаження. Звіт про фактичне споживання енергії розетка передає по бездротовому протоколу на центральний контролер розумного будинку, який візуалізує отриману інформацію у вигляді наочних для

користувача графіків і діаграм. Це дозволяє виявити найбільш енергоємні електроприлади в будинку і обмежити їх використання. Також розетка допомагає виявити несправне обладнання та автоматично відключає його від електроживлення для запобігання короткого замикання.

Датчик руху Fibaro Motion Sensor призначений для відстеження присутності і пересування людини в приміщенні. Принцип дії датчика заснований на розпізнаванні інфрачервоного випромінювання, що виходить від людей. Якщо в приміщення потрапить неживий предмет, наприклад м'яч, датчик не спрацює. Виявляючи присутність людини, датчик може ініціювати певні сценарії поведінки розумного будинку: наприклад, включать світло або кондиціонування.

Вбудований датчик вимірює температуру навколишнього повітря і змінює колір підсвічування «очей» сенсора в залежності від неї. Оптимальна температура - датчик світиться зеленим, температура стала занадто низькою - підсвічування стало блакитним, температура надто підвищилася - датчик застережливо загориться помаранчевим.

Вбудований акселерометр попередить тривожним сигналом, якщо хтось захоче перемістити датчик з встановленого місця. Крім того, датчик може використовуватися для обліку людей, які входять до хати й навіть контролювати скільки часу вони там перебувають.

Функції та особливості:

1. Комплект Fibaro Climat Kit працює по бездротовому протоколу зв'язку Z-Wave.
2. Протокол Z-Wave працює в діапазоні частот 869 МГц.
3. Відстань від датчика до контролера або найближчого пристрою Z-Wave має становити не більше 50 м, а в умовах прямої видимості і не більше 30 м в приміщенні.
4. Забезпечується розширюваність системи «розумного будинку» завдяки можливості поступово додавати функції за рахунок підключення нових пристроїв.



Рисунок 2 - Комплект Fibaro Climat Kit

a – датчик руху Fibaro Motion Sensor FGMS-001; b – термостат Connect Home CH-202; c – контролер Fibaro Home Center Lite FIB_FGHCL; d – «розумна розетка» Fibaro Wall Plug FGWPF-102

5. Підтримується до 225 додаткових Z-Wave пристроїв.
6. Можливе використання «сценаріїв», коли після натискання однієї кнопки відбувається запрограмована послідовність певних подій.
7. Контроль поточного енергоспоживання в будинку і збереження його історії дозволяє визначати пристрої і приміщення з найбільшим споживанням енергії.
8. Управління енергоємним обладнанням за розкладом.

9. Програми для Android і iOS дають можливість зручного мобільного управління.

10. Віддалений доступ до системи «Розумний будинок» з будь-якої точки світу.

Основні технічні характеристики вказані в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні технічні характеристики

Стандарт зв'язку	Z-wave
Кількість пристроїв в комплекті	4
Спосіб управління	локальний доступ, додаток на Android, додаток на iOS, віддалений доступ
Радіочастота передачі	868,42 МГц
Дальність передачі бездротового сигналу	50 м
Живлення	220 В
Діапазон робочих температур	от 0°C до +40°C
Процесор	ARM Cortex-A8 720МГц

Комплект «розумний будинок» Orvibo Smart Base. Комплект «Розумний будинок» Orvibo Smart Base призначений для невеликої квартири або кімнати і складається з контролера ORVIBO AllOne R1, «смарт-вимикача» ORVIBO OR-RF-T9-02SD-W і «розумною розетки» ORVIBO S20 (рис.3).

ORVIBO AllOne R1 - універсальний пульт дистанційного керування. Цей унікальний контролер «розумного будинку» здатний взаємодіяти з великою кількістю різної техніки (телевізорами, кондиціонерами, медіа-центрами, ресиверами) незалежно від моделі і марки, важливо, щоб пристрій мав інфрачервоний передавач сигналів від пульта. Корпус AllOne R1 має кругову форму, по периметру корпусу розташовані численні інфрачервоні випромінювачі, що практично виключає можливість появи «мертвих зон» для домашньої техніки. Безпосереднє управління всіма побутовими пристроями здійснюється за допомогою смартфонів з операційною системою Android або iOS, які підключаються до ORVIBO AllOne R1 по Wi-Fi. Управління

пристроями може бути також здійснено через віддалене інтернет-підключення.

Крім цього, ORVIBO AllOne R1 вміє контролювати роботу смарт-вимикачів, дистанційно керуючи ними на частоті 433 МГц. Оскільки взаємодія з вимикачами відбувається на радіочастоті, необхідності в прямої видимості з контролером AllOne R1 у них немає.

«Смарт-вимикач» ORVIBO. За допомогою смарт-вимикача легко управляти домашнім освітленням або включенням/виключенням електроприладів (ламп, торшерів, вентиляторів) як вручну, так і дистанційно, використовуючи контролер «розумного будинку» ORVIBO AllOne R1 і мобільний додаток «WiWo». Керувати світлом і електроприладами можна, навіть перебуваючи за тисячі кілометрів від дому, головне, щоб у смартфона був доступ до глобальної мережі. Дистанційне керування вимикачем здійснюється в тому числі і по заданому таймером або розкладом. Таймер і розклад налаштовуються в мобільному додатку.

«Розумна розетка» ORVIBO S20. Її установка не вимагає ремонту і монтажу проводки - ORVIBO S20 вставляється в стандартну євро-розетку. Для безпеки дітей ORVIBO має захисний механізм, що закриває отвори, коли розетка не використовується. На корпусі розетки розташована одна кнопка і світлодіод, який повідомляє про статус пристрою: горить червоним - розетка вимкнена, синім - включена. Розетка має можливість дистанційного керування включенням / виключенням з Wi-Fi будь-яких електроприладів (обігрівачів, бойлерів, насосів, електромоторів) для цього використовується мобільний додаток «WiWo», що працює на смартфонах з операційною системою Android або iOS. Працює віддалене управління розеткою і через Інтернет.

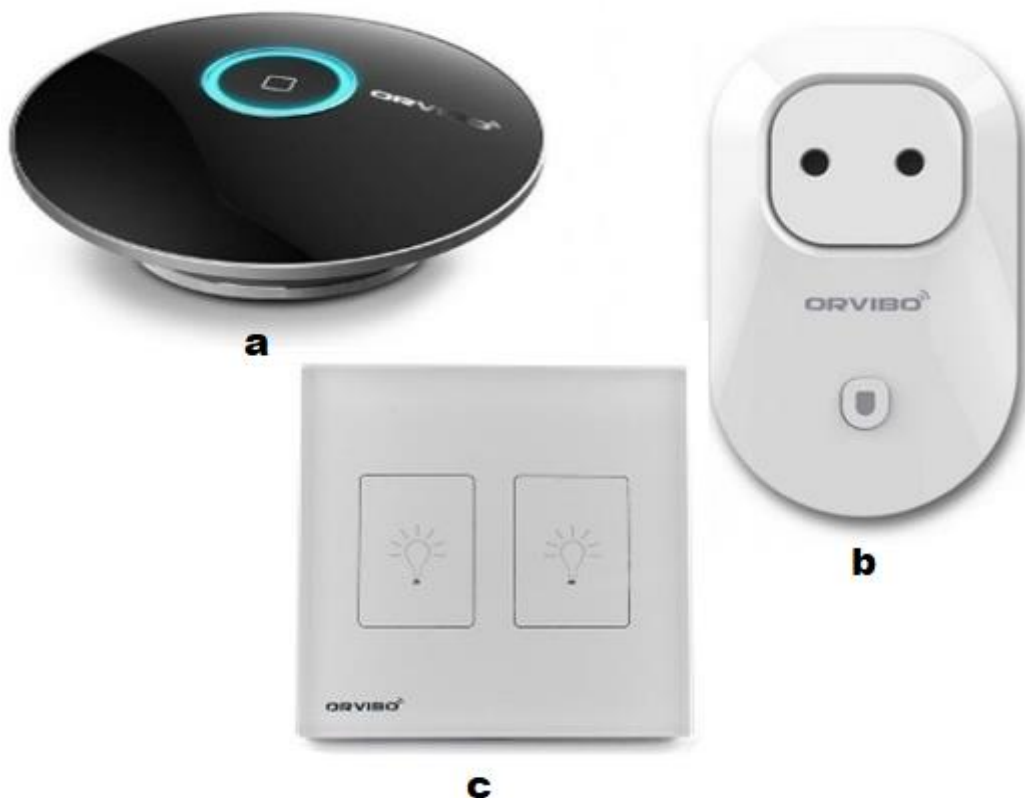


Рисунок 3 - Комплект Orvibo Smart Base

a – контролер ORVIBO AllOne R1; b – Wi-Fi розетка ORVIBO S20;

c - сенсорний вимикач ORVIBO OR-RF-T9-02SD-W

Функції та особливості:

1. Управління побутовими приладами проводиться за допомогою інфрачервоного сигналу.
2. Частота роботи інфрачервоного сигналу передавача 38 кГц.
3. Дальність роботи до 50 метрів.
4. Підтримка сценаріїв використання побутової техніки.
5. Управління побутовими пристроями за розкладом і таймером.
6. Підключається до 2,4 ГГц Wi-Fi мережі стандартів 802.11 b / g / n.
7. Налаштування по Wi-Fi за допомогою мобільного додатку «WiWo» для смартфона.
8. Робота з бездротовими вимикачами для управління освітленням на радіочастоті 433 МГц.
9. Довговічні емнісні сенсори забезпечують ресурс вимикача до 100 000 натискань.

10. Підсвічування сенсорних кнопок вимикача в темряві.
 11. Класичне підключення вимикача до домашньої проводки.
 12. Діапазон робочих напруг вимикача 175 - 235В, максимальна потужність навантаження 400 Вт.
 13. «Смарт-розетка» має стандартні євро-конектори.
 14. Допустима потужність «розумної розетки» електроприладів - до 2,4 кВт.
 15. «Смарт-розетку» можна використовувати для підключення будь-яких видів побутової техніки.
 16. При відключенні електроживлення і наступного включення розетка залишається в стані «вимкнено» для безпеки.
 17. При відключенні живлення настройки смарт-розетки не скидаються.
- Основні технічні характеристики вказані в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Основні технічні характеристики

Стандарт зв'язку	433 МГц
Кількість пристроїв в комплекті	3
Спосіб управління	додаток на Android, додаток на iOS
Радіочастота передачі	433 МГц
Дальність передачі бездротового сигналу	200 м
Живлення	220 В
Діапазон робочих температур	от 0°C до +60°C

Були розглянуті три різні існуючі системи «розумний будинок». Коротка порівняльна характеристика розглянутих пристроїв представлена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Порівняльна характеристика розглянутих систем.

Іменування системи	Broadlink TC2-3	Fibaro Climat Kit	Orvibo Smart Base
Кількість пристроїв в комплекті	5	4	3
Стандарт зв'язку	Wi-Fi	Z-wave	433 МГц
Спосіб управління	Віддалений	Віддалений,	Віддалений

		локальний	
Радіочастота передачі	433 МГц	868,42 МГц	433 МГц
Дальність передачі бездротового сигналу	30 метрів	50 метрів	20 метрів
Живлення	5 В	220 В	220 В
Діапазон робочих температур	від 0°C до +50°C	від 0°C до +40°C	від 0°C до +60°C

Основна проблема розглянутих систем «розумний будинок» - висока вартість комплекту, що зменшує попит на такі системи.

Виробники сьогодні пропонують, як вже готові системи з набором необхідного обладнання та приладів, так і кожен складову окремо. В середньому ціна на комплект для установки в будинку невеликої квадратури або квартирі змінюється від 160 доларів і вище. Якщо говорити про повний комплект системи з дорогим обладнанням від надійного закордонного виробника, то ціна може становити понад 10.000 доларів. У «дешевий» набір комплекту увійдуть: датчики задимлення, руху з контролем протікання, камери та інше, які купуються і встановлюються окремо. На високу вартість інтелектуальних систем виникає питання про доцільність встановлення.

Вартість комплектів систем «розумний будинок» залежить від наступних основних ознак:

- кількість електронних елементів в системі;
- якість електронних елементів в системі;
- кількість функцій, які підтримуються системою;
- основний обчислювальний пристрій;
- кількість пристроїв в комплекті;
- спосіб управління системою.

Кількість електронних елементів в системі. Чим більше електронних елементів в системі, тим більше витрати. Розробник намагається використовувати тільки необхідні елементи в схемі, щоб уникнути зайвих витрат.

Якість електронних елементів в системі. Чим краще технічні характеристики елемента, тим дорожче його вартість. Наприклад, якщо використовувати датчик температури, у якого мінімальна похибка при вимірюванні, то його вартість буде набагато вище, ніж у датчика з великою похибкою.

Кількість функцій, які підтримуються системою. Чим більше функціоналу, тим вище вартість системи. Наприклад, існує «система 1», яка надає можливість керувати освітленням і розетками мережі 220В. Існує «система 2», яка має можливість керувати освітленням, розетками мережі 220В і дає можливість здійснювати моніторинг напруги цих розеток. Таким чином, «система 2» має вартість вище, ніж «система 1».

Основний обчислювальний пристрій. Обчислювальні функції в системах «розумний будинок» може виконувати комп'ютер, процесор, мікроконтролер. Даний компонент вважається одним з найвпливовіших на вартість системи.

Кількість пристроїв в комплекті. Чим більше різних пристроїв в комплекті «розумний будинок» (датчики, реле, виконавчі механізми), тим вище вартість комплекту.

Спосіб управління системою. Системи можуть управлятися віддалено і локально, або здатні автономно працювати за заданим сценарієм. Як правило, вартість систем, які управляються віддалено - вимагають більше витрат. Віддалене управління вимагає додаткових витрат на сервер і на вихід в інтернет для обміну інформацією з клієнтом.

1.3 Висновок.

Системи управління і контролю або «розумний будинок» за основними ознаками бувають: провідні, бездротові, централізовані, децентралізовані, з відкритим протоколом, з закритим протоколом. Різняться між собою: функціональністю, вартістю, надійністю, способом установки. Розглянуто три різні системи «розумного будинку» і пропонована система.

Система **Broadlink TC2-3** має високу вартість, немає можливості додати свій функціонал, в пристрої немає вбудованого акумулятора для безперебійної роботи, проте є GSM модуль, за допомогою якого пристрій отримує доступ до інтернету через мобільний зв'язок.

Система **Fibaro Climat Kit** має закритий протокол. Виробник випустив дану систему, на власному закритому протоколі. Найголовніший недолік - висока вартість комплекту. Система має найвищу ціну з трьох розглянутих систем «розумного будинку».

Система **Orvibo Smart Base** має малий ряд функцій - управління розетками мережі 220В і освітленням. Є найдешевшим з трьох розглянутих систем.

Для вирішення основної проблеми високої ціни системи, пропонується спроектована система «розумний будинок», яка знижує матеріальні витрати, не обмежуючи основний функціонал.

Пропонована система «розумний будинок» створена для уникнення основних проблем розглянутих систем - висока вартість, при збереженні основних функцій. Зниження вартості спроектованої системи «розумний будинок» проводиться за рахунок мінімальної кількості елементів в пристрої, основним обчислювальним пристроєм є - домашній комп'ютер або міні-комп'ютер (raspberry, orange pi), віддалене управління за допомогою месенджера «Telegram», для уникнення витрат на створення сайту.

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

2.1 Пропонована система «розумний дім». Опис і класифікація.

Спроектована система «розумний будинок» створена для вирішення основної проблеми її аналогів - висока вартість комплекту системи.

Система «розумний будинок» має тип підключення - провідний. Керуючі пристрої зв'язуються єдиною провідною інформаційною шиною, по якій йдуть сигнали до виконавчих пристроїв.

Тип системи - централізована. Програмування йде від одного центрального логічного модуля - контролер. У нього прошивається спеціальна створена під об'єкт програма, на основі якої йде управління виконавчими пристроями.

Система має наступний функціонал:

1. Управління освітленням.
2. Управління розетками мережі 220В.
3. Спостереження за зміною температури повітря.
4. Спостереження за зміною вологості повітря.
5. Можливість отримувати зображення з камери відеоспостереження.
6. Управління деякими функціями домашнього комп'ютера.

Зниження вартості спроектованої системи «розумний будинок» проводиться за рахунок наступних ознак:

- мінімальна кількість елементів в пристрої;
- основним обчислювальним пристроєм - є домашній комп'ютер;
- спосіб управління системою за допомогою месенджера «Telegram».

У пристрої міститься мінімальна кількість електронних елементів. Основними компонентами є: мікроконтролер, бездротовий модуль зв'язку, реле, датчики.

Основним обчислювальним пристроєм - є домашній комп'ютер або міні-комп'ютер. Розглянуті системи мали свій власний вбудований центральний комп'ютер для обробки основних завдань системи. Наприклад, комплект Fibaro Climat Kit має свій процесор ARM Cortex-A8, на якому працює основна прошивка системи. Вартість систем з вбудованими центральними комп'ютерами або процесорами на порядок вище.

Віддалене управління системою «розумний будинок» здійснюється за допомогою месенджера «Telegram». Вище розглянуті системи «розумний дім» мали власні сайти для віддаленого управління. Створення сайту вимагає великих матеріальних витрат: платні домени, зміст сервера, додаткове апаратне обладнання. Месенджер «Telegram» є безкоштовним додатком, що заощаджує матеріальні витрати для системи. Крім того, менеджер «Telegram» є кросплатформеним додатком, який підтримує операційні системи: «Windows», «Linux», «OS X», «Android», «iOS».

Управління даною системою не викликає складності для людини. Користувач повинен мати встановлену програму «Telegram». Якщо немає можливості встановити додаток, месенджер «Telegram» доступний в веб-версії, що надає можливість користувачеві відкрити месенджер в будь-якому браузері. Алгоритм роботи системи показаний на (рис.4).

Користувач, маючи в своєму розпорядженні мобільний пристрій, або будь-який інший гаджет, може управляти цією системою віддалено. Користувачеві необхідно авторизуватися в додатку «Telegram», перейти в потрібний канал і вибрати потрібну команду. Після вибору команди, дані відправляються боту, який посилає команди через сервера «Telegram» до комп'ютера. Комп'ютер в свою чергу обробляє дані та передає їх пристрою управління, який займається управлінням освітленням, розетками та обробку даних з датчиків температури і вологості.

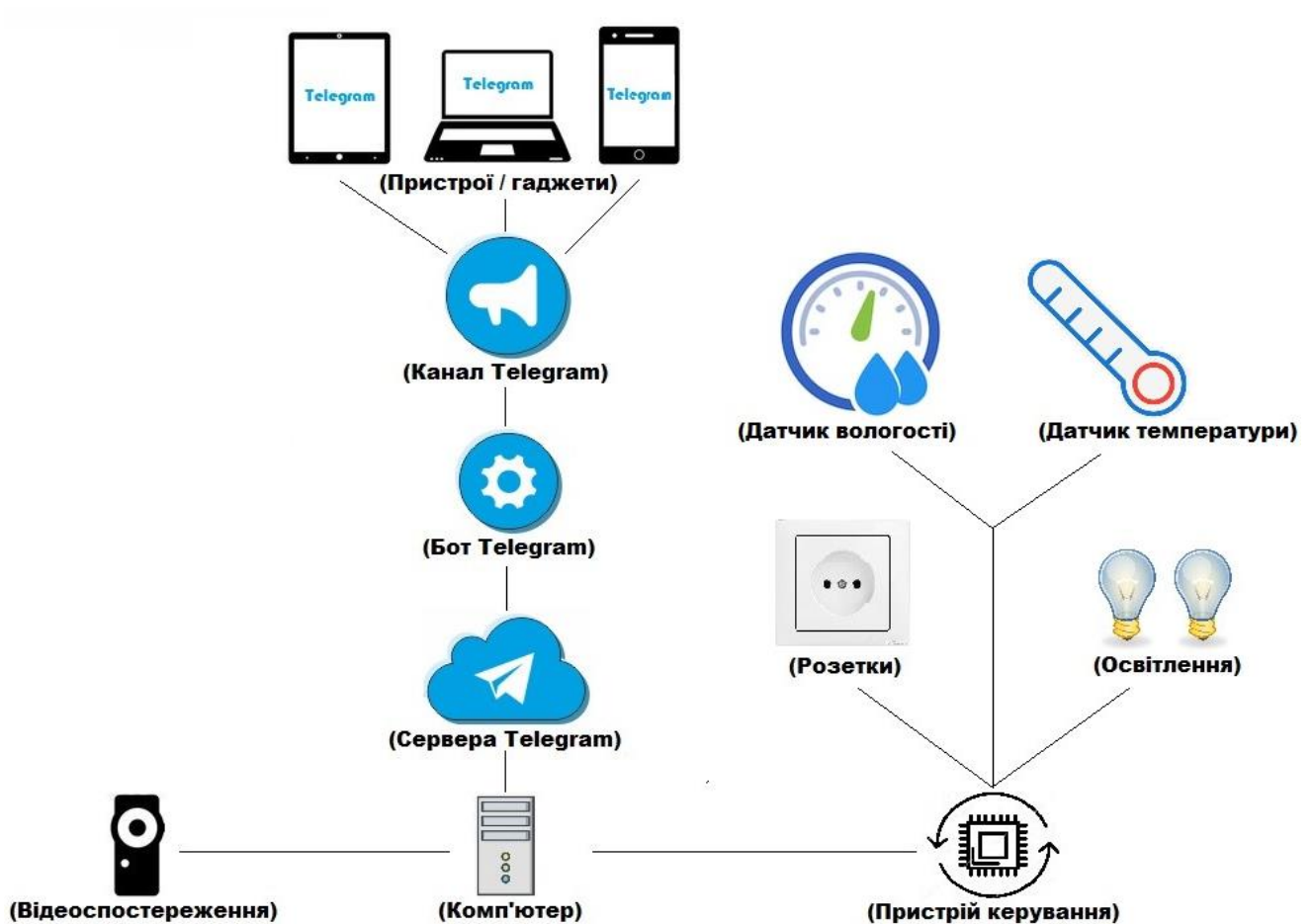


Рисунок 4 - Алгоритм роботи проектованої системи

2.2 Розробка апаратного забезпечення.

2.2.1 Опис структурної схеми. Основою обробки інформації в схемі є мікроконтролер. Для роботи мікроконтролера підключається джерело живлення з напругою 5 вольт і силою струму 1 ампер. Після подачі живлення мікроконтролер починає послідовно виконувати написаний програмний код (прошивка). Обмін даними від комп'ютера і до мікроконтролера здійснюється через бездротовий bluetooth-модуль.

Якщо від бездротового bluetooth-модуля мікроконтролеру прийшла команда зібрати дані з датчиків вологості і температури повітря, то мікроконтролер звертається до цих датчиків і збирає від них дані. Після того, як

мікроконтролер отримав дані з датчиків вологості і температури повітря, він відправляє їх по bluetooth-модулю. Далі ці дані потрапляють на комп'ютер, а потім на сервера месенджера «Telegram».

Якщо від бездротового bluetooth-модуля мікроконтролеру прийшла команда з управління освітленням або розетками, то мікроконтролер подає логічний сигнал на електромагнітне або твердотільне реле, внаслідок чого реле відкривається. Електрична структурна схема показана на (рис.5).



Рисунок 5 – Електрична структурна схема

2.2.2 Опис принципової електричної схеми. Для повноцінної роботи пристрою потрібно використовувати блок живлення з напругою 5V і силою струму не менше 1A. Для початку роботи схеми потрібно підключити живлення до клемного блоку (X2), в перший роз'єм - загальний провід (GND), у другій

роз'єм + 5V. Головною мікросхемою для обробки даних в пристрої є мікроконтролер Atmega328 (DD2).

Датчик вологості і температури повітря DHT22 (DD1) підключається до цифрового порту вводу / виводу (D2) головного мікроконтролера Atmega328 (DD2) для збору результатів температури і вологості повітря. До порту (DATA) датчика DHT22 (DD1) паралельно підключається підтягаючий резистор R1 з номіналом 10 кОм. До порту VDD подається + 5V, до порту GND підключається загальний провід.

Для здійснення передачі та прийняття даних по бездротовому зв'язку в схемі присутній модуль Bluetooth 4.0 BLE, на принциповій схемі позначений (DD3). До мікросхеми (DD3) подається + 5V на порт (5V) і загальний провід на порт (GND). Для передачі даних між мікросхемою (DD3) і головним мікроконтролером (DD2) використовується універсальний асинхронний приймач UART. Підключення між мікросхемами проводиться навхрест (TX - RX, RX - TX).

По цифровим портам вводу / виводу (D3-D6) головного мікроконтролера (DD2) підключаються цифрові виводи електромагнітних реле (K1-K4) для управління каналом. До замикаючих портів електромагнітних і твердотільних реле підключаються клемні блоки для спрощення підключення силового кабелю.

До цифрових портів вводу / виводу (D7-D10) головного мікроконтролера (DD2) підключаються цифрові виводи твердотільних реле (K5-K8). Електрична принципова схема показана на рис. 6.

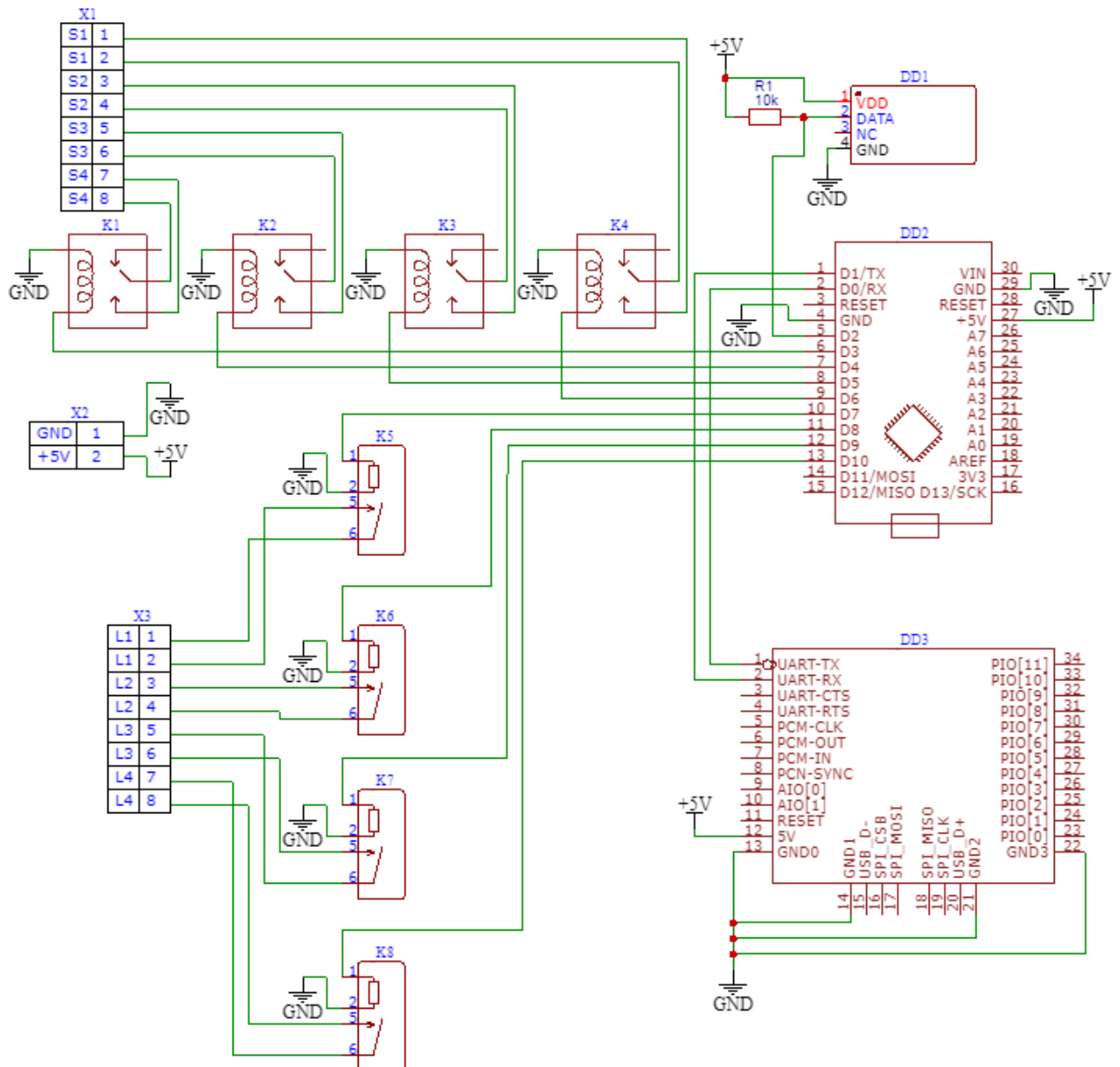


Рисунок 6 – Схема електрична принципова

2.2.3 Вибір елементів в схемі. Для створення даного проекту використовуються такі елементи: резистори МЛТ-0,125 10 кОм [7], основний мікроконтролер Atmega328 [8], бездротовий модуль Bluetooth 4.0 BLE [9], датчик температури і вологості повітря DHT22 [10], електромагнітне реле SRD-05VDC -SL-C [11], твердотільне реле G3MB-202P [12], клемні блоки Degson DG350. Розглянемо кожен елемент докладніше.

Резистори. Резистори вибираються за необхідним номінальним значенням і потужністю. Іноді в особливо точних схемах враховується допустиме

відхилення від номінальної величини опору. Допустиме відхилення від номінальної величини опору залежить від типу резистора: композиційний, дровий, вугільний. Вибираючи резистори по потужності, визначається потужність розсіювання на кожному резисторі окремо за формулою $P = UI$, $P = U^2 / R$, $P = I^2R$, виведені із закону Ома. Отримана величина збільшується вдвічі. Виходячи з отриманих значень, вибирають резистори еталонних потужностей: 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 5, 10 Вт. Обраний мною резистор: МЛТ-0,125. Резистор МЛТ-0,125 показаний на (рис. 7). Обраний резистор в даній схемі буде підтягувати + 5V до піну DATA датчика DHT22.

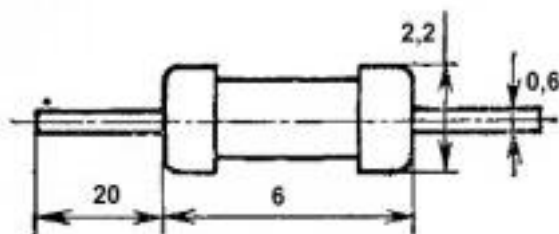


Рисунок 7 – Резистор МЛТ-0,125

Мікроконтролер Atmega328. Мікроконтролер Atmega328 є восьмирозрядним мікроконтролером сімейства AVR компанії Atmel. Даний мікроконтролер має хорошу продуктивність, а через техпроцес в 60 нм має низьке енергоспоживання [13]. З даними мікроконтролерами можна поєднувати безліч датчиків і модулів розширення, сам мікроконтролер при цьому компактний за розміром і має велику швидкість опитування пристроїв, що підключаються. Залежно від величини напруги, що подається в діапазоні від 1,8В до 5,5 В даний мікроконтролер може працювати на частоті від 4МГц до 20МГц. Внутрішній кварцовий резонатор Atmega328 працює на частоті 8 МГц. При програмуванні даного мікроконтролера програма записується в кінець постійний запам'ятовуючий пристрій, для програмування використовуються виводи MISO, SCK, MOSI, GND, RESET, які є стандартними для внутрисхемного програмування (ISP). В якості програматора можна використовувати плати Arduino, зручність використання даного програматора полягає в тому, що спочатку програмний код можна протестувати на платі

Arduino після чого з'єднати ISP виводи програматора і самої Atmega328 й автоматично настроїти ф'юз (параметри настройки мікроконтролера) цільової плати. Піни мікроконтролера Atmega 328 показані на (рис. 8).

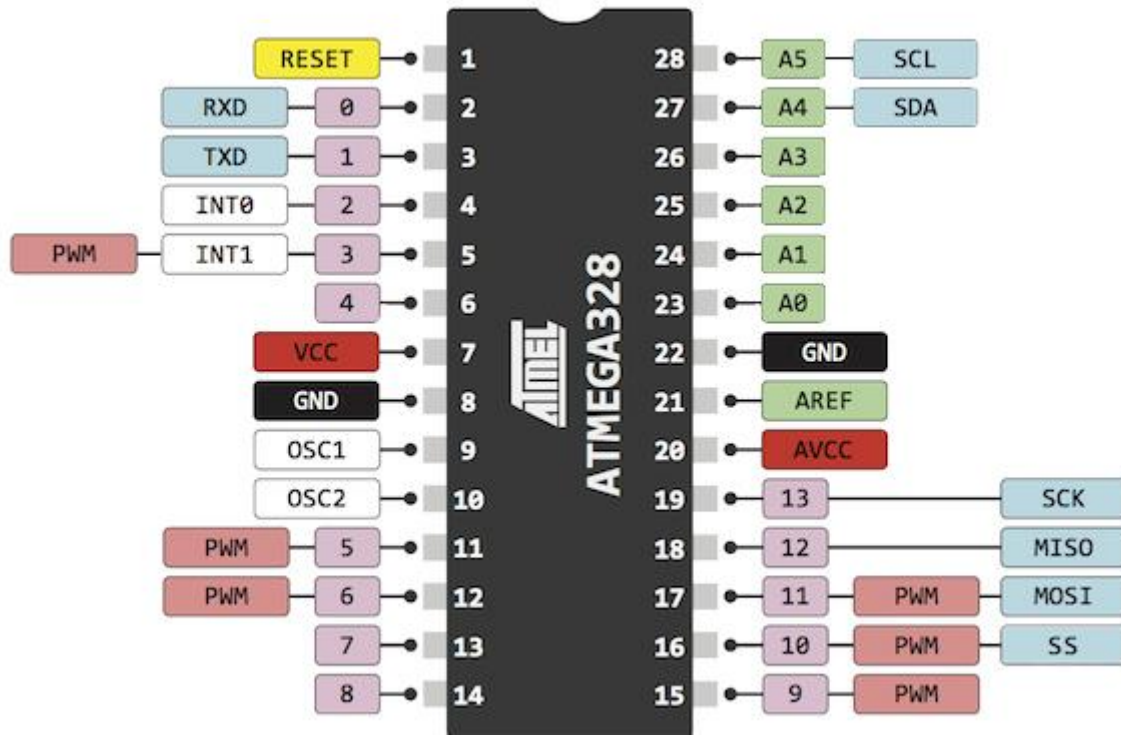


Рисунок 8 - Піни мікроконтролера Atmega 328:

- VCC - вхідний пін для підключення зовнішнього джерела живлення з напругою 5 вольт;
- GND - вивід «земля»;
- AREF - пін для підключення зовнішньої опорної напруги АЦП щодо якого відбуваються аналогові вимірювання при використанні функції `analogReference ()` з параметром «EXTERNAL»;
- Піни 0-13 - цифрові входи / виходи. Логічний рівень одиниці - 5 В, нуля - 0 В. Максимальний струм виходу - 40 мА;
- АЦП - піни А0-А5. Дозволяє представити аналогову напругу в цифровому вигляді. Розрядність АЦП не змінюється і встановлена в 10 біт. Діапазон вхідної напруги від 0 до 5 В. При подачі більшої напруги мікроконтролер може вийти з ладу;

- TWI / I²C - Піни A4 (SDA) і A5 (SCL). Для спілкування з периферією по інтерфейсу I²C. Для роботи використовується бібліотека Wire;

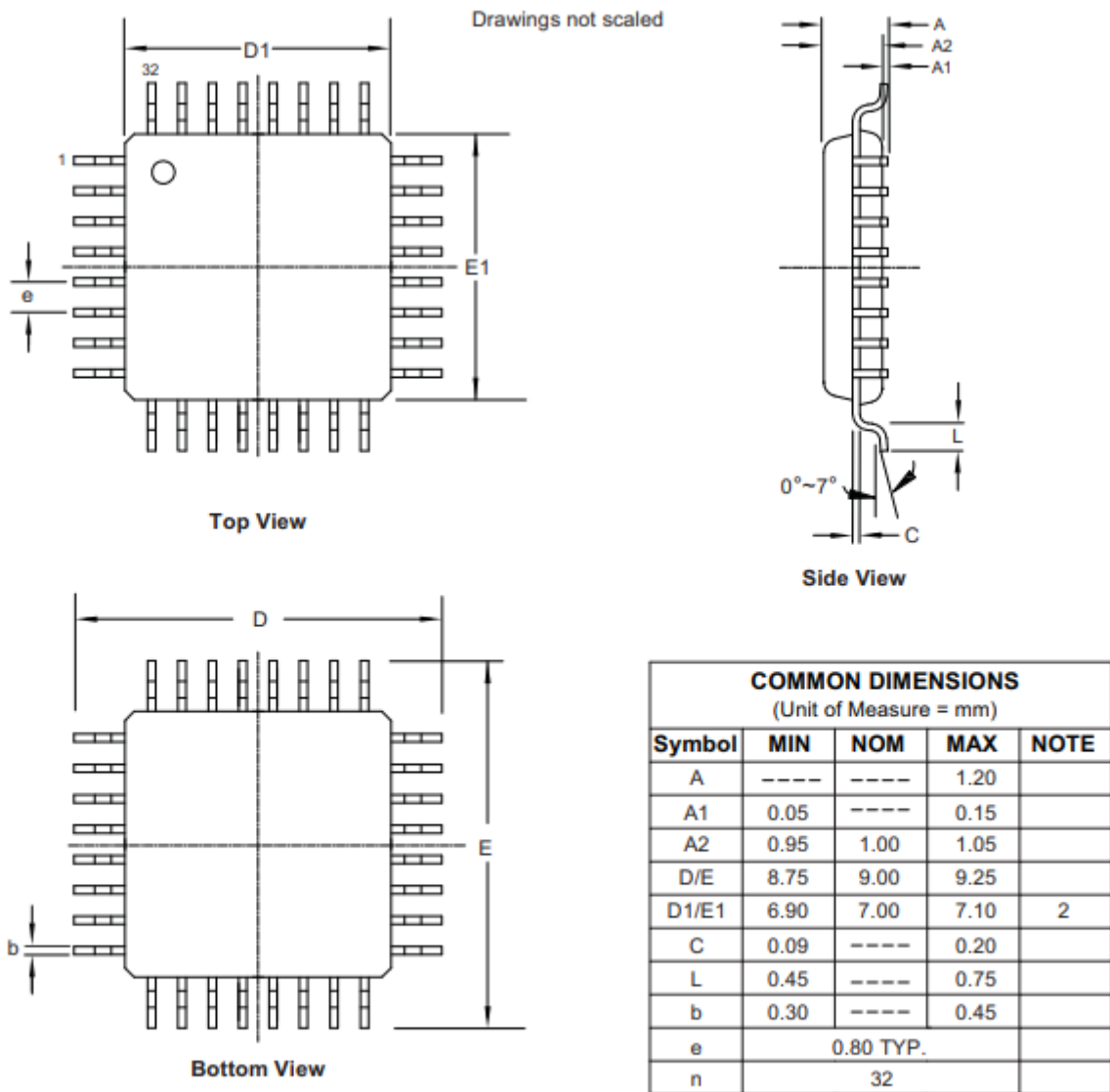
- SPI - Піни 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) і 10 (SS). Для спілкування з периферією по інтерфейсу SPI. Для роботи - використовується бібліотека SPI;

- UART - Піни 0 (RX) і 1 (TX). Використовується для комунікації мікроконтролера з комп'ютером або іншими пристроями по послідовному інтерфейсу. Для роботи з послідовним інтерфейсом - використовуються методи бібліотеки Serial.

Основні характеристики мікроконтролера Atmega328:

- напруга живлення - 1,8 - 5,5 В;
- розрядність АЦП - 10 біт;
- кількість I² - 1;
- кількість SPI - 1 Master / Slave;
- обсяг SRAM - 2 кб;
- кількість аналогових входів - 6;
- кількість каналів ШІМ - 6;
- тактова частота - 0 - 20 МГц;
- обсяг Flash - пам'яті - 32 кб;
- обсяг EEPROM - пам'яті - 1 кб;
- струм в режимі роботи - 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В);
- струм в режимі сну - 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В);
- кількість таймерів / лічильників: 2 восьмибітних, 1 шістнадцятибітну;
- загальна кількість портів - 23;
- кількість апаратних USART - 1.

Зовнішній вигляд мікроконтролера Atmega328 показаний на рис. 9.



Notes: 1. This drawing is for general information only. Refer to JEDEC Drawing MS-026, Variation ABA.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10mm maximum.

Рисунок 9 - Мікроконтролер Atmega328

Вибір був зупинений на мікроконтролері Atmega328, так як:

- даний мікроконтролер має достатній обсяг пам'яті SRAM, FLASH, EEPROM;
- має низьку вартість;
- в якості програматора можна використовувати плату Arduino;
- має компактні розміри;
- підтримує велику кількість датчиків;
- має цифрові і аналогові порти введення / виводу;
- має ШІМ-канали.

Модуль Bluetooth 4.0 BLE. Bluetooth - виробнича специфікація бездротових персональних мереж, яка забезпечує передачу даних без проводів між багатьма пристроями. Bluetooth 4.0 BLE модуль побудований на новітній розробці компанії Texas Instruments мікросхеми CC2541F128RHAT [14] - новому трансивері, призначеним для створення периферійних пристроїв Bluetooth Smart, здатним роками працювати від одного дискового елемента типу CR2032. Струм споживання мікросхеми в режимі прийому і передачі не перевищує 20 мА, що знаходиться в допустимих межах, встановлених виробниками батарей. Мікросхема CC2541 аналогічна CC2540 і сумісна з нею по корпусу і більшістю характеристик. З відмінностей слід відзначити відсутність інтерфейсу USB, який в більшості випадків не потрібний в периферійному батарейному пристрої. Замість USB реалізований апаратний інтерфейс I2C, за допомогою якого можна підключати безліч типів датчиків. Вихідна потужність передавача знижена до 0 дБм, щоб струм споживання укладався в вимоги специфікації дискових елементів живлення. Модуль Bluetooth 4.0 BLE показаний на (рис. 10).

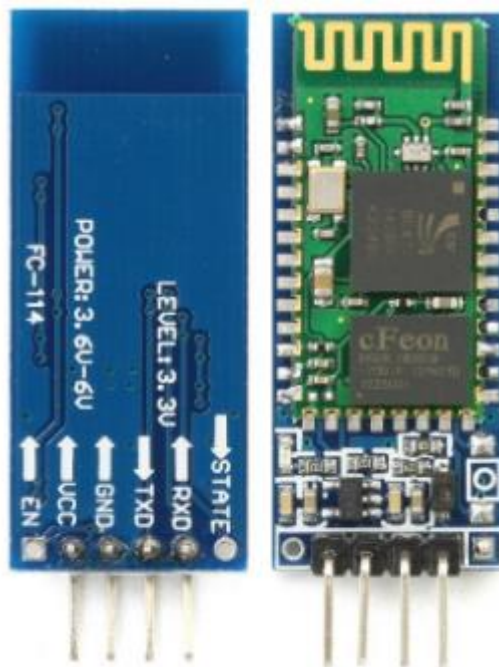


Рисунок 10 - Модуль Bluetooth 4.0 BLE:

- EN - система розподілу;

- VCC - живлення від 3,6 до 6 В;
- GND - земля;
- RX, TX - інтерфейс UART;
- STATE - індикація роботи;
- KEY - активація режиму управління за допомогою AT-команд.

Основні характеристики модуля Bluetooth 4.0 BLE:

- використана мікросхема CC2541;
- робоча частота - 2,4 ГГц;
- підтримувані профілі - GAP, GATT, L2CAP, SMP;
- споживання в режимі очікування - від 90мкА до 400мкА;
- покриття - до 60 м;
- антена - вбудована на друкованій платі;
- напруга живлення - від 3,6 В до 5 В;
- максимальна напруга живлення - 6В (значення для стабілізатора напруги);
- швидкість передачі - 1 Мбіт / с;
- потужність передавача - 0 дБм;
- чутливість приймача -94 дБм;
- flash-пам'ять - 128 кБ;
- напруга живлення - 3,6 - 5 В;
- температурний діапазон – (-40 ... + 85 °) С;
- розміри - 43 мм x 15 мм;
- вага - 4 грами.

Вибір був зупинений на модулі Bluetooth 4.0 BLE, так як:

- струм споживання мікросхеми в режимі прийому і передачі не перевищує 20 мА;
- велика зона покриття (до 60 метрів);
- простота в налаштування (за допомогою AT-команд);

Датчик температури і вологості DHT22. DHT22 - відомий датчик для визначення відносної вологості і температури, складаються з ємнісного датчика

вологості і термістора. Також, датчик містить в собі АЦП [15] для перетворення аналогових значень вологості і температури.

Цей цифровий датчик заснований на протоколі, який для зв'язку використовує один провід / шину з відкритим колектором, тому обов'язкова підтяжка резистором 5-10 кОм до плюса живлення. Піни датчика показані на рис. 11.

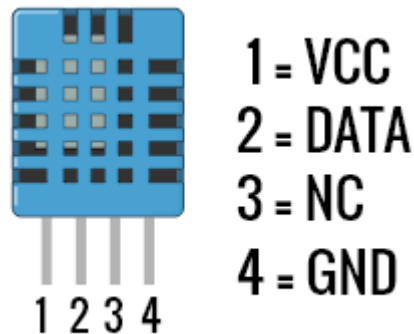


Рисунок 11 - Піни датчика DHT22:

- вивід VCC - живлення 3-5 В;
- вивід DATA - дані;
- вивід NC - не використовується;
- вивід GND - загальний.

Основні технічні характеристики датчика DHT22:

- напруга живлення - 3 - 5,5 В;
- струм споживання - 0,05 - 2,5 мА;
- вимірювання вологості - 0 - 100% (похибка: 2 - 5%);
- вимірювання температури – (-40 - 80 °) С з похибкою $\pm 0,5$ ° С;
- частота вимірів - 0,5 Гц.

Датчик DHT22 показаний на рис. 12.

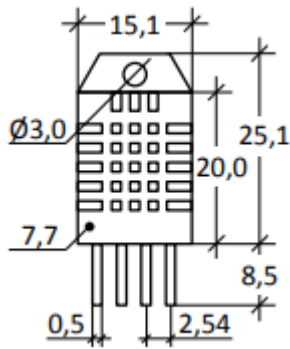


Рисунок 12 – Датчик DHT22

Вибір був зупинений на датчику DHT22, так він має:

- низьку вартість;
- малий струм споживання;
- велику точність вимірювання показань;
- вимірює температуру повітря і вологість повітря.

Електромагнітне реле SRD-05VDC-SL-C. Електромагнітні реле призначені для комутації електричних ланцюгів в пристроях автоматики, сигналізації і зв'язку. Реле складається з наступних основних частин: корпусу, сердечника; котушки; якоря; контактної системи, що складається з однієї або декількох груп; підстави та чохла [16]. Реле відкритого типу чохла не має. Електромагнітне реле SRD-05VDC-SL-C показано на рис. 13.

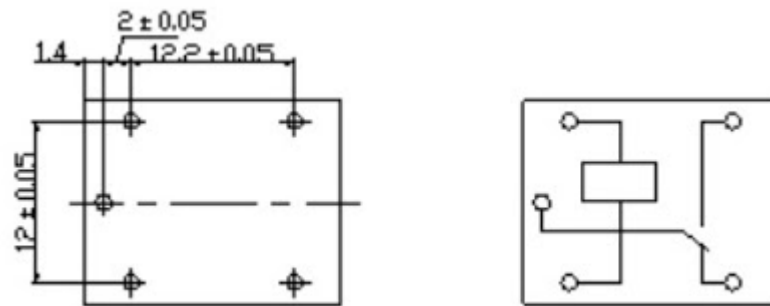


Рисунок 13 - Електромагнітне реле SRD-05VDC-SL-C

Основні технічні характеристики реле SRD-05VDC-SL-C:

- номінальна робоча напруга котушки - 5В (3.75В - 6.5В);
- номінальний робочий струм котушки - 71 мА;
- поляризація - нейтральна;
- кількість обмоток - 1;

- мінімальна напруга відпустки - 0.5В;
- контактний набір - 1 замикання / розмикання;
- опір котушки - 70 Ом;
- споживана потужність - 0,36 Вт;
- максимальний комутований струм - 10А;
- максимальна комутована напруга - (DC) - 28 В;
- максимальна комутована напруга - (AC) - 250 В;
- робоча температура – (- 25° С...+70°) С;
- тип - SRD - 5VDC - SL - С;
- струм живлення обмотки - постійний;
- час спрацьовування - 10 мс;
- час відпустки - 5мс;
- маса - 5 г.

Вибір був зупинений на реле SRD-05VDC-SL-C, так як:

- має низьку вартість на ринку електроніки;
- має максимальний комутований струм 10А, що дозволяє користуватися потужними побутовими приладами;
- реле може керувати безпосередньо з порту мікроконтролера;
- має швидкий час спрацьовування.

Клемний блок Degson DG350. Клемний блок Degson DG350 - виріб, призначений для з'єднання проводів. Являє пару (або більше) металевих контактів з вузлами кріплення до них проводів в діелектричному корпусі. Клемний блок Degson DG350 представлений на (рис. 14).



Рисунок 14 - Клемний блок Degson DG350

Основні параметри елемента DG350:

- матеріал корпусу - PA66, UL94V-0;
- мінімальна робоча напруга - 0.05 (В);
- максимальна робоча напруга - 300.0 (В);
- робоча температура - -40....+105°C;
- шаг - 3.5 мм;
- матеріал контакту - Латунь;
- тип кріплення жил дроту - Гвинтовий.

Реле G3MB-202P. Твердотільне реле G3MB-202P призначене для комутації активного навантаження змінного струму до 2А і напругою до 240В і може замінити електромеханічне реле виконуючи функції управління активним навантаженням. Реле не призначене для управління навантаженнями з реактивною складовою [17]. Зовнішній вигляд твердотільного реле G3MB-202P показано на рис. 15.

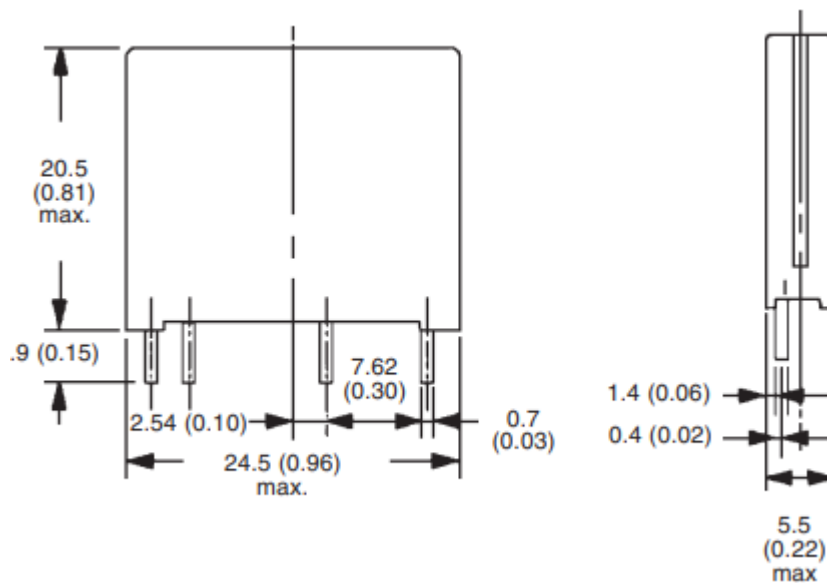


Рисунок 15 - Твердотільне реле G3MB-202P

Основні технічні характеристики твердотільного реле G3MB-202P:

- напруга, що комутується - змінна;
- тип реле - нормально розімкнуте;

- струм навантаження - 2А;
- напруга управління - від 4В до 6В;
- напруга навантаження - від 75В ~ до 240В;
- опір в закритому стані - щонайменше 1000 МОм при напрузі 500В;
- тип корпусу - 4-SIP;
- розміри - 24x20x5мм.

Вибір був зупинений на твердотільному реле G3MB-202P, так як:

- реле має низьку вартість на ринку електроніки;
- управляти можна безпосередньо з порту мікроконтролера;
- напруга навантаження до 240В;
- при спрацьовування не видає клацання, на відміну від електромагнітної реле.

2.2.4 Висновок. Основою обробки інформації в схемі є - мікроконтролер. Мікроконтролер займається основним завданням, а саме збирає покази з датчиків і відправляє або приймає їх. Найбільш підходящим мікроконтролером обраний Atmega 328, так як дана модель має великий ряд переваг.

Для того, щоб здійснити передачу даних між мікроконтролером і комп'ютером був обраний бездротової Bluetooth-модуль. Обрана модель бездротового модуля - Bluetooth 4.0 BLE (HC-08). Перевагою даного модуля є те, що пристрої мають можливість зв'язуватися між собою з меншими витратами енергії.

У схемі так само присутній датчик вологості і температури повітря. Для спрощення схеми був обраний єдиний модуль - DHT22. Перевага даного датчика полягає в тому, що він може збирати свідчення як вологості повітря, так і температури, використовуючи спрощену технологію єдиної шини для зв'язку, в якій для обміну та управління даними в системі застосовується тільки одна лінія даних.

Для управління великими навантаженнями (до 2,2 кВт) обрана електромагнітне реле SRD-05VDC-SL-C. Перевагою даного реле є те, що через

нього можна пропустити великі струми (до 10А), також, даним реле можна керувати безпосередньо з порту мікроконтролера.

Для того, щоб користувач зміг керувати освітленням в кімнатах, вибір був зупинений на твердотільному реле G3MB-202P. Перевагою даного реле є те, що при спрацьовуванні реле не видає звуку, а також те, що реле можна використовувати як димер. Однак твердотільне реле G3MB-202P не розраховано на великі потужності (до 440 Вт).

Таким чином для створення даної системи були обрані такі елементи як:

- резистор МЛТ-0,125 10 кОм;
- мікроконтролер Atmega328;
- бездротовий модуль Bluetooth 4.0 BLE;
- датчик температури і вологості повітря DHT22;
- електромагнітне реле SRD-05VDC-SL-C;
- твердотільне реле G3MB-202P;
- клемні блоки Degson DG350.

2.3 Розробка програмного забезпечення.

2.3.1 Короткі відомості. Розробка програмного забезпечення - процес, спрямований на створення і підтримання працездатності, якості та надійності програмного забезпечення, використовуючи технології, методологію з деяких областей знання.

Складність розробки ПЗ. Як і інші інженерні дисципліни, розробка програмного забезпечення має справу з проблемами якості, вартості та надійності. Деякі програми містять тисячі рядків вихідного коду, які повинні правильно виконуватися в умовах, що змінюються.

Основні розділи розробки ПЗ:

- 1) Вимоги до програмного забезпечення - програмне забезпечення, яке написано для апаратного, має виконувати ряд таких функцій: зчитування

показань з датчиків, обмін даними по UART, написання логіки для роботи з реле. Додаткове програмне забезпечення для зв'язку з месенджером «Telegram» має виконувати такі функції: обмін даними між комп'ютером і месенджером, написання інтерфейсу.

- 2) Проектування програмного забезпечення - проектування програмного забезпечення засобами розробки програмного забезпечення (CASE) і стандарти формату описів.
- 3) Інженерія програмного забезпечення - створення програмного забезпечення за допомогою мов програмування.
- 4) Тестування ПЗ - пошук і виправлення помилок в програмі.
- 5) Інструменти розробки програмного забезпечення - методика оцінки складності системи і застосування програмної системи.

Основні проблеми розробки ПЗ:

- недолік контролю. Без точної оцінки процесу розробки зривається часовий графік робіт. Неможливо оцінити обсяг виконаної або виконання роботи;
- неконтрольовані зміни. У споживачів постійно виникають нові ідеї щодо розроблюваного ПЗ;
- недостатня надійність. Один з найскладніших процесів - пошук і виправлення помилок в програмах.

2.3.2 Вибір та обґрунтування програмних засобів. В даному проекті прошивка для мікроконтролера Atmega328 написана в середовищі розробки «Arduino IDE». Мова програмування пристроїв Arduino заснована на C / C ++ і скомпонувана з бібліотекою AVR Libc і дозволяє використовувати будь-які її функції. Разом з тим він простий в освоєнні, і на даний момент Arduino - це найзручніший спосіб програмування пристроїв на мікроконтролерах.

Мова C ++ - компільована, статично типізована мова програмування загального призначення. Підтримує такі парадигми програмування, як процедурне програмування, об'єктно-орієнтоване програмування, узагальнене

програмування. Мова має багату стандартну бібліотеку, яка включає в себе поширені контейнери і алгоритми, введення-виведення, регулярні вирази, підтримку багатопоточності і інші можливості. С ++ поєднує властивості як високорівневих, так і низькорівневих мов.

Переваги середовища розробки Arduino:

- виконання всіх етапів розробки електронного пристрою на основі мікроконтролера в єдиному середовищі;
- можливість написання, налагодження і тестування вбудованого програмного забезпечення ще до фізичного виготовлення дослідного зразка;
- прискорює процес розробки електронного пристрою;
- підтримка спільної роботи з апаратними пристроями, підключеними через порт персонального комп'ютера.

Друге програмне забезпечення, яке написано для зв'язку комп'ютера з месенджером «Telegram» створено на мові програмування С# в середовищі розробки Microsoft Visual Studio.

Мова С# - об'єктно-орієнтована мова програмування. Розроблено в 1998-2001 роках групою інженерів компанії Microsoft під керівництвом Андерса Хейлсберга і Скотта Вільтаумота як мову розробки додатків для платформи Microsoft NET Framework. Згодом був стандартизований як ECMA-334 і ISO / IEC 23270. С# відноситься до сім'ї мов з С-подібним синтаксисом, з них його синтаксис найбільш близький до С ++ і Java.

2.3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера. Atmega328.

Алгоритм роботи починається з включення пристрою (початок), після чого починається ініціалізація даних. Ініціалізація - це підготовка даних до роботи, визначення параметрів. Після ініціалізації мікроконтролер чекає команду від приймача UART. Якщо ніякої команди не надійшло, мікроконтролер продовжує в нескінченному циклі чекати команду. Якщо команда поступила, то мікроконтролер починає обробляти її. Після обробки команди, мікроконтролер

по написаній логіці вирішує, що йому потрібно зробити, або подати логічний сигнал на один з каналів твердотільного або електромагнітного реле, або зібрати дані з датчиків вологості і температури повітря, зібрати їх в єдиний пакет і відправити по UART на комп'ютер, а далі на сервера «Telegram». Алгоритм роботи показань на рис. 16.



Рисунок 16 – Алгоритм роботи пристрою

Розглянемо основні блоки програмного коду докладніше:

```
#include "DHT.h"
```

Ініціалізуємо бібліотеку для роботи з датчиком температури і вологості повітря.

```
#define DHTPIN 2
```

Налаштовуємо 2-й цифровий пін мікроконтролера для передачі даних між датчиком і мікро контролером.

```
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
```

```
void setup()
```

Функція setup виконується тільки один раз при стартовому включенні.

```
{  
pinMode(3, OUTPUT);  
pinMode(4, OUTPUT);  
pinMode(5, OUTPUT);  
pinMode(6, OUTPUT);  
pinMode(7, OUTPUT);  
pinMode(8, OUTPUT);  
pinMode(9, OUTPUT);  
pinMode(10, OUTPUT);
```

Налаштовуємо цифрові Піни мікроконтролера 3-10 на OUTPUT (вихід).

```
Serial.begin(9600);
```

Налаштовуємо швидкість передачі по UART - 9600 бод.

```
dht.begin();
```

Починаємо роботу датчика DHT.

```
}
```

```
void loop()
```

Функція loop виконується в нескінченному циклі.

```
{
```

```
if (Serial.available() > 0)
```

Ставить умову, «якщо в Serial порт потрапили якісь дані».

```
{
```

```
char data = Serial.read();
```

Створюємо символну змінну char і заносимо туди все, що було прочитано з Serial порту.

```
switch (data)
```

За допомогою умови switch / case перевіряємо, що потрапило в змінну data.

```
{
```

case 'P':

```
digitalWrite(3,LOW);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'P', тоді подаємо низький логічний сигнал на 3-й цифровий порт мікроконтролера.

case 'p':

```
digitalWrite(3,HIGH);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'p', тоді подаємо високий логічний сигнал на 3-й цифровий порт мікроконтролера.

case 'Q':

```
digitalWrite(4,LOW);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'Q', тоді подаємо низький логічний сигнал на 4-й цифровий порт мікроконтролера.

case 'q':

```
digitalWrite(4,HIGH);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'q', тоді подаємо високий логічний сигнал на 4-й цифровий порт мікроконтролера.

case 'R':

```
digitalWrite(5,LOW);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'R', тоді подаємо низький логічний сигнал на 5-й цифровий порт мікроконтролера.

case 'r':

```
digitalWrite(5,HIGH);
```

```
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'r', тоді подаємо високий логічний сигнал на

5-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'S':  
digitalWrite(6,LOW);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'S', тоді подаємо низький логічний сигнал на 6-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 's':  
digitalWrite(6,HIGH);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 's', тоді подаємо високий логічний сигнал на 6-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 't':  
digitalWrite(7,HIGH);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 't', тоді подаємо високий логічний сигнал на 7-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'T':  
digitalWrite(7,LOW);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'T', тоді подаємо низький логічний сигнал на 7-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'u':  
digitalWrite(8,HIGH);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'u', тоді подаємо високий логічний сигнал на 8-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'U':  
digitalWrite(8,LOW);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'U', тоді подаємо низький логічний сигнал на 8-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'v':  
digitalWrite(9,HIGH);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'v', тоді подаємо високий логічний сигнал на 9-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'V':  
digitalWrite(9,LOW);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'V', тоді подаємо низький логічний сигнал на 9-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'w':  
digitalWrite(10,HIGH);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'w', тоді подаємо високий логічний сигнал на 10-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case 'W':  
digitalWrite(10,LOW);  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу 'W', тоді подаємо низький логічний сигнал на 10-й цифровий порт мікроконтролера.

```
case '9':  
dht11();  
break;
```

Якщо змінна data дорівнює символу '9', тоді викликаємо функцію dht11.

```
}  
}  
}
```



```
void dht11()
```

Функція dht11- обробка датчика вологості і температури.

```
{
```

```
delay(1000);
```

Робимо затримку 1 секунду, для того, щоб датчик встиг зробити вимір.

```
float h = dht.readHumidity();
```

Створюємо змінну h (с точкою), в яку будуть заноситися свідчення вологості повітря.

```
float t = dht.readTemperature();
```

Створюємо змінну t (с точкою), в яку будуть заноситися показники температури повітря.

```
if (isnan(h) || isnan(t))
```

```
{
```

```
Serial.println("Нет сигнала с датчиком");
```

```
}
```

Перевіряємо, чи є сигнал з датчиком. Якщо сигналу немає, виводимо повідомлення «Немає сигналу з датчиком».

```
else
```

```
{
```

```
Serial.print ("Temperature: ");
```

```
Serial.print (t);
```

```
Serial.print ("*C ; ");
```

```
Serial.print ("Humidity: ");
```

```
Serial.print (h);
```

```
Serial.println ("%");
```

Якщо сигнал з датчиком є, тоді виводимо показники температури (t) і вологості (h) повітря в Serial порт.

```
}
```

```
}
```

2.3.4 Розробка програмного забезпечення - МуНоте в середовищі C#.

Програмне забезпечення МуНоте потрібно для того, щоб встановити зв'язок між комп'ютером / міні-комп'ютером і сервером Telegram для віддаленого управління (рис. 17).

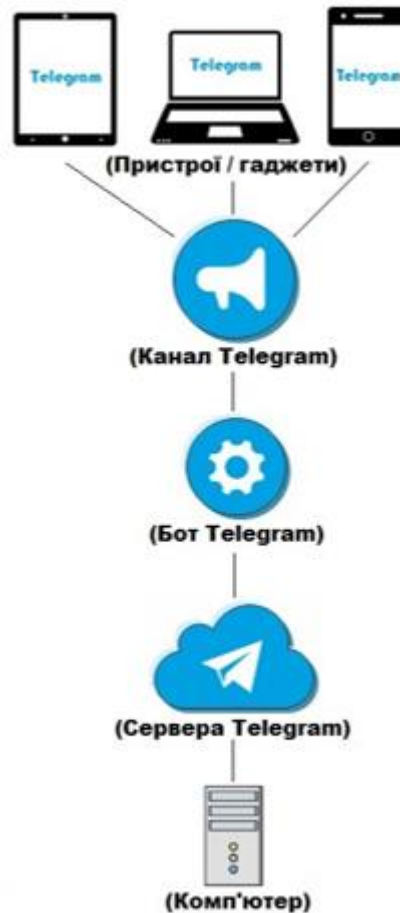


Рисунок 17 – Зв'язок між комп'ютером і Telegram

Розглянемо основні блоки програмного коду.

```
using System;  
using System.ComponentModel;  
using System.Drawing;  
using System.Diagnostics;  
using System.Windows.Forms;  
using Emgu.CV;  
using Emgu.CV.Structure;  
using System.IO;
```

```
using Telegram.Bot.Types;
```

```
using System.IO.Ports;
```

```
using System.Threading;
```

```
using System.Net;
```

Використовуємо необхідні бібліотеки.

```
PictureBox pictureBox1 = new PictureBox();
```

```
VideoCapture cap;
```

```
Mat m = new Mat();
```

```
BackgroundWorker bw;
```

У pictureBox буде зберігатися зображення з відеокамери.

```
InitializeComponent();
```

```
comboBox1.DropDownStyle = ComboBoxStyle.DropDownList;
```

```
this.bw = new BackgroundWorker();
```

```
this.bw.DoWork += bw_DoWork;
```

Забороняємо редагування comboBox1 і створюємо новий потік.

```
using (StreamReader str = new StreamReader("Config.txt"))
```

```
{
```

```
textBox1.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox4.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox6.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox8.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox10.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox11.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox12.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox13.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox2.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox3.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox5.Text = str.ReadLine();
```

```
textBox7.Text = str.ReadLine();
```

```
}
```

Відкриваємо текстовий файл «Config.txt», в якому зберігаються настройки програми і переносимо всі збережені імена в textbox.

```
public string portname;  
public TextBox give_data_port = new TextBox();  
public bool Flag_L1 = true;  
public bool Flag_L2 = true;  
public bool Flag_L3 = true;  
public bool Flag_L4 = true;  
public bool Flag_R1 = true;  
public bool Flag_R2 = true;  
public bool Flag_R3 = true;  
public bool Flag_R4 = true;  
public bool btn1 = true;  
string stroka = "";
```

Тут виробляється ініціалізація змінних, які будуть використовуватися.

```
private void Cap_Image1(object sender, EventArgs e)  
{  
try  
{  
Mat m = new Mat();  
cap.Retrieve(m);  
pictureBox1.Image = m.ToImage<Bgr, byte>().Bitmap;  
}  
catch  
{  
}  
}
```

Робота з камерою. Побайтово переносимо дані в pictureBox.

```
async void bw_DoWork(object sender, DoWorkEventArgs e)
```

Робота з основою потоком, в якому програма буде завжди перевіряти повідомлення в Telegram.

```
{
```

```
var worker = sender as BackgroundWorker;
```

```
var key = e.Argument as String;
```

Отримуємо ключ з аргументів.

```
try
```

```
{
```

```
var Bot = new Telegram.Bot.TelegramBotClient(key);
```

Ініціалізуємо API.

```
ServicePointManager.SecurityProtocol=SecurityProtocolType.Tls12|SecurityProtocolType.Tls11 | SecurityProtocolType.Tls;
```

```
await Bot.SetWebhookAsync("");
```

Прибираємо стару прив'язку до веб-хуку для бота.

```
Bot.OnUpdate += async (object su, Telegram.Bot.Args.UpdateEventArgs evu) =>
```

```
{
```

```
if (evu.Update.CallbackQuery != null || evu.Update.InlineQuery != null) return;
```

Виключаємо келлбек і інлайн кнопки.

```
var update = evu.Update;
```

```
var message = update.Message;
```

```
if (message == null) return;
```

```
if (message.Type == Telegram.Bot.Types.Enums.MessageType.TextMessage)
```

```
{
```

```
if (message.Text == "Назад" || message.Text == "старт" || message.Text == "Старт")
```

```
{
```

```
var keyboard = new Telegram.Bot.Types.ReplyMarkups.ReplyKeyboardMarkup
```

```
{
```

```
Keyboard = new[] {
```

```

new[] // row 1
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Освещение"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Розетки"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Термометр"),
},
new[] // row 2
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Тест 4"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Тест 5"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Тест 6"),
},
new[] // row 3
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Камера"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Компьютер"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Состояние"),
},
},
ResizeKeyboard = true
};
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Выберите Функцию", false,
false, 0, keyboard, Telegram.Bot.Types.Enums.ParseMode.Default);
}

```

Якщо користувачем було відправлено повідомлення «Старт», тоді відкривається клавіатура з прописаними критеріями і стартовим повідомленням «Виберіть функцію».

```

if (message.Text == "Освещение")
{

```

```

var light_keyboard = new
Telegram.Bot.Types.ReplyMarkups.ReplyKeyboardMarkup
{
Keyboard = new[] {
new[] // row 1
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox1.Text),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox4.Text),
},
new[] // row 2
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox6.Text),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox8.Text),
},
new[] // row 3
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Назад"),
},
},
ResizeKeyboard = true
};
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Выберите комнату", false,
false, 0, light_keyboard, Telegram.Bot.Types.Enums.ParseMode.Default);
}

```

Якщо користувач натиснув на кнопку «Освітлення», тоді створюється ще одна матрична клавіатура з критеріями вибору кімнати (імена textbox).

```

if (message.Text == textBox1.Text)
{
if (serialPort1.IsOpen)

```

```

{
if (Flag_L1 == true)
{
serialPort1.WriteLine("p");
Flag_L1 = false;
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Включен свет - " +
textBox1.Text + " " + "✔");
}
else
{
serialPort1.WriteLine("P");
Flag_L1 = true;
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Выключен свет - " +
textBox1.Text + " " + "✘");
}
}
else
{
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Внешнее устройство не
подключено!");
}
}

```

Перевіряємо, якщо ім'я повідомлення textbox, якщо порт відкритий, тоді в порт відправляємо символ, який буде передаватися по UART. Так само пишемо оповіщення в Telegram, що ця функція була виконана. Якщо порт закритий, то відправитися повідомлення «Зовнішні пристрій не підключений». Таких операцій буде кілька, вони аналогічні.

```

if (message.Text == "Розетки")
{

```



```

var light_keyboard = new
Telegram.Bot.Types.ReplyMarkups.ReplyKeyboardMarkup
{
Keyboard = new[] {
new[] // row 1
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox10.Text),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox11.Text),
},
new[] // row 2
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox12.Text),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox13.Text),
},
new[] // row 3
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Назад"),
},
},
ResizeKeyboard = true
};
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Виберіть розетку", false,
false, 0, light_keyboard, Telegram.Bot.Types.Enums.ParseMode.Default);
}

```

Якщо користувач натиснув на кнопку «Розетки», тоді створюється матрична клавіатура, в якій буде імена приладів (імена з textbox) і стартове повідомлення «Виберіть розетку».

```

if (message.Text == textBox10.Text)
{

```

```

if (serialPort1.IsOpen)
{
if (Flag_R1 == true)
{
serialPort1.WriteLine("t");
Flag_R1 = false;
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Включена розетка - " +
textBox10.Text + " " + "✔");
}
else
{
serialPort1.WriteLine("T");
Flag_R1 = true;
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Виключена розетка - " +
textBox10.Text + " " + "✘");
}
}
else
{
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Внешнее устройство не
подключено!");
}
}

```

Перевіряємо, якщо ім'я повідомлення textbox, якщо порт відкритий, тоді в порт відправляємо символ, який буде передаватися по UART. Так само пишемо оповіщення в Telegram, що ця функція була виконана. Якщо порт закритий, то відправитися повідомлення «Зовнішні пристрій не підключений». Таких операцій буде кілька, вони аналогічні.

```

if (message.Text == "Термометр")

```

```

{
var temperature_keyboard = new
Telegram.Bot.Types.ReplyMarkups.ReplyKeyboardMarkup
{
Keyboard = new[] {
new[] // row 1
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox2.Text + "(T)"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox3.Text + "(T)"),
},
new[] // row 2
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox5.Text + "(T)"),
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton(textBox7.Text + "(T)"),
},
new[] // row 3
{
new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Назад"),
},
},
ResizeKeyboard = true
};
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Выберите комнату", false,
false, 0, temperature_keyboard, Telegram.Bot.Types.Enums.ParseMode.Default);
}

```

Якщо користувач натиснув на кнопку «Термометр», тоді створюється матрична клавіатура, в якій буде імена кімнат (імена з textbox) і стартове повідомлення «Виберіть кімнату».

```
if (message.Text == textBox2.Text + "(T)")
```

```

{
if (serialPort1.IsOpen)
{
serialPort1.WriteLine("9");
Thread.Sleep(2000);
give_data_port.Text = give_data_port.Text.Replace ("; ", "\n");
give_data_port.Text = give_data_port.Text.Replace("Temperature", "Температура
воздуха");
give_data_port.Text = give_data_port.Text.Replace("Humidity", "Влажность
воздуха");
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, give_data_port.Text);
}
else
{
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Внешнее устройство не
подключено!");
}
}

```

Коли користувач вибере кімнату, по UART відправляється символ «9». Далі чекаємо 2 секунди, поки команда дійде до пристрою, датчик збере свідчення і відправить їх назад по UART в змінну give_data_port. Далі виводимо інформацію в Telegram.

```

if (message.Text == "Камера")
{
if (cap == null)
{
cap = new VideoCapture();
cap.SetCaptureProperty(Emgu.CV.CvEnum.CapProp.FrameWidth, 1920);

```

```

cap.SetCaptureProperty(Emgu.CV.CvEnum.CapProp.FrameHeight, 1080);
}
cap.ImageGrabbed += Cap_Image1;
cap.Start();
Thread.Sleep(900);
if (pictureBox1.Image == null)
{
await Bot.SendMessageAsync(message.Chat.Id, "Камера вимкнена" + "✘");
}
else
{
Bitmap bmpSave = (Bitmap)pictureBox1.Image;
bmpSave.Save(".\hello.jpeg");
if (System.IO.File.Exists(".\hello.jpeg"))
using (var s = System.IO.File.OpenRead(".\hello.jpeg"))
{
await Bot.SendPhotoAsync(message.Chat.Id, new FileToSend(s.Name, s));
System.IO.File.Delete(".\hello.jpeg");
}
cap.ImageGrabbed += Cap_Image1;
}
}

```

Даний блок програми - робота з камерою. Якщо користувач натиснув на кнопку «камера», тоді відеокамера робить фотографію, передає зображення в pictureBox, зберігає зображення на комп'ютер в файл «hello.jpeg» і передає цей файл в Telegram. Після передачі цей файл видаляється. Якщо камера не підключена, виводиться повідомлення «Камера вимкнена».

```

if (message.Text == "Комп'ютер")
{

```

```

var computer = new Telegram.Bot.Types.ReplyMarkups.ReplyKeyboardMarkup
{
    Keyboard = new[] {
        new[] // row 1
        {
            new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Скриншот"),
            new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("ВЫКЛЮЧИТЬ"),
        },
        new[] // row 2
        {
            new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Перезагрузить"),
        },
        new[] // row 3
        {
            new Telegram.Bot.Types.KeyboardButton("Назад"),
        },
    },
    ResizeKeyboard = true
};
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Выберите функцию", false,
false, 0, computer, Telegram.Bot.Types.Enums.ParseMode.Default);
}

```

Якщо користувач натиснув на кнопку «Комп'ютер», тоді створюється матрична клавіатура, в якій буде імена функцій (імена з textbox) і стартове повідомлення «Виберіть функцію».

```

if (message.Text == "Скриншот")
{
    Bitmap printscreen = new Bitmap(Screen.PrimaryScreen.Bounds.Width,
Screen.PrimaryScreen.Bounds.Height);

```

```

Graphics graphics = Graphics.FromImage(printscreens as Image);
graphics.CopyFromScreen(0, 0, 0, 0, printscreens.Size);
printscreens.Save(".\\screen.jpeg", System.Drawing.Imaging.ImageFormat.Jpeg);
using (var q = System.IO.File.OpenRead(".\\screen.jpeg"))
{
await Bot.SendPhotoAsync(message.Chat.Id, new FileToSend(q.Name, q));
System.IO.File.Delete(".\\screen.jpeg");
}
}

```

Якщо користувач вибрав кнопку «скріншот», тоді через спеціальну бібліотеку отримуємо зображення, зберігаємо в файл «screen.jpeg», передаємо в Telegram і видаляємо його.

```

if (message.Text == "Виключити")
{
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Активована функція - Виключити комп'ютер");
Process.Start("shutdown", "/s /t 001 /f").ToString();
}
if (message.Text == "Перезавантажити")
{
await Bot.SendTextMessageAsync(message.Chat.Id, "Активована функція - Перезавантажити комп'ютер");
Process.Start("shutdown", "/r /t 001 /f").ToString();
}
}

```

Якщо користувач натиснув на кнопку Вимкнути / Перезавантажити, то використовуємо функцію Process.Start для виключення або перезавантаження.

```

};
Bot.StartReceiving();

```

Запускаємо прийом оновлень.

```
}  
catch (Telegram.Bot.Exceptions.ApiRequestException ex)  
{  
Console.WriteLine(ex.Message);  
Якщо ключ не підійшов - пишемо про це в консоль налагодження.  
}  
}
```

Оброблювач для кнопки «Підключити».

```
private void button1_Click_1(object sender, EventArgs e)  
{  
var text = @txtKey.Text;  
Зберігаємо ключ бота.  
if (text != "" && this.bw.IsBusy != true)  
{  
this.bw.RunWorkerAsync(text);  
Передаємо text у вигляді аргументу методу bw_DoWork.  
};  
if (btn1)  
{  
if (comboBox1.Text == "")  
{  
MessageBox.Show("Не вибран порт!");  
}  
else  
{  
serialPort1.PortName = comboBox1.Text;  
serialPort1.Open();  
portname = "";
```



```

button1.Text = "Отключить";
btn1 = false;
comboBox1.Enabled = false;
this.Text = "Мой дом ( подключено к " + comboBox1.Text + " )";
comboBox1.Text = "";
}
}
else
{
button1.BackColor = Color.Gray;
serialPort1.Close();
this.Text = "Мой дом ( отключено )";
comboBox1.Enabled = true;
button1.Text = "Подключить";
btn1 = true;
}
}

```

Якщо компорт не обраний, або написаний текст невідомий, тоді виводиться повідомлення «Компорт не обран!». Якщо порт обраний, тоді йде підключення.

```

private void serialPort1_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs
e)
{
string POT = serialPort1.ReadLine();
this.BeginInvoke(new LineReceivedEvent(LineReceived), POT);
}
public void LineReceived(string POT )
{
give_data_port.Text = POT;
}

```

Функція, в якій відбувається читання даних з компорта. Вони заносяться в змінну POT.

```
private void pictureBox6_Click(object sender, EventArgs e)
{
pictureBox6.Location = new Point(pictureBox6.Location.X + 2,
pictureBox6.Location.Y + 2);
pictureBox6.Location = new Point(pictureBox6.Location.X - 2,
pictureBox6.Location.Y - 2);
string[] ports = SerialPort.GetPortNames();
comboBox1.Items.Clear();
comboBox1.Items.AddRange(ports);
}
private void pictureBox7_Click(object sender, EventArgs e)
{
pictureBox7.Location = new Point(pictureBox7.Location.X + 2,
pictureBox7.Location.Y + 2);
pictureBox7.Location = new Point(pictureBox7.Location.X - 2,
pictureBox7.Location.Y - 2);
textBox1.Enabled = true;
textBox1.BackColor = Color.White;
textBox4.Enabled = true;
textBox4.BackColor = Color.White;
textBox6.Enabled = true;
textBox6.BackColor = Color.White;
textBox8.Enabled = true;
textBox8.BackColor = Color.White;
textBox10.Enabled = true;
textBox10.BackColor = Color.White;
textBox11.Enabled = true;
```

```

textBox11.BackColor = Color.White;
textBox12.Enabled = true;
textBox12.BackColor = Color.White;
textBox13.Enabled = true;
textBox13.BackColor = Color.White;
textBox2.Enabled = true;
textBox2.BackColor = Color.White;
textBox3.Enabled = true;
textBox3.BackColor = Color.White;
textBox5.Enabled = true;
textBox5.BackColor = Color.White;
textBox7.Enabled = true;
textBox7.BackColor = Color.White;
txtKey.Enabled = true;
txtKey.BackColor = Color.White;
}
private void pictureBox8_Click(object sender, EventArgs e)
{
pictureBox8.Location = new Point(pictureBox8.Location.X + 2,
pictureBox8.Location.Y + 2);
pictureBox8.Location = new Point(pictureBox8.Location.X - 2,
pictureBox8.Location.Y - 2);
Функції pictureBox6_Click, pictureBox7_Click, pictureBox8_Click - аналогічні. При наведення на кнопку вона зсувається на 2 пікселя вправо і вгору, коли фокус втрачається, кнопка повертається в початкове положення.
StreamWriter SW = new StreamWriter(new FileStream("Config.txt",
FileMode.Create, FileAccess.Write));
SW.Write(textBox1.Text + "\n" +
textBox4.Text + "\n" +

```

```
textBox6.Text + "\n" +  
textBox8.Text + "\n" +  
textBox10.Text + "\n" +  
textBox11.Text + "\n" +  
textBox12.Text + "\n" +  
textBox13.Text + "\n" +  
textBox2.Text + "\n" +  
textBox3.Text + "\n" +  
textBox5.Text + "\n" +  
textBox7.Text + "\n");
```

Починаємо запис тексту в файл «Config.txt» з textbox.

```
SW.Close();
```

Закриваємо запис.

```
textBox1.Enabled = false;  
textBox1.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox4.Enabled = false;  
textBox4.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox6.Enabled = false;  
textBox6.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox8.Enabled = false;  
textBox8.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox10.Enabled = false;  
textBox10.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox11.Enabled = false;  
textBox11.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox12.Enabled = false;  
textBox12.BackColor = Color.Gainsboro;  
textBox13.Enabled = false;  
textBox13.BackColor = Color.Gainsboro;
```

```
textBox2.Enabled = false;
textBox2.BackColor = Color.Gainsboro;
textBox3.Enabled = false;
textBox3.BackColor = Color.Gainsboro;
textBox5.Enabled = false;
textBox5.BackColor = Color.Gainsboro;
textBox7.Enabled = false;
textBox7.BackColor = Color.Gainsboro;
txtKey.Enabled = false;
txtKey.BackColor = Color.Gainsboro;
}
```

2.3.5 Висновок. Для створення програмного забезпечення для мікроконтролера Atmega 328 обране середовище розробки - Arduino IDE. Основними перевагами Arduino IDE є те, що дане середовище розробки підходить для всіх операційних систем (Windows, MacOS, Linux), а так само велика кількість вбудованих бібліотек, що істотно заощаджує час при написанні програми.

Для створення програми MyHome обрано середовище розробки Microsoft Visual Studio. Основними достоїнствами Microsoft Visual Studio є:

- Вбудований Web-сервер. Наявність в Visual Studio інтегрованого Web-сервера дозволяє запускати Web-сайт прямо з середовища проектування;
- Підтримка безлічі мов при розробці. Visual Studio дозволяє писати код своєю рідною мовою чи будь-яких інших бажаних мов, використовуючи один і той же інтерфейс (IDE);
- Інтуїтивний стиль кодування. Visual Studio форматує код у міру його введення, автоматично вставляючи необхідні відступи і застосовуючи колірне кодування для виділення елементів типу коментарів.

3. ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ МАКЕТНОГО ЗРАЗКА

3.1 Виготовлення макетного зразка.

Модель пристрою спроектована на макетній платі (рис. 18). Застосування макетної плати дозволяє перевірити, налагодити і протестувати схему ще до того, як пристрій буде зібрано на готовій друкованій платі. Це дозволяє уникнути помилок при конструюванні, а також швидко внести зміни в розроблювану схему і тут же перевірити результат. При цьому, макетна плата значно скорочує час розробки.

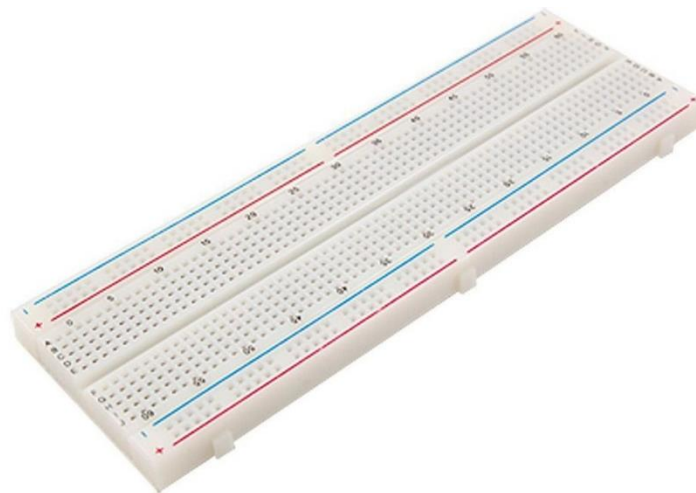


Рисунок 18 – Макетна плата

Макетна плата складається з пластмасової підстави в якій є набір струмопровідних контактних роз'ємів. Цих контактних роз'ємів дуже багато. Залежно від конструкції макетної плати контактні роз'єми об'єднуються в рядки, наприклад, по 5 штук. В результаті утворюється п'ятвконтактний роз'єм. Кожен з роз'ємів дозволяє підключати до нього висновки електронних компонентів або струмопровідних провідників діаметром, як правило, не більше 0,7 мм.

В якості головного мікроконтролера в схемі пристрою управління

використовується Arduino Nano [18]. Arduino Nano - це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano 3.0), адаптований для використання з макетної платі. За функціональністю пристрій схожий на Arduino Duemilanove і відрізняється від нього розмірами, відсутністю роз'єму живлення, а також іншим типом (Mini-B) USB-кабелю. Arduino Nano розроблено і випускається фірмою Gravitech. Arduino Nano показаний на (рис. 19).

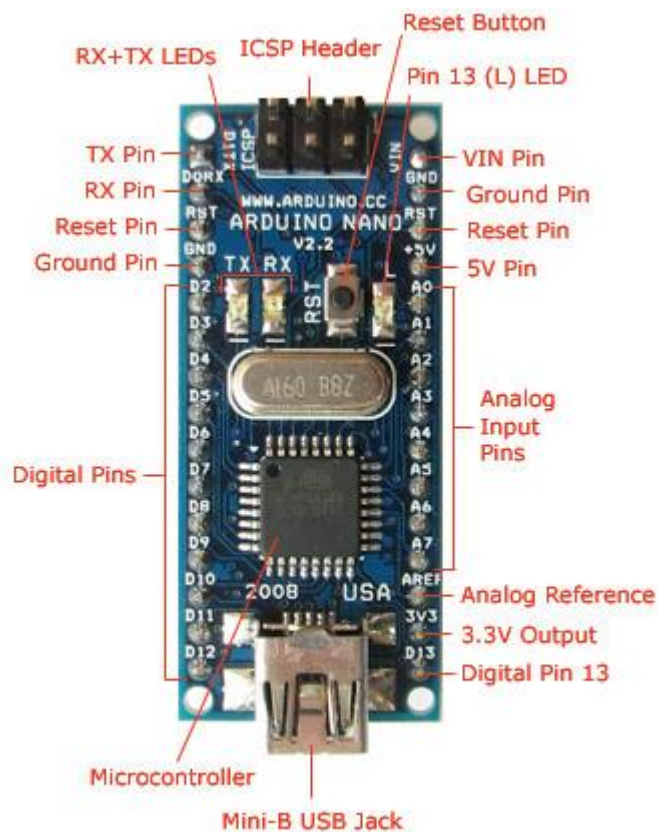


Рисунок 19 – Arduino Nano

В якості блоку живлення використовується модуль живлення для макетної плати 5В / 3,3 [19]. Він має увігнуту конструкцію і не затуляє собою робочу зону макетної плати. Блок живлення сумісний з макетною платою, який має з боків дві лінії живлення. Є перемикач 3.3 / 5В. Живиться від зовнішнього блоку живлення 6,5 - 9В. На платі є USB вихідний роз'єм для живлення 5В пристроїв з USB роз'ємом (наприклад контролерів Arduino). Модуль живлення показаний на рис. 20.

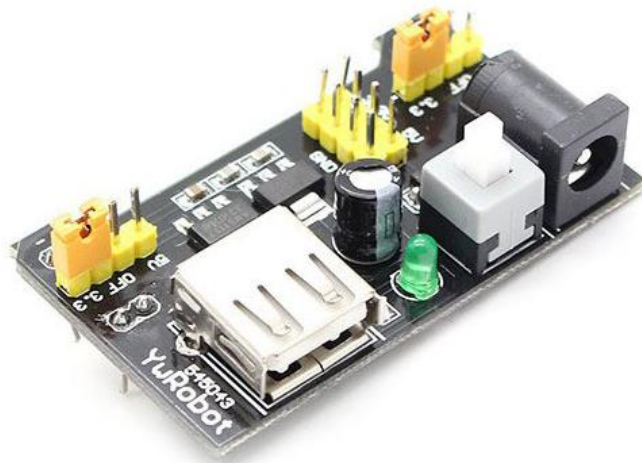


Рисунок 20 – Модуль живлення для макетної плати

Основні характеристики модуля живлення:

- вхідна напруга - 6.5В - 9В (постійного струму);
- вихідна напруга - 3.3В / 5В (перемикається) або 5В від USB;
- максимальний вихідний струм – менш 100 мА (при більшій вхідній напрузі максимальний вихідний струм менше);
- відстань між шинами живлення - 42мм;
- роз'єм живлення 2,1 x 5,5 мм;
- застосовується для живлення макетних плат MB102.

В якості реле для приладів на макетній платі використовується 2-х канальний модуль-реле SRD-05VDC-SL-C. Реле працює від 5В, здатний комутувати навантаження до 10 А (при напрузі 250 В). Споживання сили струму кожним реле - 15-20 мА. 2-х канальний модуль-реле SRD-05VDC-SL-C [20] показаний на рис. 21.



Рисунок 21 - 2-х канальний модуль-реле SRD-05VDC-SL-C

В якості реле для освітлення на макетній платі використовується 2-канальний модуль-реле Omron G3MB-202P 5VDC. Модуль представляє собою 2 твердотільних реле на одній платі (керуюча напруга: 5В, 1 нормально-розімкнутий контакт 250В 2А), кероване сигналом TTL рівня. Модуль-реле Omron G3MB-202P 5VDC показаний на (рис. 22).



Рисунок 22 – 2-х канальний модуль-реле Omron G3MB-202P 5VDC

В якості провідників використовуються набір з'єднувальних проводів f-f і f-m10см (рис. 23).

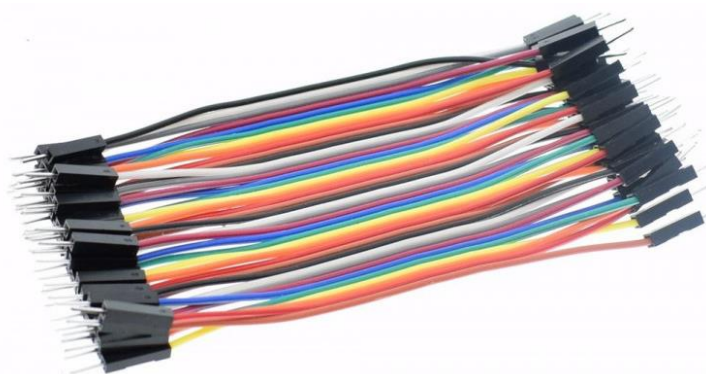


Рисунок 23 - Набір з'єднувальних проводів f-f
Готова збірка схеми на макетній платі показана на рис. 2).

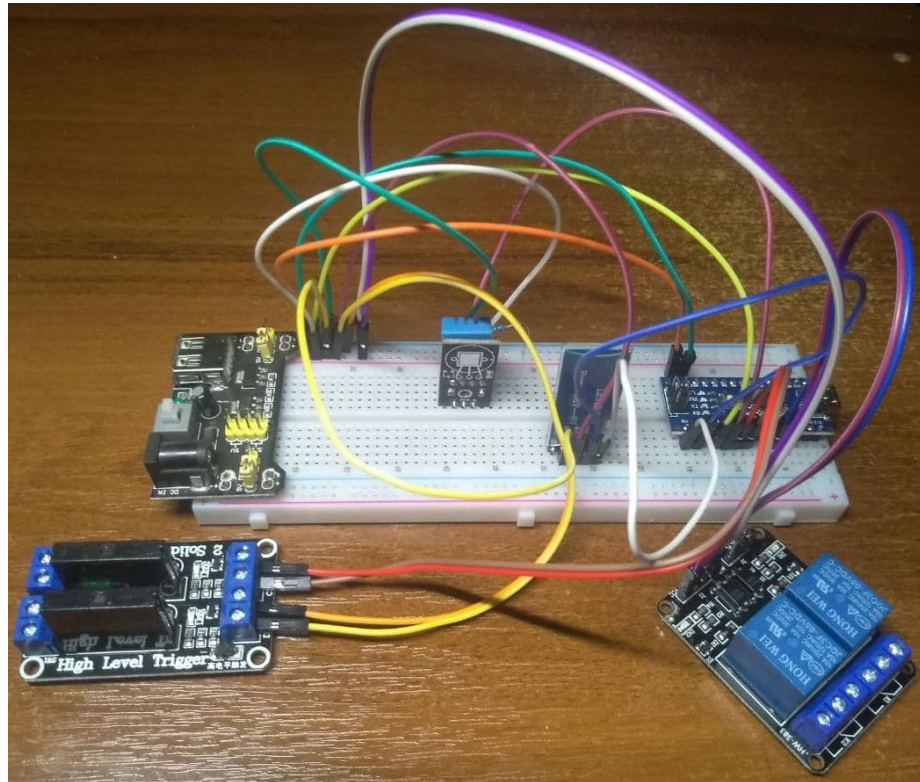


Рисунок 24 - Готова збірка схеми на макетній платі

3.2 Робота моделі і демонстрація основних функцій.

Для запуску схеми потрібно підключити джерело до модуля живлення. Після чого на модулі живлення загориться світлодіод (рис. 25).

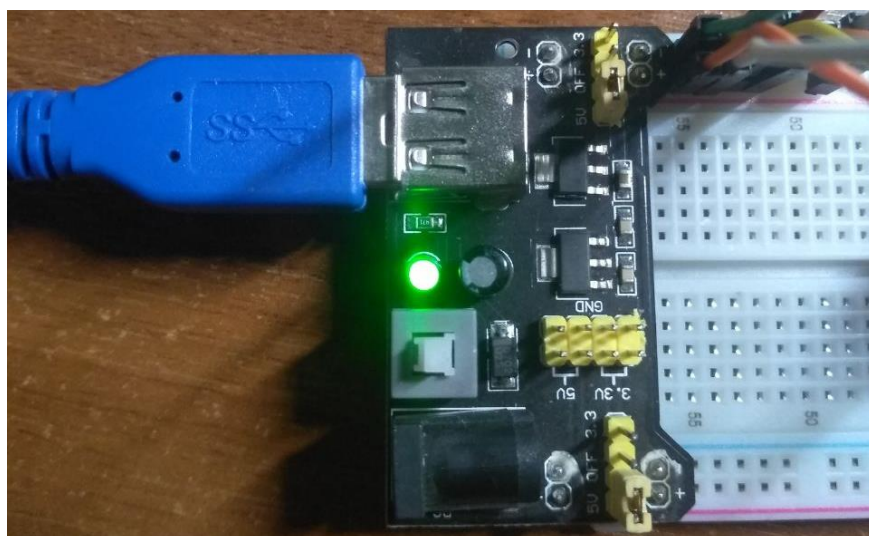


Рисунок 25 – Підключення схеми до живлення

Далі, потрібно зробити з'єднання між комп'ютером і платою, якщо передача по UART відбуватиметься через бездротовий модуль Bluetooth (рис. 26).

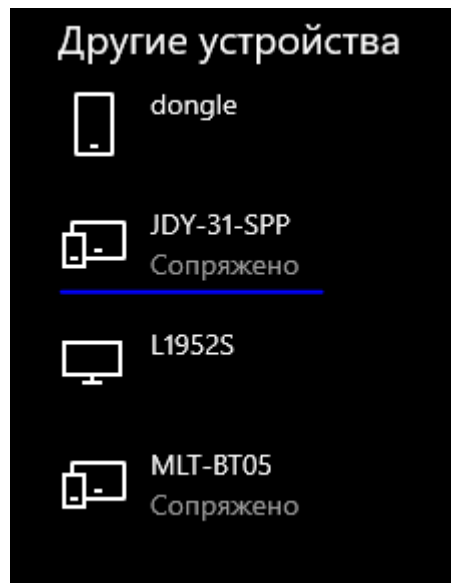


Рисунок 26 – Сполучення між комп'ютером і платою

Після того, як з'єднання пройшло успішно, користувач запускає програму «MyHome» написану на мові програмування C # за допомогою ярлика (рис. 27).

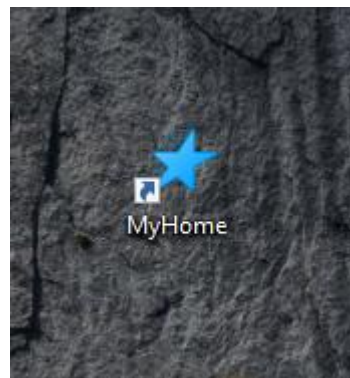


Рисунок 27 – Скріншот ярлика запуску програми MyHome

Для підключення комп'ютера до плати необхідно вибрати потрібний порт і натиснути кнопку «підключити». Після чого в лівому верхньому кутку з'явиться напис: «Підключено до ...», в іншому випадку буде напис «Відключено» (рис. 28).

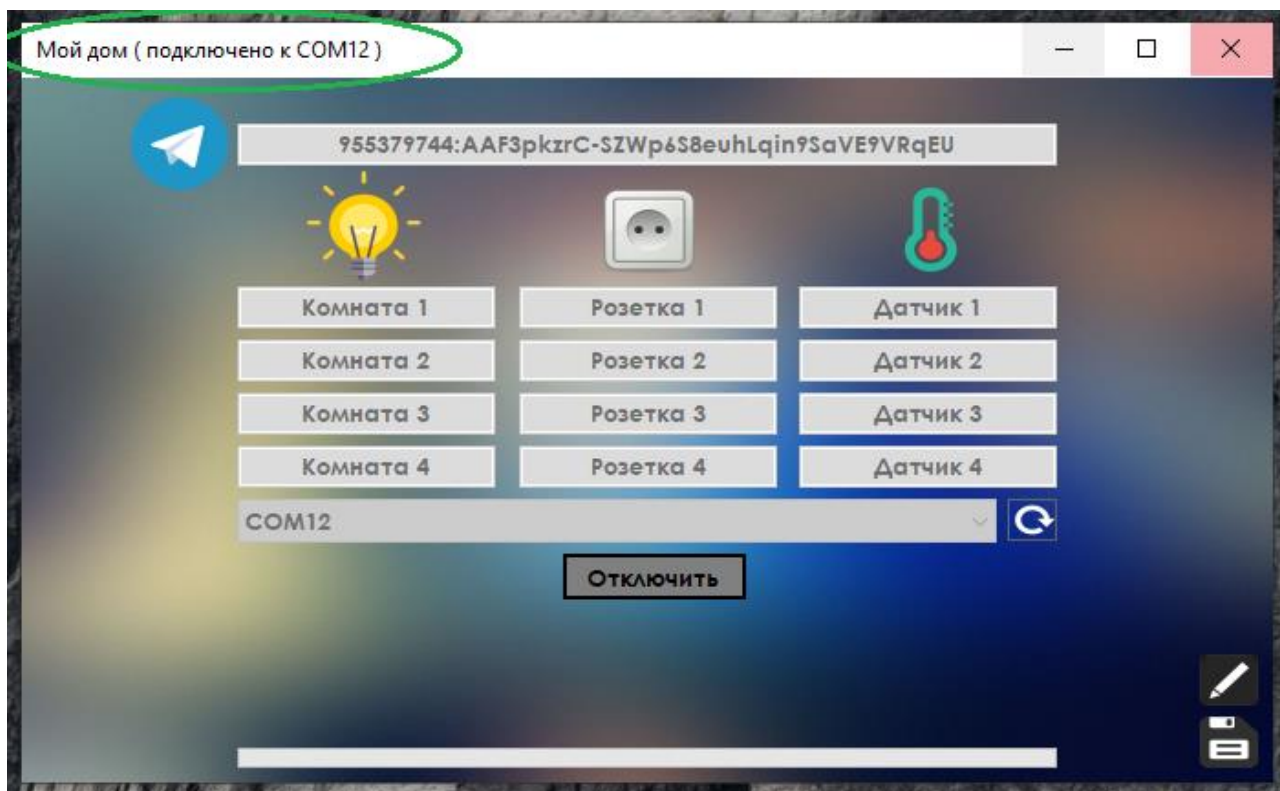


Рисунок 28 – Підключення до плати

Зверху програми написаний API ключ бота Telegram [21]. Якщо користувач створив нового бота або бота потрібно перенести, то він з легкістю може поміняти API ключ бота Telegram (рис. 29).

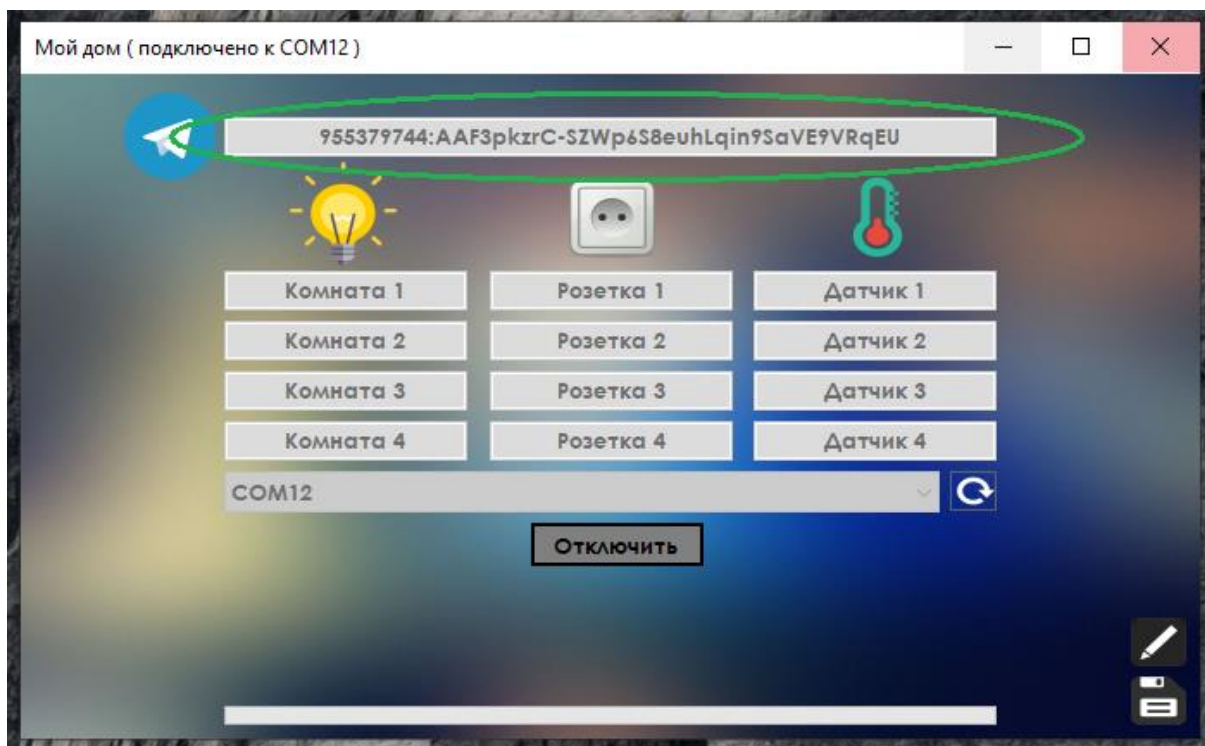


Рисунок 29 – API ключ бота Telegram

Для повної зручності користувач може змінити імена кімнат, розеток і датчиків. Для цього потрібно виконати 3 кроки:

1. натиснути на кнопку «редагувати» (іконка олівця);
2. перейменувати кімнати, розетки, датчики;
3. натиснути на кнопку «зберегти» (рис. 30).

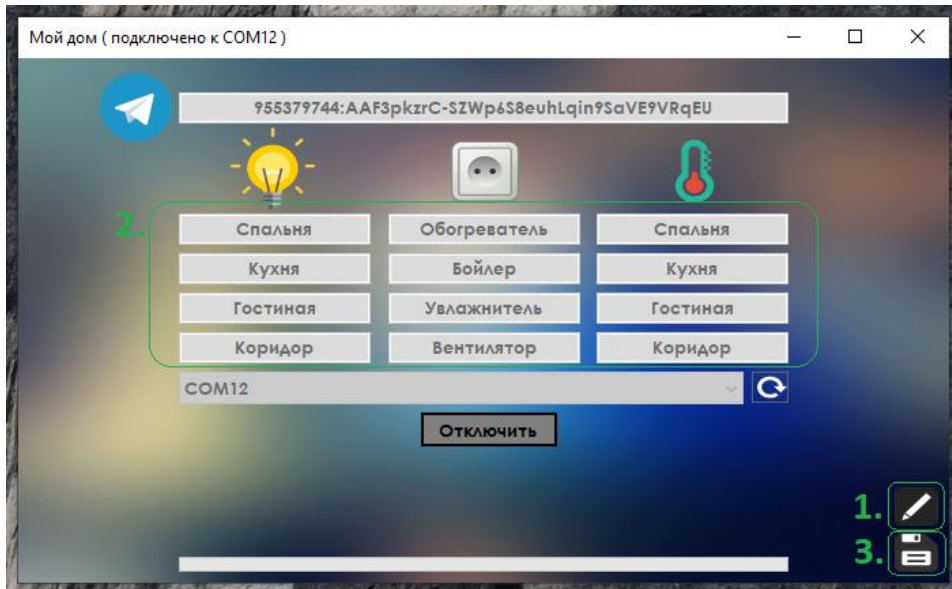


Рисунок 30 – Іменування кімнат, приладів і датчиків

Після іменування програма повністю готова до роботи. Відкриваємо додаток Telegram на будь-якому з пристроїв і знаходимо бота. В даному проєкті бот підписаний як «Асистент» (рис. 31).

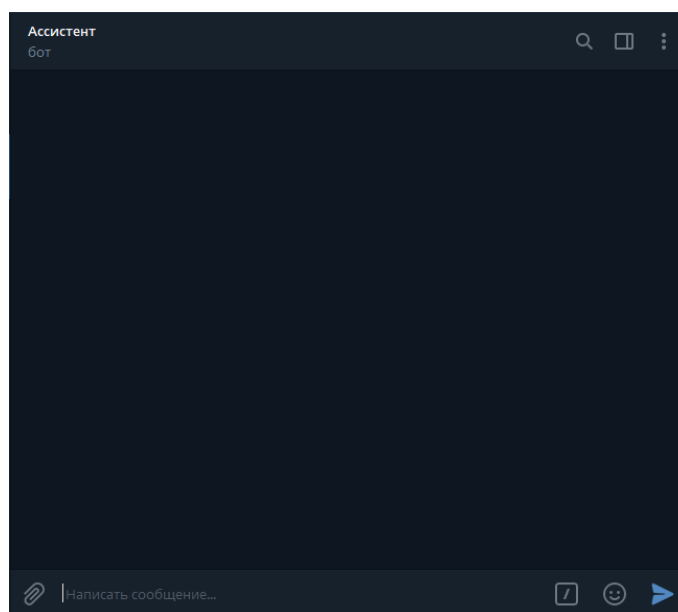


Рисунок 31 – Діалогове вікно з ботом Telegram

Далі, пишемо повідомлення боту - «Старт» (можна з маленької літери). Після цього відкриється матрична клавіатура вибору функцій (рис. 32).

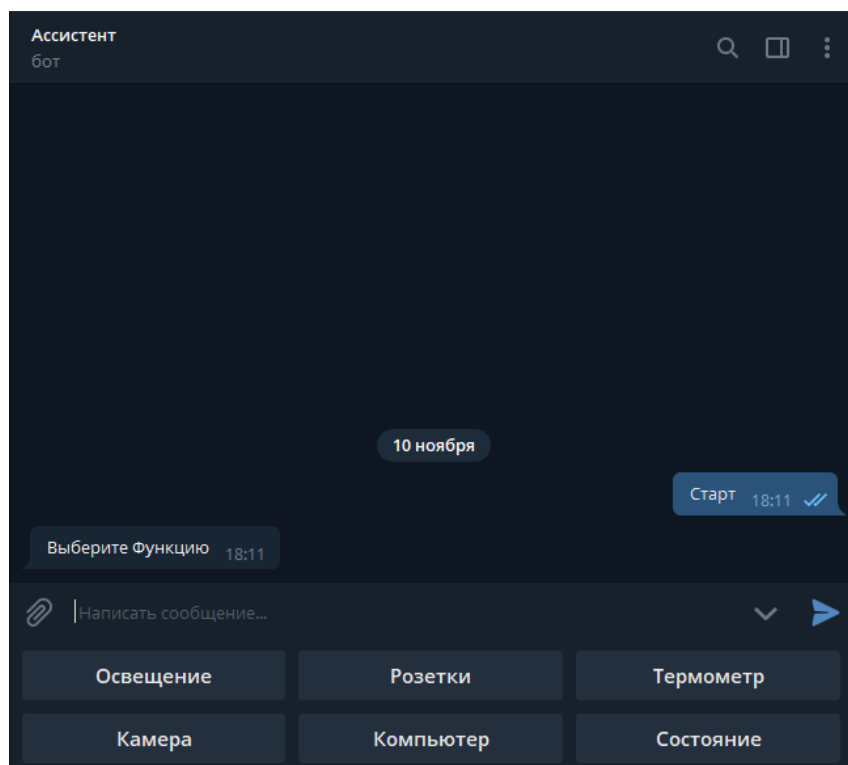


Рисунок 32 – Вікно вибору функцій

Вибираємо пункт «Освітлення». Відкривається нова матрична клавіатура з виборів кімнат, які раніш були названі, (рис. 33).

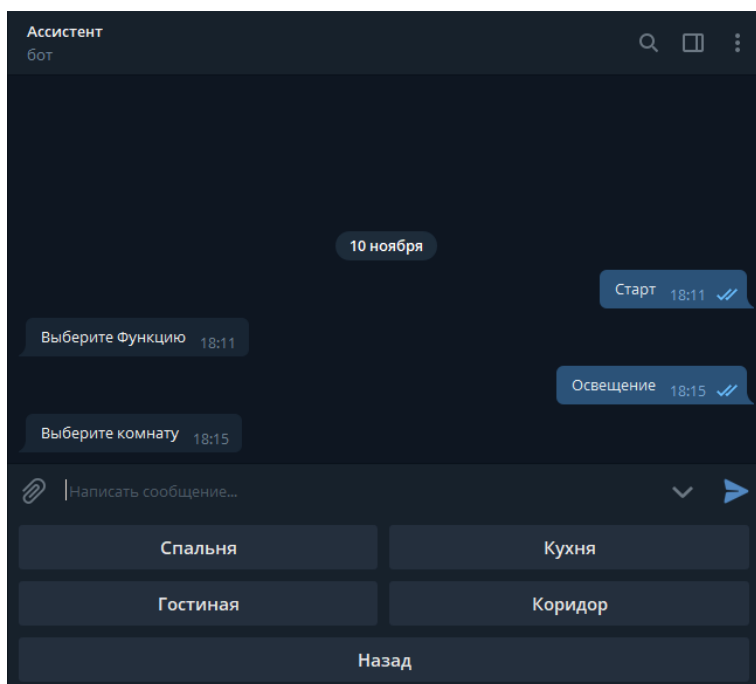


Рисунок 33 – Вибір кімнат в пункті «Освітлення»

Далі вибираємо потрібну нам кімнату, наприклад «Спальня». Після цього в чат приходиться відповідь «Включено світло - Спальня», і спрацьовує перший канал на твердотільній реле (рис. 34).

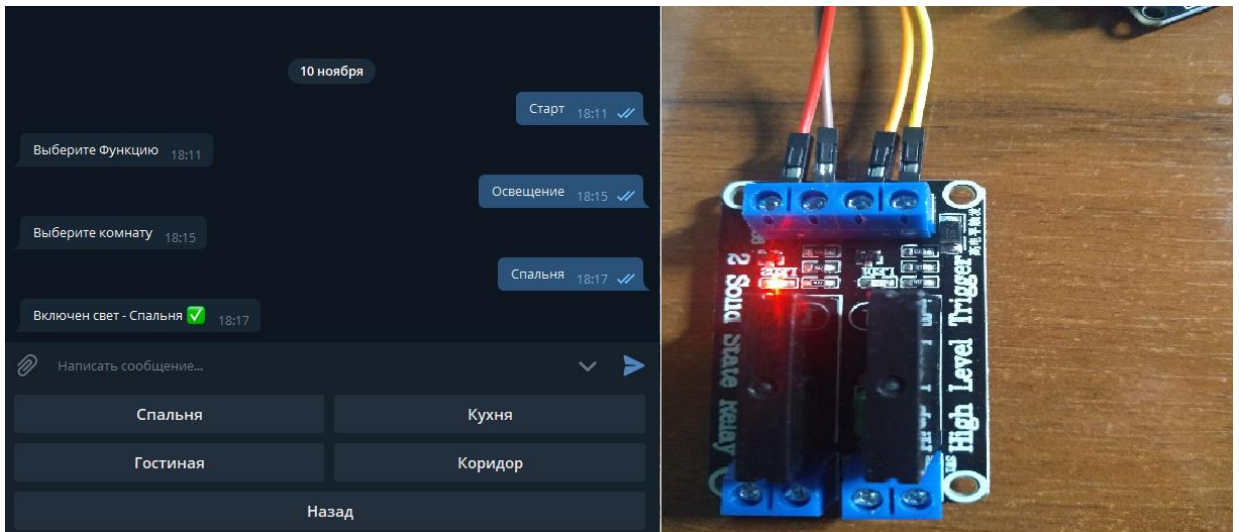


Рисунок 34 – Включення каналу реле через Telegram

Для того, щоб вимкнути канал реле, потрібно в чаті з ботом натиснути на матричній клавіатурі на ту кімнату, де необхідно вимкнути освітлення. В даному випадку кімната - «Спальня» (рис. 35).

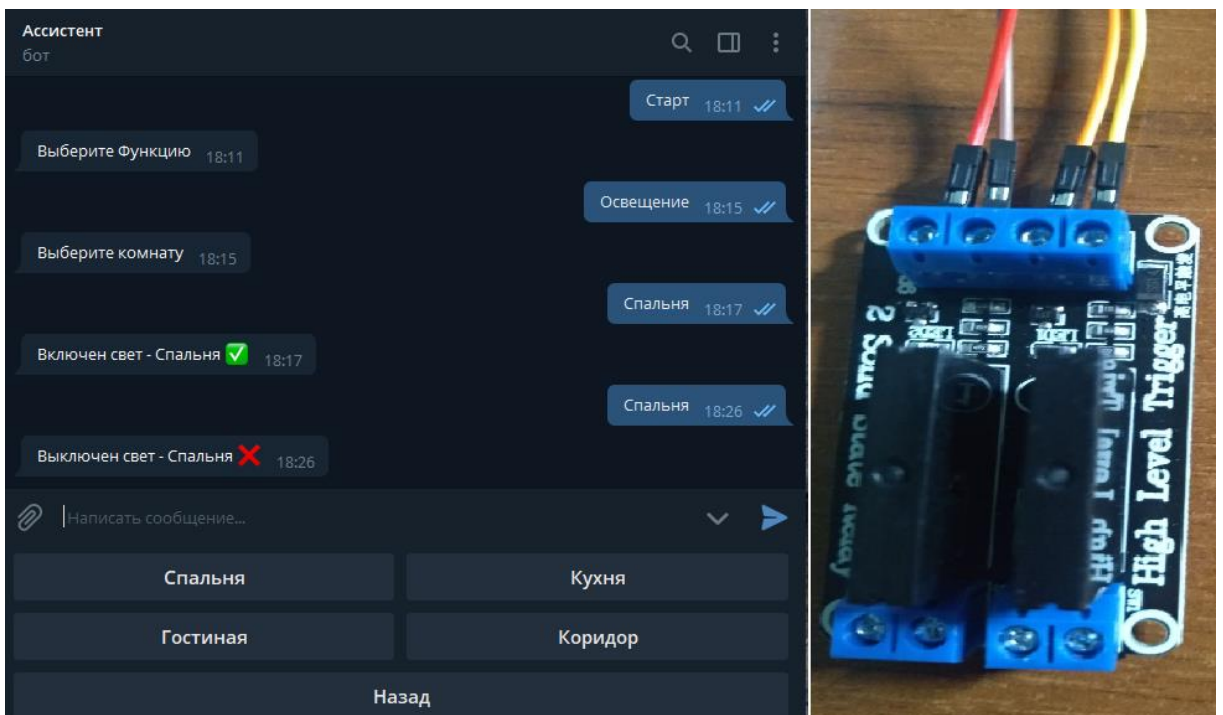


Рисунок 35 - Вимкнення каналу реле через Telegram

Аналогічним способом включається освітлення в кімнаті - «Кухня» (рис. 36).

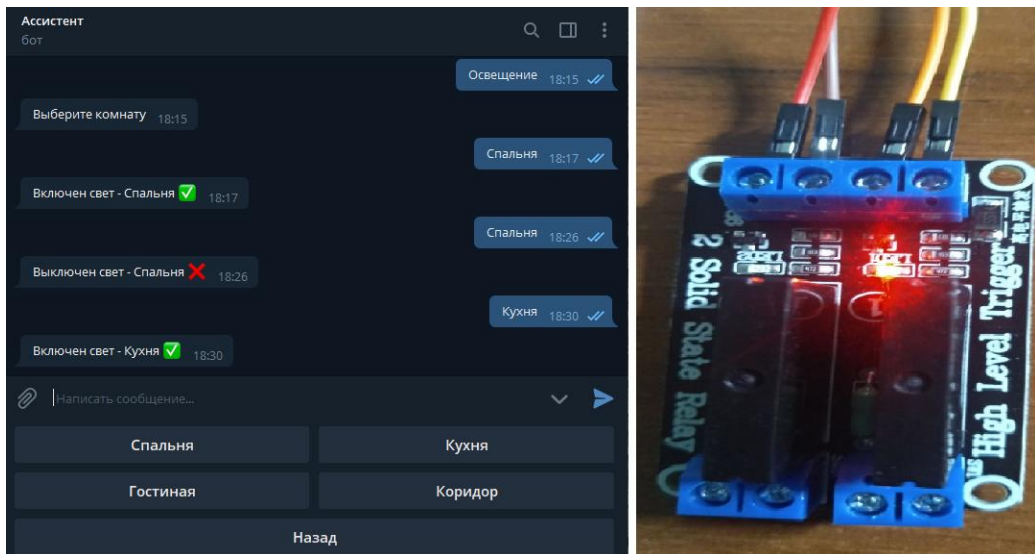


Рисунок 36 – Включення реле (кімната - Кухня)

Розглянемо наступну функцію - «Розетки». Функція називається «Розетки», так як електромагнітне реле буде управляти розеткою, в яку буде підключений прилад. В чаті з ботом вибираємо пункт «Розетки» (рис. 37).

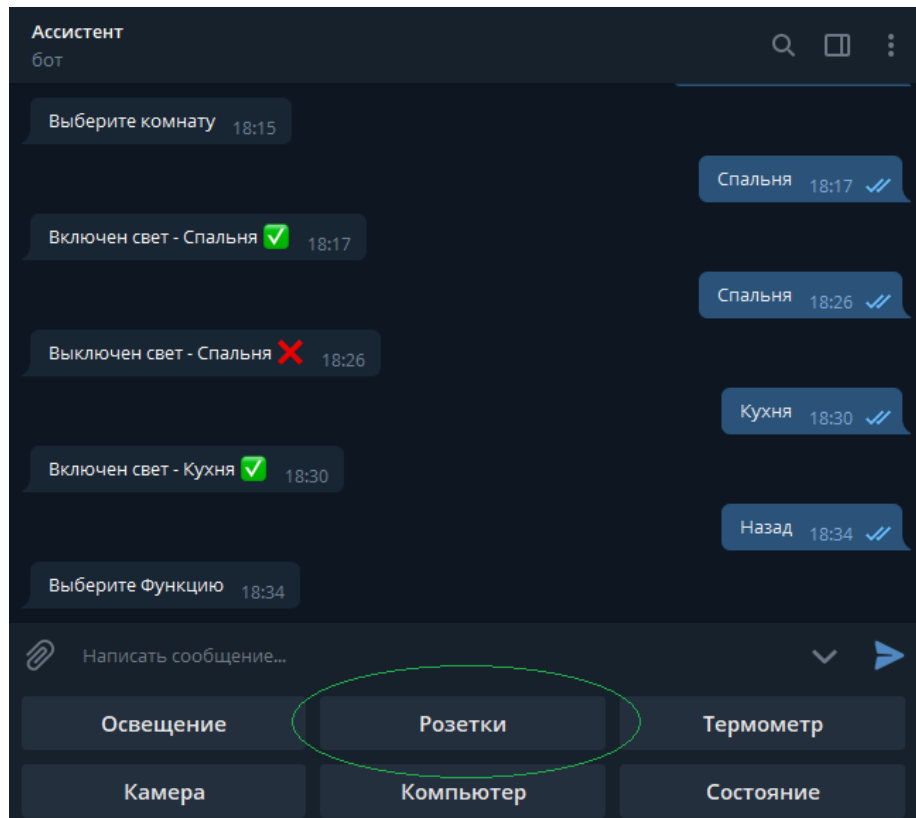


Рисунок 37 - Пункт «Розетки»

Після відкриття пункту «Розетки» відкривається матрична клавіатура з вибором приладів (рис. 38).

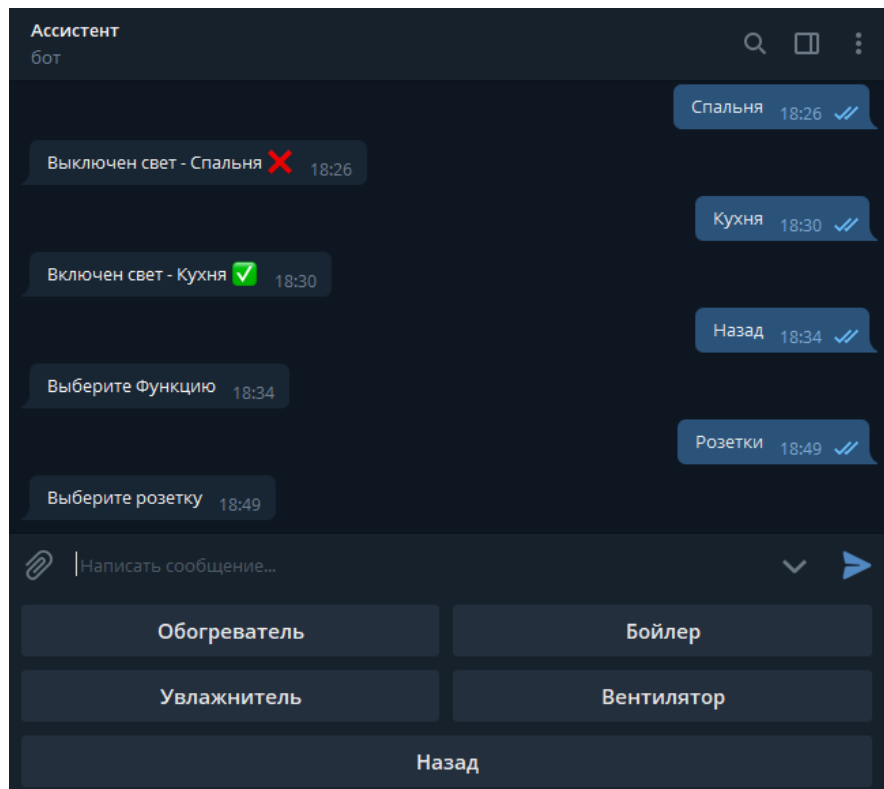


Рисунок 38 – Вибір приладів, підключених до електромагнітної реле
Далі вибираємо потрібну нам функцію, наприклад - «Бойлер». Після вибору буде відправлена відповідь, в якій буде повідомлено, що «Бойлер включений» і спрацює 1-й канал на електромагнітної реле (рис. 39).

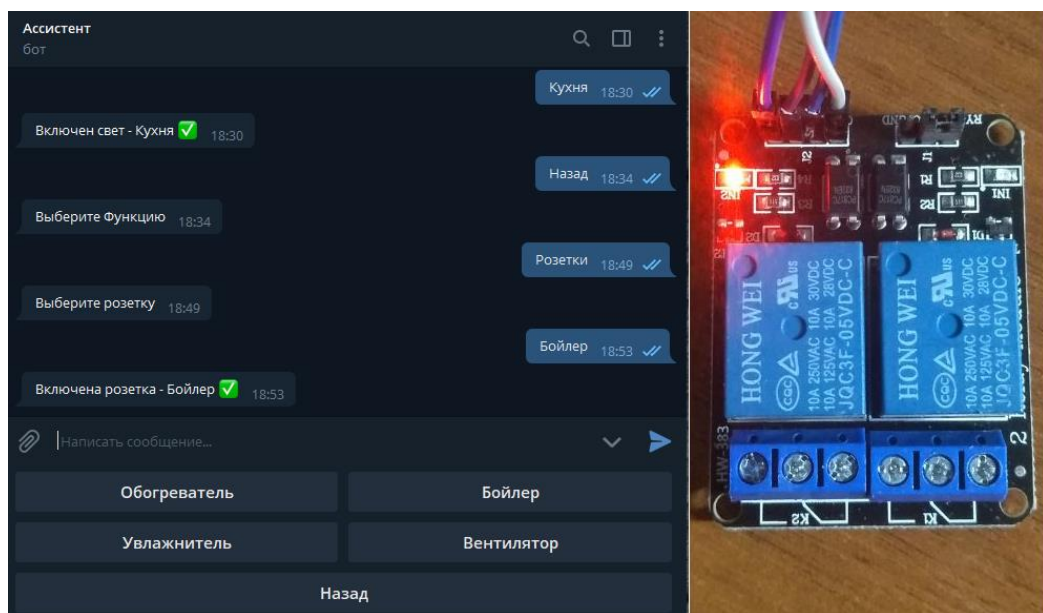


Рисунок 39 – Включення каналу на електромагнітної реле через Telegram

Вимикання проводиться аналогічним способом - потрібно вибрати той прилад, який необхідно вимкнути (рис. 40).

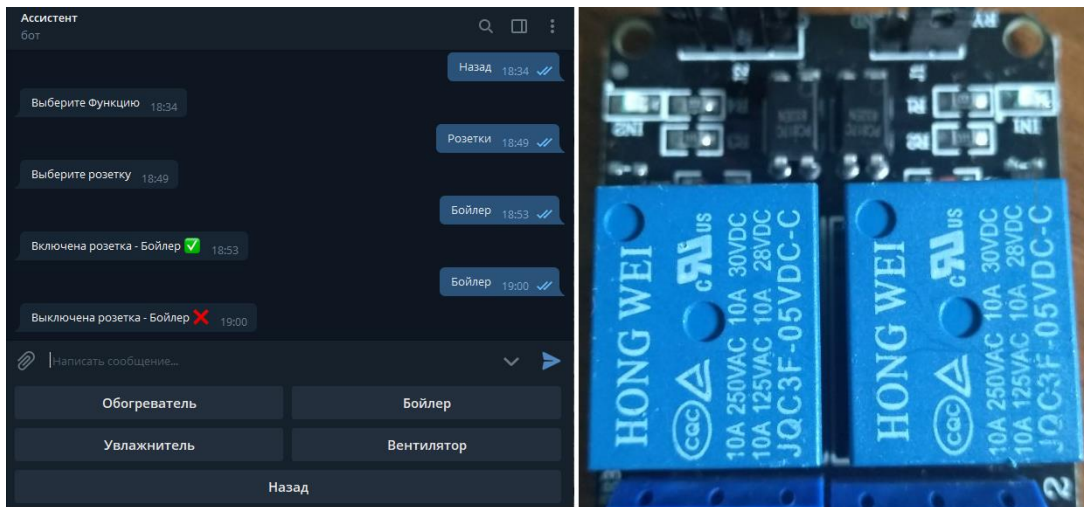


Рисунок 40 – Вимкнення каналу на електромагнітної реле через Telegram
Розглянемо наступну функцію - «Термометр». У головному меню потрібно вибрати кнопку «Термометр» (рис. 41).

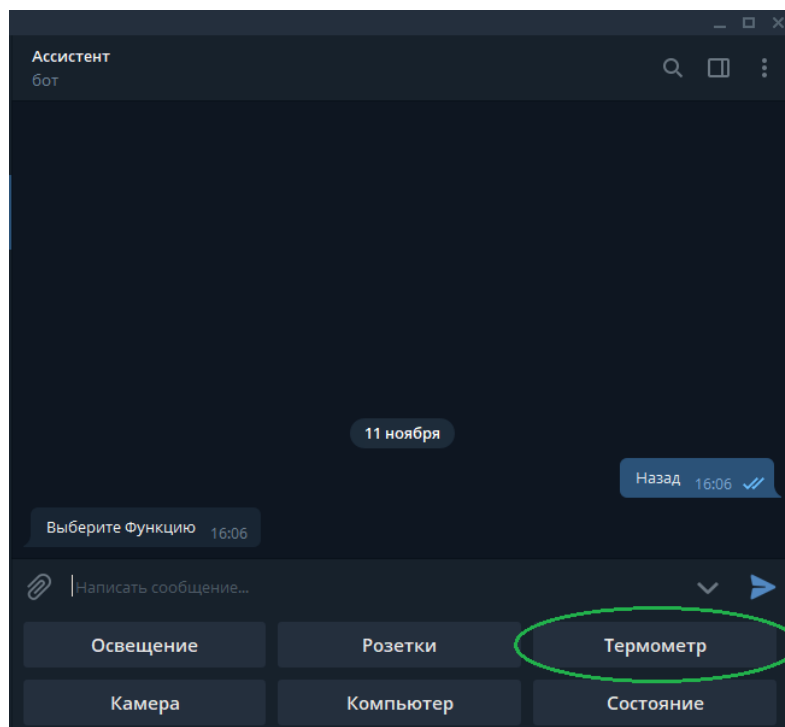


Рисунок 41 – Вибір функції Термометр

Після вибору функції «Термометр», відкриється матрична клавіатура з вибором кімнат. Вибираємо кімнату, в якій необхідно перевірити рівень вологості повітря і температуру повітря. Для прикладу вибираємо кімнату «Спальня» (рис. 42).

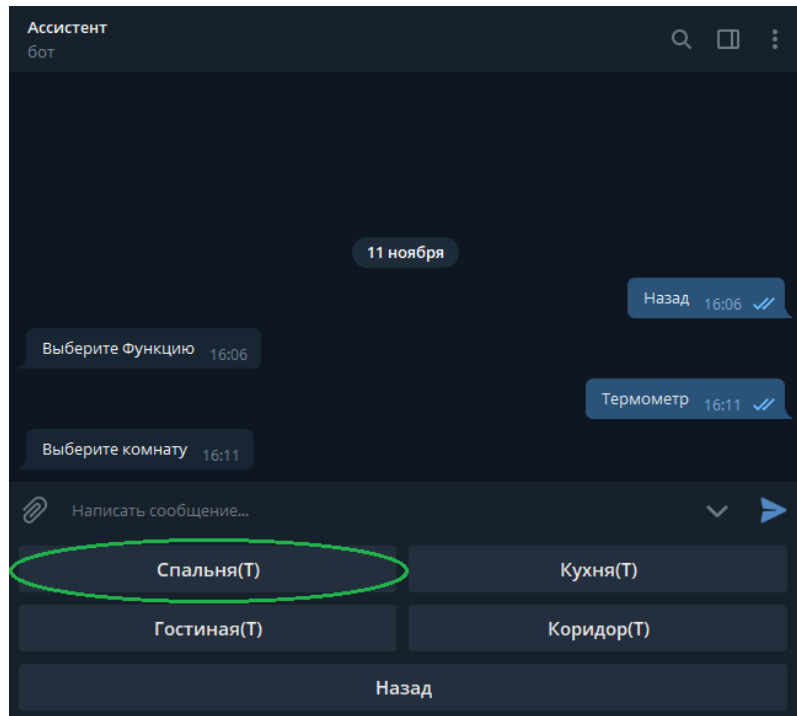


Рисунок 42 – Вибір кімнати, в якій потрібно відобразити рівень вологості повітря і температуру повітря

Після вибору кімнати, необхідно витримати 2 секунди часу. Цей час необхідний для того, щоб команда по UART вирушила на мікроконтролер, а потім мікроконтролер звернувся до датчика DHT22 і відправив показання UART. Після цієї затримки в чат прийде відповідь від бота з показаннями рівня вологості і температури повітря в цій кімнаті (рис. 43).

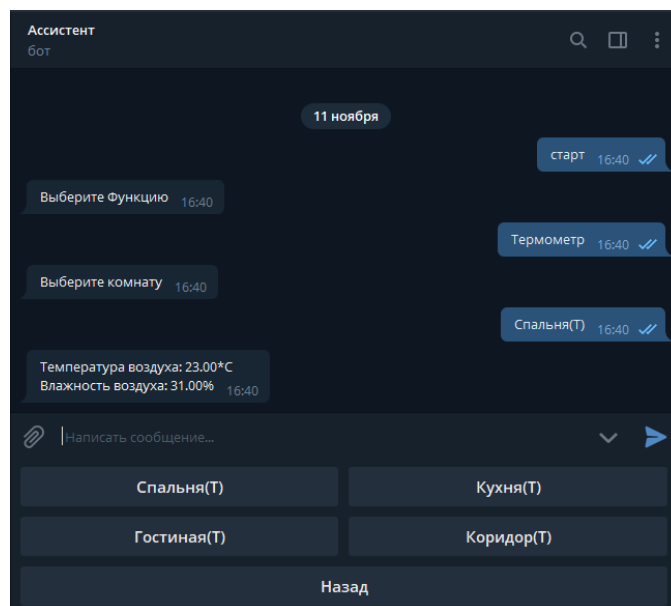


Рисунок 43 - Відображення вологості і температури повітря в кімнаті «Спальня»

Наступна функція - «Камера». Натиснувши на кнопку «Камера», користувачеві відправляється відповідне повідомлення, в якому відображається фото з камери. Для того, щоб дана функція працювала повноцінно, на веб-камеру обов'язково повинні бути встановлені драйвера. Камера обов'язково повинна відображатися в списку «Диспетчер пристроїв». Робота камери показана на (рис. 44).

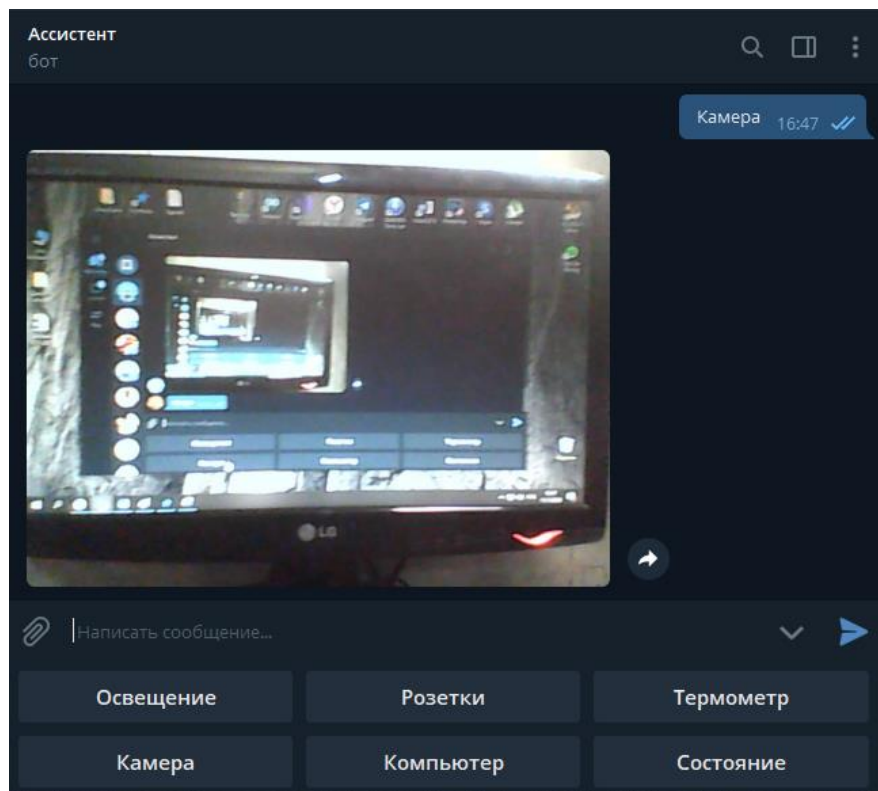


Рисунок 44 – Работа з камерою

Наступна функція - «Комп'ютер». У даному розділі міститься функції: запросити скріншот комп'ютера, вимкнути комп'ютер і перезавантажити (рис. 45).

Для прикладу, обрана кнопку «Скріншот» і проведена перевірка працездатності функції (рис. 46).

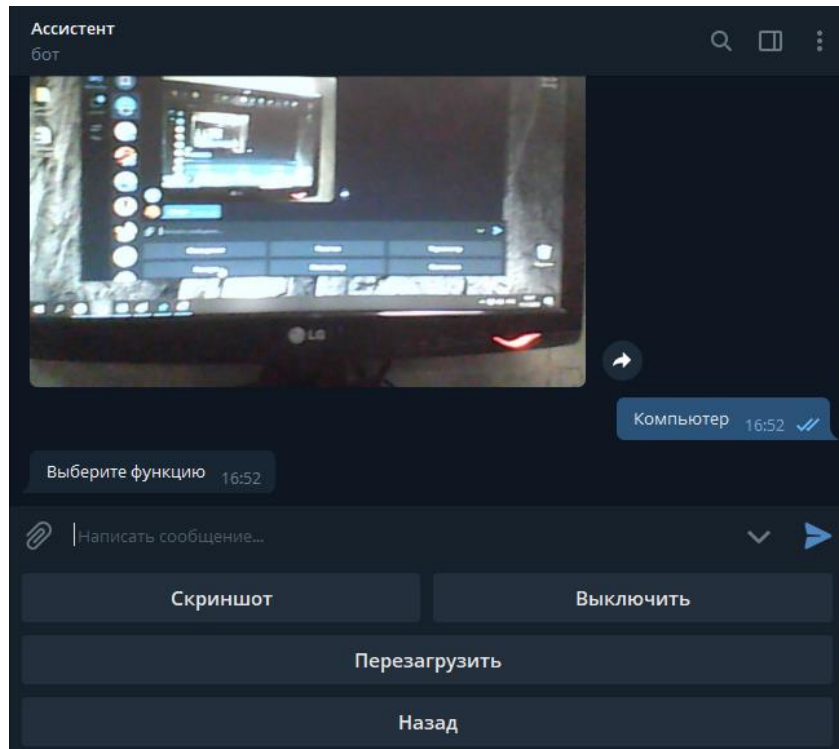


Рисунок 45 – Розділ «Комп'ютер»

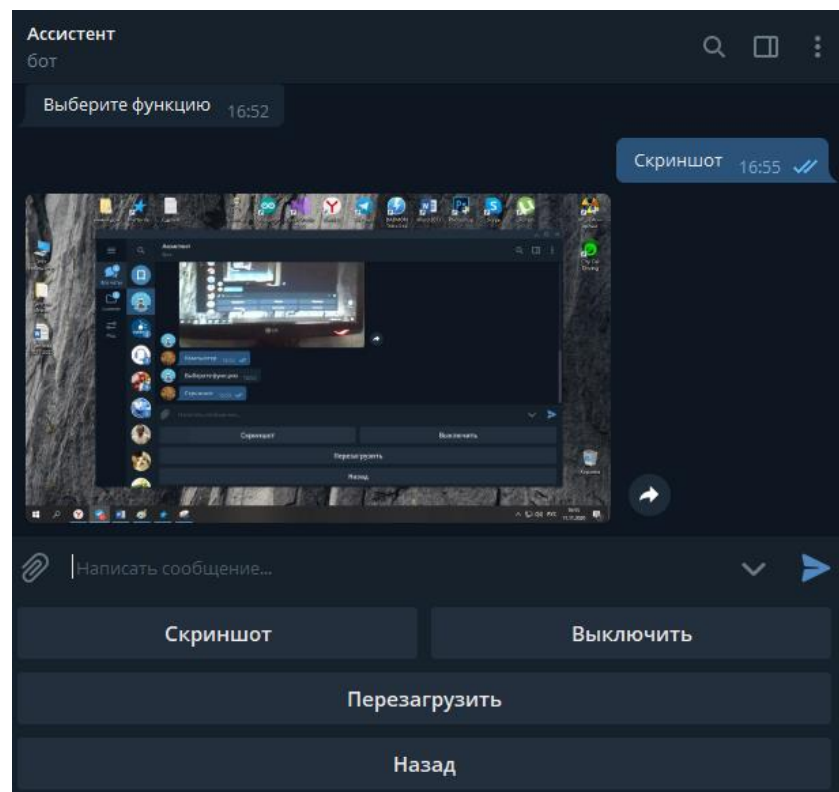


Рисунок 46 – Функція «Скріншот»

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основним завданням розділу «Охорона праці» є розробка технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, спрямованих на усунення причин виробничого травматизму, професійної захворюваності, а також на підвищення продуктивності праці. В даному розділі виконаний аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. На підставі аналізу розроблено заходи з техніки безпеки і рекомендації з пожежної профілактики.

4.1. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі з ПЕОМ

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, при обслуговуванні ЕОМ мають місце небезпечні фізичні та психофізіологічні виробничі фактори:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухливість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- розумове перенапруження;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

Використовувані ЕОМ, мають такі експлуатаційні характеристики:

- робочу напругу живлення 220 В;

- частота живильної мережі 50 Гц;
- споживана потужність 200 Вт;
- напруга джерел живлення +12 В; -12 В; 5 В.

При роботі на ПЕОМ користувач піддається ряду потенційних небезпек. Тому, згідно з ГОСТ 12.0.004-95, фізична особа, яка експлуатує ПЕОМ, має пройти курс навчання та інструктаж з безпеки праці на підприємстві, де встановлена ПЕОМ.

Внаслідок недбалого поводження з машиною і зневаги зовнішнім оглядом відкритих частин ПЕОМ, що знаходяться під напругою, для користувача існує небезпека ураження електричним струмом.

Джерела підвищеної небезпеки можуть бути такі елементи:

- розподільний щит;
- джерела живлення;
- блоки ПЕОМ та друку, що знаходяться в ремонті. Згідно ГОСТ 12.01.013-78, умови в приміщенні, де встановлена ПЕОМ, не уявляють для людини підвищеної небезпеки ураження електричним струмом (немає струмопровідних підлог, вогкості, підвищеної температури, можливості одночасного дотику до корпусів обладнання з «землею» і до струмоведучих частин).

Ще одна проблема полягає в тому, що спектр випромінювання комп'ютерного монітора включає в себе рентгенівську, ультрафіолетову і інфрачервону області, а також широкий діапазон хвиль інших частот. Небезпека рентгенівських променів пренебрежимо мала, оскільки цей вид випромінювання поглинається речовиною екрану. Однак велику увагу слід приділяти біологічних ефектів низькочастотних електромагнітних полів.

4.2. Заходи з техніки безпеки

Основним небезпечним фактором при роботі з ЕОМ є небезпека ураження людини електричним струмом, яка посилюється тим, що органи чуття людини

не можуть на відстані виявити наявність електричної напруги на обладнанні.

Проходячи через тіло людини, електричний струм чинить на нього складний вплив, що є сукупністю термічного (нагрів тканин і біологічних середовищ), електролітичного (розкладання крові і плазми) і біологічного (роздратування і збудження нервових волокон та інших органів тканин організму) впливів.

Тяжкість ураження людини електричним струмом залежить від цілого ряду чинників:

- значення сили струму;
- електричного опору тіла людини і тривалості протікання через нього струму;
- роду і частоти струму;
- індивідуальних властивостей людини і навколишнього середовища.

Проектом передбачаються наступні заходи, що попереджають ураження людини електричним струмом:

- ізоляція струмоведучих частин;
- огороження електроустановок;
- заземленням електроустановок;
- занулення;
- захисне відключення;
- електричний поділ мереж;
- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- забезпечення недоступності струмоведучих частин;
- подвійна ізоляція.

Занулення зменшує напругу дотику й обмежує час, протягом якого людина, доторкнувшись до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Показники пожежонебезпеки взяті з джерела.

Можливими джерелами запалювання при роботі на ПЕОМ можуть бути:

- іскри при замиканні і розмиканні ланцюгів;

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів і інших радіодеталей ПЕОМ.

Причинами можливого загорання і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки обладнання.

Пожежна безпека об'єктів народного господарства, відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, забезпечуються:

- системою запобігання пожежі;
- системою протипожежного захисту;
- організаційно-технічними заходами.

Згідно ГОСТ 12.1.004-91, для запобігання утворенню в займистою середовищі джерел запалювання передбачається:

- застосування обладнання, що задовольняє вимогам електростатичної безпеки;
- застосування в конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;
- виключення можливості появи іскрового заряду статичної електрики в займистою середовищі з енергією, що дорівнює і вище мінімальної енергії запалювання .

В якості організаційно-технічних заходів рекомендується проводити навчання робочого персоналу правилам пожежної безпеки.

Для успішного гасіння пожеж вирішальне значення має швидке виявлення пожежі та своєчасний виклик пожежних підрозділів до місця пожежі. Для зниження пожежної небезпеки в приміщенні використовуються первинні засоби гасіння пожеж, а також система автоматичної пожежної сигналізації, яка дозволяє виявити початкову стадію загорання, швидко і точно сповістити службу пожежної охорони про час і місце виникнення пожежі.

Для запобігання пожежі в обчислювальних центрах виконуються наступні вимоги:

- електроживлення ЕОМ має автоматичне блокування відключення електроенергії на випадок зупинки системи охолодження і кондиціонування;

- після закінчення роботи, перед закриттям приміщення, усі електроустановки та персональні комп'ютери відключаються від мережі електроживлення.

Для того щоб перервати реакцію горіння, порушують умови її виникнення і підтримки. Зазвичай для гасіння використовують порушення двох основних умов стійкого стану - зниження температури і режим руху газів.

Зниження температури може бути досягнуто шляхом введення речовин, які поглинають багато тепла в результаті випаровування і дисоціації (наприклад, вода, порошки).

У зв'язку з вищесказаним, для зниження пожежної небезпеки на обчислювальному центрі передбачається використовувати первинні засоби пожежогасіння, а також систему автоматичної пожежної сигналізації із застосуванням датчиків-сповіщувачів типу ІДФ-1М (в кількості 1 шт.), які розраховані для контролю площі до 100 м² при висоті стелі до 4 м. В якості первинних засобів пожежогасіння, відповідно до норм, пропонується використовувати:

- ручний вогнегасник ОУ-5;
- повітряно-пінний вогнегасник ОВП-5;
- азбестове полотно 2х2 м.

Для захисту органів дихання від задушливого впливу продуктів горіння використовуються 2 універсальних фільтруючих протигаза ФУ-31. Вони здійснюють захист від шкідливих газів і парів 4-ї групи при їх концентраціях вище 100 ГДК, а також від газоподібних речовин і аерозолів з концентрацією понад 100 ГДК.

У розділі «Охорона праці» виконаний аналіз потенційних небезпек при роботі із засобами обчислювальної техніки, розроблені заходи з техніки безпеки.

4.3. Розрахунок захисного заземлення технологічного електрообладнання

Розроблений ряд заходів щодо забезпечення охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях і екології.

Згідно ГОСТ 12.1.030-81, для захисту людей від ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції, передбачаються наступні заходи:

- захисне заземлення;
- занулення;
- захисне відключення;
- огорожувальні пристрої;
- попереджувальна сигналізація;
- запобіжні пристосування і інше.

Згідно ГОСТ 12.2.003-74 проектом прийнято, щоб небезпечні ділянки обладнання мали захисне заземлення.

Розрахунок захисного заземлення технологічного електрообладнання ділянки збірки виконаємо відповідно до методики, зазначеної в додатку до методичних вказівок.

Опір заземлення знайдемо за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (4.1)$$

де ρ - питомий опір ґрунту; l - довжина заземлювача (для труб 2-3 м, для стрижнів до 10 м), м; d - діаметр заземлювача (для стрижнів 0,01 - 0,03 м, для труб 0,03 - 0,05 м); t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі (необхідно враховувати, що відстань від верхнього кінця заземлювача до поверхні землі має бути не менше 0,5 м).

Оскільки все обладнання знаходиться на бетонному ґрунті, то у відповідності з опором бетону (40-1000 Ом · м) маємо

$$R_3 = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \left(\ln \frac{2 \cdot 6}{0,02} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 6}{4 \cdot 0,5 - 6} \right) = 112,25 \text{ Ом.}$$

Опір лінії, що з'єднує заземлювачі:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t'}, \quad (4.2)$$

де L - довжина лінії, що з'єднує заземлювачі (при контурному заземленні вона приблизно дорівнює периметру виробничого цеху), м; b - ширина смуги (0,03 - при прокладанні всередині будівлі і 0,05 - при прокладанні поза будівлею), м; t - глибина заземлення від рівня землі не менш 0,5 м

$$R_{\Pi} = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \cdot \ln \frac{2 \cdot (30 + 30 + 30 + 30)^2}{0,03 \cdot 1} = 243 \text{ Ом.}$$

Необхідна кількість заземлювачів:

$$n = \frac{2 \cdot R_3}{4 \cdot \eta_3}, \quad (4.3)$$

де 4 - допустимий загальний опір; 2 - коефіцієнт сезонності; η_3 - коефіцієнт екранування заземлювача ($\eta_3 = 0,2 \div 0,9$).

$$n = \frac{2 \cdot 112,25}{4 \cdot 0,5} = 112$$

Щоб перевірити правильність розрахунку перевіримо нерівність:

$$R_{3\Pi} = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_{\Pi} \cdot n \cdot \eta_3 + R_3 \cdot \eta_{\Pi}} \leq 4 \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де R_3 - опір заземлювача (стержня, труби і т.д.), Ом; $R_{\text{л}}$ - опір лінії, що з'єднує заземлювачі, Ом; n - кількість заземлювачів; η_3 і $\eta_{\text{л}}$ - коефіцієнт екранування заземлювача і лінії, що з'єднує заземлювачі ($\eta_3 = 0,2 \div 0,9$; $\eta_{\text{л}} = 0,1 \div 0,7$); R_3 - загальний опір заземлюючого пристрою

$$R_{\text{зп}} = \frac{112,25 \cdot 243}{243 \cdot 112 \cdot 0,5 + 112,25 \cdot 0,5} = 2 \text{ Ом}$$

Отримане значення опору заземлювального пристрою $R_{\text{зп}} = 2 \text{ Ом}$, що менше гранично допустимого значення $R_{\text{зпдоп}} = 4 \text{ Ом}$. Таким чином, розрахована система заземлення відповідає вимогам ПУЕ (правила улаштування електроустановок).

Для запобігання травматизму при роботі на токарних, фрезерних, свердлильних та інших металорізальних верстатах необхідно, щоб всі шківки, ремені, шестерні і вали мали жорсткі огорожі, верстати були оснащені екранами, які захищають робітників від стружки і осколків, випадково поламааного інструменту.

Роботу з витравлювачем (при травленні ДП) слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні і гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Робоче місце для паяння слід обладнати місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - $0,01 \text{ мг/м}^3$.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук повинні бути використані пінцети для підтримки висновків, які паяються. Для зниження виробничого шуму редуктори поміщають в звукоізолюючі кожухи, зубчасті колеса поміщають в масляні ванни, застосовують акустичні екрани, що відокремлюють одне робоче місце від іншого, забезпечують засобами

індивідуального захисту - навушниками.

При виготовленні друкованих плат для запобігання травм і профзахворювань робота з шкідливими речовинами проводиться з використанням фільтруючих засобів індивідуального захисту органів дихання, до яких відносяться універсальні респіратори і протигази. Для захисту рук в якості засобів індивідуального захисту застосовуються рукавички з різних матеріалів, а також захисні мазі, пасти і т.д. Для захисту очей застосовуються окуляри.

У виробничому приміщенні на організм і його працездатність впливають мікрокліматичні фактори. Мікроклімат виробничих приміщень визначається поєднанням температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишнього середовища.

Згідно до ГОСТ 12.1.005-88 категорія робіт при виготовленні блоку відносяться до першої категорії - фізична робота легкої ваги. До цієї категорії відносяться роботи, вироблені сидячи і не потребують фізичної напруги або пов'язані з ходьбою і супроводжуються деяким фізичним напруженням. Згідно з цим критерієм на виробничих ділянках необхідно підтримувати мікроклімат з параметрами, зазначеними в таблиці 4.1.

Освітлення на робочому місці має бути таким, щоб працюючий міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стромлюваність органів зору залежить від ряду причин: недостатність освітленості, надмірна освітленість, неправильний напрямок світла.

Вентиляція є найбільш ефективним засобом для зниження концентрації шкідливих речовин (газів, парів, пилу), а також зниження тепла і вологи, що виділяються при виконанні технологічного процесу і від обладнання.

Основне призначення вентиляції - здійснення повітрообміну, яке забезпечує видалення з робочого приміщення забрудненого повітря і подачу чистого повітря.

Таблиця 4.1 - Оптимальні норма температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний і перехідний	Легка	23-25	40-60	0,1
Теплий		22-24	40-60	0,1

У виробничому приміщенні, повітрообмін реалізується за допомогою природної і штучної (механічної) вентиляції і кондиціонера. Цей метод забезпечує приплив необхідної кількості свіжого повітря, який визначається згідно з БНіП.

Штучна вентиляція може бути припливною, витяжною, приточно-витяжною, а за місцем дії - загальною і місцевою. Оскільки наш цех не має вікон, тобто немає природного провітрювання, тому потрібно приділити увагу штучної вентиляції.

Вентиляційні системи та їх продуктивність вибирають і проектують на основі розрахунку необхідної повітрообміну.

Згідно БН 245-71 і СНиП 2.04.05-91, кількість повітря, яке забезпечує необхідні параметри повітряного середовища у виробничому приміщенні, визначають розрахунком, виходячи з обсягу газо-паро-виділення, виділень пилу, надлишкового тепла і вологи (їх прийнято називати збірним терміном «шкідливості»). За остаточне потрібну кількість повітря приймають більше, отримане з розрахунків для кожного виду шкідливості.

Обсяг V (м³/ч) свіжого повітря, що подається в приміщення, який необхідний для розведення шкідливих речовин (в нашому випадку свинцю), що виділяються в робочому приміщенні, до гранично допустимих концентрацій, визначається з наступного співвідношення:

$$V = \frac{1000 \cdot G}{C_{ГДК} - C_{ПР}} \quad (4.5)$$

де G - маса шкідливих речовин, які виділяються в робочому приміщенні в одиницю часу г/ч; $C_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація шкідливих речовин, мг/м³; $C_{ПР}$ - вміст шкідливих речовин в водуха, мг/м³.

Згідно БН 245-71, величина $C_{ПР}$ не повинна перевищувати 30% ГДК.

Найбільшу складність представляє визначення величини G . Для цієї мети на основі натурних спостережень визначено середні питомі газо-паро-виділення для різних видів устаткування, пристроїв ущільнювачів, арматури та інших джерел виділень при різних експлуатаційних умовах.

Гранично допустимі виділення шкідливих речовин G не повинні перевищувати:

$$G \leq (16 \div 20) \cdot V_{п} \cdot [C_{ГДК} - C_{ПР}], \quad (4.6)$$

де $V_{п}$ – обсяг приміщення, м³.

$$G \leq 20 \cdot 30 \cdot 20 \cdot 6[0,01 - 0,3 \cdot 0,01] = 504 \text{ г/ч.}$$

$$V = \frac{1000 \cdot 504}{0,01 - 0,3 \cdot 0,01} = 72000000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Обсяг V (м³/ч) свіжого повітря, що подається в приміщення, необхідного для видалення надлишкового тепла розраховують за формулою:

$$V = \frac{Q_{изб}}{c\rho(t_y - t_n)} \quad (4.7)$$

де $Q_{изб}$ – надлишки тепла в приміщенні, приймається 90 Вт; c – масова питома теплоємність, рівна 1 кДж/кг · К; ρ – щільність повітря, яка надходить в

приміщення, приймається $1,2 \text{ кг/м}^3$; t_y та t_n – температура повітря, яка віддається і подається (перепад температур), становить $11 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$V = \frac{90}{1 \cdot 1,2 \cdot 11} = 6,82 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Обсяг повітря $V_{\text{вид}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) при розрахунку місцевої витяжної вентиляції приймається в залежності від характеру шкідливих виділень, а також від швидкості і напрямку їх руху:

$$V_{\text{вид}} = F \cdot v \cdot 3600, \quad (4.8)$$

де F – площа відкритого перерізу витяжного пристрою, м^2 ;

v – швидкість руху всмоктуваного повітря в цьому отворі (приймається від $0,5$ до $1,5 \text{ м/с}$ в залежності від токсичності і летючості газів і парів).

$$V_{\text{вид}} = 0,14 \cdot 1,5 \cdot 3600 = 756 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратність повітрообміну K показує скільки разів протягом години повітря в приміщенні повинно бути замінено повністю:

$$K = \frac{V}{V_{\text{п}}}, \quad (4.9)$$

де K – кратність повітрообміну, ч^{-1} ; V – обсяг повітря для вентиляції приміщення $\text{м}^3/\text{ч}$; $V_{\text{п}}$ – обсяг приміщення, м^3 .

Зазначимо, що в цеху працюють 70 працівників.

$$V_{\text{п}} = 30 \cdot 20 \cdot 6 = 3600 \text{ м}^3; V = 60 \cdot 70 = 4200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K = \frac{4200}{3600} = 1,16 \text{ ч}^{-1}.$$

Основними заходами захисту від електромагнітних випромінювань проектом передбачається екранування джерел випромінювання, екранування робочих місць. Екранування використовується для зниження інтенсивності електромагнітних випромінювань на робочому місці або огороження небезпечних зон випромінювання.

Для захисту органів дихання від шкідливих газових парів (крім токсичних) в концентраціях, що не перевищують ГДК більш ніж в 15 разів, рекомендується протигазовий респіратор РУ - 60М.

Для захисту рук від механічних пошкоджень і впливу слабких розчинів кислот і лугів застосовують рукавиці з вовняних, бавовняних тканин з підсилювальними і захисними накладками або без них.

4.4. Рекомендації по пожежній безпеці

Пожежі в приміщеннях, де встановлена обчислювальна техніка, становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані як із загрозою життю і здоров'ю людей, так і з відмовою засобів обчислювальної техніки, що в свою чергу тягне за собою порушення ходу робіт.

Пожежа може виникати при внесенні джерела запалювання в горючу середу. Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ПЕОМ, є:

- поліамід - матеріал корпусу мікросхеми, горюча речовина, температура займання 420 С°;

- полівінілхлорид - ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура самозаймання 335 С°, питома теплота згоряння 18000-20700 кДж / кг;

- стеклотекстолит ДЦ - матеріал друкованих плат, важко горючий матеріал, показник горючості 1,74, який не схильний до температурного

самозаймання;

- пластик кабельний №.489 - матеріал ізоляції кабелю, горючий матеріал, показник горючості більше 2,1;

- деревина - будівельний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, питома теплота згоряння 18731 - 20853 кДж / кг, температура займання 399 С °, схильна до самозаймання.

Для захисту від шкідливих випромінювань монітора передбачені наступні заходи:

- скорочення тривалості роботи в полі випромінювання (захист часом);
- екранування джерела випромінювання (захист екранами).

Пропонується встановити тривалість роботи на ПЕОМ не більше 3,5-4,5 години в зміну. Оператору ПЕОМ рекомендується знаходитися не менше ніж на 1,2. м від задніх або бічних поверхонь сусідніх терміналів, оскільки джерело високої напруги ПЕОМ - трансформатор - поміщається в задній або бічній частині терміналу і рівень шкідливих випромінювань з боку задньої панелі дисплея вище. Хоча екрани в повному обсязі поглинають магнітне поле, вони все ж частково екранують його, а також усувають статичні поля. Екрани виконуються зі спеціального скла з додаванням свинцю. Також для захисту людини від електромагнітних випромінювань передбачається використовувати монітори типу «Low Radiation»

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даному проекті розглянуті класифікація і види систем управління і контролю. Було досліджено, що за основними ознаками системи управління і контролю діляться на провідні, бездротові, централізовані, децентралізовані, з відкритим протоколом, з закритим протоколом. Різняться між собою: функціональністю, вартістю, надійністю, способом установки.

Розглянуто три різні системи «розумного будинку» (Broadlink TC2-3, Fibaro Climat Kit, Orvibo Smart Base). Проаналізувавши ці системи, було виявлено, що розглянуті системи «розумний будинок» мають загальну проблему, а саме, високу вартість. Для усунення цього недоліку пропонується спроектована система «розумного будинку», яка істотно знижує матеріальні витрати, не обмежуючи основний функціонал.

Пропонована система «розумний дім» має тип підключення - провідний, вузли зв'язуються єдиною провідною інформаційною шиною, по якій йдуть сигнали до виконавчих пристроїв. Тип системи - централізована, програмування йде від одного центрального логічного модуля. Система має наступний функціонал:

- управління освітленням;
- управління розетками мережі 220В;
- спостереження за зміною температури повітря;
- спостереження за зміною вологості повітря;
- можливість отримувати зображення з камери відеоспостереження;
- управління деякими функціями домашнього комп'ютера.

Зниження вартості спроектованої системи «розумний будинок» проводиться за рахунок наступних ознак:

- у пристрої міститься мінімальна кількість електронних елементів. Основними компонентами є: мікроконтролер, бездротовий модуль зв'язку, реле, датчики;

- основним обчислювальним пристроєм - є домашній комп'ютер або міні-комп'ютер (Raspberry Pi, Orange Pi);

- управління здійснюється) за допомогою месенджера «Telegram». Розглянуті системи «розумний будинок» мають власні сайти для віддаленого управління. Створення сайту вимагає великих матеріальних витрат: платні домени, платний сервер, додаткове апаратне забезпечення. Месенджер «Telegram» є безкоштовним додатком, що істотно заощаджує матеріальні витрати для системи.

Для запропонованої системи контролю і управління спроектовані структурна схема і електрична принципова. Зроблено оптимальний вибір елементів для схеми, враховуючи їхні переваги і недоліки. Написано програмне забезпечення для мікроконтролера Atmega328 і додаток «MyHome» для операційної системи Windows для зв'язку з месенджером «Telegram». Проведено моделювання системи на макетній платі і розглянуті основні функції системи. Отримані результати можуть бути використані в навчальному процесі для створення удосконаленої навчальної програми дисципліни «Мікропроцесорна техніка».

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Украинская компания Ajax Systems. («<https://ajax.systems/products/>»). Ул. Скляренко 5, Киев, Украина, 04073.
2. Китайская компания BroadLink International. («<https://www.ibroadlink.com/>»). Г. Ханчжоу, Китай.
3. Польская компания Fibaro. («<https://www.fibaro.com/en/smart-home-in-use/>»). Serdeczna 3 Street, 62-081 Wysogotowo, Польша.
4. Китайская компания Orvibo. («https://www.orvibo.com/en/product/productList_index.html»). Shenzhen, 518055, China.
5. Китайская компания Xiaomi. («<https://www.mi.com/global/>»). Хайдянь, Пекин, Китай.
6. «Умные дома». Обзор. («<http://www.besmart.su/article/kakie-byvayut-umnye-doma>»). Статья генерального директора ООО "БИ СМАРТ" Павел Николаев.
7. Даташит резистора МЛТ – 0,125Вт (<http://www.malibor.by/sitedocs/01314.pdf>).
8. Даташит микроконтроллера Atmega 328 (https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf).
9. Даташит модуля Bluetooth 4.0 BLE (http://wiki.amperka.ru/_media/продукты:тройка-ble:hm-10_datasheet.pdf).
10. Даташит модуля DHT22 (<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>).
11. Даташит реле SRD-05VDC-SL-C (<https://www.radiolocman.com/datasheet/pdf.html?di=135545>).
12. Даташит реле G3MB-202P (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/333500/OMRON/G3MB-202P.html>).

13. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. СОЛОН-ПРЕСС, 2003. – 286 с.
14. Texas Instruments. CC2540, Bluetooth Low Energy. Software Developer's Guide v.1.0.
15. Сигма дельта АЦП. В.Ю. Теплов, А.В. Хуснутдинова, Р.Р. Латыпов, И.В. Скворцов, Д.В. Коротышкин.- Казань: Казан. ун-т, 2015.- 44 с.
16. Электромагнитные реле. В.Б. Давыдюк. Москва, 2008. – 27 с.
17. Абрамов Николай «Основные параметры и особенности применения твердотельных реле ЗАО «Протон-Импульс» // Компоненты и технологии. 2005. № 6. – 24 с.
18. Документация платы Arduino Nano (<https://www.tme.eu/Document/bd06b8d7a409c9de1c08c17cfb3e9466/DistributorsBrochure.pdf>).
19. Документация модуля питания 5В/3,3В (https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/5m47Rpa8_MB102-PS.pdf).
20. Документация 2-х канального реле-модуля SRD-05VDC-SL-C (<https://robotchip.ru/obzor-modulya-rele-2-x-kanalny/>).
21. Документация по API Telegram (<https://core.telegram.org/>).