МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра програмної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ІТ-СИСТЕМИ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1213-іпз-1-дн
спеціальності 121 інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва спеціальності)
освітньої програми інженерія програмного забезпечення
(назва освітньої програми)
С.В. Магарян
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри програмної інженерії, доцент, к.т.н. Мухін В.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент кафедри комп’ютерних наук, доцент, к.т.н. Матвіїшина Н.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра програмної інженерії

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва)

Освітня програма Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри програмної інженерії, к.ф.-м.н., доцент

_____ Лісняк А.О.
(підпис)

“ ____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Магаряну Станіславу Володимировичу
(прізвище, ім’я та по-батькові)

1. Тема роботи Технологія Інтернету речей ІТ-системи «Розумний будинок»

керівник роботи Мухін Віталій Вікторович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім’я та по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » березня 2024 року № 385-с

2. Строк подання студентом роботи 03.02.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Постановка задачі.
2. Основні теоретичні відомості.
3. Реалізація системи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
презентація за темою доповіді

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 05.03.2024 р.

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану виконання кваліфікаційної	15.03.2024	
	роботи магістра.		
2.	Збір вихідних даних та аналіз предметної	03.05.2024	
	області.		
3.	Обробка методичних та теоретичних	21.06.2024	
	джерел.		
4.	Специфікація вимог до системи. Робота над	30.08.2024	
	першим розділом.		
5.	Моделювання та проєктування системи.	29.10.2024	
	Робота над другим розділом.		
6.	Реалізація та тестування системи. Робота над	27.12.2024	
	третім розділом.		
7.	Оформлення та нормоконтроль	27.01.2025	
	кваліфікаційної роботи магістра.		
8.	Захист кваліфікаційної роботи.	19.02.2025	

Студент _____ С.В. Магарян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ В.В. Мухін
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ А.В. Столярова
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Технологія Інтернету речей ІТ-системи «Розумний будинок»: 54 с., 19 рис., 6 табл., 15 джерел, 1 додаток.

DFPLAYER MINI, ESP32, GSM СИГНАЛІЗАЦІЯ, NODEMCU ESP32, SIM800L.

Об’єкт дослідження – інтеграція IoT у системи безпеки.

Мета роботи: є аналіз можливостей IoT-технологій для розробки ефективної системи «Розумний будинок», яка забезпечує інтеграцію різних компонентів, підвищує рівень безпеки та комфорту. Особливу увагу приділено розробці охоронної підсистеми, здатної передавати сигнали тривоги через GSM-мережі.

Метод дослідження передбачає теоретичний аналіз літературних джерел і наявних технічних рішень, а також створення прототипу «Розумного будинку» із застосуванням сучасних апаратних компонентів, зокрема NodeMcu Esp32, DFPlayer Mini та GSM-модулів.

Актуальність впровадження систем безпеки в концепцію «Розумний будинок» пояснюється тим, що такі рішення допомагають зменшити залежність від людського фактору, знижуючи ризик помилок чи недбалості. Крім того, автоматизація процесів сприяє підвищенню ефективності та економії ресурсів.

Сучасні системи безпеки не лише захищають житлові приміщення чи офіси, а й забезпечують комфорт та технологічну досконаліть, які відповідають вимогам сучасного суспільства. Таким чином, їх інтеграція є невід’ємною складовою розвитку концепції «Розумний будинок».

SUMMARY

Master’s qualifying paper “Internet of Things Technology of the "Smart House" IT System”: 54 pages, 19 figures, 6 tables, 15 references, 1 supplement.

DFPLAYER MINI, ESP32, GSM ALARM, NODEMCU ESP32, SIM800L.

Object of research – integration of IoT into security systems.

Purpose: to analyze the capabilities of IoT technologies for the development of an effective Smart Home system that integrates various components, increases the level of security and comfort. Particular attention is paid to the development of a security subsystem capable of transmitting alarms via GSM networks.

The research method involves a theoretical analysis of literary sources and existing technical solutions, as well as the creation of a prototype of a “Smart Home” using modern hardware components, including NodeMcu Esp32, DFPlayer Mini and GSM modules.

The relevance of implementing security systems in the Smart Home concept is explained by the fact that such solutions help reduce dependence on the human factor, reducing the risk of errors or negligence. In addition, process automation helps to increase efficiency and save resources.

Modern security systems not only protect homes or offices, but also provide comfort and technological sophistication that meet the requirements of modern society. Thus, their integration is an integral part of the development of the Smart Home concept.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу ……..2
Реферат 4
Summary 5
Вступ..... 7
1 Огляд існуючих рішень 8
1.1 GSM сигналізація «Дім-6» 9
1.2 GSM сигналізація «Універсал»..... 11
1.3 GSM сигналізація «Охорона 1» 12
1.4 GSM сигналізація «Хорт ТМ» 13
1.5 Порівняння моделей GSM сигналізацій 15
2 Апаратні засоби управління GSM сигналізацією 18
2.1 Платформа NodeMCU ESP32S 18
2.2 SIM800L GSM/GPRS модуль..... 23
2.3 Інфрачервоний датчик руху HC-SR501 27
2.4 Детектор напруги з використанням оптопари 29
2.5 DFPlayer Mini..... 30
2.6 Датчик DHT11 вимірювання температури та вологості 32
2.7 Підключення NodeMCU Esp 32 до комп’ютера..... 32
3 Розробка системи GSM сигналізації 36
3.1 Основні функції системи..... 36
3.2 Алгоритм і логіка управління охороною..... 38
3.3 Основні етапи роботи 39
3.4 Голосове меню..... 40
Висновки 43
Перелік посилань..... 44
Додаток А Код GSM сигналізації..... 46

ВСТУП

Система безпеки є одним із основних елементів сучасної концепції «Розумний будинок», що відповідає за захист житлових приміщень, офісів чи інших об’єктів від несанкціонованого доступу та потенційно небезпечних ситуацій [1, 2]. Особливої популярності набули GSM-сигналізації, які дозволяють дистанційно контролювати стан охорони та оперативно реагувати на будь-які загрози [3]. Завдяки використанню мобільного зв’язку такі системи є універсальними, незалежно від наявності інтернет-з’єднання чи інших мережевих інфраструктур.

Актуальність розробки ефективної системи охорони обумовлена зростанням рівня злочинності та потребою у забезпеченні безпеки власності. Традиційні охоронні системи часто обмежуються лише локальною сигналізацією, тоді як GSM-системи дозволяють власникам миттєво отримувати сповіщення про небезпеку через дзвінки чи SMS. Це забезпечує можливість швидкого реагування, навіть якщо власник знаходиться далеко від об’єкта.

Крім того, сучасні GSM-сигналізації є більш доступними та простими у впровадженні, що робить їх актуальними для широкого кола користувачів. Вони можуть бути інтегровані з іншими елементами «Розумного будинку», такими як датчики руху, температури, вологості чи автоматизоване управління освітленням. Це розширює функціональність системи, дозволяючи створювати комплексні рішення для безпеки та комфорту.

Розробка та впровадження таких систем є важливим кроком у створенні інтелектуальних середовищ, здатних забезпечити ефективний захист людей та їх майна, що підтверджує актуальність теми даної роботи.

Отже, метою кваліфікаційної роботи є аналіз можливостей IoT-технологій для розробки ефективної системи «Розумний будинок», яка забезпечує інтеграцію різних компонентів, підвищує рівень безпеки та комфорту. Особливу увагу приділено розробці охоронної підсистеми, здатної передавати сигнали тривоги через GSM-мережі.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Одним із ключових компонентів системи «Розумний будинок» є **система безпеки**, яка забезпечує охорону об’єкта, контроль доступу та оперативне сповіщення власника у разі виникнення небезпеки. Завдяки інтеграції різних пристроїв і технологій, система безпеки працює автоматично, надаючи максимальний захист і зручність у використанні [4].

Система безпеки для розумного будинку з використанням GSM сигналізації поєднує можливості автоматизації будинку та мобільного зв’язку для забезпечення високого рівня безпеки [5]. Основними компонентами та принципами роботи такої системи є: центральний контролер та GSM модуль.

Центральний контролер – основний елемент системи, який відповідає за збір і обробку інформації від різних датчиків. Контролер може бути інтегрований з іншими системами розумного будинку, такими як управління освітленням, кліматом і побутовою технікою.

GSM модуль дозволяє системі передавати сигнал тривоги або інші повідомлення на мобільні телефони або інші пристрої через текстові повідомлення (SMS) або дзвінки. Якщо виявлено вторгнення, модуль відправляє сигнал на номер власника або охоронної служби.

В GSM сигналізації зазвичай використовуються наступні датчики безпеки:

– датчики руху – виявляють рух у приміщенні чи на території;
– датчики відкриття дверей/вікон – використовуються на дверях та вікнах і виявляють несанкціоноване відкриття;
– датчики диму та вогню – оповіщають про наявність диму або підвищену температуру;
– камери спостереження – камери з можливістю підключення до мережі можуть передавати зображення або відео на мобільний пристрій або сервер.

А також акустичні та візуальні сигнали:

– сирена – коли система виявляє загрозу, вона може активувати сирену або світлові сигнали, які попереджають про небезпеку;
– індикатори стану – можуть відображати, чи активована система і чи є збої в роботі датчиків.

Користувач може контролювати стан системи через спеціальний мобільний додаток або вебінтерфейс. Це дозволяє віддалено контролювати будинок, отримувати сповіщення про події та, за необхідності, активувати або вимикати систему безпеки.

Система безпеки може бути інтегрована з іншими компонентами розумного будинку такими як:

– автоматичне вимкнення системи опалення чи кондиціонування під час активації сигналізації;
– увімкнення освітлення або імітація присутності для відлякування злодіїв;
– контроль доступу через електронні замки або смарт-картки.

GSM сигналізація працює наступним чином:

– при спрацюванні датчика (наприклад, датчик руху) контролер отримує сигнал і активує GSM модуль;
– GSM модуль надсилає повідомлення (SMS) на телефон власника або охоронної служби;
– у разі необхідності система може включити сирену для відлякування порушника;
– власник може віддалено змінити налаштування системи безпеки.

Для розробки власної системи безпеки для розумного будинку розглянемо декілька варіантів готових GSM сигналізацій.

1.1 GSM сигналізація «Дім-6»

Провідний комплект GSM-сигналізації «Дім-6» рекомендований для використання у будинках, магазинах та складських приміщеннях [6].

Можливості GSM-сигналізації «Дім-6» є:

– контроль проникнення – використання 4 датчиків руху та датчик відкриття дверей;
– контроль займання – детектор диму;
– автономна робота до 7 діб без живлення 220 В завдяки акумулятору, який автоматично заряджається та має захист від глибокого розряду;
– постановка/зняття з охорони за допомогою брелків (2 у комплекті) або мобільного телефону власника;
– тривожне сповіщення – застосовується звукова сирена, SMS-повідомлення та дзвінок на телефон власника.

GSM-сигналізація «Дім-6» – це готове рішення для забезпечення охорони житлових будинків, магазинів і складів.

Комплект сигналізації складається з 4 датчиків руху, 1 датчика відкриття дверей, 2 брелків та контрольної панелі.

Сигналізація забезпечує виявлення несанкціонованого проникнення на об’єкт, який охороняється, та сповіщення власника через SMS або дзвінок. Окрім того, система оснащена детектором диму, який дозволяє миттево реагувати на займання.

Управління системою здійснюється за допомогою пульта (брелка) або мобільного телефону, який забезпечує зручність користування. Сигналізація також має вбудовану сирену, яка здатна відлякати зловмисників своїм гучним звуком.

Основними перевагами GSM-сигналізації «Дім-6» є:

– високий рівень захисту об’єкта;
– простота монтажу та використання;
– автономна робота до 7 діб;
– захист акумулятора від глибокого розряду;
– оперативне сповіщення власника;
– можливість встановлення без складного проєктування;
– вигідна вартість та стильний дизайн.

GSM-сигналізація «Дім-6» є універсальним рішенням для квартир, будинків та офісів.

Різноманітні датчики (руху, диму, відкриття дверей, вібрації тощо) забезпечують ефективну охорону території. У разі загрози сирена привертає увагу, що може відлякати зловмисників. Характеристики GSM сигналізації «Дім-6» наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики GSM сигналізації «Дом-6»

Напруга живлення	220 (155….245 В)
Кількість входів (зон)	8 шт
Типи датчиків, що підключаються	контактні, логічні
Робочий температурний діапазон приладу	від -30^{0}С до +80 ^{0}С
Автоматичне вимкнення GSM-модуля (850/900/1800/1900 МГц)	нижче -40^{0}С, вище +85^{0}С
Габаритні розміри пристрою	225х175х80 мм

1.2 GSM сигналізація «Універсал»

GSM сигналізація «Універсал» – це повністю готове рішення для організації охоронної системи на об’єкті [7]. Її розробила компанія “Smart system”, яка спеціалізується на впровадженні інноваційних продуктів та рішень у сфері безпеки для об’єктів різного призначення.

GSM сигналізація «Універсал» – це надійне та доступне рішення, розроблене для стабільної роботи в умовах знижених температур і підвищеної вологості, що часто характерно для осінньо-зимового періоду. Пристрій чудово підходить для охорони гаражів, вуличних МАФів та дачних будинків, де власники проживають нерегулярно.

Головною перевагою цього комплекту є його здатність ефективно працювати за низьких температур, тоді як багато популярних охоронних систем

перестають стабільно функціонувати вже при -10 С. Характеристики GSM сигналізації «Універсал» наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики GSM сигналізації «Універсал»

Кількість провідних зон	2
Кількість номерів для оповіщення	8
Напруга живлення постійного струму від акумулятора,	12
Максимальний струм комутації сирени не більше, А	1
Затримка тривоги при вході, с	0-10
Затримка постановки під охорону під час виходу, с	0-30
Комплектація:	1. GSM централь. 2. Датчик руху Swan Quad-1шт. 3. Датчик відкриття. 4. Сирена. 5. АКБ 4Ач.

1.3 GSM сигналізація «Охорона 1»

Універсальний провідний комплект GSM-сигналізації призначений для невеликих стаціонарних об’єктів, таких як будинки, квартири, гаражі, склади тощо.

Система здійснює контроль стану охоронних датчиків і у разі виявлення вторгнення або пожежі надсилає SMS із описом проблеми та здійснює дзвінок для оповіщення про тривогу.

GSM-сигналізація «Охорона-1» включає охоронний блок (централь), акумулятор, охоронні датчики, сирену та кабелі для самостійного монтажу [8]. Характеристики сигналізації «Охорона-1» наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики GSM сигналізації «Охорона-1»

Напруга живлення	220 (155….245 В)
Кількість входів (зон)	4 шт (3шт)
Типи датчиків, що підключаються	контактні, логічні
Робочий температурний діапазон приладу	від -30^{0}С до +80 ^{0}С
Автоматичне вимкнення GSM-модуля (850/900/1800/1900 МГц)	нижче -40^{0}С, вище +85^{0}С
Габаритні розміри пристрою	225х175х80 мм

1.4 GSM сигналізація «Хорт ТМ»

Комплект провідної сигналізації «Хорт ТМ» розроблений для забезпечення надійного захисту вашого майна [9]. Ця система підходить для охорони різних об’єктів: квартир, будинків, офісів, складських приміщень, гаражів. Основним завданням комплекту є своєчасне виявлення проникнення в охоронну зону та оповіщення користувачів за допомогою GSM-зв’язку (SMS, дзвінки).

Основними функціями системи є:

– використання 4 провідних зон з можливістю індивідуального налаштування кожної (затримка, без затримки, коридор, 24-годинна зона);
– можливість підтримки до 8 номерів користувачів;
– постановка/зняття з охорони через SMS, дзвінок, ключ ТМ (Touch Memory), постановочну зону або імпульс;
– затримка на вхід/вихід, налаштування часу роботи сирени;
– SMS-сповіщення про постановку та зняття з охорони;
– 4 виходи (сирена, світлодіод, керований через SMS, скидання живлення датчиків);
– аудіо вхід/вихід;

– контроль напруги 220 В, рівня заряду акумулятора, температури зовнішнього датчика, а також залишку коштів на балансі SIM-карти;
– можливість підключення додаткової плати розширення (до 8 зон охорони та 4 керованих виходів).

Хорт ТМ має наступну комплектацію:

– охоронний пристрій з блоком живлення 12 В, у металевому корпусі з місцем для акумулятора на 7 А·год;
– датчик руху – сертифікований інфрачервоний датчик із захистом від спрацювання на домашніх тварин;
– датчик відкриття – магнітоконтактний для дверей і вікон;
– сирена – потужністю 112 дБ;
– врізний зчитувач ТМ – для постановки/зняття об’єкта з охорони;
– ключі ТМ – користувацькі ключі (в комплекті 3 шт.), з можливістю додавання до 16 ключів;
– зовнішній світлодіод – для індикації стану об’єкта;
– акумулятор 7 А·год – для резервного живлення, забезпечує безперервну роботу до 3 діб;
– кабель 4х0,22 мм² – для монтажу охоронного обладнання (20 м).

Комплект Хорт ТМ забезпечує зручне керування охоронною системою. Ви можете використовувати для управління мобільний телефон або ключі Touch Memory. Система проста у встановленні та налаштуванні завдяки детальній інструкції, яка допоможе легко освоїти всі можливості комплекту та встановити сигналізацію самостійно.

Особливо варто відзначити зручність швидкого налаштування за допомогою мобільного телефону. При необхідності можна збільшити кількість охоронних зон, підключивши додаткову плату розширення.

Ця система ідеально підходить для тих, хто шукає просту, надійну та багатофункціональну охоронну сигналізацію.

Характеристики сигналізації наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристики GSM сигналізації

Кількість охоронних зон	4 (до 12 під час використання модуля розширення)
Кількість постановочних зон	1
Кількість керованих виходів	1 (до 5 під час використання модуля розширення)
Вхідна напруга	170…230 В
Робоча напруга	12 ... 15 В
Споживаний струм у режимі охорони	до 150 мА
Максимальний струм виходів	500 мА
Потужність	2,5 Вт
Орієнтовний час заряду акумулятора 7 А/год	36 годин
Температурний діапазон	від -20^{0}С до +55 ^{0}С
Сирена	112 dB
Габаритні розміри пристрою	245x225x80 мм

1.5 Порівняння моделей GSM сигналізацій

Для порівняння різних моделей GSM сигналізацій, давайте розглянемо деталі кожної з них, зокрема «Дім-6», «Універсал», «Охорона 1» та «Хорт ТМ». Порівняємо їх за основними параметрами: кількість зон, типи датчиків, можливості оповіщення, робочі характеристики та інші функціональні особливості.

GSM сигналізація «Дім-6» має основні характеристики – використання 8 зон (максимум, за підключенням датчиків). Використовуються контактні, логічні датчики (руху, відкриття дверей, диму). Живлення 220 В, акумулятор на 7 діб автономної роботи. Температурний діапазон роботи -30°С до +80°С.

Особливостями сигналізації є контроль проникнення через 4 датчики руху та датчик відкриття дверей. Застосовується датчик диму для виявлення пожежі. Постановка/зняття з охорони через брелки або мобільний телефон. Тривожне сповіщення через сирену, SMS і дзвінки. Автономна робота з акумулятором, який заряджається автоматично і захищений від глибокого розряду. Сигналізація проста в установці.

Перевагами GSM сигналізація «Дім-6» є високий рівень захисту, зручне керування через мобільний телефон. Сигналізація підходить для житлових будинків та комерційних об’єктів. А також простота в монтажі та налаштуванні.

Недоліками сигналізації є обмежена кількість зон для підключення датчиків та можливості налаштування менш гнучкі для великих об’єктів.

Основні характеристики GSM сигналізація «Універсал» є використання 2 зон (провідні), 8 номерів для оповіщення, живлення 12 В від акумулятора. Підходить для роботи при низьких температурах, до -10°С.

Особливостями сигналізації є використання в умовах знижених температур і підвищеної вологості (особливо для дач, гаражів, МАФів). В комплекті датчик руху Swan Quad, датчик відкриття дверей, сирена. Постановка та зняття з охорони з використанням брелка або мобільного телефону а також можливість підключення додаткових датчиків і аксесуарів.

Перевагами сигналізації «Універсал» є використання для регіонів з холодними кліматичними умовами та легке налаштування, економічна.

Недоліки – це обмежена кількість зон і можливостей розширення. Дана сигналізація не підходить для великих приміщень без додаткових датчиків.

Основні характеристики GSM сигналізація «Охорона 1» – це використання 4 зон: (максимум). Датчикі контактні та логічні. Має живлення 220 В. Застосовується при температурі -30°С до +80°С.

Особливостями є контроль за допомогою GSM зв’язку (SMS і дзвінки).

Оповіщення про тривогу, проникнення або пожежу. Постановка/зняття з охорони виконується через мобільний телефон або брелки. Має простоту монтажу і налаштування.

Переваги сигналізації – це бюджетне рішення для малих і середніх об’єктів, а також легка інтеграція в домашні та комерційні системи безпеки.

Недоліками являється обмежена кількість підключених зон, можливо, не вистачить можливостей для великих або складних об’єктів.

Основні характеристики GSM сигналізація «Хорт ТМ» є застосування 4 зон (з можливістю розширення до 12 при використанні модуля розширення). Сигналізація має 1 керований вихід (з можливістю розширення). Живлення 220 В (12-15 В для роботи системи). Температурний діапазон роботи -20°С до +55°С.

Особливостями є підтримка 8 номерів для оповіщення, постановка/зняття з охорони через SMS, дзвінки, ключі ТМ або імпульс. Має можливість підключення додаткових модулів для розширення (зони та виходи). Ведеться контроль напруги, рівня заряду акумулятора, температури датчика.

Перевагами виступає гнучкість в налаштуванні та можливість розширення до 12 зон. Підтримка великої кількості користувачів. Простота налаштування через мобільний телефон та можливість підключення додаткових датчиків.

Недоліками є вища ціна порівняно з іншими моделями. Потрібні додаткові модулі для повного розширення.

Таким чином можна зробити наступні висновки:

– «Дім-6» – підходить для невеликих об’єктів, просте рішення з хорошим рівнем безпеки та автономністю;
– «Універсал» – ідеальна для використання в умовах холодного клімату, але має обмежену кількість зон;
– «Охорона 1» – хороше бюджетне рішення для малих об’єктів із простотою налаштування та використання;
– «Хорт ТМ» – найгнучкіша система, здатна розширюватися і забезпечує потужну опцію для великих об’єктів, але має вищу ціну.

Готові рішення є простими та зручними для користувача, але можуть бути дорожчими та менш гнучкими в налаштуваннях.

Розробка власної системи дає більше контролю і може бути дешевшою, але потребує більше часу та знань. Це є вибір для тих, хто хоче отримати індивідуальне рішення з інтеграцією в систему розумного будинку.

2 АПАРАТНІ ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ GSM СИГНАЛІЗАЦІЄЮ

2.1 Платформа NodeMCU ESP32S

NodeMCU ESP32S – це популярний модуль на базі чіпа ESP32 від компанії Espressif, який підтримує Wi-Fi і Bluetooth. Модуль NodeMCU 32S використовується для розробки пристроїв Інтернету речей (IoT) та систем розумного дому. Завдяки своїй потужності та великій кількості функцій, ESP32S є одним з найпопулярніших варіантів для проєктів з підключенням до мережі (рис. 2.1) [10].

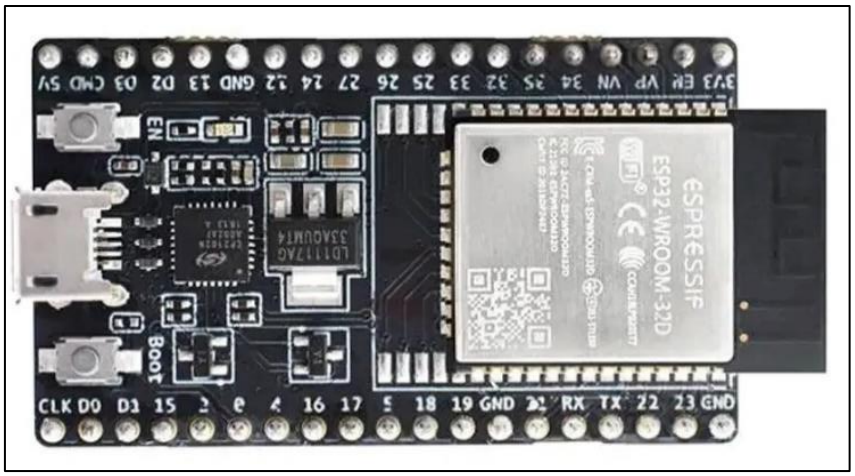


Рисунок 2.1 – Модуль NodeMCU 32S

Основні характеристики модулю є:

– мікроконтролер – ESP32-D0WDQ6 або ESP32-D0WD;
– тактова частота – до 240 МГц;
– флеш-пам’ять – зазвичай 4 МБ (SPI Flash), що забезпечує зберігання програм та даних;
– оперативна пам’ять (SRAM) – 520 КБ, що дозволяє виконувати складні програми;
– підтримка Wi-Fi – 802.11 b/g/n, 2.4 ГГц із вбудованою антеною;
– підтримка Bluetooth 4.2 та BLE (Bluetooth Low Energy);

- GPIO – 34 програмованих входи/виходи, зокрема підтримка ADC, DAC, PWM, I2C, SPI та UART;
- живлення 5 В через USB або від зовнішнього джерела через пін VIN;
- робоча напруга логіки – 3.3 В;
- USB-інтерфейс – для програмування і налагодження через інтерфейс micro-USB (зазвичай використовує чіп CP2102 або CH340G для зв’язку через USB);
- робоча температура роботи від -40 °C до +125 °C.

Особливостями модуля NodeMCU 32S є підтримка Wi-Fi і Bluetooth. NodeMCU 32S має вбудовані модулі Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяє підключатися до інтернету або локальних мереж для передачі даних, а також підтримувати підключення Bluetooth для зв’язку з іншими пристроями поблизу.

Модуль має різноманіття інтерфейсів вводу-виводу:

- аналогові входи – 16 каналів ADC (аналогово-цифрового перетворювача) з роздільною здатністю 12 біт для зчитування даних з аналогових датчиків;
- цифрові інтерфейси – підтримка UART, I2C, SPI, PWM та інших для зв’язку з датчиками, дисплеями, виконавчими механізмами;
- DAC (цифро-аналоговий перетворювач) – 2 канали DAC для генерації аналогових сигналів.

ESP32 має декілька режимів енергозбереження, що робить його ідеальним для проєктів на батарейному живленні, таких як сенсори або розумні пристрої.

Завдяки двоядерному процесору з тактовою частотою до 240 МГц, NodeMCU 32S може виконувати більш складні завдання, такі як обробка сигналів, аналіз даних та робота з великим обсягом інформації.

NodeMCU 32S можна використовувати як сервер або клієнт у локальній мережі, що дозволяє створювати вебінтерфейси для керування пристроями або відображення даних з датчиків.

NodeMCU ESP32S підтримує декілька середовищ для розробки:

- Arduino IDE – проста у використанні середовище для швидкої розробки проєктів, що підтримує більшість функцій ESP32;

- ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) – офіційна середовище від Espressif, яке дозволяє використовувати всі можливості ESP32 та дає повний контроль над програмуванням;
- PlatformIO – платформа для професійної розробки, що інтегрується у Visual Studio Code, з підтримкою Arduino і ESP-IDF;
- MicroPython – підтримка Python для швидкого прототипування та розробки IoT-додатків.

Завдяки поєднанню потужних функцій і підтримці Wi-Fi та Bluetooth, NodeMCU ESP32S підходить для багатьох застосувань таких як розумний дім (керування освітленням, опаленням, замками та іншими пристроями) та віддалений збір даних з датчиків і передача їх у хмару для аналізу.

Використання модуля дає можливість створення складних проєктів, де потрібна багатозадачність і висока продуктивність. Можна виконувати моніторинг параметрів навколишнього середовища (температури, вологості, якості повітря) та керування зовнішніми пристроями.

Модуль NodeMCU ESP32S має велику кількість пінів, які можна використовувати для різних завдань. Кожен пін має власне призначення та функціональні можливості. Ось основні піни та їхні функції (див. табл. 2.1):

а) живлення:
   - VIN – використовується для подачі зовнішнього живлення від 5 В (подаючи 5 В на цей пін, модуль живиться через вбудований стабілізатор),
   - 3V3 (3.3V) – вихідний пін з напругою 3.3 В (живлення для підключення зовнішніх модулів),
   - GND – заземлення;

б) ESP32 має до 34 GPIO-пінів, але не всі доступні або використовуються на платі NodeMCU ESP32S. Кожен пін може працювати як вхідний або вихідний;

в) деякі GPIO можуть виконувати додаткові функції, такі як ADC (аналогово-цифровий перетворювач), DAC (цифро-аналоговий перетворювач), SPI, I2C, PWM, UART і Touch.

Таблиця 2.1 – Основна розпіновка NodeMCU ESP32S (див. рис. 2.2)

Назва піна	**GPIO**	**Функція**
VIN	–	Живлення від зовнішнього джерела 5 В
3V3	–	Живлення 3.3 В для зовнішніх модулів
GND	–	Загальний пін заземлення
EN	–	Пін активації (Enable). При низькому сигналі (LOW) вимикає живлення чіпа ESP32
D0	GPIO16	Використовується як стандартний цифровий пін, не підтримує PWM
D1	GPIO5	Використовується для SPI (SCL на I2C)
D2	GPIO4	Загальний цифровий пін
D3	GPIO0	Flash, підтягується до землі під час прошивки
D4	GPIO2	Використовується для LED на платі, часто індикатор активності
D5	GPIO14	Використовується для SPI (SCK)
D6	GPIO12	Загальний цифровий пін, може використовуватися як інтерфейс SPI
D7	GPIO13	Може використовуватися як канал для SPI (MISO)
D8	GPIO15	Використовується для SPI (MOSI)
RX0	GPIO3	UART0 RX, основний порт прийому даних від Serial
TX0	GPIO1	UART0 TX, основний порт передачі даних через Serial
RX2	GPIO16	UART2 RX, додатковий порт прийому даних
TX2	GPIO17	UART2 TX, додатковий порт передачі даних

Продовження таблиці 2.1

Назва піна	GPIO	Функція
ADC0 – ADC9	GPIO32 – GPIO39	Аналогові входи, підтримують ADC для зчитування аналогових сигналів
DAC1, DAC2	GPIO25, GPIO26	Цифро-аналогові перетворювачі, можуть використовуватися для генерації сигналів

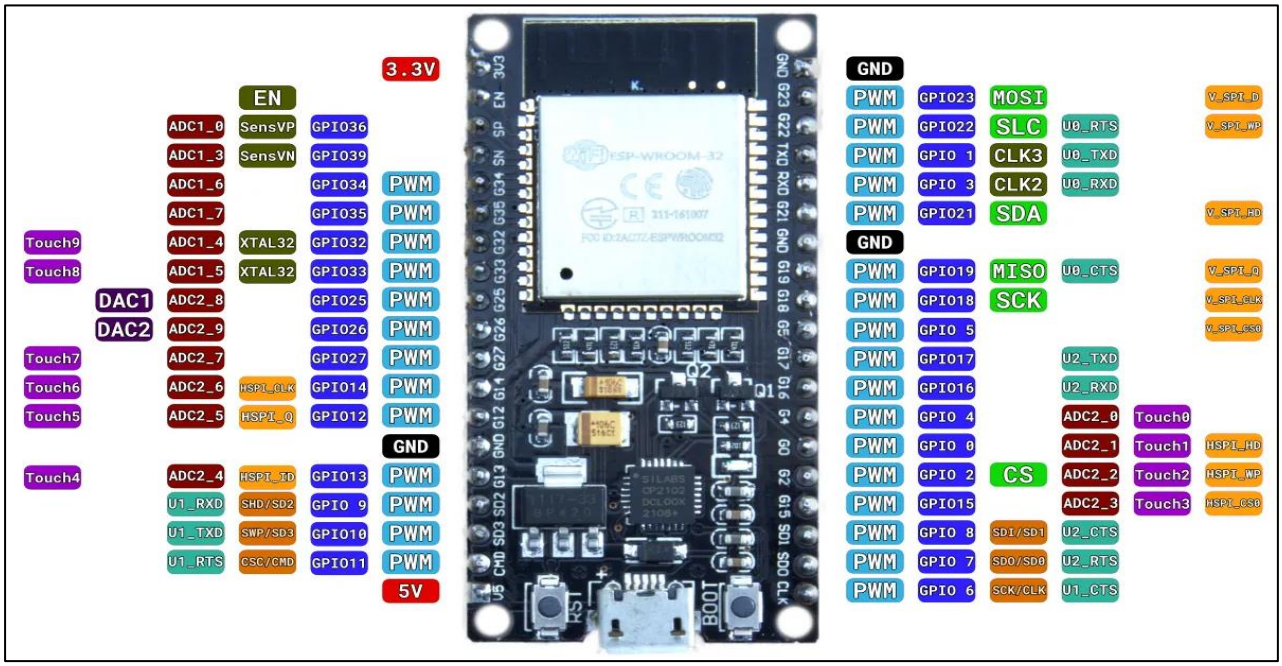


Рисунок 2.2 – Розпіновка NodeMCU ESP32S

Пояснення основних функцій пінів:

а) GPIO (General Purpose Input/Output) – загальне призначення пінів для підключення пристроїв, які можуть працювати як на вхід, так і на вихід;

б) UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) – асинхронний приймач/передавач. ESP32 підтримує до трьох UART-інтерфейсів (UART0, UART1, UART2), які використовуються для зв’язку з іншими пристроями, наприклад, для відлагодження або підключення модулів;

в) I2C (Inter-Integrated Circuit) – інтерфейс для зв’язку з периферійними пристроями, такими як сенсори. Стандартні піни для I2C:

- SDA (D21);
- SCL (D22);

г) SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний інтерфейс для швидкісного зв’язку з периферією. Основні піни для SPI:
- SCK (D18) – тактовий сигнал;
- MOSI (D23) – дані від майстра до слуги;
- MISO (D19) – дані від слуги до майстра;
- SS (D5) – вибір пристрою;

д) аналогово-цифровий перетворювач – ESP32 має 18 каналів ADC з роздільною здатністю 12 біт, що дозволяє зчитувати аналогові значення від 0 до 4095;

е) цифровий аналоговий перетворювач – ESP32 має два канали DAC (DAC1 – GPIO25 і DAC2 – GPIO26), що дозволяє генерувати аналогові вихідні сигнали;

ж) модуляція ширини імпульсу – підтримується на більшості пінів для керування яскравістю LED або швидкістю моторів;

з) Touch – пін може використовуватися як сенсорний вхід, який реагує на дотик (всього доступно до 10 сенсорних пінів на ESP32).

Таким чином, NodeMCU ESP32S – це потужний і гнучкий модуль для створення IoT-пристроїв з підтримкою Wi-Fi і Bluetooth. Він пропонує значну кількість GPIO, режими енергозбереження та підтримку різних інтерфейсів, що робить його універсальним для використання в широкому спектрі застосувань. Завдяки підтримці популярних середовищ розробки, таких як Arduino IDE та ESP-IDF, ESP32S легко програмується та швидко інтегрується у проєкти.

2.2 SIM800L GSM/GPRS модуль

SIM800L – це компактний і потужний GSM/GPRS модуль від компанії SIMCom, призначений для зв’язку пристроїв з мобільними мережами [11].

Завдяки своїм малим розмірам, низькому енергоспоживанню та підтримці основних функцій GSM, SIM800L є ідеальним рішенням для проєктів Інтернету речей (IoT), систем безпеки, віддаленого моніторингу та інших проєктів, які потребують передачі даних або голосового зв’язку через мобільну мережу (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – SIM800L GSM/GPRS модуль

Основною характеристикою SIM800L є підтримка GSM/GPRS 850/900/1800/1900 МГц, що дозволяє працювати практично в будь-якій країні світу:

– потрібне стабільне живлення 3.7–4.2 В (оптимально 4 В) – модуль споживає до 2 А в пікових навантаженнях, особливо під час передачі даних або здійснення дзвінка;
– підключення через UART (послідовний інтерфейс), що дозволяє взаємодіяти з мікроконтролерами, такими як Arduino або ESP32;
– працює зі стандартними SIM-картами для здійснення дзвінків, відправки SMS та передачі даних через мобільний інтернет (GPRS);
– розмір приблизно 25x23 мм, що робить його дуже компактним і зручним для вбудовування в невеликі пристрої.

Модуль підтримує здійснення та прийом телефонних дзвінків через команди AT. Це дозволяє організувати двосторонній зв’язок для голосових

викликів. SIM800L дозволяє відправляти та отримувати SMS-повідомлення. Це може бути корисно для повідомлень про стан пристрою, сигналізаційних систем або інших подібних функцій. Модуль підтримує передачу даних за протоколом GPRS. Це дає змогу підключатися до Інтернету і передавати дані на сервер, що особливо корисно для IoT-пристроїв. Всі функції SIM800L керуються за допомогою AT-команд, що дозволяє легко інтегрувати модуль з мікроконтролерами та налаштувати роботу під конкретні завдання.

Піни модуля SIM800 наведені в таблиці 2.2 (рис. 2.4).

Таблиця 2.2 – Піни модуля SIM800

Назва піна	**Призначення**
VCC	Живлення 3.7–4.2 В
GND	Загальний пін заземлення
TXD	Передача даних (TX) до мікроконтролера (RX)
RXD	Прийом даних (RX) від мікроконтролера (TX)
RST	Скидання модуля (LOW рівень перезапускає модуль)
NET	Індикатор мережі, який блимає при підключенні до мережі



Рисунок 2.4 – Піни модуля SIM800

SIM800L працює в стандартах GSM/GPRS 850/900/1800/1900 МГц, що дозволяє використовувати його в мережах більшості операторів по всьому світу. Це забезпечує сумісність модуля з глобальними стандартами мобільного зв’язку.

Для підключення SIM800L до мікроконтролера, наприклад, ESP32 або Arduino, слід використовувати UART-інтерфейс (послідовний порт). Зазвичай:

– TX SIM800L підключається до RX мікроконтролера;
– RX SIM800L підключається до TX мікроконтролера;
– VCC – до стабільного джерела живлення 4 В;
– GND з’єднується із загальним заземленням мікроконтролера.

Щоб перевірити роботу SIM800L, можна надіслати йому базові AT-команди для перевірки зв’язку. Наприклад:

– AT – перевірка підключення (якщо модуль працює коректно, він відповість OK);
– AT+CSQ – перевірка рівня сигналу (відповідь дає значення сигналу від 0 до 31 (значення 10 і вище вказує на прийнятний рівень сигналу);
– AT+CCID – отримання унікального номера SIM-карти;
– AT+CMGF=1 – увімкнення текстового режиму SMS;
– AT+CMGS="номер телефону" – надсилання SMS на вказаний номер (вводиться безпосередньо після команди).

SIM800L чутливий до якості живлення. Більшість проблем з цим модулем пов’язані з нестабільним живленням. Під час передачі даних або дзвінка модуль може споживати до 2 А, тому важливо забезпечити стабільне джерело живлення 4 В.

SIM800L може не працювати з деякими SIM-картами нового стандарту або якщо оператор не підтримує 2G мережу. Перш ніж використовувати SIM-карту, перевірте, чи підтримує ваш оператор стандарт GSM 2G.

Під час роботи модуль може нагріватися, особливо при передачі даних. Тому рекомендується використовувати його в добре провітрюваному середовищі або забезпечити додаткове охолодження.

Модуль SIM800L часто використовується в проєктах системи безпеки: для надсилання повідомлень або здійснення дзвінків у разі активації датчиків. Збирання даних з віддалених сенсорів і передача їх на сервер. Модуль може керувати пристроями через SMS або дзвінок, підтримує зв’язок з мережами для передачі даних на хмарні платформи.

Таким чином, SIM800L – це потужний GSM/GPRS модуль, який ідеально підходить для проєктів, що потребують мобільного зв’язку. Завдяки компактному розміру, простому керуванню через AT-команди і широкій підтримці мереж GSM, SIM800L є відмінним вибором для розробки пристроїв у сфері IoT і віддаленого моніторингу.

2.3 Інфрачервоний датчик руху HC-SR501

Інфрачервоний датчик руху HC-SR501 – це модуль, який використовується для виявлення руху [12]. Він заснований на принципі пасивного інфрачервоного (PIR) сенсора, який реагує на інфрачервоне випромінювання від теплих об’єктів, таких як люди чи тварини. HC-SR501 широко застосовується в системах безпеки, розумному домі, системах автоматизації освітлення та інших проєктах (рис. 2.5).

Основні характеристики датчика є

– напруга живлення – 4.5–20 В (найчастіше працює на 5 В);
– споживана потужність – менше 0.1 Вт;
– діапазон виявлення руху – від 3 до 7 метрів (налаштовується);
– кут виявлення – приблизно 120°;
– час затримки – від 3 секунд до 5 хвилин (налаштовується);
– робоча температура – від -15 °C до +70 °C;
– вихідний сигнал – цифровий, логічний рівень HIGH (3.3 В) при виявленні руху і LOW (0 В) без руху.

Датчик HC-SR501 складається з двох основних частин:

– PIR-сенсор – реагує на зміни інфрачервоного випромінювання в зоні його огляду (коли теплий об’єкт (наприклад, людина) входить у зону виявлення, інфрачервоне випромінювання змінюється, що викликає спрацьовування сенсора);
– обробляюча плата – містить електроніку для обробки сигналу, а також два потенціометри для регулювання чутливості та часу затримки сигналу.

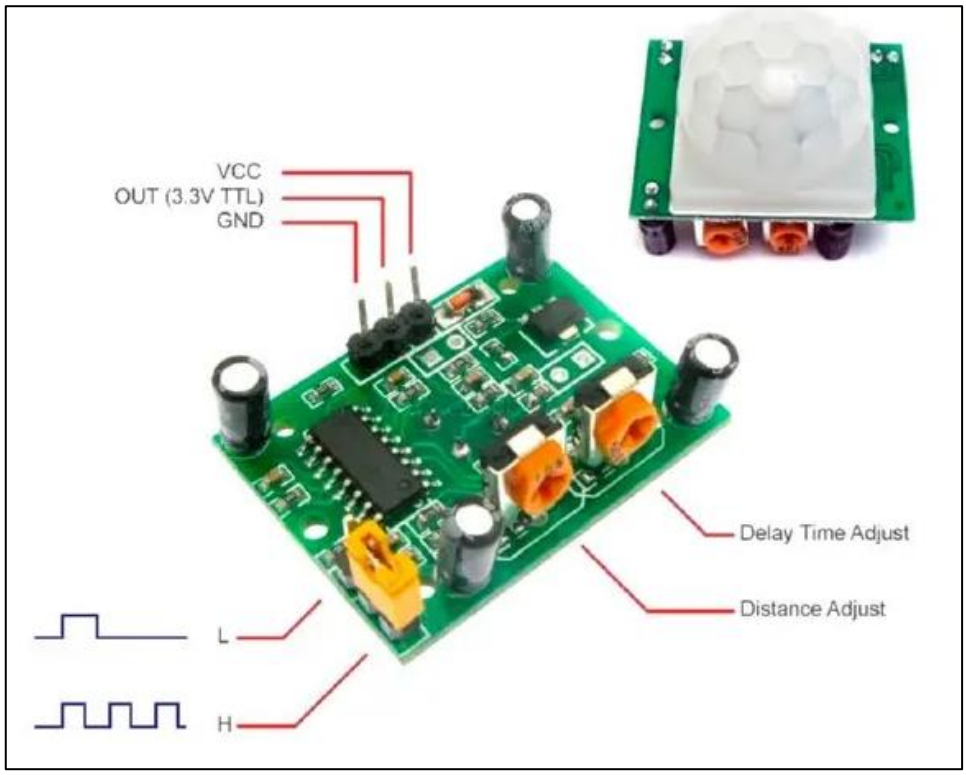


Рисунок 2.5 – Датчик руху HC-SR501

На модулі HC-SR501 є два потенціометри для налаштування:

– регулювання часу затримки (TIME): дозволяє задати час, протягом якого вихідний сигнал залишатиметься активним (HIGH) після виявлення руху (час можна встановити від 3 секунд до 5 хвилин);
– регулювання чутливості (SENS): встановлює максимальну дистанцію виявлення (зазвичай вона регулюється в діапазоні від 3 до 7 метрів).

Піни і їхнє призначення:

– VCC: пін живлення (4.5–20 В);
– GND: загальний (негативний) пін живлення;
– OUT: вихідний пін, який видає логічний HIGH (3.3 В) при виявленні руху та LOW (0 В) в стані спокою.

Принципом роботи є коли PIR-сенсор виявляє інфрачервоне випромінювання, яке змінюється в часі (наприклад, людина рухається перед датчиком), вихідний пін OUT встановлюється в HIGH. Після того, як рух припиняється або виходить з поля зору сенсора, OUT повертається до стану LOW через певний час затримки, встановлений потенціометром TIME.

Режими роботи (налаштовується за допомогою перемички):

а) режим повторного спрацьовування (H): якщо об’єкт продовжує рухатися в зоні виявлення, вихідний сигнал залишатиметься **HIGH** протягом усього часу присутності об’єкта;

б) одиночне спрацьовування (L): вихідний сигнал **HIGH** залишається активним тільки на встановлений час, навіть якщо об’єкт продовжує перебувати в зоні виявлення.

Підключення HC-SR501 до мікроконтролера (наприклад ESP32, рис. 2.5):

– VCC – пін 5 В на NodeMcu (або 3.3 В, якщо це підтримується вашим мікроконтролером);
– GND – GND на NodeMcu;
– OUT – будь-який цифровий вхідний пін на NodeMcu (наприклад, D2).

HC-SR501 є універсальним датчиком і підходить для багатьох проєктів, таких як системи безпеки (сповіщення про рух у приміщенні або на території), розумний дім (автоматизація освітлення та інших пристроїв при виявленні руху), енергозбереження (увімкнення пристроїв тільки при наявності людини, щоб зменшити споживання енергії).

Датчик HC-SR501 є одним з найбільш доступних і простих у використанні PIR-датчиків для виявлення руху, тому широко використовується в аматорських і професійних проєктах.

2.4 Детектор напруги з використанням оптопари

Для виявлення наявності напруги 220 В використовується детектор напруги. Одним із найефективніших рішень для цього є детектор напруги, оснащений оптопарою [13] (рис. 2.6). Він забезпечує можливість визначення рівня вихідного TTL-сигналу за допомогою мікроконтролера. Завдяки наявності оптогальванічної розв’язки модуль можна підключати безпосередньо до виводів мікроконтролера, що робить його зручним для використання в проєктах на основі мікроконтролерів.

Цей датчик також може бути інтегрований у різноманітні системи, наприклад, у розумні будинки, для перетворення параметрів змінної напруги та її подальшого аналізу. У разі наявності змінної напруги на вході модуля вихідний сигнал (OUT) буде відповідати логічному нулю.



Рисунок 2.6 – Детектор напруги 220В з оптопарою

Використання детектора напруги з оптопарою:

– в системах безпеки для контролю наявності або відсутності напруги у високовольтних пристроях;
– моніторинг електроживлення для перевірки стану живлення пристроїв на віддалених об’єктах, таких як розумні будинки чи промислові системи;
– керування низьковольтними пристроями у залежності від стану високовольтного кола.

Детектор напруги з оптопарою є надійним і простим інструментом для забезпечення ізоляції та безпечного виявлення напруги у високовольтних ланцюгах. Він ідеально підходить для багатьох задач автоматизації та безпеки.

2.5 DFPlayer Mini

DFPlayer Mini – це компактний аудіоплеєр, який дозволяє відтворювати аудіофайли безпосередньо з карти microSD або USB-накопичувача (рис. 2.7) [14]. Цей модуль широко використовується в проєктах автоматизації, інтерактивних системах, а також у розважальних пристроях. Його легко інтегрувати з мікроконтролерами, зокрема з ESP32.

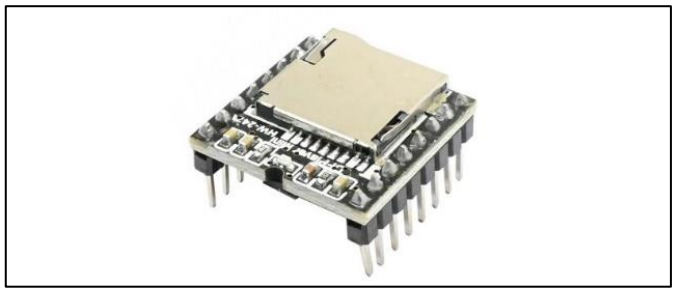


Рисунок 2.7 – DFPlayer Mini

DFPlayer Mini підтримує аудіофайли у форматах MP3, WAV та WMA.

Підключення через UART (послідовний інтерфейс) а також має можливість керування через GPIO пін-коди.

Працює від напруги 3.2–5.0 В. Може виводити звук через динаміки (3 Вт) або через аудіо-лінійний вихід.

DFPlayer Miniґ підтримує циклічне, послідовне, випадкове відтворення, має можливість налаштування гучності (0–30 рівнів) а також підтримка до 1000 аудіофайлів у кожній папці.

DFPlayer Mini підключається до ESP32 через послідовний інтерфейс UART.

Схема підключення:

– VCC → 5V (живлення ESP32);
– GND → GND (земля ESP32);
– RX → GPIO TX ESP32 (наприклад, GPIO 27);
– TX → GPIO RX ESP32 (наприклад, GPIO 26).

Для роботи рекомендується використовувати апаратний або програмний UART.

Для спрощення управління модулем через ESP32, використовується бібліотека DFRobotDFPlayerMini (доступна в Arduino IDE).

Файли на microSD мають називатися у форматі 001.mp3, 002.mp3, а папки – 01, 02 тощо. Підтримуються microSD картки до 32 ГБ, форматовані у FAT16/FAT32.

Можна керувати DFPlayer Mini безпосередньо, підключивши кнопки до його пінів IO_1 та IO_2.

2.6 Датчик DHT11 вимірювання температури та вологості

Датчик температури та вологості DHT11 для Arduino визначає, вимірює та регулярно повідомляє про відносну вологість повітря. Він здатний вимірювати як вологість, так і температуру повітря (рис. 2.8) [15]. Оскільки тепліше повітря може утримувати більше вологи, відносна вологість змінюється залежно від коливань температури.

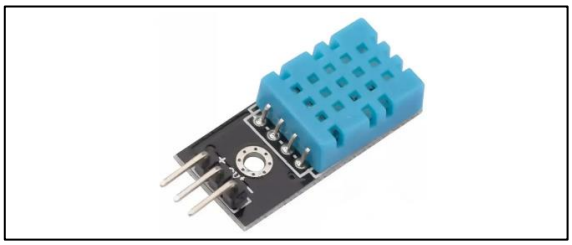


Рисунок 2.8 – Датчик DHT11 вимірювання температури та вологості

Модуль датчика температури та вологості DHT11 для мікроконтролерів Arduino має повний діапазон температурної компенсації від 0 до 50°C, низьке енергоспоживання, тривалу стабільність роботи та калібрований цифровий сигнал. У модулі використовується високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер із калібрувальними коефіцієнтами, що забезпечує точні показники температури та вологості. Датчик має однопровідний цифровий вихідний інтерфейс, який легко зчитується за допомогою плат Arduino чи інших мікроконтролерів.

2.7 Підключення NodeMCU Esp 32 до комп’ютера

Для початку роботи з NodeMcu Esp32 потрібно підключити плату до комп’ютера Першим кроком буде установка драйвера CP2102 і відкриття Arduino IDE. Перед завантаженням скетчу потрібно вибрати тип плати зі списку меню «Інструменти» > «Плата», а там за замовчуванням немає плат ESP32. Все налаштування зводиться до того, щоб у цьому списку меню з’явилися ці плати.

У середовищі «Arduino IDE» є «Менеджер плат» який допоможе швидко додати плати, що цікавлять, до списку. Для цього необхідно виконати деякі дії.

Відкрийте «Arduino IDE» та *виберіть* пункт меню «Файл» > «Налаштування» (рис. 2.9).

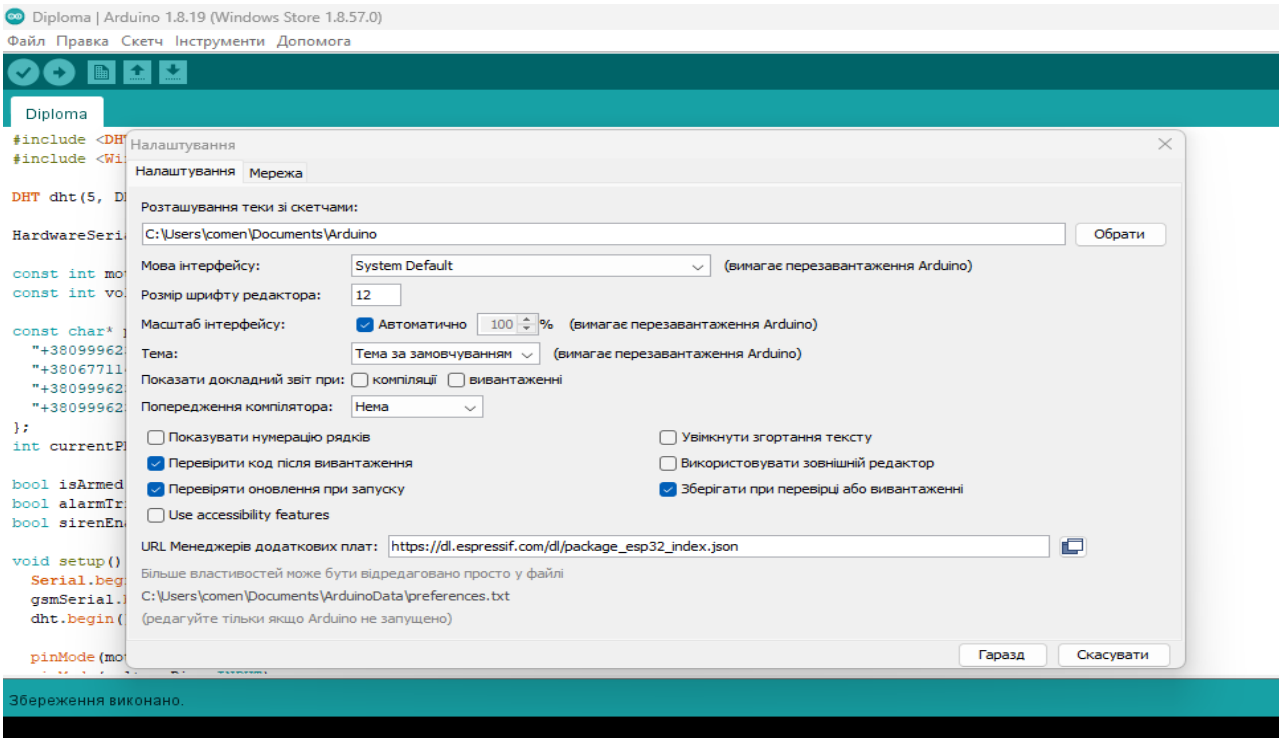


Рисунок 2.9 – «Налаштування»

У вікні *заповніть* поле «Додаткові посилання для Менеджера плат», ввівши в нього рядок: https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json і *натисніть* на кнопку «Ok».

Запустіть «Менеджер плат», вибравши пункт «Інструменти» > «Плата» > «Менеджер плат».

У вікні «Менеджер плат» *виберіть* пункт «esp32 by Espressif Systems» зі списку збірок і *натисніть* на кнопку «Установка» (за бажанням можна вибрати версію збірки, що встановлюється (рис. 2.10)). *Дочекайтеся* завершення встановлення.

Після успішного встановлення, у списку, навпроти її назви "esp32 by ESP32 Systems" з’явиться фраза "INSTALLED". *Закрийте* «Менеджер плат», натиснувши кнопку «Закрити».

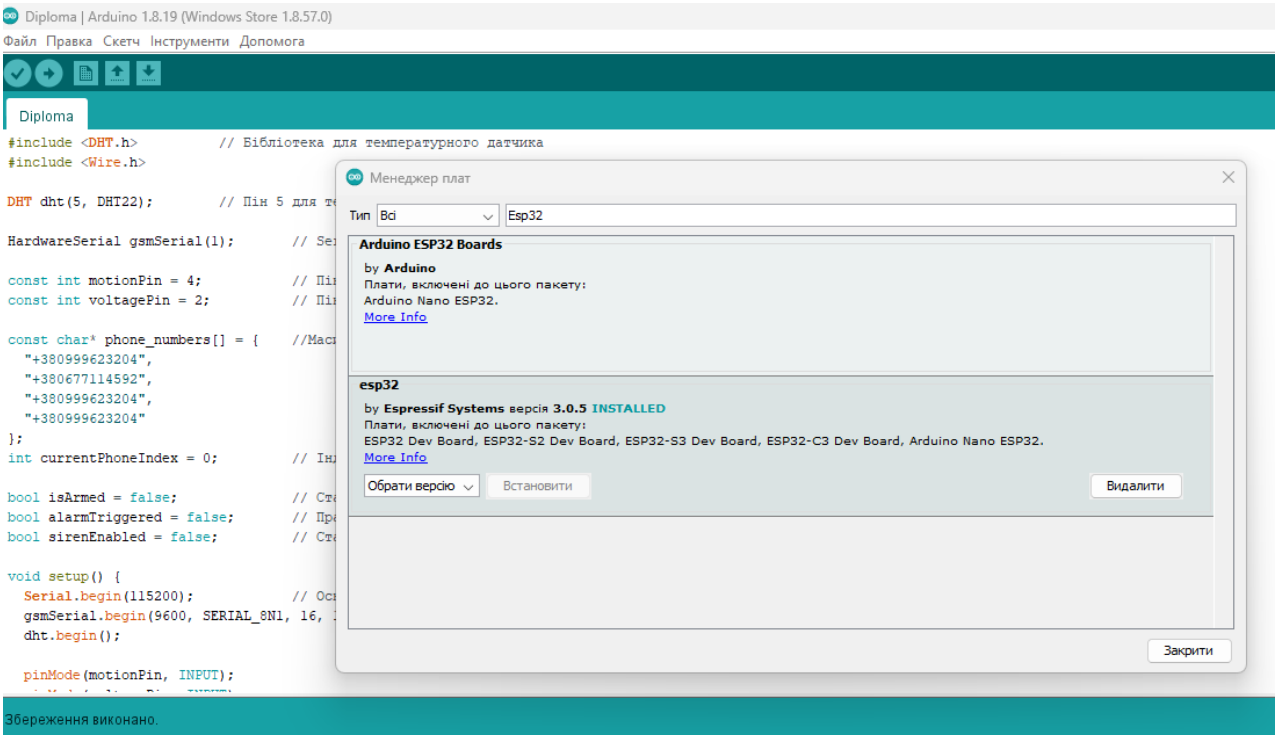


Рисунок 2.10 – Esp32 by Espressif Systems

Для роботи з платами ESP 32 потрібно в пункті меню "Інструменти" > "Плата" > "ESP32 Arduino" вибрати відповідну плату. У нашому випадку це буде NodeMcu-32S (рис. 2.11).

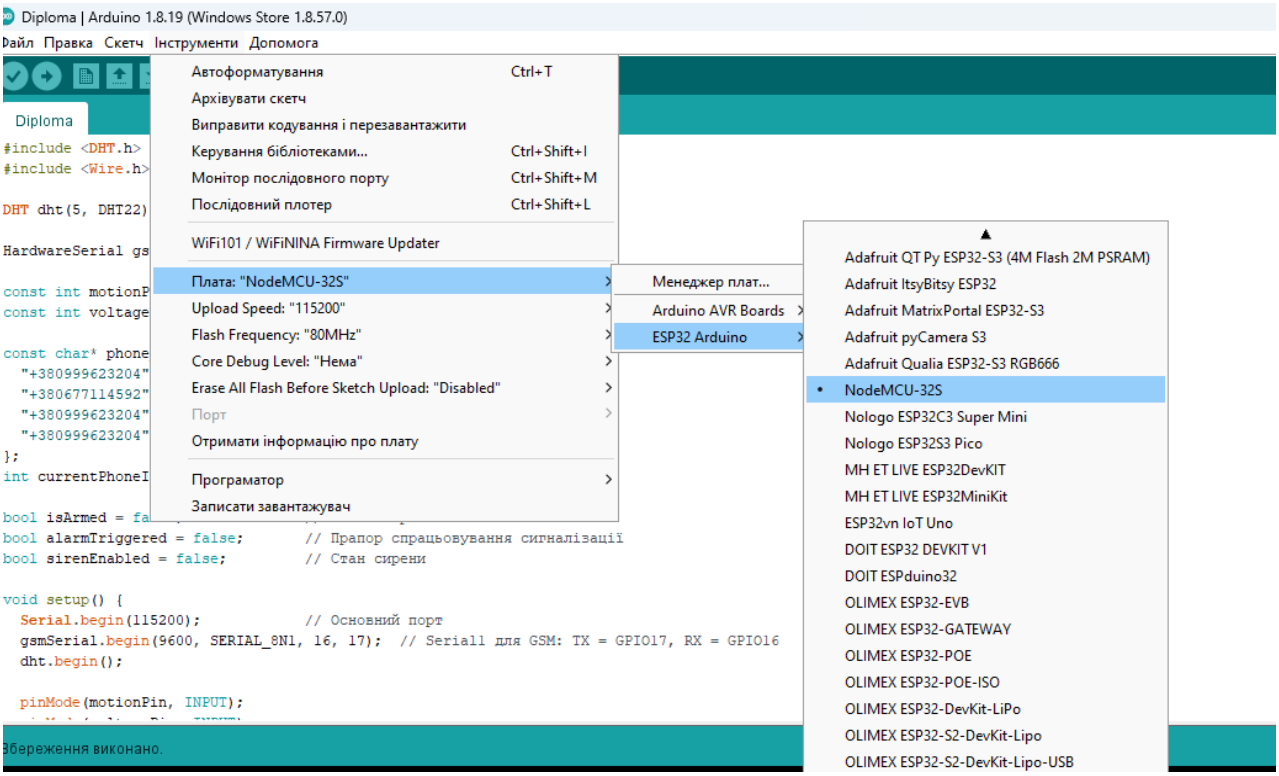


Рисунок 2.11 – NodeMCU -32S

Необхідно в тому ж розділі зайти в розділ «порт» і вибрати той, в який підключена плата (рис. 2.12).

Далі встановимо в розділі інструменти: Upload speed (115200 bouad) (рис. 2.13).

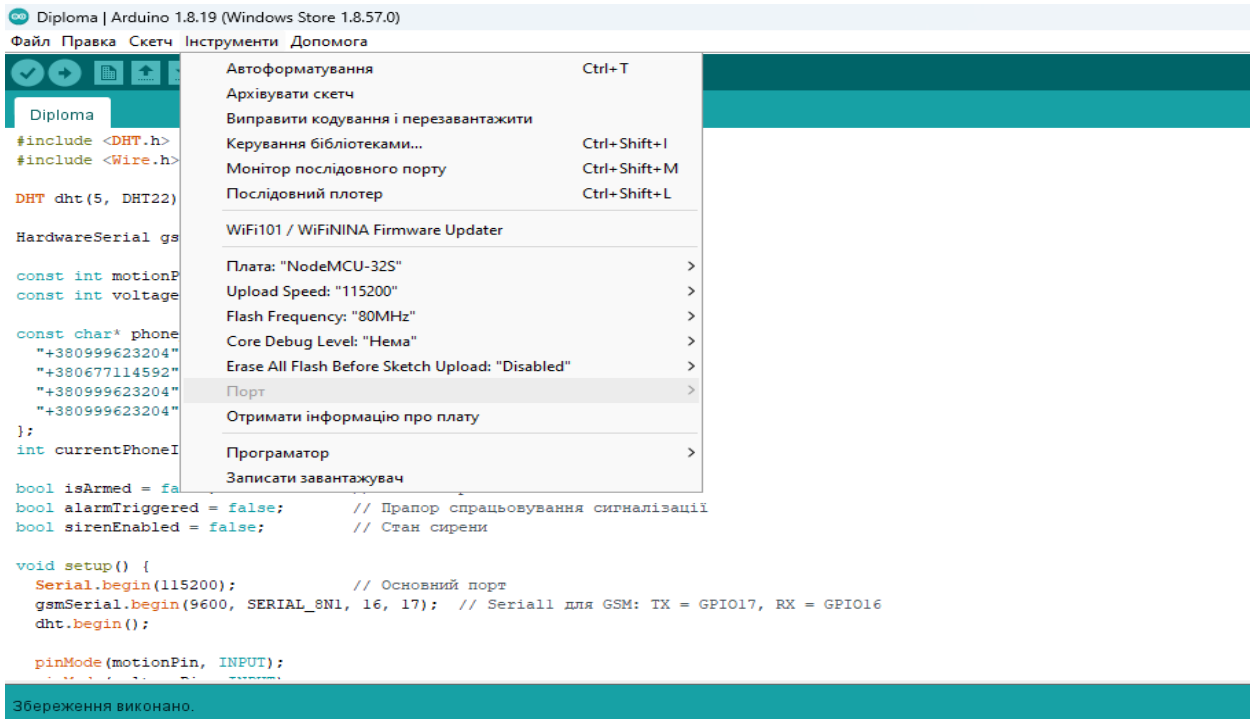


Рисунок 2.12 – Вибір «порта»

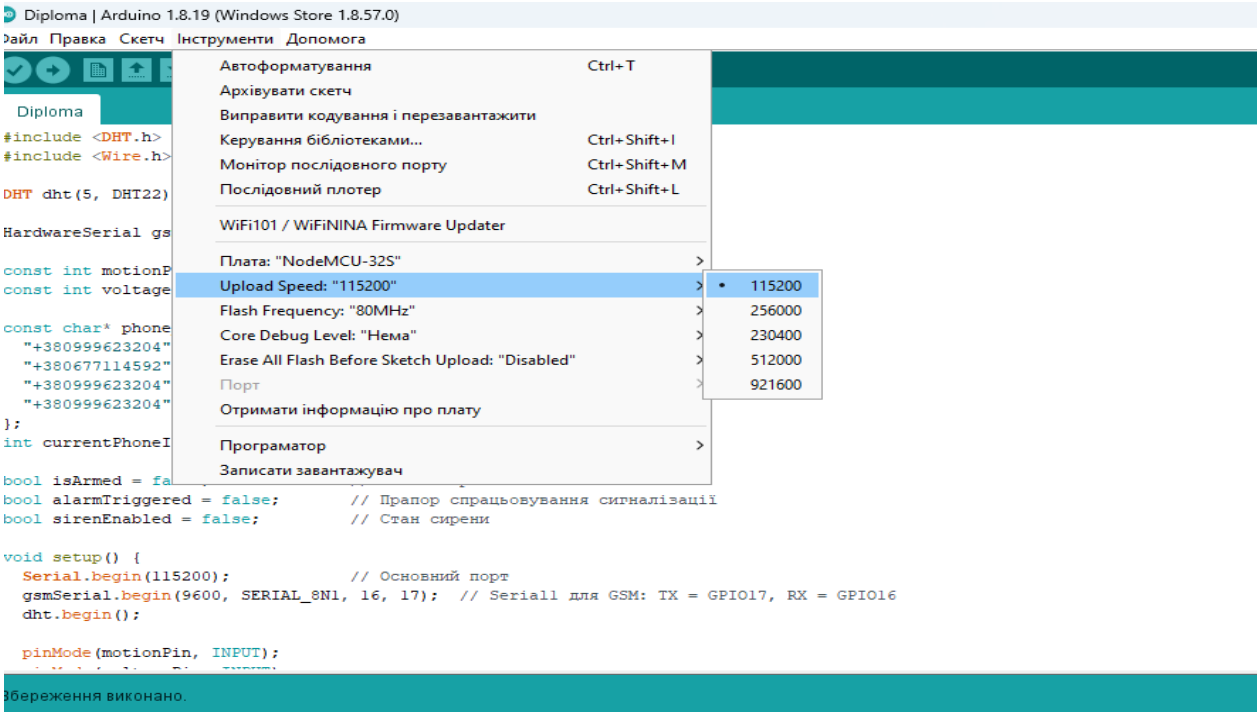


Рисунок 2.13 – Upload speed

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ GSM СИГНАЛІЗАЦІЇ

3.1 Основні функції системи

Для розробки сигналізації на NodeMCU ESP32 з GSM-модулем SIM800L в Arduino IDE потрібно створити велику систему команд та логіки для обробки викликів, розпізнавання DTMF-натискань, а також для послідовних викликів під час спрацювання сигналізації. Розглянемо основні кроки для створення такої системи.

Основні функції системи:

– управління охороною повинно мати можливість встановлення та зняття з охорони чотирма довіреними номерами;
– використання інтерактивного голосового меню яке дозволяє обробляти натискання клавіш для керування системою та отримання додаткових даних (наявність напруги, температура);
– послідовний виклик під час спрацювання сигналізації: дзвінки на вказані номери та повідомлення про спрацювання зони з опцією керування сиреною;
– зчитування DTMF: визначення команд користувача через натискання кнопок на телефоні.

Для реалізації цього функціоналу використано такі компоненти: мікроконтролер NodeMCU ESP32 для управління системою; детектор напруги з оптопарою з оптогальванічною розв’язкою, що дозволяє підключати модуль безпосередньо до виводу мікроконтролера. При наявності змінної напруги на вході вихід OUT видає логічний нуль.; блок живлення AC 220V to DC 5V 2000mA для стабільного живлення системи; модуль зарядки TP4056 із підтримкою вхідних роз’ємів Type-C і MicroUSB для заряджання Li-ion акумуляторів; підвищуючий імпульсний перетворювач MT3608 для регулювання вихідної напруги; два діоди Шотткі SS14 і один 1N4007S для захисту ланцюгів;

акумулятор Videx LI-ION 3400 mAh для автономної роботи; модуль SIM800L для підключення до GSM-мереж; SIM-карта Vodafone для GSM-сигналізації; звуковий модуль DFPlayer Mini для відтворення голосового меню у форматі MP3; флеш-карта microSD для зберігання файлів голосового меню; інфрачервоний датчик руху який дозволяє виявляти рух людини або домашньої тварини; цифровий датчик температури та вологості DHT11 для моніторингу умов навколишнього середовища; два конденсатори по 1 мкФ для стабілізації роботи системи; світлодіод із резистором для індикації стану системи.

На рисунку 3.1 зображена схема GSM-сигналізації, яка поєднує апаратні компоненти для реалізації функцій моніторингу, управління та оповіщення.

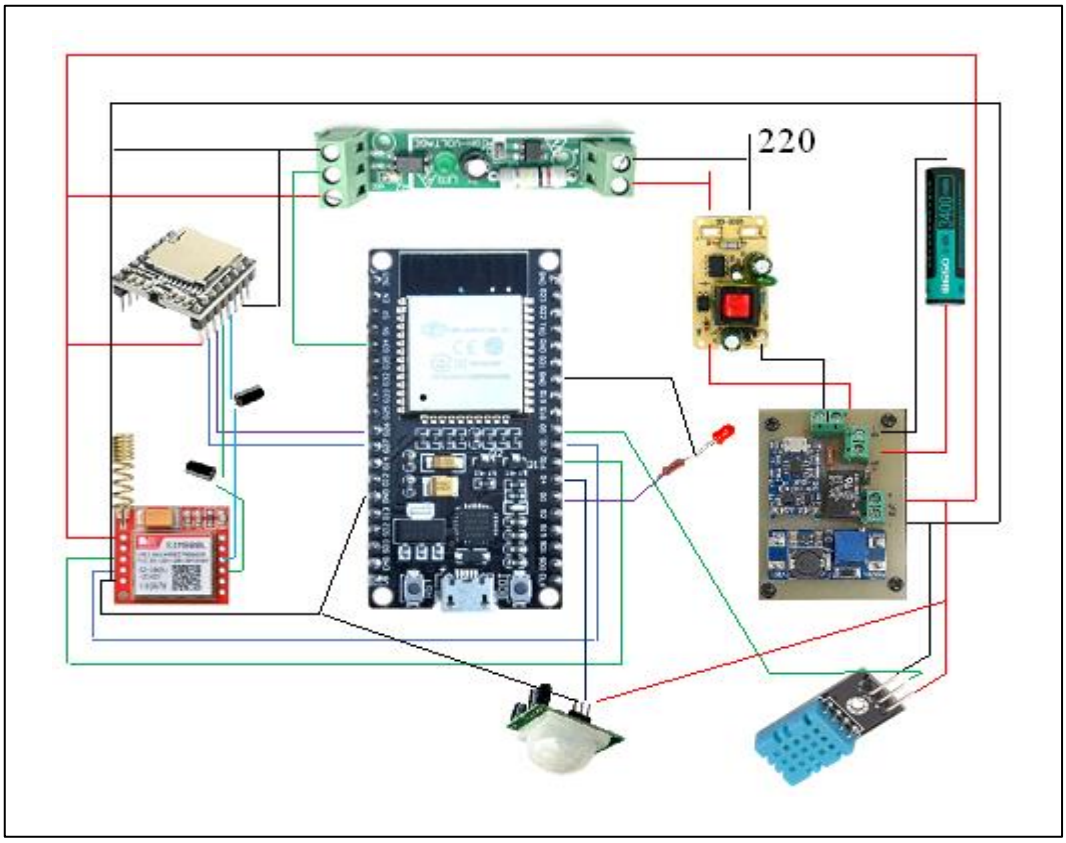


Рисунок 3.1 – Схема GSM-сигналізації

Основні елементи схеми забезпечують такі функціональні можливості:

– мікроконтролер NodeMCU ESP32 виступає як центральний елемент системи, обробляючи сигнали від датчиків і передаючи команди іншим модулям;

- детектор напруги з оптопарою контролює наявність змінної напруги 220 В і передає сигнал мікроконтролеру;
- SIM800L забезпечує зв’язок із GSM-мережею, виконує функції надсилання SMS, прийому вхідних дзвінків та здійснення викликів;
- DFPlayer Mini використовується для відтворення попередньо записаних голосових повідомлень;
- датчик руху PIR виявляє наявність руху в охоронюваній зоні й ініціює тривогу;
- датчик температури та вологості DHT11 надає інформацію про навколишнє середовище, яку можна включити в системний звіт;
- світлодіод із резистором забезпечує візуальну індикацію стану системи: охорона увімкнена, тривога активна чи система вимкнена.

3.2 Алгоритм і логіка управління охороною

Управління станом охорони. Система може перебувати в стані «Охорона увімкнена» або «Охорона вимкнена». Перемикання режимів здійснюється через DTMF-команди (‘2’ для увімкнення охорони, ‘3’ для вимкнення).

Реагування на порушення. Якщо охорона увімкнена і датчик руху (PIR) фіксує активність, активується стан тривоги. В стані тривоги система надсилає SMS, виконує телефонний дзвінок і блимання світлодіоду. За допомогою DTMF-команди ‘1’ можна вимкнути тривогу, при цьому об’єкт буде під охороною).

Дистанційне управління. Вхідний дзвінок перевіряється на відповідність дозволеним номерам (дозволено 4). Використовуючи DTMF-команди, користувач може:

- перевірити поточний стан системи (‘0’);
- зупинити тривогу (‘1’);
- увімкнути/вимкнути охорону (‘2’, ‘3’);
- отримати звіт про стан системи (‘6’).

Перевірка зовнішніх умов. Контроль наявності напруги 220 В. Моніторинг температури й вологості через датчик DHT11.

3.3 Основні етапи роботи

Ініціалізація. Налаштування периферійних пристроїв: GSM-модуль, DFPlayer Mini, датчики руху та температури. Оновлення стану світлодіоду відповідно до початкового стану охорони (рис. 3.2).

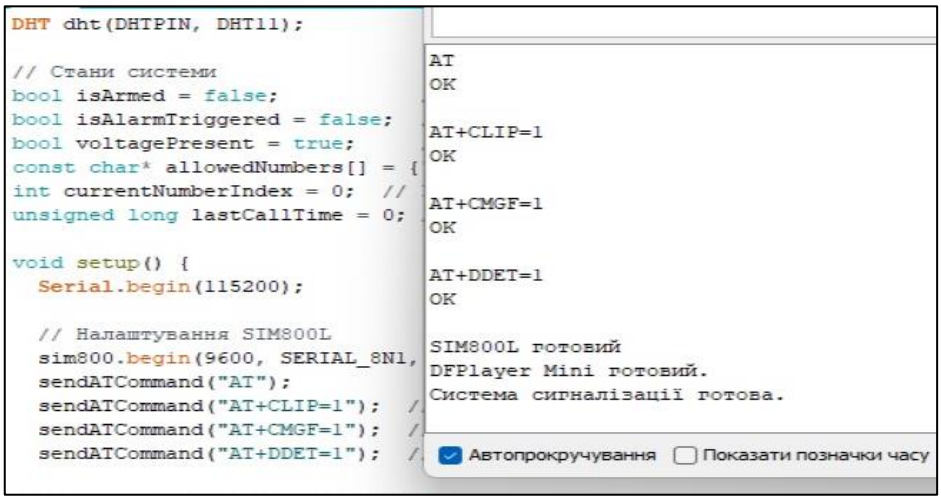


Рисунок 3.2 – Виведенням діагностичних повідомлень до серійного монітора

Основний цикл (loop). Обробка вхідних дзвінків для дистанційного управління. Перевірка датчика руху при активованій охороні. Перевірка детектора напруги (рис. 3.3). Якщо здійснюються зміни відносно наявності 220В, то на перший дозволений номер відправляється повідомлення (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Повідомлення про зміну стану напруги

Обробка вхідних дзвінків. Перевірка номера дзвінка на відповідність дозволеним. Відтворення голосового меню для користувача. Виконання команд, отриманих через DTMF-сигнали.

Активізація тривоги. Надсилання SMS про тривогу (рис. 3.4). Дзвінок на дозволені номери за принципом циклічного обходу. Активація блимання світлодіода.

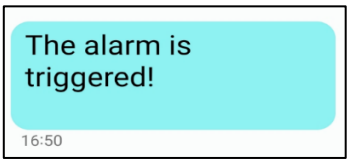


Рисунок 3.4 – Надсилання SMS про тривогу

Функція updateLED. Постійне візуальне відображення стану системи:

– блимання при тривозі;
– світіння при увімкненій охороні;
– вимкнений світлодіод, якщо охорона вимкнена.

Звіт про стан системи. Відправлення SMS з температурою, вологістю та станом напруги 220 В за запитом користувача (рис. 3.5).

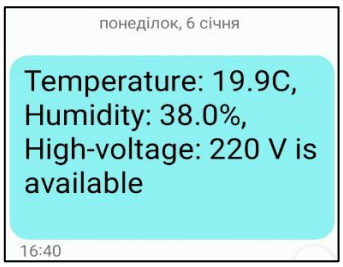


Рисунок 3.5 – Відправлення SMS з температурою, вологістю та станом напруги 220 В

3.4 Голосове меню

Для створення голосового меню використовується Android-додаток T2S: Text to Voice/Read Aloud, який дозволяє перетворювати звичайний текст у

аудіофайли формату .mp3. Цей інструмент є зручним та простим у використанні, забезпечуючи можливість швидко створювати необхідні аудіофрагменти (рис. 3.6).

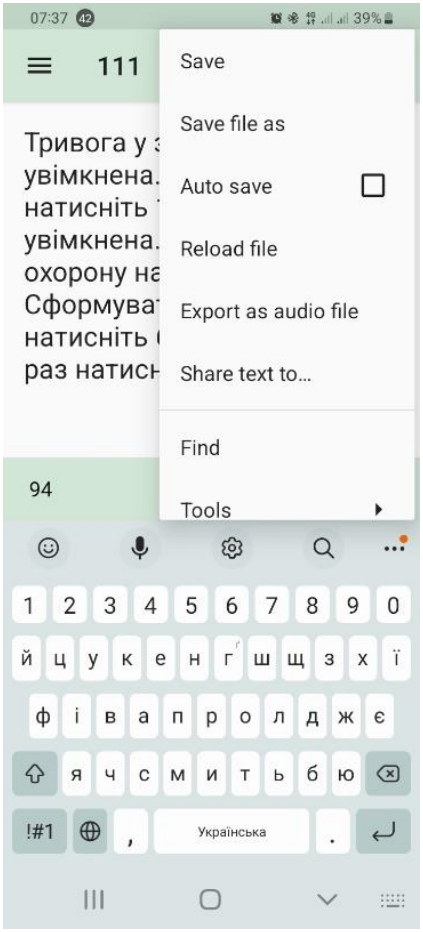


Рисунок 3.6 – Android-додаток T2S: Text to Voice/Read Aloud

У рамках проєкту за допомогою додатку було створено три файли з назвами 0001.mp3, 0002.mp3, та 0003.mp3. Розглянемо, яким чином розподілено їх вміст.

Файл 0001.mp3: Охорону вимкнено. Увімкнути охорону натисніть 2. Сформувати системний звіт натисніть 6. Прослухати ще раз натисніть 0.

Файл 0002.mp3: Охорона увімкнена. Вимкнути охорону натисніть 3. Сформувати системний звіт натисніть 6. Прослухати ще раз натисніть 0.

Файл 0003.mp3: Тривога у зоні 1. Тривога увімкнена. Вимкнути тривогу натисніть 1. Охорона увімкнена. Вимкнути охорону натисніть 3. Сформувати системний звіт натисніть 6. Прослухати інформацію ще раз натисніть 0.

Для того щоб підготувати файли до використання в системі, їх необхідно записати на SD-карту. Це можна зробити за допомогою кард-рідера. Файли повинні мати коректні назви (0001.mp3, 0002.mp3, 0003.mp3) і знаходяться в кореневій директорії карти пам’яті, щоб DFPlayer Mini зміг безперешкодно їх відтворювати.

Модуль DFPlayer Mini дозволяє відтворювати необхідні аудіофайли, завантажені на SD-карту, відповідно до команд, що надходять від системи. Наприклад, залежно від стану сигналізації (увімкнена, вимкнена, тривога) або отриманих DTMF-команд, будуть відтворюватися відповідні аудіофайли.

Використання DTMF-команд (Dual-Tone Multi-Frequency) дозволяє дистанційно керувати системою сигналізації. Це забезпечує:

– увімкнення/вимкнення режиму охорони;
– зупинку тривоги;
– отримання системного звіту;
– повторне відтворення голосового меню.

Даний підхід робить систему більш інтерактивною та гнучкою у використанні. Завдяки голосовим підказкам, користувач отримує зрозуміле і зручне управління сигналізацією, а також оперативний доступ до необхідної інформації.

ВИСНОВКИ

Розроблена в кваліфікаційній роботі сигналізація є комплексним рішенням, яке забезпечує функції охорони приміщення з можливістю дистанційного управління. Система використовує датчик руху (PIR) для виявлення проникнення. Моніторинг температури, вологості та наявності напруги 220 В виконується за допомогою відповідних датчиків. Відтворення голосових повідомлень через DFPlayer Mini для інформування користувача про стан системи. Здійснення дзвінків і відправка SMS для сповіщення користувачів у разі тривоги або зміни стану системи. Можливість дистанційного керування (ввімкнення/вимкнення охорони, зупинка тривоги) через DTMF-команди.

Функція перевірки номера абонента забезпечує безпеку, приймаючи дзвінки лише з дозволених номерів. Наявність голосового меню спрощує взаємодію з системою. Автоматичне оновлення стану через світлодіод дає користувачеві візуальний зворотний зв’язок.

Можливі вдосконалення системи: динамічне оновлення списку дозволених номерів: додати функцію редагування списку через SMS або інші віддалені команди. Покращення енергоефективності: впровадити механізми зниження енергоспоживання для забезпечення тривалої автономної роботи пристрою.

Розроблена система є ефективною для базового рівня охорони приміщень і дистанційного моніторингу. Вона легко модифікується, і її функціональність може бути розширена в залежності від потреб користувача.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Секрети створення розумного дому : від ідеї до реалізації. URL : https://umniydom.com.ua/sekreti-stvorennya-rozumnogo-domu-vid-ideyi-do-realizacziyi/ (дата звернення: 11.09.2024).

2. Дужак І. О. Розумний будинок. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. 2013. №13. С. 31.

3. GSM сигналізація : плюси та мінуси. URL : https://topguard.ua/ua/korysne/622-gsm-signalizatsiya-plyusi-ta-minusi (дата звернення: 15.09.2024).

4. Можливості розумного будинку – огляд систем. URL : https://vencon.ua/ua/articles/vozmozhnosti-umnogo-doma-obzor-sistem (дата звернення: 20.09.2024).

5. GSM-сигналізація – надійна технологія «розумного будинку». URL : https://vikna.if.ua/cikavo/87493/view (дата звернення: 02.10.2024).

6. Комплект GSM сигналізації «Дім-6» для будинку, квартири, магазину. URL : https://ohrana.ua/uk/komplekti-signalizacij/kit-doh-6.html?srsltid=AfmBOorUTBTUMmUppW66-zVRAxIAZ2cpcpCJt-D-WWNbygPxQmtNcAKv (дата звернення: 05.10.2024).

7. GSM-Universal. URL : https://bezpeka-shop.com/ua/catalog/gsm_universal/?srsltid=AfmBOophLbNCZ6tKM0fX_BfXZ602lwBwXUhBZtJF5tee6pt62g55BS2b (дата звернення: 20.10.2024).

8. Комплект GSM сигналізації «Охорона 1». URL : https://ohrana.ua/uk/komplekti-signalizacij/komplekt-gsm-signalizatsii-ohrana-1.html?srsltid=AfmBOopxrBzM-oT2uzIyNAq7BHUTy3AYTusy97duySVIBXc5frmX00gH (дата звернення: 25.10.2024).

9. GSM сигналізація ХОРТ. URL : https://securitylab.com.ua/okhrannaya-signalizatsiya/gsm/khort/ (дата звернення: 30.10.2024).

10. Node MCU ESP32. URL : https://arduino-projekte.info/produkt/node-mcu-esp32-38pin/ (дата звернення: 03.11.2024).

11. GSM модуль SIM800L. URL : https://komcat.net.ua/manual/sim800.html (дата звернення: 10.11.2024).

12. PIR Motion Module (HC-SR501). URL : https://docs.sunfounder.com/projects/ultimate-sensor-kit/en/latest/components_basic/13-component_pir_motion.html (дата звернення: 19.11.2024).

13. Детектор наявності 220V змінної напруги. URL : https://vkmodule.com.ua/Other/Other_Detector_220VAC_ua.html (дата звернення: 25.11.2024).

14. DFPLayer Mini. URL : https://picaxe.com/docs/spe033.pdf (дата звернення: 10.12..2024).

15. Модуль датчика температури та вологості для Arduino DHT11. URL : https://robostore.com.ua/moduli-i-datchiki/datchiki-temperatury-i-vlazhnosti/modul-datchika-vlazhnosti-i-temperatury-dht11/ (дата звернення: 20.12.2024).

ДОДАТОК А

Код GSM сигналізації

```
#include <HardwareSerial.h>
#include <DFRobotDFPlayerMini.h>
#include <DHT.h>

// Налаштування пінів
#define SIM800_RX 16        //Пін для підключення SIM800
#define SIM800_TX 17
#define PIR_PIN 4           //Пін для підключення датчика руху
#define DHTPIN 5            //Пін для підключення датчика температури
#define VOLTAGE_PIN 34 //Пін для перевірки наявності 220В
#define DFPLAYER_RX 27 //Пін для підключення DFPlayer
#define DFPLAYER_TX 26
#define LED_PIN 0           // Пін для світлодіода

// Ініціалізація
HardwareSerial sim800(1);          // UART1 для SIM800L
HardwareSerial dfPlayerSerial(2); // UART2 для DFPlayer Mini
DFRobotDFPlayerMini dfPlayer;
DHT dht(DHTPIN, DHT11);

// Стани системи
bool isArmed = false;              // Стан охорони
bool isAlarmTriggered = false;  // Стан тривоги
bool voltagePresent = true;        // Напруга 220 В
const char* allowedNumbers[] = {"+380XXXXXXXXX",
"+380XXXXXXXXX","+380XXXXXXXXX","+380XXXXXXXXX"};
```

```
// Дозволені номери
int currentNumberIndex = 0;       // Індекс поточного номера для дзвінка
unsigned long lastCallTime = 0; // Час останнього дзвінка

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Налаштування SIM800L
  sim800.begin(9600, SERIAL_8N1, SIM800_RX, SIM800_TX);
  sendATCommand("AT");
  sendATCommand("AT+CLIP=1");     // Відображення номера вхідного дзвінка
  sendATCommand("AT+CMGF=1");  // Текстовий режим SMS
  sendATCommand("AT+DDET=1");  // Увімкнути детекцію DTMF

  Serial.println("SIM800L готовий");
  // Налаштування DFPlayer Mini
  dfPlayerSerial.begin(9600, SERIAL_8N1, DFPLAYER_RX, DFPLAYER_TX);
  if (!dfPlayer.begin(dfPlayerSerial)) {
    Serial.println("Помилка ініціалізації DFPlayer Mini!");
    while (true);
  }
  dfPlayer.volume(30);
  Serial.println("DFPlayer Mini готовий.");

  pinMode(PIR_PIN, INPUT);
  pinMode(VOLTAGE_PIN, INPUT_PULLUP);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  dht.begin();

  updateLED(); // Відобразити початковий стан
```

```
  Serial.println("Система сигналізації готова.");
}

void loop() {
  handleIncomingCall();
  checkVoltage();
  checkPIR();
  delay(100);
}

// Обробка вхідного дзвінка
void handleIncomingCall() {
  if (sim800.available()) {
    String response = sim800.readString();
    Serial.println("Відповідь SIM800L: " + response);

    if (response.indexOf("+CLIP:") != -1) {
      String caller = extractNumber(response);
      if (isNumberAllowed(caller)) {
        answerCall();
        delay(1000);
        playVoiceMenu();
      } else {
        rejectCall();
      }
    }

    // Обробка DTMF-входів
    if (response.indexOf("+DTMF:") != -1) {
      char dtmf = response.charAt(response.indexOf("+DTMF:") + 7);
```

```
      processDTMFCommand(dtmf);
    }
  }
}

// Підняти трубку
void answerCall() {
  sendATCommand("ATA");
  delay(3000);
}

// Відхилити дзвінок
void rejectCall() {
  sendATCommand("ATH");
  delay(2000);
}

// Відтворити голосове меню
void playVoiceMenu() {
  if (isAlarmTriggered) {
    playVoiceMessage(1); // Тривога
  } else if (isArmed) {
    playVoiceMessage(2); // Охорона увімкнена
  } else {
    playVoiceMessage(3); // Охорона вимкнена
  }
}

// Обробка DTMF-команд
void processDTMFCommand(char dtmf) {
```

```
  Serial.println("Отримано DTMF: " + String(dtmf));
  switch (dtmf) {
    case ‘0’:
      playVoiceMenu();
      break;
    case ‘1’:
      if (isAlarmTriggered) {
        isAlarmTriggered = false;
        updateLED();
        playVoiceMessage(4); // Тривогу зупинено
      }
      break;
    case ‘2’:
      isArmed = true;
      updateLED();
      playVoiceMessage(2); // Охорона увімкнена
      break;
    case ‘3’:
      isArmed = false;
      updateLED();
      playVoiceMessage(3); // Охорона вимкнена
      break;
    case ‘6’:
      sendSystemReport();
      break;
    default:
      Serial.println("Невідома команда.");
      break;
  }
}
```

```
// Відтворення голосового повідомлення через DFPlayer
void playVoiceMessage(int fileNumber) {
  dfPlayer.play(fileNumber);
  delay(6000);
}

// Відправка звіту
void sendSystemReport() {
  float temperature = dht.readTemperature();
  float humidity = dht.readHumidity();
  String voltage = voltagePresent ? "220 V is available" : "There is no 220 V";
  String report = "Temperature: " + String(temperature, 1) + "C, Humidity: " +
String(humidity, 1) + "%, High-voltage: " + voltage;

  sendSMS(report);
}

// Відправка SMS
void sendSMS(const String& message) {
  sendATCommand("AT+CMGS=\"+380XXXXXXXXX\"");
  delay(200);
  sim800.println(message);
  sim800.write(26);
  delay(2000);
}

// Відправка AT-команди з логами
void sendATCommand(const char* command) {
  sim800.println(command);
  delay(1000);
```

```
  while (sim800.available()) {
    char c = sim800.read();
    Serial.print(c);
  }
  Serial.println();
}

// Перевірка, чи номер дозволений
bool isNumberAllowed(const String& number) {
  for (int i = 0; i < 4; i++) {
    if (number.indexOf(allowedNumbers[i]) != -1) {
      return true;
    }
  }
  return false;
}

// Витягнення номера з вхідного дзвінка
String extractNumber(const String& response) {
  int startIndex = response.indexOf("\"") + 1;
  int endIndex = response.indexOf("\"", startIndex);
  return response.substring(startIndex, endIndex);
}

// Оновлення стану світлодіода
void updateLED() {
  if (isAlarmTriggered) {
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
      digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
      delay(200);
```

```
      digitalWrite(LED_PIN, LOW);
      delay(200);
    }
  } else if (isArmed) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  }
}

// Перевірка руху
void checkPIR() {
  if (isArmed && digitalRead(PIR_PIN) == HIGH) {
    isAlarmTriggered = true;
    activateAlarm();
  }
}

// Перевірка напруги
void checkVoltage() {
  bool currentVoltageState = digitalRead(VOLTAGE_PIN) == LOW;
  if (currentVoltageState != voltagePresent) {
    voltagePresent = currentVoltageState;
    sendSMS(voltagePresent ? "Voltage: 220 V is available." : "Voltage: 220 V no.");
  }
}

// Активація тривоги
void activateAlarm() {
  sendSMS("The alarm is triggered!");
```

```
  callPhone(allowedNumbers[currentNumberIndex]);
  lastCallTime = millis();
  updateLED();
}

// Виклик номера при тривозі
void callPhone(const char* phoneNumber) {
  sendATCommand(("ATD" + String(phoneNumber) + ";").c_str());
  delay(20000); // Очікування підняття трубки

  // Якщо трубку не підняли, спробувати наступний номер або повторити через 10 хвилин
  if (millis() – lastCallTime > 600000) { // 10 хвилин
    currentNumberIndex = (currentNumberIndex + 1) % 2; // Переходимо до наступного номера
    lastCallTime = millis();
    if (currentNumberIndex == 0) {
      // Якщо всі номери обдзвонені, повторити через 10 хвилин
      callPhone(allowedNumbers[currentNumberIndex]);
    }
  }
}
```