

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий магістерський
(другий магістерський) рівень)

на тему Розробка та дослідження системи запобігання проникненню у
приміщення на GSM- сигналіза-
рі

Виконав: студент (ка) II курсу, групи 8.1539

Савчук Д. О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Напряму підготовки _____
(шифр)

Спеціальності 153

Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Керівник доцент, доцент к.т.н.

Верьовкін Л.Л.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут

Рівень вищої освіти другий магістерський рівень
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Напрямок підготовки _____
(шифр)

Спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

МЕЕІС

Критська Т.В.

“10” грудня 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Савчука Данила Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка та дослідження системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі

Керівник проекту (роботи) Верьовкін Леонід Леонідович, доцент, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “_” _____ 2021 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Напрямок живлення 5В, елементна база ТТЛШ 555 серії, введення інформації за допомогою десяти клавішної матриці

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження сучасних систем сигналізації з GSM сповіщенням. Розробка системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі. Техніко-економічне обґрунтування розробки схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі. Охорона праці та техногенна безпека при розробці сповіщувача на GSM-сигналізатор

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Система запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі. Схема підключення інфрачервоного датчика руху для GSM сигналізації. Печатна плата інфрачервоного датчика руху. Блок – схема алгоритму програми роботи GSM контролера

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
<i>I</i>	<i>Верьовкін Л.Л., доцент</i>	
<i>II</i>	<i>Верьовкін Л.Л., доцент</i>	
<i>III</i>	<i>Верьовкін Л.Л., доцент</i>	
<i>IV</i>	<i>Верьовкін Л.Л., доцент</i>	

7. Дата видачі завдання 24.05.2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналітичний огляд найпоширеніших систем сигналізації</i>	<i>14.09.2021</i>	
2	<i>Типове обладнання систем запобігання проникненню у приміщення</i>	<i>18.09.2021</i>	
3	<i>Датчики запобігання проникненню у приміщення</i>	<i>25.09.2021</i>	
4	<i>Розробка схеми GSM контролера</i>	<i>02.10.2021</i>	
5	<i>Програмування SIM карти GSM модема</i>	<i>09.10.2021</i>	
6	<i>Техніко-економічне обґрунтування розробки схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі</i>	<i>16.10.2021</i>	
7	<i>Охорона праці та техногенна безпека</i>	<i>23.10.2021</i>	
8	<i>Написання пояснювальної записки</i>	<i>20.11.2021</i>	
9	<i>Оформлення графічного матеріалу</i>	<i>23.11.2021</i>	
10	<i>Попередній захист дипломної роботи</i>	<i>20.11.2021</i>	
12	<i>Оприлюднений захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>15.12.2021</i>	

Студент _____ Савчук Д. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи) _____ Верьовкін Л.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)Нормоконтроль пройдено _____ Верьовкін Л.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Дипломна робота містить 89 сторінок, 42 рисунка, 16 таблиць, 15 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – системи GSM сповіщення.

Мета роботи – розробка та розрахунок системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі.

Задачі роботи: розробити структурну схему системи, розробити схему електричну принципову, розробити конструкцію сигналізатора.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмних забезпечень Electronics Workbench 5.12, SPlan 5.0, Sprint Layout 4.0.

Короткий виклад результатів досліджень – розроблена схема електрична принципова системи GSM сповіщення, яка дозволяє відправляти SMS повідомлення або дзвінок на стільниковий телефон власника.

Результати впроваджень – модель електронного приладу пройшла випробовування на кафедрі МЕЕІС.

Прогнозні пропозиції – рекомендується подальша модернізація схеми сповіщувача, з метою удосконалення характеристик та завадостійкості.

СПОВІЩУВАЧ, ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧ, СТАБІЛІЗАТОР,
МІКРОКОНТРОЛЕР, ТАЙМЕР, КОМПАРАТОР, НАВАНТАЖЕННЯ

Дипломну роботу виконано на кафедрі мікроелектронних інформаційних систем з 01.09.2021 р. по 10.12.2021 р.

Зміст

	Стор.
Вступ	6
1 Дослідження сучасних систем сигналізації з GSM сповіщенням	8
1.1 Аналітичний огляд найпоширеніших систем сигналізації	8
1.2 Основні відмінні характеристики GSM сигналізацій	10
1.3 Підсумкові результати аналітичного огляду GSM сигналізацій	15
1.4 Принцип функціонування GSM сигналізації	15
1.5 Класифікація GSM-сигналізації	19
1.6 Типове обладнання систем запобігання проникненню у приміщення	21
1.6.1 Сповіщувачі охоронних систем	21
1.6.2 Детектори руху	38
2 Розробка системи запобігання проникненню у приміщення на GSM-сигналізаторі	41
2.1 Стільниковий GSM модем охоронної системи	42
1.2 Датчики запобігання проникненню у приміщення	44
1.2.1 Інфрачервоний датчик руху	45
1.2.2 Датчики відкриття дверей або вікон системи запобігання проникненню у приміщення	50
1.3 Розробка схеми GSM контролера	55
2.4 Зовнішній трансформаторний блок живлення	62
2.5 Конструкція системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі	64
2.6 Програмування SIM карти GSM модема	65
3 Техніко-економічне обґрунтування розробки схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі	68
3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі	68

3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі	72
4 Охорона праці та техногенна безпека при розробці сповіщувача на GSM-сигналізаторі	74
4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів	74
4.2 Заходи з поліпшення умов праці. Виробнича санітарія	75
4.3 Електробезпека	80
4.4 Пожежна безпека. Техногенна безпека	82
4.5 Розрахунок захисного заземлення	84
Висновки та рекомендації	87
Перелік посилань.....	88

Вступ

Системи GSM сповіщення дозволяють відправляти SMS повідомлення або дзвінок на стільниковий телефон власника. Розширені їх варіанти здатні робити вже закладений логічний вибір залежно від ситуації і управлятися зворотними, командними сигналами від користувача. Наприклад, в разі помилкового спрацьовування, власник за допомогою SMS може відключити сигналізацію. Або ж, коли відповіді від абонента, який сповіщається, немає, система автоматично викликає поліцію.

Системи охоронної сигналізації є найбільш традиційними та поширеними засобами, які використовуються для охорони будинків, квартир, офісів. Основне призначення охоронної сигналізації – виявлення несанкціонованого проникнення у взяті під охорону приміщення, і як наслідок, забезпечення цілісності майна.

Охоронна сигналізація дозволяє контролювати і сповіщає про такі процеси, які відбуваються в об'єкті, взятому під охорону:

- руйнування вікон, стін, перекриттів;
- відкриття дверей і вікон;
- пересування людей всередині приміщень.

На сьогодні технології зробили великий крок вперед. Слідкуючи за цим стрімким розвитком, люди породжують в собі багато забаганок, які можуть спростити їм виконання буденних справ, які раніше їм доводилось виконувати самотужки, докладаючи, хоча і не великих, але все ж таки зусиль та обтяжуючи себе на виконання зайвих метушливих дій.

Задачі по дистанційному керуванню станом і функціями охороняемого об'єкта, на сьогоднішній день дозволяють вирішувати GSM контролери. Просто відправивши SMS або зробивши виклик, можна вмикати або вимикати побутові прилади, світло, або дізнатись чи все в порядку і чи в нормі усі показники на тому об'єкті, де встановлено контролер. Окрім того існують

можливості виконання цих задач в режимі «online» за допомогою інтернет з'єднання.

Сьогодні на ринку охоронних сигналізацій представлено безліч різних варіантів, які відрізняються не тільки багатофункціональністю й зовнішнім виглядом, але й ціною.

Актуальна розробка економічної GSM сигналізації з використанням стільникового телефону і побудованої на схемі з використанням мікроконтролера.

1 Дослідження сучасних систем сигналізації з GSM сповіщенням

На сучасному етапі розвитку суспільства безпека матеріальних цінностей різних форм власності неможлива без використання надійної і ефективної охорони. У свою чергу ефективна охорона сьогодні неможлива без використання різних технічних засобів, які дозволяють здійснювати цілодобову охорону об'єктів, максимально виключивши людський фактор, знизити витрати на її утримання і істотно підвищити її надійність [1].

1.1 Аналітичний огляд найпоширеніших систем сигналізації

В першу чергу це воєнізована охорона (ВОХР) - озброєні бойовою стрілецькою вогнепальною зброєю спеціалізовані воєнізовані організації підрозділу охорона з особливим правовим статусом (переважно державні), що здійснює охорону об'єктів інфраструктури країни, що мають важливе державне значення, а також вантажів і іншого майна. Номенклатура майна різних видів власності, підмета охорони ВОХР (переліки об'єктів інфраструктури, найменувань вантажів і ін.), встановлюється правовими актами різних відомств (міністерств, підприємств, установ і ін.) і державних органів або міжнародними договорами.

В даному випадку, вся інформація про стан об'єктів надходить до районних пунктів централізованої охорони (ПЦО), де вона обробляється і аналізується. При надходженні тривожного повідомлення, до об'єкту негайно направляється озброєна група, здатна забезпечити охорону об'єкта та вжити заходи щодо затримання зловмисника.

Система «Розумний будинок» - це інтелектуальна керуюча система, що включає в себе засоби охоронної, пожежної і тривожної сигналізації, системи управління доступом і охоронним телебаченням. Домашня автоматизація -

система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини [1].

Домашня автоматизація в сучасних умовах – надзвичайно гнучка система, яку користувач конструює і набуває самостійно залежно від власних потреб. Це передбачає, що кожен власник розумного будинку самостійно визначає, які пристрої куди встановити і які завдання вони виконуватимуть.

Найбільш поширені приклади автоматичних дій в «розумному будинку» - автоматичне включення і виключення світла, автоматична корекція роботи опалювальної системи або кондиціонера і автоматичне повідомлення про вторгнення, спалах або виток води.

Домашня автоматизація розглядається як окремий випадок інтернету речей, вона включає доступні через інтернет домашні пристрої, тоді як інтернет речей включає будь-які зв'язані через інтернет пристрої в принципі.

Для рухомих об'єктів використовуються різні сучасні електронні автосигналізації.

Також існують комбіновані системи сигналізації, наприклад застосування якихось окремих елементів системи «Розумний будинок» (датчики руху, домофони, відеоспостереження тощо).

Ще одним сучасним і перспективним напрямком у розвитку і вдосконаленні систем безпеки є застосування GSM сигналізації. Бурхливий розвиток мобільного зв'язку за останні роки підштовхнув до створення різних багатофункціональних GSM систем (GSM pager), що стали невід'ємною частиною систем «Розумний будинок», VOXP, автосигналізацій і інших інтегрованих комплексів.

GSM сигналізація (GSM pager) - це пристрій, призначений для контролю віддалених об'єктів (квартира, дача, автомобіль, гараж, склад, офіс і т.п.), передачі сигналу тривоги (автодозвон або відправлення SMS повідомлення) з віддаленого об'єкта засобами стільникових мереж зв'язку на телефон власника об'єкта, його близьких або служби охорони, а також дистанційного керування різними електроприладами. Цей пристрій також знайшов широке за-

стосування в системах моніторингу та контролю автотранспорту (вантажоперевезення, таксі і т.п.) [1].

1.2 Основні відмінні характеристики GSM сигналізацій

За ціною GSM сигналізації умовно можна розділити на «дешеві» і «дорогі». Як правило, «дешеві» GSM системи складаються з блоку управління і мобільного телефону (зазвичай купується самостійно) певних моделей, які підтримуються цим блоком. У «дорогих» системах мобільний телефон не використовується, тому що GSM-модуль, слот для SIM-карти і антена входять до складу блоку управління. А в ще більш «дорогих» - використовується GPS-приймач (автомобільний варіант) для отримання координат розташування.

За способом оповіщення сигналу тривоги GSM сигналізації бувають: такими, що посилають SMS повідомлення; дзвонять; дзвонять і посилають SMS. Важливим показником в даній характеристиці є безкоштовне сповіщення про тривогу, тому що у більшості пристроїв які дзвонять операція сповіщення вважається виконаною тільки після того, як абонент (господар) підняв трубку і прослухав голосове повідомлення. В даному випадку має місце з'єднання і за нього потрібно платити операторові мобільної мережі. Зовсім інша справа, коли важливість зробленої зони визначається тривалістю дзвінка від GSM сигналізації і немає необхідності піднімати трубку, щоб дізнатися яка зона спрацювала [1].

За способом програмування GSM сигналізації діляться на програмовані SMS повідомленнями і програмовані DTMF сигналами (тональним набором), а за способом управління - керовані дзвінками, SMS повідомленнями і DTMF сигналами. Безперечно, програмування і управління DTMF сигналами є зручним, надійним і швидким, хоча недешевим (тому що встановлюється з'єднання). Сигналізації, які мають цю функцію можна віднести до «дорогих».

Зовсім інша справа сигналізації з SMS управлінням, дешево, але ненадійно. Зовсім безкоштовний варіант - сигналізація, керована по дзвінку. В цьому випадку сигналізація сприймає дзвінок як команду, а після відбивається. Але дзвінком можна управляти лише двома операціями: постановка / зняття з охорони. Ще одним видом управління GSM сигналізацією є USSD запит (послуга оператора), але він використовується тільки в операціях перевірки і поповнення рахунку (грошового балансу) і в основному в пристроях з вбудованим GSM-модулем.

Важливим моментом в програмуванні GSM сигналізації є запис номерів (номер телефону власника об'єкту, його близьких або служби охорони) на пристрій. У більшості пристроїв ці номери зберігаються в спеціально відведених осередках на SIM-карті і заносяться туди в режимі редагування адресної книги. Цей варіант не дуже зручний, тому що в разі втрати або крадіжки телефону існує не здатність управління об'єктом, а протягом цього часу може відбутися багато чого (пограбування об'єкту або його викрадення). Ця ситуація не загрожує, якщо номер або список номерів знаходиться в осередках енергонезалежної пам'яті сигналізації. В такому випадку управляти GSM сигналізацією можливо з будь-якого іншого мобільного телефону засобами SMS команд з кодом.

За способом електроживлення GSM сигналізації бувають: такі, що живляться тільки від мережі 220В або від акумулятора 12В; живляться як від мережі або акумулятора (при зникненні основного живлення). При чому у останніх, при зникненні живлення може відбуватися сповіщення власника дзвінком або SMS повідомленням. Як правило, це все «дешеві» сигналізації, що складаються з блоку управління і мобільного телефону. Саме від внутрішнього акумулятора телефону вони і живляться. У більшості ж «дорогих» систем (без GSM-модуля) допоміжний акумулятор є додатковою опцією.

Також GSM сигналізації можна розділити по наявності додаткових функцій: підключення GPS-приймача; прослуховування ситуації усередині об'єк-

ту; передача фото або відео; управління зовнішніми електропристроями; захист від «глушилок» [1].

Функція підключення GPS-приймача зручна тільки для рухомих об'єктів (легковий і вантажний транспорт). Але вона буде даремна, якщо немає підключення до якої-небудь охоронної служби або якої-небудь інформаційно-пошукової системи. Такі системи (GPS / GSM трекер) дозволяють не тільки визначити місце розташування (найчастіше візуально) об'єкта / об'єктів, отримувати фото або відео інформацію з об'єкта / об'єктів, а й дистанційно керувати їхнім станом. Невід'ємною частиною такої системи є програмний продукт (інформаційне середовище - WEB сервер), що забезпечує online стеження за всіма абонентами послуги. Дані системи дуже дорогі і в основному використовуються в моніторингу вантажоперевезень, таксі і в різних професійних службах.

Деякі виробники GSM сигналізації спеціально не закладають можливість підключення GPS-приймача, посилаючись на те, що мобільна мережа деяких операторів вже покрита майже на 100% і у них є послуга визначення місцезнаходження абонента LBS (Local Based Service). Однак 100% покриття території України буде ще нескоро та гарантована точність послуги LBS достатньо низька, тому що залежить від зони покриття сектора базової станції і знаходиться в діапазоні від 500 метрів (радіальна ширина сегмента) до декількох кілометрів. Негарантована точність може бути і менше 500 м, але це вже буде залежати від того, де знаходиться об'єкт: в місті (велика щільність базових станцій) або в сільській місцевості. Інформація, що надається абонентові, є графічним відображенням на карті місцеположення у вигляді сегменту місцевості.

Функція прослуховування ситуації усередині об'єкту (аудіоконтроль) існує практично у всіх GSM сигналізації і не є додатково оплачуваною опцією. Дуже корисна функція, особливо в тих ситуаціях, коли прийшов сигнал тривоги і потрібно 100% упевненості в зломі. Єдина відмінність цієї функції в різних пристроях полягає в тому, як вона активізується. В одних системах

власник повинен попередньо послати SMS команду для активізації функції. І тоді або сигналізація передзвонить власникові, щоб він підняв трубку і слухав, або власник повинен подзвонити на сигналізацію. Різниця лише в тому, кому в даному випадку зручно платити за з'єднання. В інших системах прослуховувати ситуацію всередині можна безпосередньо у момент приходу дзвінка тривоги - потрібно просто підняти трубку. Але і це ще не все, що можна сказати по даній функції, оскільки тривалість самого прослуховування є величиною, що варіюється залежно від виробника. Так, наприклад, у одних можна слухати 30 секунд і потім сигналізація зробить «відбій», а у інших слухати можна необмежено.

Функція передачі фото і відео інформації можлива лише в GSM сигналізації, GSM-модуль і програмне забезпечення якої підтримують пакетну передачу даних по протоколу GPRS / EDGE. Це «дорогі» системи, але маючи таку функцію в своєму арсеналі можна не тільки online візуально контролювати об'єкт, але і робити запис зображення (за наявності відповідного пристрою запису і зберігання інформації). У деяких ситуаціях це могло б істотно полегшити роботу правоохоронних органів.

Функція управління зовнішніми пристроями має на увазі підключення до GSM сигналізації таких пристроїв як, наприклад електрозамок, сирена, електронасос, відеокамера і т.п. В автомобільних варіантах це може бути управління блокуванням двигуна або інших його елементів. У деяких випадках потрібне підключення реле або якогось зовнішнього силового блоку між керованим пристроєм і GSM сигналізацією.

Функція захисту від «глушилок» поки ще рідкість серед GSM сигналізацій. Може тому, що зломи за допомогою GSM глушилки поки не поширені, а може тому, що немає реального захисту від них. Але ймовірність такого злому дійсно існує. GSM глушилки подавляють всі мобільні телефони і GSM пристрої в радіусі декількох десятків метрів. Принцип придушення заснований на постановці вузькополосої перешкоди приймальному каналу GSM пристрою, просто кажучи, телефон втрачає мережу. На сьогоднішній день за-

глушувачів GSM пристроїв безліч і основне їх використання заглушати мобільні телефони на нарадах, конференціях, бібліотеках, театрах і т.п. Однак це не заважає застосовувати їх і для поганих цілей. Їх застосування не залишиться не поміченим для операторів мобільного зв'язку. Інша справа, як скоро ця ситуація буде проаналізована і будуть зроблені відповідні дії.

Деякі виробники гарантують захист від GSM глушилок тим, що їх пристрій оповіщає власника про пониження рівня сигналу GSM мережі. Не відомо який алгоритм відстежування зміни рівня сигналу у них використовується, але однозначно можна сказати, що завдання це не з простих, тому що в мережі будь-якого оператора мобільного зв'язку завжди мають місце «хендовери» (зміна обслуговуючої соти), механізми управління потужністю сигналу (Power Control) і просто флуктуації рівня сигналу («дихання» рівня) через недосконалість обладнання. А зміни рівня сигналу, викликані цими причинами, можуть досягати 10-16 dB.

Простіше в GSM сигналізації зробити контроль зв'язку шляхом передачі SMS повідомлень від сигналізації через заданий проміжок часу.

Також можна для підвищення надійності оповіщення в GSM сигналізації задіяти не одну, а дві або три SIM-карти. Це дозволить робити перемикання сигналізації з одного оператора мобільного зв'язку на іншого у випадках, коли у того чи іншого оператора «дірка» в покритті, перевантаження мережі або для боротьби з GSM глушилками.

Ще однією можливістю забезпечити об'єкт, що охороняється є використання альтернативного джерела сповіщення, наприклад передача сигналу тривоги по стаціонарній телефонній лінії. Але цей варіант застосовний тільки для стаціонарних нерухомих об'єктів, таких як квартира, дача, гараж, склад, офіс і т.п.

Що ж до рухомих об'єктів, тобто транспортних засобів, то для підвищення надійності їх захисту від угону або злому краще паралельно з GSM сигналізацією використовувати ще яку-небудь автосигналізацію з управлінням

по радіоканалу, транспондерний захист (імобілайзер) або механічні протиугонні засоби.

1.3 Підсумкові результати аналітичного огляду GSM сигналізацій

Безперечно, варіанти побудови системи сигналізації для охорони автомобіля, квартири, офісу чи магазину будуть різними. І при виборі системи сигналізації, перш за все треба виходити з того, якого ступеню захищеності власності від злочинних посягань необхідно досягти. Після цього прийміть рішення про функціональний набір, яким повинні володіти технічні засоби для обраної системи. І тоді обирати сигналізацію, яка виконує ті функції, які необхідні.

Крім того, необхідно враховувати фінансові затрати. Надійна охорона коштує дорого і для зниження фінансових витрат доводиться виключити з комплексу безпеки окремі його складові. Але при цьому знизиться і надійність охорони. Таким чином, можна зробити наступне наближене порівняння: БОХР - ефективна і дорога, система «Розумний будинок» - малоефективна і дорога, GSM сигналізація - малоефективна і дешева, інші системи авто-сигналізації - по-різному, в залежності від функціональності.

Основна дилема при виборі сигналізації: ефективність - вартість. Чи варто переплачувати за дорогу сигналізацію, якщо вона такою ж ефективністю, як і дешева [1].

1.4 Принцип функціонування GSM сигналізації

GSM сигналізація – це охоронне устаткування, яке сповіщає власника об'єкта про несанкціоновані дії за допомогою мобільного зв'язку, тобто сиг-

нал надходить на смартфон. Дані GSM-сигналізації передаються за допомогою цифрового стандарту мобільного стільникового зв'язку GSM [2].

До складу GSM-сигналізації входить центральний блок або панель з GSM-модулем і датчиками руху (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Склад GSM-сигналізації

Додатково до контрольної панелі можна підключити бездротові датчики газу і диму, розбивання скла, розмикання. Охоронна сигналізація безпосередньо передає сигнал тривоги на мобільний телефон власника приміщення у вигляді SMS.

Система має декілька режимів настройки, завдяки чому можна налаштувати оповіщення про пожежу, проникнення на об'єкт, витоку газу, при цьому повідомлення будуть приходити відразу декільком людям зі списку, який готується заздалегідь. При цьому в приміщенні спрацьовує сирена. Сигнал тривоги буде йти до тих пір, поки не буде подано зворотний (приймаль-

ний) сигнал. Кожна зона в приміщенні може бути запрограмована на конкретний сигнал, завдяки чому є можливість з точністю визначати, де саме спрацював пристрій. Коли власник отримує тривожний сигнал, він може самостійно викликати поліцію або службу порятунку.

Такі охоронні системи часто встановлюють в житлових будинках, квартирах, невеликих комерційних установах, котеджах, дачах, офісах, магазинах. Управління деякими системами відбувається дистанційно за допомогою мобільного телефону. У головного блоку GSM-сигналізації обмежені функції. До нього підключається певну кількість датчиків, внаслідок чого слід враховувати розмір об'єкта при купівлі обладнання [3].

Завдяки сучасним технологіям система може працювати за наступним принципом:

1. Тільки інформувати власника. Повідомлення розсилаються від 1 до 10 особам, наприклад, членам сім'ї, директору, на пульт охорони і в інші служби. Все залежить від того, який тип загрози.

2. Включати масове сповіщення, якщо, наприклад, сталося загоряння, задимлення, при цьому включається сирена, підсвічуються виходи евакуації.

3. Включати захисні та інші системи. За допомогою GSM-сигналізації керують роботою системи вентиляції, пожежогасіння, подачею газу, води. Якщо є витік води, охоронна система все автоматично перекриває.

Завдяки великому функціоналу подібного обладнання, можна комплексно захистити будь-який об'єкт нерухомості.

Панель управління представляє основну частину охоронної системи (рис 1.2). Саме в це місце стікає інформація з датчиків. У головному модулі весь матеріал аналізується, після чого пристрій подає тривожний сигнал.

До елементів управління, завдяки яким можна контролювати роботу устаткування відносяться: радиобрелок або мобільний телефон (в більш удосконалених моделях); датчики, які бачать і чують все, що відбувається в приміщенні та відсилають всю інформацію до головного модулю; оповіщення здійснюється сиреною або іншими елементами.



Рисунок 1.2 – Панель управління з елементами контролю роботи устаткування

Переваги GSM-охоронної системи.

1. Надійність. Вся інформація, що передається до центрального блоку, піддається кодуванню, завдяки чому ризик перехоплення сигналу значно знижується.

2. Додатковий функціонал. Є моделі, які можуть запуснути опалення, клімат-контроль за рахунок підключення до системи "розумний будинок".

3. Контролює і охороняє майно. Така сигналізація може захистити не тільки об'єкт нерухомості, але також автомобіль, сейф, де зберігаються матеріальні цінності.

4. Прості настройки. Встановити GSM-сигналізацію досить просто, потрібно просто слідувати інструкції.

5. Контроль за будь-якими об'єктами. Якщо все датчики встановити правильно, можна здійснювати контроль за працівниками компанії, діями доглядальниць, нянь та іншого персоналу.

6. Великий радіус дії завдяки придбанню додаткового підсилювача.

7. Можливість автономної роботи (від літєвих батарей, акумуляторів). Можна використовувати тоді, коли немає можливості встановити дротову охоронну систему.

1.5 Класифікація GSM-сигналізації

Сучасні виробники пропонують два види подібних охоронних систем: бездротові і дротяні.

У провідних сигналізаціях за допомогою проводів з'єднуються головний блок і приймачі (рис. 1.3).

Такі моделі недорогі, проте для їх нормального функціонування необхідно прокласти з'єднувальні кабелі. Це має на увазі великий обсяг будівельно-монтажних робіт, та й ціна при цьому буде порівнянна бездротовим системам. Через проводку ускладнюється обслуговування системи, а також їх легко обрізати, тим самим знешкоджуючи охоронне устаткування. Крім цього для дротяних датчиків необхідно додаткове живлення, але при цьому можна заощадити на батарейках, які необхідні у бездротових моделях.

Бездротові сигналізації коштують дорожче, однак величезний їх плюс - відсутність монтажних робіт. Їх легко встановлювати, обслуговувати. Також вони більш надійні, оскільки ніхто не може перерізати дроти і зняти захист [2].



Рисунок 1.3 – Організація провідної сигналізації

Якщо встановлюється модель з інтернет-модулем, можна отримувати інформацію про те, що відбувається в офісі, квартирі або іншому об'єкті. Якщо сталося проникнення, власнику приходить SMS-повідомлення з фото або відео. При цьому видно, хто став причиною тривоги (людина або тварина), після чого власник може зателефонувати в поліцію.

При виборі бездротової системи необхідно враховувати, з якою силою передається сигнал до датчиків. Коли між ними і GSM-модулем багато стін, сигнал іноді втрачає потужність і є ризик, що в потрібний момент він не дій-

де до власника. З мінусів можна відзначити їх живлення від акумуляторів, які розряджаються.

Бездротові моделі також мають власну класифікацію.

1. PRO - устрої, які встановлюють і підключають фахівці. На таке обладнання є сертифікати якості, які підтверджують надійний захист будь-якого об'єкта. Також є можливість вивести їх на центральний пульт. Дані системи складно заглушити, їх не складно обслуговувати і якість зв'язку набагато краще.

2. DIY - обладнання, яке легко встановлюється власними силами. Однак у таких моделей менше рівень захисту. Їх простіше заглушити, зламати, перехопити канал зв'язку. Їх не можна підключити безпосередньо до пульта охорони.

3. Гібриди - ультрасучасні пристрої, в яких з'єдналися обидва сегмента PRO і DIY, від якого взяли легені настройки і систему управління за допомогою додатка на смартфоні, зручний монтаж. Система містить ПО, оновлюється на відстані. Від PRO взяли надійність, відмінний захист, відсутність проблем з харчуванням. Зазвичай такі моделі оснащені додатковим АКБ, захистом від глушіння, додатковий канал, по якому передається GSM-сигнал.

1.6 Типове обладнання систем запобігання проникненню у приміщення

1.6.1 Сповіщувачі охоронних систем

Рівень надійності, будь-якої охоронної системи та її робота в цілому залежать від того, які датчики і детектори в них використані, де вони розміщені на території яка охороняється.

Під датчиками прийнято розуміти сповіщувачі, які перетворюють фізичні величини і характеристики (наприклад: тепло, світло, звук, фізичні переміщення, вібрації, удари) в електричний сигнал. Детекторами прийнято називати сповіщувачі, які включають в свій склад датчики, схему обробки сигналів і схему ухвалення рішення.

Існують різні типи датчиків. Відомі електроконтактні датчики, що працюють на розмикання або замикання контактів, датчики, виконані з тонкого дроту або фольги, що рвуться при механічному впливі на них (омічні сповіщувачі).

У сучасних системах все більша перевага віддається безконтактним датчикам і детекторам. До них відносяться пасивні і активні детектори руху на ІЧ-променях, радіохвильові детектори, детектори вібрації і розбиття скла, ультразвукові, магнітоконтактні і фотоелектричні датчики. Сучасні датчики і детектори виконуються на основі останніх досягнень науки і технологій. Вони мають не тільки високі технічні характеристики, але й прекрасний дизайн. Детектори руху дозволяють реєструвати виникнення руху на об'єкті, що охороняється.

Існує кілька їх різновидів, що розрізняються за принципом реєстрації руху: ультразвукові детектори, пасивні та активні детектори з ІЧ-датчиком, детектори з радіохвильовим датчиком, а також їх комбінації.

Ультразвукові детектори мають досить високу чутливість. Вони випромінюють і приймають відбитий ультразвуковий сигнал і дозволяють реєструвати навіть незначний повітряний потік. У зв'язку з цим виникає проблема завадостійкості будь-який незначний рух, або протяг повітря призводять до спрацьовування датчика і помилкової тривоги.

В даний час широко використовуються детектори руху на основі ІК-датчиків. Вони спрацьовують при попаданні рухомого об'єкту, який випромінює тепло (наприклад, людина), в зону чутливості датчика. ІЧ-детектори руху забезпечують надійну охорону великої площі, мають сучасний дизайн, який добре вписується в інтер'єр квартири або офісу.

Датчики можна класифікувати також за місцем їх установки на об'єкті. Зовнішні датчики для контролю периметрів територій (периметральні датчики) зазвичай встановлюються в поєднанні з парканами з металевої сітки або ґратами і реагують на різноманітні впливи, наприклад струсу. Для охорони територій та будівель застосовуються приховані датчики, вмонтовані в ґрунт або її покриття, в стіни і будівельні конструкції. Внутрішні датчики використовуються для охорони периметрів будівель, приміщень, для контролю внутрішніх просторів і предметів. Вони діють так само, як зовнішні датчики, але розрізняються конструкцією і технологічними характеристиками. [4].

Омічні, магніто- і ударно-контактні сповіщувачі відносяться до найпростіших. Вони являють собою тонкий металевий провідник, спеціальним чином закріплений на об'єкті, що охороняється предметі. Будь-яка фізична дія на об'єкт, що охороняється призводить до розриву провідника.

Омічні сповіщувачі АЛ-1-Т-0,02x10 «Фольга», «Фольга-С» (рис 1.4) призначені для блокування від розбивання конструкцій зі скла, схильних до впливу вібраційних і ударних перешкод в приміщеннях, де не пред'явлено підвищені вимоги до інтер'єру (склади, приміщення виробничого і господарського призначення).

Блокування алюмінієвою фольгою виробляють шляхом приклеювання її по периметру скла вікон. При захисті прорізів у склоблоках фольга повинна приклеюватися у середині кожного склоблоку. Фольга приклеюється до скла клеєм «Контакт» або аналогічним з внутрішньої сторони рам (дверей) з боку приміщення, що охороняється. Для підключення до шлейфу охоронної сигналізації стрічка затискається в спеціальному утримувачі (клемою), яка приклеюється до тих же місць, що і фольга.

Омічний сповіщувач «Провід» призначений для захисту будівельних конструкцій (двері, люки, ворота, стіни, перегородки і т.д.) (рис. 1.5). Використовується провід перерізом не більше 0,2 мм. Провід прокладають по внутрішній стороні будівельних конструкцій по всій площі.

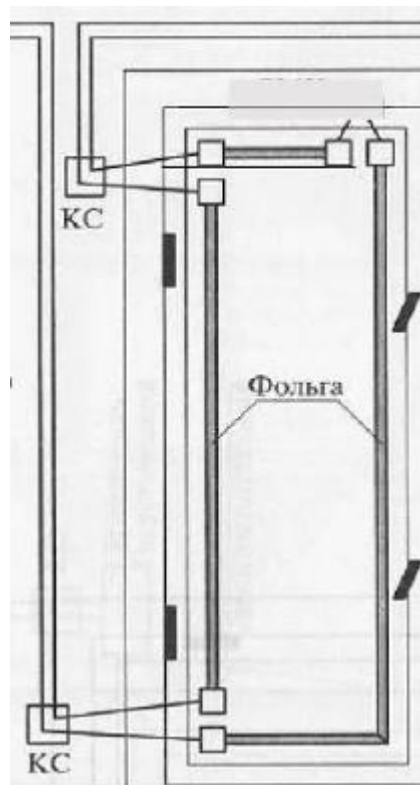


Рисунок 1.4 - Омичний сповіщувач АЛ-1-Т «Фольга»

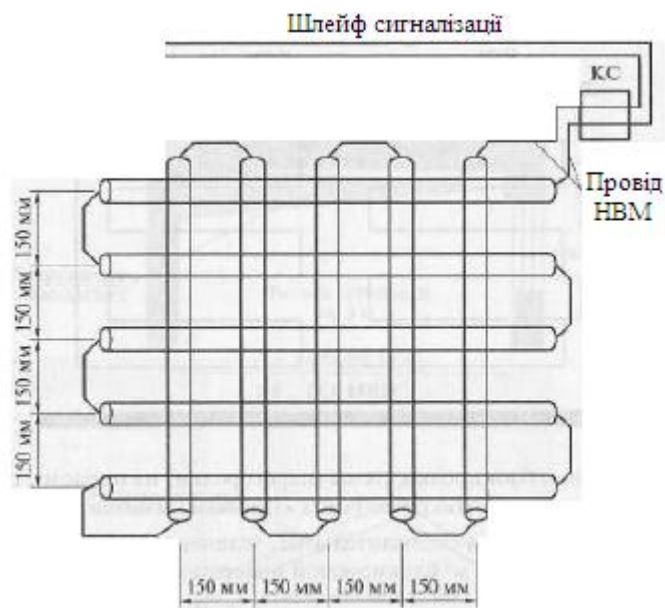


Рисунок 1.5 - Омичний сповіщувач «Провід»

При відкритому способі провід кріплять безпосередньо до поверхні будівельних конструкцій з подальшим захистом його від випадкових (або навмисних) ушкоджень за допомогою листів фанери, оргаліту та ін. При прихованому способі прокладки провід прокладають і кріплять у штробах глиби-

ною і шириною не менше двох діаметрів проводу з наступною шпаклівкою штроби і суцільного зафарбовування поверхні [4].

Магнітоконтактні сповіщувачі призначені для блокування дверей, вікон, люків, вітрин інших рухомих конструкцій на відкривання. Сповіщувачі можна використовувати в якості датчиків-пасток для блокування переносних предметів (експонатів музеїв і виставок, персональних комп'ютерів та ін.) А також блокування сталевих конструкцій (сейфів, вогнетривких шаф та ін.). [4]

Магнітоконтактний сповіщувач складається з герметичного магнітокеруваного контакту і постійного магніту в пластмасовому або металевому немагнітному корпусі. Модулі сповіщувачів кріплять безпосередньо до поверхні предмету, що захищається з боку приміщення. Сповіщувачі кріплять на дерев'яній поверхні шурупами, на металевій – гвинтами з прокладкою з ізолюючого матеріалу товщиною 25-30 мм, а на скляній - клеєм типу «Контакт». Модулі геркона і магніту встановлюються на блокуючий елемент паралельно один одному (сповіщувачі для відкритого монтажу) або співвісно - для сповіщувачів прихованого монтажу. Порушення паралельності або співвісності вузлів магнітоконтактних сповіщувачів, їх нежорстке кріплення, неякісна пайка або заміна її скруткою кабеля можуть привести до помилкових спрацювань сповіщувачів.

Вітчизняна промисловість випускає магнітоконтактні датчики наступних типів: СОМК-1-1 (рис. 1.6); 3М; 8; 9; СОМК-3-1; 4; 11; ЄСМК-7ЄП; 1Є; 3Є; 5Є.

Крім вітчизняних датчиків широко застосовуються СМК датчики фірми TANE, яка поставляє датчики двох типів: зі стандартним робочим зазором величиною 20 мм і з розширеним робочим зазором величиною 30мм.

Основною відмінністю МС один від одного є тип установки, з якого матеріалу виготовлені.

Ударно контактні сповіщувачі Ю303-1 «Вікно-2М», Ю303-3 «Вікно-4», Ю303-4 «Вікно-5», Ю303-5 «Вікно-6» (рис. 1.6) призначені для блоку-

вання скляних полотен площею до 20 м з запам'ятовуванням тривожних сповіщень.



Рисунок 1.6 - Ударно контактний сповіщувач ЮЗОЗ-5 «Вікно-6» та геркони СОМК-1-1

Сповіщувачі складаються з блоку обробки сигналів (БОС) і датчиків розбиття скла (ДРС). Місце розташування складових частин сповіщувача (БОС і ДРС) визначається кількістю, взаємним розташуванням і площею скляних полотен, які потрібно контролювати.

П'єзоелектричні сповіщувачі призначені для блокування будівельних конструкцій на руйнування або тиск; вони формують повідомлення про проникнення в результаті перетворення енергії пружних хвиль ультразвукового або звукового діапазону, що виникають при спробах руйнування захищеної конструкції порушником. [9]

П'єзоелектричні сповіщувачі Ю311-1 «Гюрза-050», Ю304-5 «Гюрза-050М» (рис. 1.7) призначені для роботи в закритих опалювальних приміщеннях.

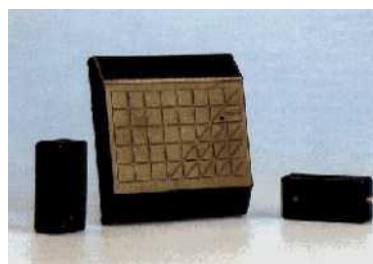


Рисунок 1.7 - П'єзоелектричний сповіщувач Гюрза-050М

Ці сповіщувачі використовуються для блокування історичних, художніх і ювелірних цінностей, а також окремих будівельних конструкцій.

Принцип дії сповіщувачів заснований на реєстрації зміни тиску при механічному впливі на предмети. Завдяки можливості регулювання рівней чутливості, сповіщувач «Гюрза» можна застосовувати для охорони мініатюрних і досить великих предметів. В сповіщувачі використовуються сенсори (датчики) двох типів. Для монтажу сенсорів в комплект поставки входять зажими, гачки і струна. До блоку обробки сигналів (БОС) сповіщувача допускається підключати до 40 сенсорів.

П'єзоелектричний сповіщувач Ю304-3 «Грань-2» застосовується для виявлення руйнування монолітних бетонних, цегляних стін і перекриттів товщиною не менш ніж 150 мм, дерев'яних конструкцій з дощок товщиною 20-40 мм, фанери товщиною не менше 4 мм і металевих сейфів.

Сповіщувач «Грань-2» має блочну конструкцію і складається з блоку обробки сигналу (БОС), семи датчиків вібро-сигналів для виявлення вібрації, що виникає в монолітних конструкціях трьох датчиків сигналів вібрації зі звуководом для виявлення вібрації, що виникає в немонолітній дерев'яній конструкції.

П'єзоелектричні сповіщувачі Ю313-1 «Шерех-1», Ю313-1А «Шерех-1-1» використовуються для виявлення навмисного руйнування будівельних конструкцій: бетонних стін і перекриттів, цегляних і дерев'яних стін, сейфів і металевих шаф.

Сповіщувачі встановлюються всередині об'єкту, що охороняється, в місцях, захищених від механічних пошкоджень і доступу сторонніх осіб. При виборі місця монтажу сповіщувача необхідно знати специфічні особливості приміщення (форма і розмір приміщення, росташування дверних і віконних прорізів, товщина і матеріал стін, перекриттів і інших конструкцій, що підлягають блокуванню на пролом). Сповіщувач встановлюється на конструкції за допомогою спеціального дюбеля, шурупа або гвинта.

Ємнісні сповіщувачі призначені для блокування металевих шаф, сейфів, окремих предметів, будівництв захисних огорожень. Їх принцип дії заснований на зміні електричної ємності антени в разі наближення або дотику порушником предмета, який охороняється.

Ємнісний сповіщувач Ю305-3 «Пік» (рис. 1.8) призначений для блокування сейфів, металевих шаф, решіток, а також віконних, вітринних і дверних прорізів.



Рисунок 1.8 - Ємнісний сповіщувач Ю305-3 «Пік»

Завдяки ступінчастому регулюванню ємності і чутливості сповіщувач «Пік» адаптується по параметрам конкретного об'єкту, що охороняється, що забезпечує високу чутливу здатність сповіщувача. Автоматичне відстеження зміни ємності охороняється предмета при зміні умов навколишнього середовища забезпечує високу перешкодозахищеність сповіщувача і надійність охорони. В сповіщувачі передбачений автоматичний контроль цілісності і опору витoku з'єднувального дроту від чутливого елемента.

Сповіщувач «Пік» повинен розміщуватися, як найближче, до предмету, який охороняється так, щоб при встановленій чутливості сповіщувача доступ до нього був неможливий без видачі тривожного сповіщення.

Ємнісний сповіщувач Ю305-4 «Градiєнт» призначений для охорони ангарів з легких металевих конструкцій та слабо укріплених стін за допомогою блокування по поверхні ангара. Сповіщувач «Градiєнт» забезпечує гнучкість формування зони охорони за допомогою чутливого трьох провідного елемента, можливість охорони оболонки при проведенні робіт в охоронюваному приміщенні, стійкість до повітряним потокам, іскрових розрядів, переміщення птахів.

Звукові сповіщувачі призначені для блокування конструкцій при розбитті скла. Принцип роботи даних випромінювачів заснований на безконтактному методі акустичного контролю руйнування скляного полотна, що виникає при поширенні сигналу в звуковому діапазоні частот, що поширювався по повітрю [4].

Звукові сповіщувачі ІО329-1 «Скло-1», ІО329-2, «Скло-2», ІО329-2А «Скло-2-1», ІО329-4 «Скло-3» призначені для виявлення руйнування скляного полотна віконних і вітражних конструкцій.

Сповіщувачі встановлюються на стіні або на стелі так, щоб всі засклені частини конструкції знаходилися в межах його прямого огляду (кут огляду сповіщувача 90°). При розміщенні сповіщувачів у приміщенні на період охорони повинні бути щільно закриті всі двері, вікна, квартирки, відключена вентиляція, телефонні апарати, гучномовці, електричні дзвінки.

Поверхневий звуковий сповіщувач ІО329-4 «Арфа» призначений для дистанційного (неконтактного) детектування руйнування листів скла.

Сповіщувач монтують на внутрішній стороні приміщення в місці, захищеному від механічних пошкоджень і доступу сторонніх осіб на висоті не менше 2 м від підлоги. При установці сповіщувача всі ділянки скла повинні бути в межах його прямого огляду.

З імпортованих звукових сповіщувачів інтерес представляють сповіщувачі фірми 3 & K Intelli Sense (США) моделей FG-1015 / 1025R, Z, Swan GBD-2 (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 - Звуковий сповіщувач Swan GBD-2

Ці датчики реєструють звуки, які супроводжують удар об скло і виникають при його розбиванні. Детектори мають сучасний дизайн і можуть встановлюватися на стіні, віконній рамі або на стіні приміщення, що охороняється.

Хоча останнім часом безконтактні акустичні сповіщувачі придбали велику популярність, проте в ряді випадків їх застосування обмежене, так як ці типи сповіщувачів реагують як на звуки, створювані всередині приміщення, так і на акустичні коливання, приходять від скла з вулиці. Це відноситься до ситуації, коли в приміщеннях можуть виникати сильні шуми, які призводять до помилкових спрацьовувань. У таких випадках доцільно застосовувати акустичний сповіщувач моделі FG 1025Z фірми З & К.

Цей сповіщувач реєструє акустичні коливання, які надходять із боку охоронюваного скла. Вибірковість досягається використанням двох незалежних мікрофонів з подальшою обробкою сигналів за часом приходу з контрольованої зони. Ця технологія дозволила значно підвищити ймовірність реєстрації розбиття скла, надійність сповіщувача в цілому і його здатність відсікати помилкові спрацьовування.

Для дистанційного тестування сповіщувачів фірми З & К використовуються імітатори руйнування скла Flex

Guard моделі FG-701. Імітатор відтворює звук розбивання скла і може бути використаний для перевірки працездатності всіх датчиків розбиття.

Ультразвукові сповіщувачі призначені для охорони закритих приміщень і формуються при проникненні порушника та обуренні поля дружніх хвиль ультразвукового діапазону, що викликається рухом порушника в зоні виявлення. Зона виявлення сповіщувача має складну форму еліпсоїда. [1]

Для забезпечення стійкої роботи ультразвукових сповіщувачів необхідно дотримуватися наступних правил:

- не слід застосовувати сповіщувачі в приміщеннях з рівнем акустичних шумів вище 60 дБ;

- не встановлювати сповіщувачі у вітринах, над радіаторами опалення, на підвіконнях, поблизу віконних штор і кімнатних рослин, а також не допускати попадання цих предметів в зону виявлення;

- на період охорони необхідно закривати на запори двері, вікна, кватирки, люки, а також вимикати вентиляційні установки, калорифери, телефони, дзвінки, гучномовці та ін.

- не допускати знаходження в приміщенні, що охороняється тварин і птахів;

- не слід розміщувати в одному приміщенні два і більше сповіщувачів або відрегулювати їх таким чином, щоб зони виявлення не перетиналися при максимальній чутливості.

Ультразвукові сповіщувачі ЮПЗ08-3 «Ехо-2», ЮЗ08-1 «Ехо-3», ЮЗ08-2 «Ехо- А» призначені для виявлення руху порушника в зоні, що охороняється по засобом блокування локальних зон приміщення, тобто місць зосередження цінностей. Зони виявлення сповіщувача приведена на рисунку 1.10.

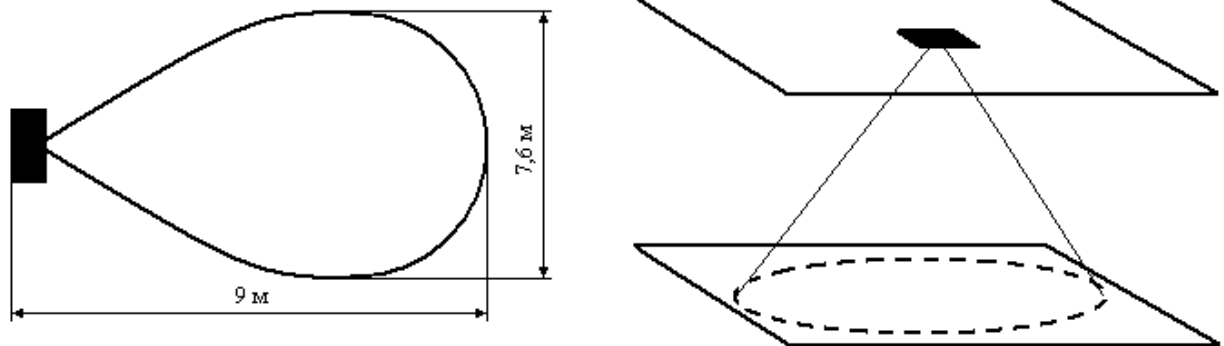


Рисунок 1.10 - Зони виявлення сповіщувача «Ехо-А»

Об'ємний охоронний ультразвукової детектор «Ехо-А» призначений для охорони закритих приміщень і забезпечує блокування локальних зон приміщення місць зі середоточення цінностей, оргтехніки і т.п. При установці детектора на стелі (рис. 1.10) можна здійснювати охорону окремих об'єктів, розташованих всередині великих приміщень, причому регулювання чутливості можна плавно змінюючи розміри зони, що охороняється від 6 до 70 м².

Ультразвуковий сповіщувач «Вітрина» призначений для охорони закритих приміщень, виявлення проникнення порушника в зону під охороною, переміщення предметів всередині нього з подальшою видачею тривожного сповіщення. [4]

Ультразвуковий сповіщувач складається з блоку обробки сигналів (БОС), акустичного випромінювача (АВ) і акустичного приймача (АП). Акустичні випромінювач та приймач виконані в вигляді пластикових циліндрів, забезпечених поворотними кронштейнами для просторової орієнтації. Основу АВ і АП складають п'єзоелектричні ультразвукові перетворювачі з взаємно узгодженими параметрами. Їхня дія основана на інтерференції ультразвукових коливань. При закритих вікнах і дверях простір, контрольований детектором, обмежений, і в точці розташування приймача формується стійка інтерференційна картина. При проникненні порушника в приміщення стійкість інтерференційної картини порушується і формується сигнал тривоги.

Принцип дії ПІЧ-детекторів (пасивних інфрачервоних) заснований на реєстрації зміни інтенсивності інфрачервоного (ІЧ) спектру випромінювання, що виникає при русі теплового об'єкта, наприклад, людини або тварини в зоні контролю. Чутливим елементом такого приладу є піроелемент (піроприймач), на поверхні якого під дією ІЧ- випромінювання від будь-якого теплового об'єкта виникає електричний сигнал. Для реєстрації факту руху теплового об'єкта в детекторі з допомогою багатосегментного дзеркала формується багатопроменева діаграма спрямованості, що складається з безлічі променів детекції, які спрямовані під різними кутами і в різних напрямках

Перетин цих променів тепловим об'єктом призводить до потрапляння на піроелемент імпульсів інфрачервоного випромінювання, і як наслідок, відбувається формування останнім електричних імпульсів. Ці імпульси посилюються і обробляються детектором, який підраховує їх кількість, і часові інтервали між ними. Значення цих параметрів визначають стійкість приладу і діапазон виявлення швидкостей переміщення теплового об'єкта (від 3 м/с для швидко рухомої людини та до 0,3 м / с для дуже повільного переміщення).

Промені детекції утворюють зону виявлення, яка визначає чутливість приладу. Максимальна відстань, на яку ще відбувається впевнене виявлення рухомого об'єкта. Точні геометричні характеристики (конфігурація) зони виявлення забезпечуються багатосегментними дзеркалами і оптичною системою на лінзах Френеля. Використання різних типів лінз дозволяє змінювати конфігурацію зони виявлення в залежності від обстановки. Завдяки цьому детектори руху мають універсальне застосування і використовуються для охорони приміщень, місць зосередження цінностей, підходів до них, коридорів, внутрішніх периметрів, віконних і дверних прорізів і т.д.

Провідні світові фірми-виробники ПЧ-детекторів як чутливі елементи використовують піроприймачі з двома і більше чутливими площадками, що дозволяє істотно знизити ймовірність помилкових спрацьовувань під впливом зовнішніх факторів, наприклад конвективних потоків повітря, світлових і радіочастотних перешкод. Однак для забезпечення стійкості роботи сповіщувача не рекомендується встановлювати його над опалювальними приладами; направляти сповіщувач на вентилятори теплого повітря, прожектори, софіти, яскраві лампи розжарювання, попадання на сповіщувач прямих сонячних променів; а також не рекомендується на знаходження в зоні виявлення предметів (штор, перегородок, шаф і т.д.), здатних створювати «мертві» зони і тварин.

Охоронні ПЧ-детектори типу «КС-101» розроблені і поставляються українським виробником. Вони призначені для роботи в складі пультів контролю, таких, як «Дунай», «Луць», «Оріон», та ін.

Живлення приладу реалізується по шлейфу сигналізації. Як датчик використовується подвійний піроелемент. Завдяки використанню різних типів лінз детектори мають різні зони виявлення (різні діаграми спрямованості). Корпус приладів виконаний по сучасному дизайну, що дозволяє їм добре вписуватися в інтер'єр будь-якого приміщення.

Діаграма зони виявлення пасивного інфрачервоного сповіщувача визначається оптичною системою, для прикладу на рисунку 1.11 наведена для сповіщувача «КС-101».

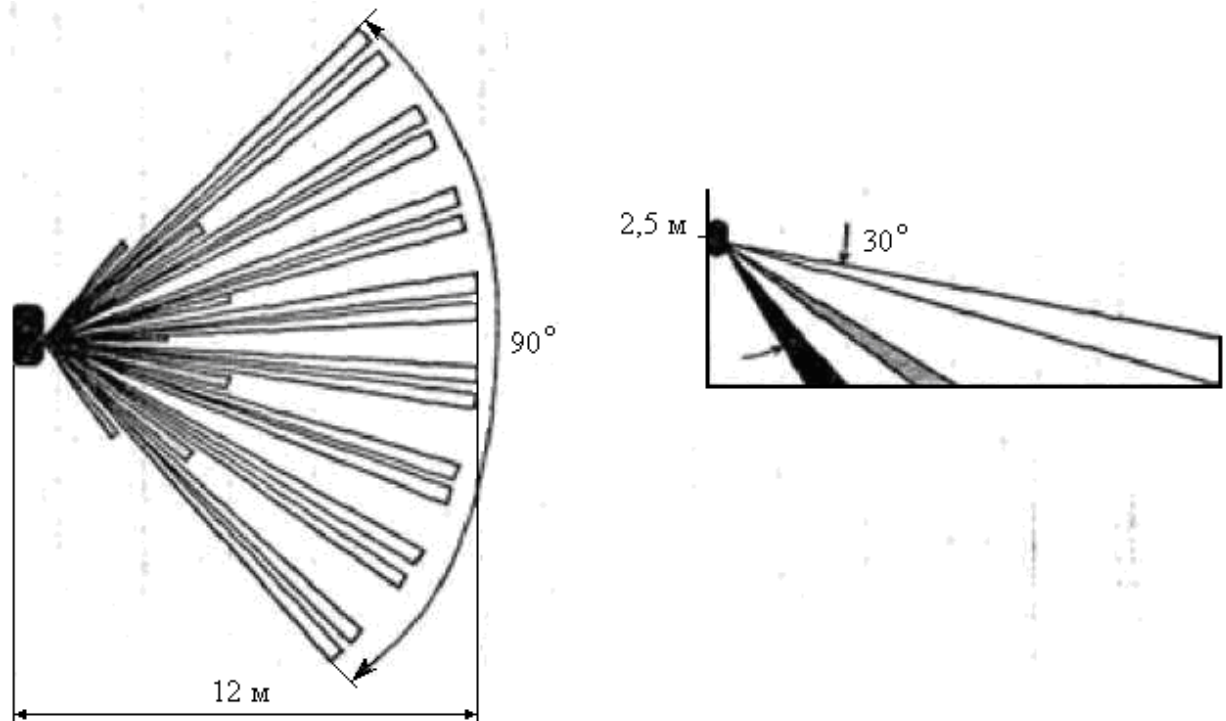


Рисунок 1.11 - Діаграма зони виявлення пасивного інфрачервоного сповіщувача

На українському ринку широко представлені, ПІЧ-детектори різних закордонних виробників. Найбільшим попитом користуються прилади компанії SWAN (Swan Quad) (рис. 1.12) DSC (LC-100), а також компанії OPTEX (Франція - Німеччина) моделей LX-2AU, PIR700E [4].



Рисунок 1.12 - ПІЧ детектор Swan Quad

Активні інфрачервоні сповіщувачі руху застосовують для охорони внутрішніх і зовнішніх периметрів приміщень, вікон, вітрин, окремих предметів. Вони формують тривожне сповіщення при зміні відбитого потоку (однопозиційні сповіщувачі) або при відсутності (зміні) потоку, що прийметься (двопозиційні сповіщувачі) енергії оптичного випромінювання, що викликається рухом порушника в зоні виявлення [2].

Зона виявлення сповіщувача має вигляд «променевого бар'єру», утвореного одним або декількома паралельними вузько направленими променями;

Для забезпечення стійкої роботи сповіщувача рекомендується дотримуватися наступних правил:

- встановлювати випромінювач і приймач на міцні, конструкції, що не деформуються;
- не допускати попадання на приймач сонячних відблисків і світла автомобільних фар;
- не допускати знаходження сторонніх предметів ближче, ніж 0,5 м від простору, по якому проходить промінь.

Сповіщувачі GSN Electronic Patrol 101; OptexAX-500Plus (рис. 1.13); AX-650TF; AX-130TN; BX-100PLUS призначені для виявлення проникнення порушника на територію об'єкта, що охороняється. Сповіщувачі забезпечують блокування будівельних конструкцій, віконних і дверних отворів, коридорів, проходів і т.д.



Рисунок 1.13 - Активні периметральні сповіщувачі OptexAX-500Plus

Периметр об'єкта повинен бути обладнаний огороженням, яке служить механічної перепорою для порушника. З внутрішньої сторони огорожі необхідно виділити зону відторгнення завширшки не менш 1 м, яка повинна бути вільна від рослинності і інших предметів, що перешкоджають проходженню променів. Блоки сповіщувача можна встановлювати на стінах, спеціальних стовпах або стійках, що забезпечують відсутність коливань і вібрацій.

Радіохвильові сповіщувачі руху призначені для виявлення і реєстрації руху в зоні, що охороняється. Кожен сповіщувач містить СВЧ-модуль, до складу якого входять випромінювач і приймач СВЧ-коливань. На відміну від пасивних ІЧ- детекторів, радіохвильові сповіщувачі є активними пристроями, так як не - безперервно випромінюють в навколишній простір СВЧ-коливання. Принцип дії цих приладів ґрунтується на інтерференції радіохвиль сантиметрового діапазону або на ефекті Доплера (зміна частоти сигналу, відбитого від рухомого об'єкту).

Радіохвильові сповіщувачі можна застосовувати для охорони закритих приміщень, внутрішніх і зовнішніх периметрів, окремих предметів і будівельних конструкцій. Зона виявлення має форму еліпсоїда обертання або краплеподібну форму. Зони виявлення різних типів сповіщувачів розрізняються лише розмірами. Для забезпечення стійкої роботи радіохвильових сповіщувачів не можна встановлювати сповіщувачі на струмопровідні конструкції. Слід винести за межі зони виявлення, коливаються або рухомі предмети, що мають значну поверхню, що відбиває, а також великі габаритні предмети, здатні створювати «мертві» зони.

Ефективні міри зменшення впливання несприятливих факторів:

- закріплення предметів, які можуть рухатися в зоні виявлення;
- вибір відповідного напрямку випромінювання з мовника, а також застосування радіо непроникних екранів, наприклад, у вигляді металевих сіток перед предметами, вібрації або рух яких неможливо усунути;

- усунення можливості спрацьовування сповіщувача при появі в зоні виявлення дрібних тварин і комах вибором висоти підвісу сповіщувача і орієнтуючи напрямок його випромінювання паралельно підлозі;

- не застосовувати сповіщувачі на об'єктах, поблизу яких розташовані потужні радіопередавачі.

Радіохвильові сповіщувачі SWAN 1000; DSC LC-151 (рис. 1.14); DSC LC-171 забезпечують блокування приміщень, місць зосередження цінностей, музейних і виставкових експонатів та ін. Вони мають суцільні об'ємні зони виявлення з максимальною площею до 90 м² і контрольованим об'ємом до 200 м при дальності 12 - 16 м.



Рисунок 1.14 - Радіохвильовий сповіщувач DSC LC-151

Принцип дії комбінованих сповіщувачів являє собою поєднання двох принципів виявлення. В останній час все частіше стали застосовуватися комбіновані сповіщувачі, до складу яких входять два детектора пасивний інфрачервоний і активний радіохвильовий або пасивний інфрачервоний і активний ультразвукової. Це так звані детектори подвійної технології. [3]

У таких приладах ПІЧ-детектор працює безперервно. При реєстрації факту руху теплового об'єкта в зоні виявлення вмикається радіохвильовий (ультразвуковий) детектор. Якщо останній підтверджує наявність рухомого об'єкту в зоні охорони, прилад сформує і видасть по шлейфу сигналізації тривожне повідомлення. Такий режим роботи детекторів дозволяє забезпечи-

ти високий рівень перешкодозахищеності приладу і зменшити рівень СВЧ-випромінювань, оскільки радіохвильовий Детектор включається тільки на короткий період часу.

Комбіновані сповіщувачі використовуються для охорони об'єктів зі складною обстановкою с завадами, де використання сповіщувачів інших категорій неможливе або неефективне.

Комбіновані SWAN PGB; Satel Opal; DSC LC-104 (рис. 1.15) поєднують два канали виявлення: інфрачервоний (ІЧ) пасивний і радіохвильовий (РХ) активний, а також видають в шлейф сигналізації тривожне повідомлення при послідовному спрацюванні двох каналів (при пріоритеті каналу РХ).



Рисунок 1.15 - Комбінований (ІЧ+РХ) сповіщувач DSC LC-104

Місце установки сповіщувачів обирають так, щоб їх зони виявлення перекривали можливі напрями руху порушника.

1.6.2 Детектори руху

Стельовий детектор руху BV-501GB компанії DSC - це два самостійних прилади в одному корпусі: пасивний ІЧ-детектор і детектор битого скла. BV-501GB має кругову діаграму спрямованості і призначені для установки на стелі приміщення, що охороняється. Він має сучасний дизайн і високі екс-

платуаційні характеристики, що робить його прекрасним засобом для охорони приміщень.

До складу приладу входить ПЧ-детектор з круговою діаграмою спрямованості на основі піроелемента з регулюємою чутливістю.

Він призначений для виявлення несанкціонованого входу в приміщення. Другий детектор – це детектор розбитого скла з радіусом дії до 9 м, призначений для реєстрації факту розбивання скла і формування сигналу тривоги.

Комбіновані детектори руху фірми ARROWHEAD (США), що включають в себе радіохвильові ПЧ-датчики, представлені моделями серії 1000. Вони мають сучасний дизайн, що поєднується з будь-яким інтер'єром приміщення, і високу характеристику виявлення.

Детектор руху PIRAMID компанії «Protection Technologies Inc.» (США), що поставляється в Україну, використовує подвійну технологію: комбінований радіохвильовий і подвійний ПЧ-датчики. Він надійно працює в широкому діапазоні зовнішніх умов і використовується для зовнішньої установки.

Головним фактором, що забезпечує надійність приладу, є застосування унікального двоканального доплерівського радіохвильового детектора. Цей детектор виконує свої функції набагато краще, ніж звичайний СВЧ-детектор, так як він ігнорує такі джерела помилкових спрацьовувань, як різні вібрації і випадкові переміщення об'єктів. Цей прилад дозволяє вимірювати відстань до рухомого предмета і включати тривожну сигналізацію при порушенні встановленої дистанції.

Метою дипломної роботи являється розробка та розрахунок системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розрахувати схему ефективного сповіщувача з передачею інформації у вигляді SMS-повідомлення і дозвону на стільниковий телефон;
- розробити конструкцію сповіщувача та печатну плату монтажу елементної бази;
- провести аналіз характеристик розробленого сповіщувача.

2 Розробка системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі

GSM сигналізація в загальному випадку представляє з себе деякий блок (рис. 2.1) (GSM контролер), до якого підключаються датчики (чутливі елементи), і GSM модем (або стільниковий телефон). GSM сигналізація дуже добре підходить для охорони будь-яких віддалених об'єктів (гаражі, склади, дачі, кіоски та ін.). Для роботи даної системи необхідна наявність електричної енергії, і досить стійкою стільникового зв'язку.

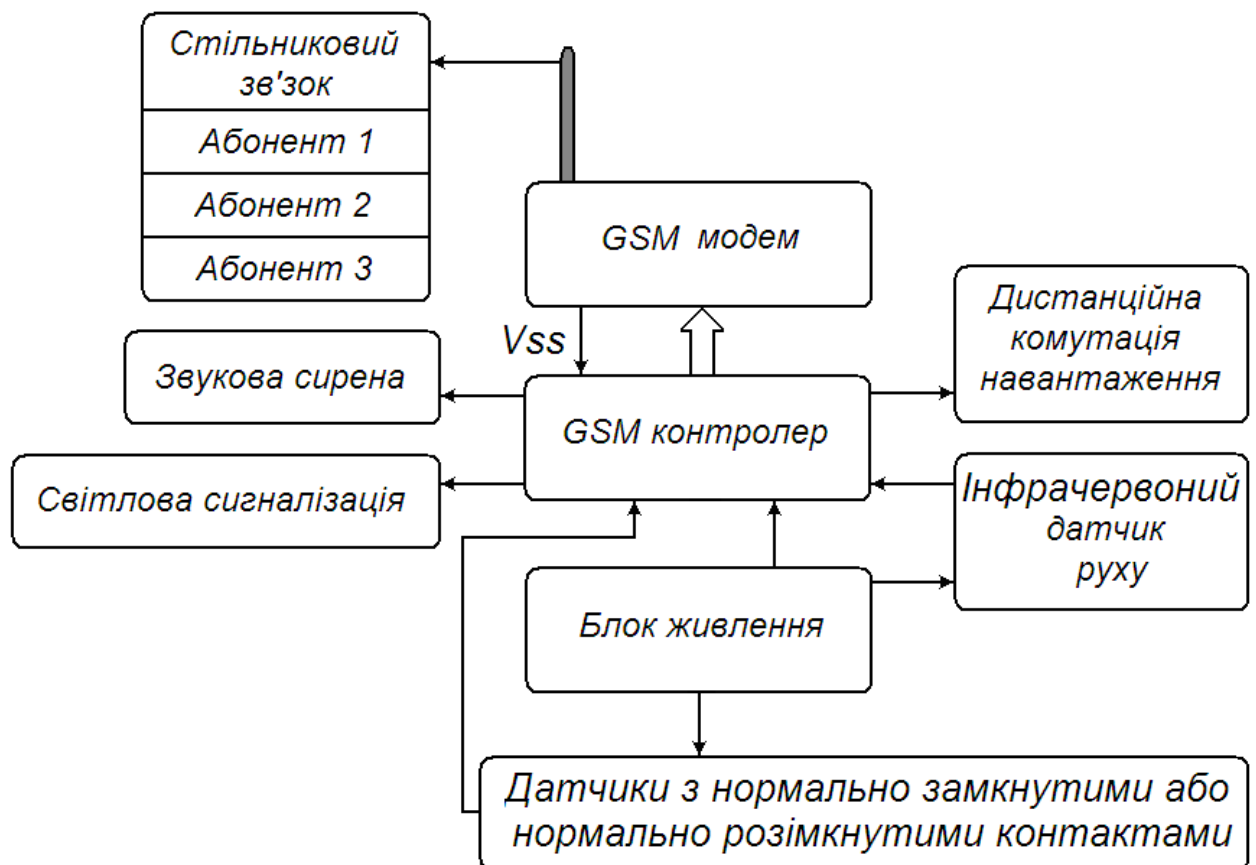


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі

В GSM сигналізацію окремо вбудована функція реле, яка дозволяє дистанційно комутувати будь-яке навантаження за допомогою дозвону.

Принцип дії GSM сигналізації полягає в отриманні та обробці даних з встановлених на об'єкті датчиків GSM контролером і, в разі виникнення нештатної ситуації (спрацьовуванні датчика), оповіщення через канал стільникового зв'язку будь-якого оператора (стільниковий телефон). Крім того, до GSM контролера підключається зовнішнього джерела живлення, звукова сирена, світлова сигналізація [5].

2.1 Стільниковий GSM модем охоронної системи

Оберемо у якості GSM модема стільниковий телефон моделі Siemens C35 (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Стільниковий телефон Siemens C35

Для з'єднання контролера з модемом використовується стандартний інтерфейсний роз'єм до телефону Siemens

Схема інтерфейсного контактора має сім провідних ліній (рис. 2.3).

Розпіновка гарнітури для мобільних телефонів Siemens C35 приведена на рисунку 2.4.

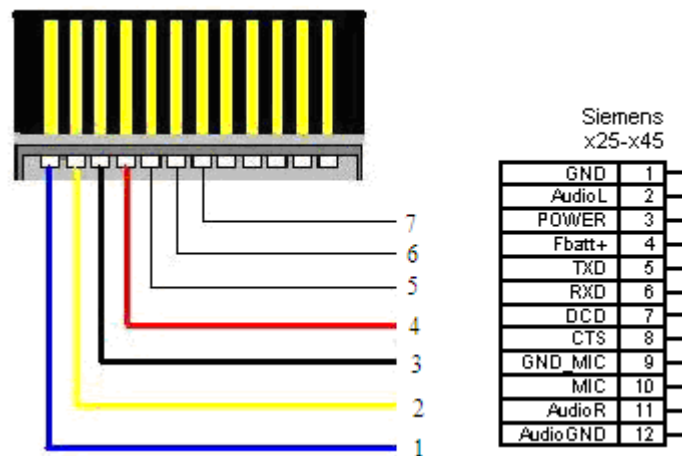


Рисунок 2.3 – Розпайка інтерфейсного кабеля

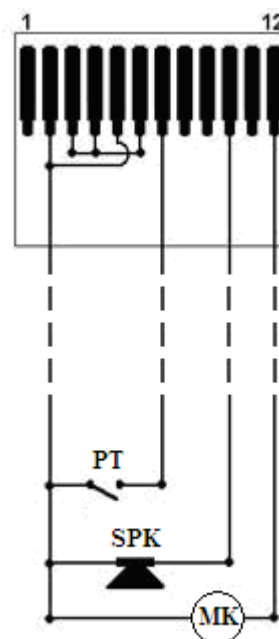


Рисунок 2.4 – Контакти гарнітури

Принцип стільникової сигналізації ґрунтується на швидкому наборі від кнопки, до якої підключено датчик. Тобто при спрацюванні датчика телефон набирає номер, налаштований у швидкому наборі. Тому необхідно налаштувати GSM модем на швидкий набір номера, на який йтиме дзвінок при спрацюванні датчика. У телефоні слід вимкнути дзвінок та вібратор. Варто

врахувати використання для модема блока живлення або зарядженого акумулятора.

Щоб приєднати контролер до модема, необхідно розібрати телефон і акуратно припаяти дроти до контактів відповідної кнопки на печатній платі (кнопка для швидкого набору). Схема працює таким чином: при спрацюванні відповідного датчика сигнал з контролера поступає на кнопку, внаслідок чого телефон набирає заданий номер у швидкому наборі.

Спрацювання GSM сигналізації від сигналу з інфрачервоного датчика руху виконується у той момент коли об'єкт знаходиться в полі його видимості. При цьому посилається сигнал на мобільний телефон, набирається номер, заздалегідь налаштований у швидкому наборі.

1.2 Датчики запобігання проникненню у приміщення

Система запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі передбачає санкціоноване спрацювання від датчиків з нормально закритими або нормально розімкнутими контактами та інфрачервоного датчика руху (рис. 2.5).

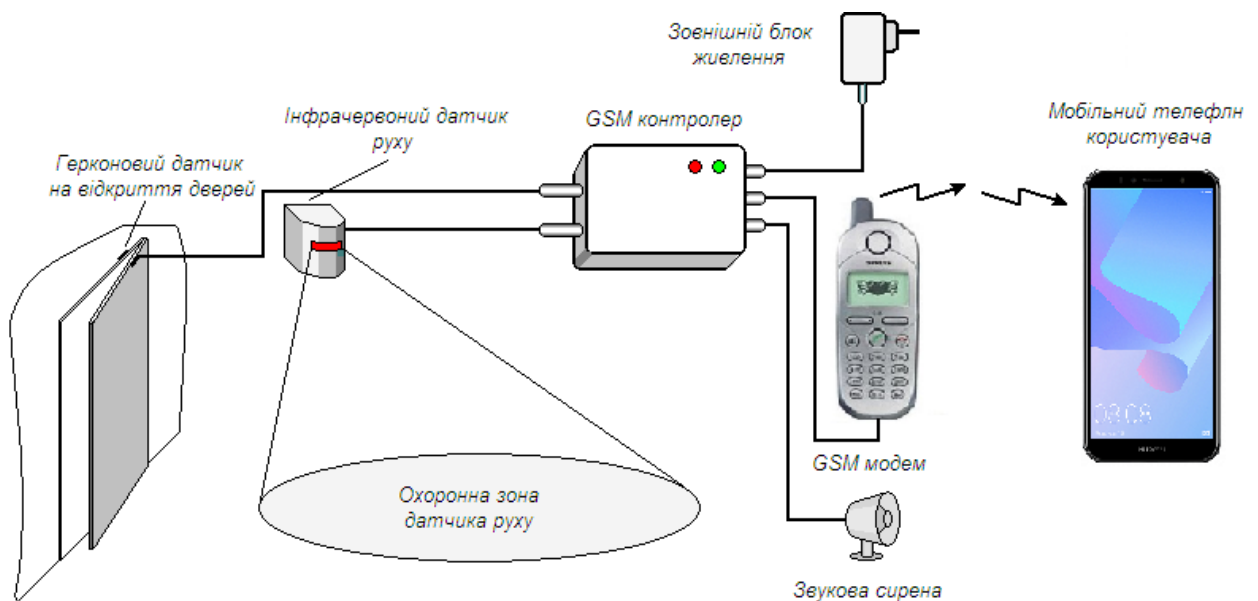


Рисунок 2.5 - Система запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі

1.2.1 Інфрачервоний датчик руху

В даний час найбільш ефективним датчиком охоронної сигналізації, встановленої в приміщенні, є інфрачервоний датчик руху. Зв'язано це з тим, що в приміщенні, яке охороняється, досить встановити один датчик, дець на стелі, і більше жодні контактні датчики удару, пересічення або інші датчики не потрібні. Якщо у приміщення будь-яким чином проникне людина, датчик руху спрацює.

Усі тіла, нагріті вище температури абсолютного нуля, володіють тепловим випромінюванням. Нормальна температура людського тіла $36,6^{\circ}\text{C}$, що зазвичай вище за температуру повітря, тому при русі людей в зоні дії датчика відбувається зміна теплового, або інфрачервоного випромінювання. Ці зміни уловлюються сенсорами, що наводить до спрацювання датчика.

В цих датчиків є багато переваг [6].

1. Точне регулювання чутливості і радіусу дії. Дозволяє обмежити дальність прийому сигналу територією, яка охороняється, і запобігти помилковим спрацюванням від тварин та птиць.

2. Спрацює лише на рух нагрітих предметів. На вулиці відсутні спрацювання при розгойдуванні дерев.

3. Безпечний при постійному використанні. У конструкції пристрою відсутні випромінювачі.

4. Низька ціна. Є одним з найдешевших видів датчиків руху.

Головною частиною конструкції цього апарату є фотодатчики, здатні приймати ІК-вилучення і мультилінза, складена з декількох лінз невеликого розміру. Кожна з малих лінз фокусує випромінювання на своєму приймачі.

При русі нагрітих тіл перед лінзами, теплове випромінювання на них міняється - його рівень зростає на одних ділянках і падає на інших. Це наводить до спрацювання датчика.

Конструкція більшості інфрачервоних датчиків від різних виробників унікальна [6]. Проте загальна схема обов'язково включає декілька елементів (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 - Конструкція інфрачервоного датчика

Найчастіше це лінза Френеля. Вона є сукупністю призматичних фасеток – мікролінз, закріплених на опуклу пластинку – циліндр. Кожна лінза фіксує ІЧ-вилучення на своїй ділянці і передає дані на пірочутливий елемент. Таким чином створюється певна конфігурація теплового об'єкту. Якщо останній не переміщається, вона не змінюється. Але якщо об'єкт рухається, той же ІЧ-потік при переміщенні потрапляє вже на наступну мікролінзу, і конфігурація змінюється. Тобто, якщо на піроприймач світло то падає, то його немає. Це і є умова спрацювання датчика: пристрій реагує на переміщення людини в полі дії.

Чим більше сегментів в лінзі і чим вище їх чутливість, тим точніше працює ІЧ-датчик.

Сигнал з лінзи йде на піроелемент – перетворювач на напівпровідниках. Він включає 2 сенсори, кожен з них отримує сигнал від своєї лінзи. Якщо потік на обох елементах однаковий – сенсор не діє, якщо сигнал різний – спрацює.

Блок обробки сприймає інформацію зі всіх піроелементів і аналізує. Його завдання – відокремити дані про тепловий об'єкт, який переміщається, від перешкод: руху повітря, сонячних променів, конвекції, яка виникає при роботі кондиціонера або обігрівача, вібрації. Датчик повинен спрацьовувати лише на появу людини, а не на тваринах, що вимагає додаткового налаштування.

Оброблювальний модуль оцінює форму і тривалість сигналу, його амплітуду. Звичайні перешкоди викликають несиметричні двохполярні імпульси, порушник – симетричні. Якщо характер сигналу збігається з пороговим значенням, датчик спрацьовує і подає імпульс на панель, що управляє. Останній обробляється аналоговими або цифровими пристроями і активує яку-небудь програму: включити світло, збільшити інтенсивність, включити сирену [6].

Вихідним елементом інфрачервоного датчика є вбудоване реле або транзистор, які включають або відключають освітлення і інші пристрої. При використанні інфрачервоних датчиків в системах GSM сигналізації вихідний сигнал може подаватися на GSM контролер (рис. 2.7).

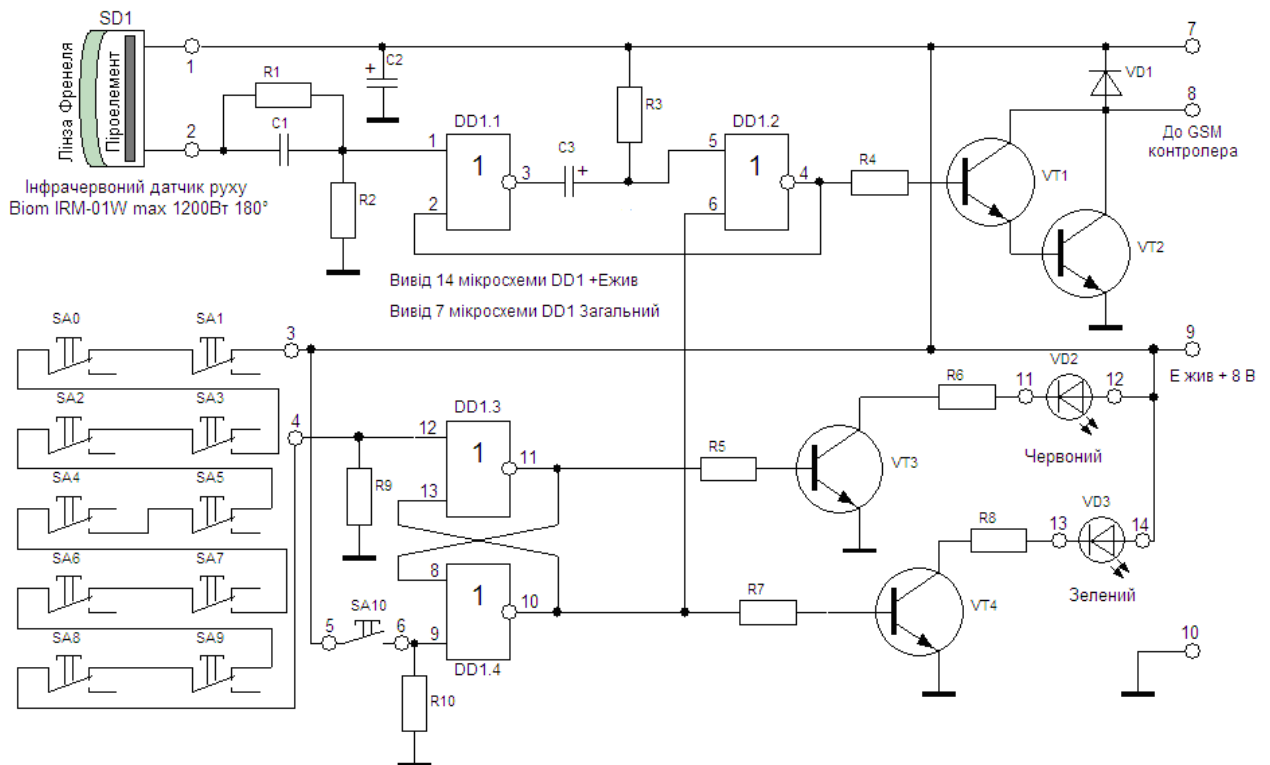


Рисунок 2.7 - Схема підключення інфрачервоного датчика руху для GSM сигналізації

На виході схеми інфрачервоного датчик руху можна підключити сирену, на зразок тієї, що в автомобільній сигналізації, або реле, за допомогою якого включати будь-яке сигнальне навантаження або кнопку виклику охорони, радіоканал для передачі сигналу дистанційно та ін. Для управління сигналізацією використовується клавіатура з 11 кнопок. Клавіатура знаходиться зовні приміщення біля вхідних дверей. Там же розташовуються два сигнальні світлодіоди червоного і зеленого кольору. Десять кнопок клавіатури (0-9) використовуються для набору коду, що вимикає сигналізацію. Ще одна кнопка для включення. Коли сигналізація включена, горить червоний світлодіод (вхід заборонений). Коли сигналізація вимкнена, горить зелений світлодіод (вхід дозволений). При спрацьовуванні датчика руху включається сирена (або щось інше, що підключене) на якийсь час близько 30 секунд. Потім вимикається, і схема повертається у вихідний стан.

Діаграма покриття сигналу датчика представлена на рисунку 2.8.

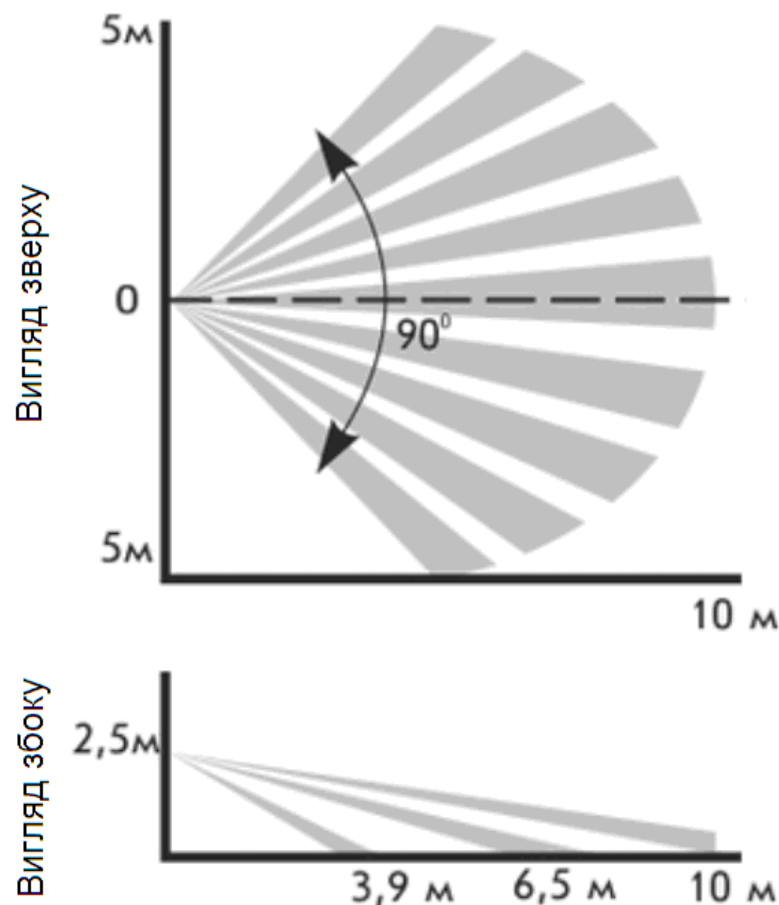


Рисунок 2.8 - Діаграма покриття сигналу датчика

Схема сигналізації складається з одновібратора на логічних елементах DD1.1 і DD1.2, і вихідного ключа на транзисторах VT1 і VT2. SD1 це контакти інфрачервоного датчика руху. Оскільки після спрацьовування напруга може стримуватися декілька хвилин, що б це не викликало помилок в роботі схеми тут є коло C1R2, який формує короткий імпульс у момент появи напруги на SD1. Резистор R1 служить для розрядки C1 після зникнення напруги на SD1.

Після того, як імпульс сформований повинен запускатися одновібратор на елементах DD1.1 і DD1.2. Але це можливо лише коли на виводі 6 DD1.2 нуль. Допустимо, там нуль. Тоді на виході DD1.2 виникає логічна одиниця, яка триває близько 30 секунд (поки C3 заряджає через R3). В цей час транзистори VT1 і VT2 відкриті і сигнал інфрачервоного датчика руху поступає на GSM контролер.

Для того, щоб ввімкнути/вимкнути сигналізацію потрібно змінювати логічний рівень на виводі 6 DD1.2. Якщо там нуль сигналізація охороняє приміщення, якщо одиниця охорона вимкнена. Для управління використовується RСтригер на елементах DD1.3, DD1.4 [7].

Аби сигналізація охороняла приміщення потрібно натиснути кнопку S10 (кнопка без фіксації натиснутого стану) і тригер встановиться в стан логічного нуля на виході DD1.4. При цьому на виході DD1.3 буде одиниця, транзистор VT3 відкриється і спалахне світлодіод VD2 червоного кольору, який показує що вхід в приміщення заборонений, приміщення під охороною.

Аби ввімкнути охорону потрібно на клавіатурі з десяти кнопок S0...S9 натискувати три кнопки кодового числа. В даному випадку це «347», тобто потрібно натиснути кнопки S3, S4 і S7. Причому, натискувати їх потрібно одночасно.

Якщо код набраний правильно (одночасно натиснуті три кнопки кодового числа) коло замикається і тригер встановлюється в стан з логічною одиницею на виході DD1.4. Одновібратор DD1...1D1.2 блокується і не реагує на сигнали датчика руху. Логічна одиниця з виходу DD1.4 так само поступає на VT4, він відкривається і спалахує світлодіод VD3 зеленого кольору, що пока-

зує що вхід дозволений. Якщо код набрати неправильно або натискувати всі кнопки, коло не замикається і блокування не відбувається.

Для перевірки правильності функціонування схеми інфрачервоного датчика руху в програмному забезпеченні EWB імітуємо датчик руху джерелом живлення 5В і перемикачем Space (рис. 2.9). Аналіз показує правильність спрацювання схеми по коду 3-4-7 на клавіатурі. Свічення контрольної лампочки показує на формування інформаційного сигналу для GSM контролера.

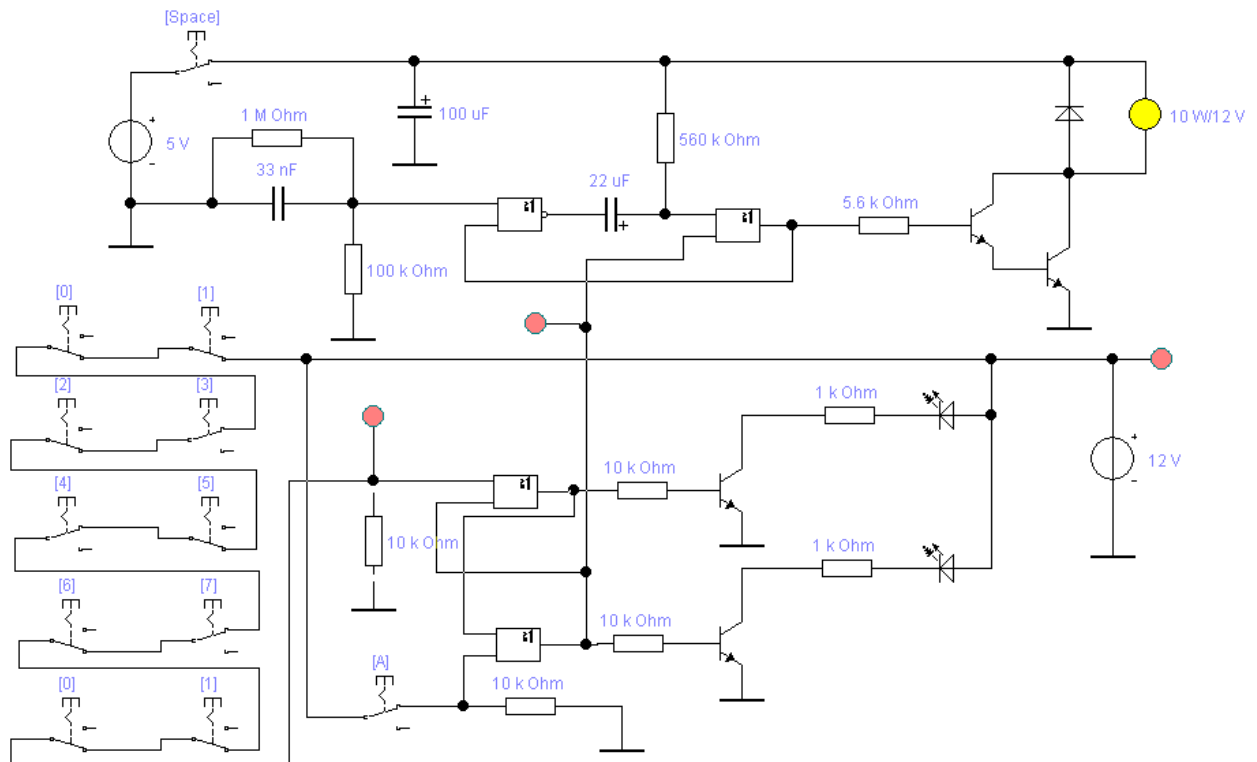


Рисунок 2.9 – Аналіз функціонування схеми інфрачервоного датчика руху

Конструктивно всі елементи схеми інфрачервоного датчика руху розташовані на печатній платі з однобічного склотекстоліту завтовшки 1...3 мм.

Печатна плата з габаритними розмірами 50×30 мм представлена на рисунку 2.10. Для спрощення технологічного процесу використовується склотекстоліт FR - 4, який поставляється із вже нанесеним шаром позитивного фоторезиста, захищеним спеціальною захисною плівкою.

Фотошаблони для виготовлення печатної плати друкуються на лазерному принтері з роздільною здатністю не менше 600 dpi (точок на дюйм) на

прозорій плівці або папері з наступною обробкою освітлювачем TRANSPARENT 21

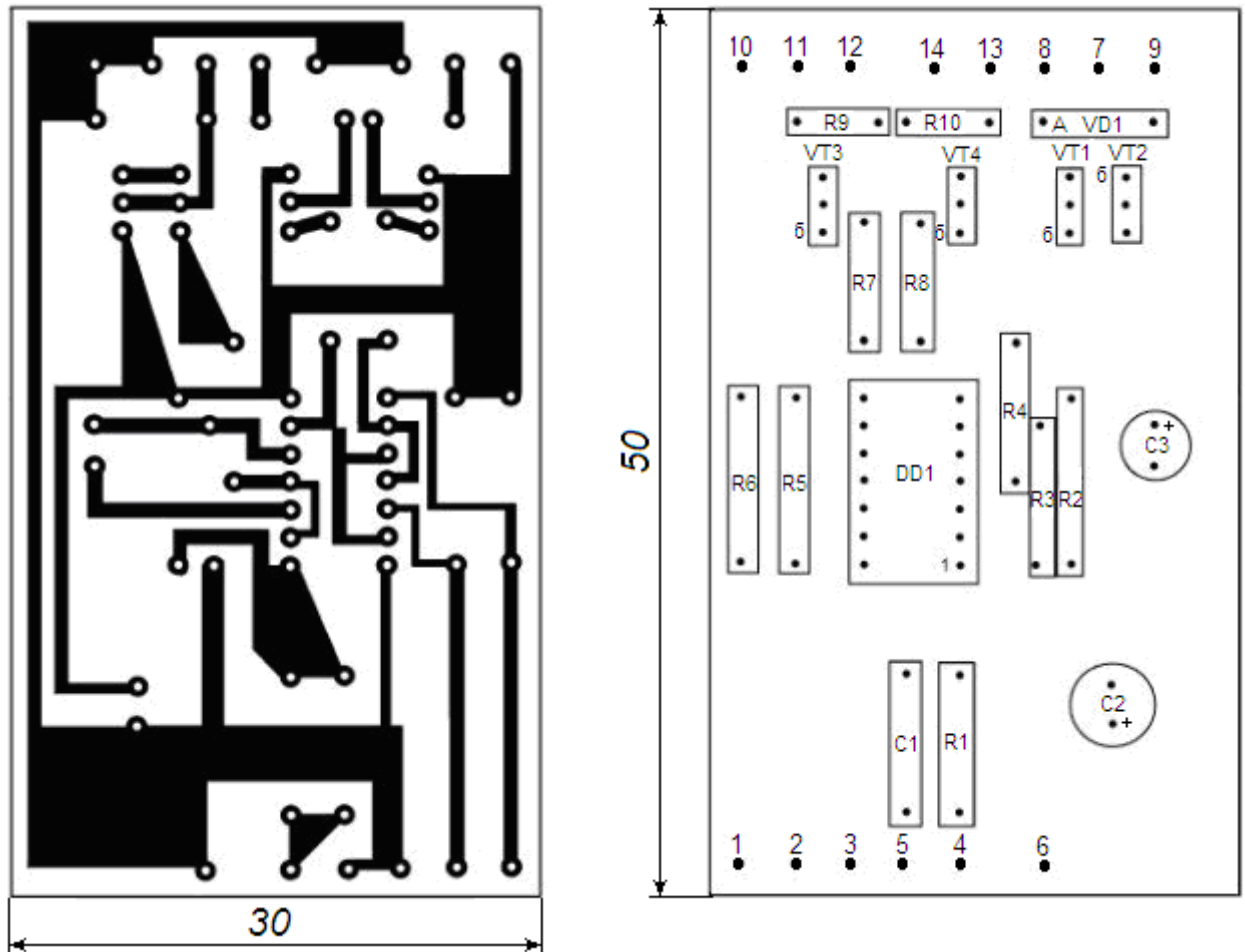


Рисунок 2.10 – Печатна плата інфрачервоного датчика руху

Після експонування плати проявляються в 0,7% розчині NaOH. Час прояву – 30...60 секунд залежно від експозиції і температури розчину.

Травлення міді проводиться в розчині хлориду заліза (III), який набув поширення завдяки низькій вартості і високій швидкості травлення. Розчин має наступний склад: 500 г/л FeCl_3 , 4...6% HCl. При температурі 35...50 °C швидкості травлення міді складає 50 мкм/хв. Розчинення міді відбувається відповідно до реакції. Травлення призводить до повного видалення міді з незахищених фоторезистом ділянок.

Топологія печатної плати розроблена на ПК за допомогою програми Sprint Layout 4.0. Безпосередньо з неї виготовляються фотошаблони.

1.2.2 Датчики відкриття дверей або вікон системи запобігання проникненню у приміщення

Датчики, де основним комутаційним пристроєм є геркони, називаються герконовими.

Геркон представляє магнітокеруємий контакт, який міняє свій стан (закривається або розкривається) при дії на нього магнітного поля, яке може створюватися як постійним магнітом, так і електромагнітом [8].

Конструктивно геркон містить в собі ферромагнітні контакти, поміщені в герметичну колбу, наповнену інертним газом, або вакуумовану. Відстань між контактами мінімально – всього долі міліметра для миттєвої комутації, а інертні газ/вакуум допомагають уникнути окислення контактів при комутації і продовжити їх працездатність. При цьому геркони мають простий конструктив, малі розміри, довгий термін експлуатації і вибухобезпечність (рис.2.11).

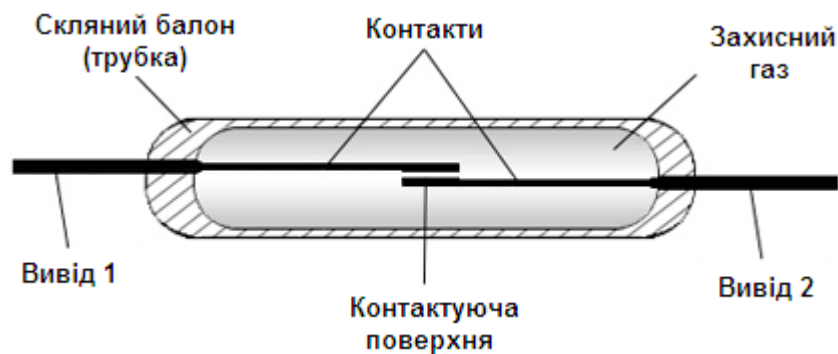


Рисунок 2.11 – Конструкція геркона

Класифікувати герконові датчики можливо наступним чином.

По функціоналу контактної групи:

- нормально розімкнені;
- нормально замкнуті;
- перемикальні.

За технологією виконання:

- сухий контакт;
- ртутний контакт.

За типом пристрою в герконових датчиках з нормально-розімкненим контактом за відсутності магнітного поля контактна група розімкнена, і при дії поля вона замикається.

В разі нормально-замкнутого контакту, навпаки, контакти замкнуті у нормальному стані, а при дії магнітного поля вони розмикаються.

У перемикального геркона окрім двох контактів є ще і третій контакт, на який геркон перемикається при дії поля. Таким чином, за допомогою подібного геркона можна задіювати відразу 2 дискретних сигнали для потреб індикації або управління.

За технологією виконання стандартним варіантом є тип геркона під назвою сухий контакт (звичайний контакт), а в герконі у ртутному виконанні в колбі на контактній групі є додавання ртуті, яка покращує властивості комутації, дозволяючи усунути брязкіт контактів при спрацьовуванні і збільшуючи термін експлуатації геркона.

Магнітоконтатні датчики відкриття бувають безпроводними та провідними. Для оповіщення про проникнення через вікно обрано модель СОМК 1-1 (рис 2.12) [9].



Рисунок 2.12 – Магнітоконтатний датчик СОМК 1-1

Технічні характеристики магнітоконтактного датчика СОМК 1-1:

- діапазон робочої напруги 1 – 72В
- діапазон струму 0.1 – 100 мА
- опір в черговому режимі 0.5 Ом
- опір в режимі тривоги не більше 200 кОм
- діапазон робочих температур – 40 – 50 по Цельсію
- стандарт захисту від навколишніх впливів IP41

Датчик для оповіщення відкриття дверей вмикатиме охоронну сигналізацію при першому (після подання живлення в систему) закритті дверей.

Магнітоконтактний датчик СОМК 3-1(рис. 2.13) для естетичності вмонтовано в конструкцію дверей [9].



Рисунок 2.13 - Магнітоконтактний датчик СОМК 3-1

До системи запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі може бути підключено декілька датчиків. Це можуть бути звичайні кнопки, герконові датчики, датчики розбиття скла, датчики руху, інфрачервоні бар'єри, датчики витоку газу, димові сповіщувачі, датчики протікання води і багато інших. Слід зазначити, що на один вхід можна підключити відразу декілька датчиків (рис. 2.14 а, б). У послідовне коло (рис. 2.14 а) датчики, які в черговому режимі нормально замкнуті (в аварійній ситуації роз-

микаються), і паралельне коло (рис. 2.14 б) датчики, які в черговому режимі нормально розімкнуті (в аварійній ситуації замикаються).

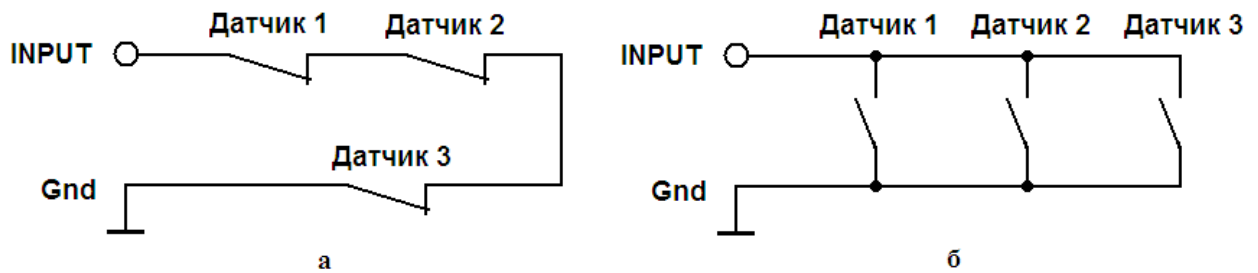


Рисунок 2.14 – Підключення зовнішніх датчиків

1.3 Розробка схеми GSM контролера

Після тривалого огляду мікропроцесорних пристроїв, виникло завдання вибору найбільш відповідного мікропроцесора. Рішення даної задачі було знайдене при розгляді мікропроцесорів компанії Microchip.

PIC16F628 - це дешевий, високопродуктивний, виготовлений по КМОН технології 8-бітовий мікроконтролер. У основу процесора покладена RISC архітектура, він має покращені характеристики ядра, внутрішні і зовнішні переривання. Пристрій має два двонаправлені порти введення/виведення, один з яких може бути використаний як вхід для аналого-цифрового перетворення, інший - як вихід для ЦАП. Тактова частота складає 20MHz.

Більшість портів МК мають альтернативні функції. Для ілюстрації функцій виводів мікроконтролерів розглянемо призначення виводів PIC16F628 (рис. 2.15).

Альтернативні функції виводів OSC1, OSC2 і виводу MCLR задаються в слові конфігурації, тобто один раз на етапі програмування МК. Виводи, використовувані при програмуванні або тестуванні МК програматором, на відповідні функції переводяться автоматично, при вході в режим програмування. Останні виводи МК можуть перемикатися на свої альтернативні функції програмно.

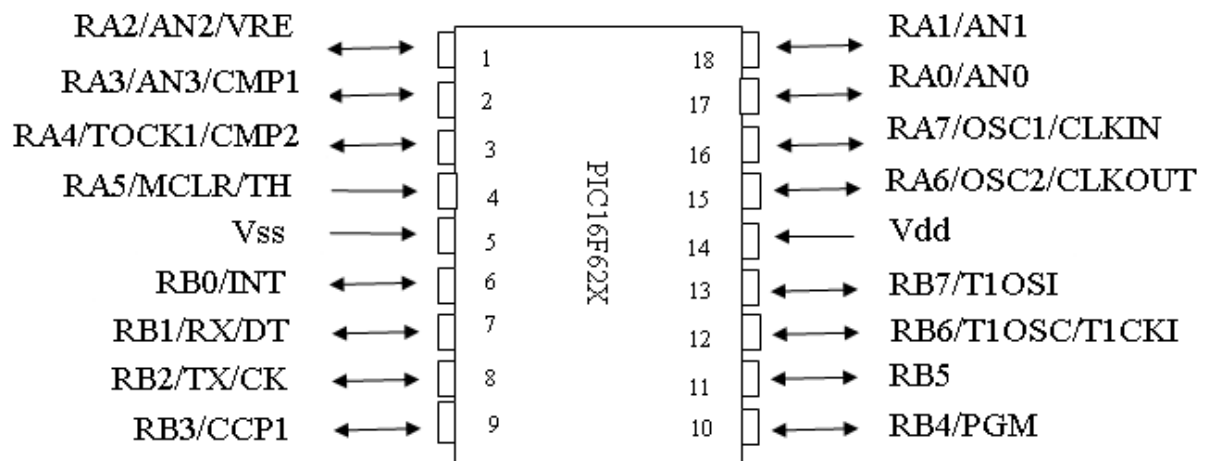


Рисунок 2.15 - Призначення виводів мікроконтролера PIC16F628

Для правильного налаштування периферійного модуля і, зокрема, виведення МК на виконання альтернативної функції, потрібно в документації МК знайти опис периферійного модуля, що цікавить, і з'ясувати які регістри і як мають ініціалізувати, і реалізувати цю ініціалізацію в програмі. Опис виводів мікроконтролера PIC16 представлено в таблиці 2.1.

По включенню живлення МК:

1. Всі порти налагоджені як входи. Це виключає непередбачені явища.
2. Якщо МК має аналогові функції на якихось входах, то ці входи налагоджені як аналогові.

Після подачі живлення на МК починає виконуватися його робоча програма, яка насамперед здійснює налаштування портів, периферійних модулів, переривань і ініціалізував змінні [10].

Структурна схема мікропроцесора PIC16F628 (рис. 2.16) має роздільні пам'ять і шини для команд і для даних. Розрядність пам'яті програм і шини команд - 14, пам'яті даних, регістрів АЛП і шини даних - 8. У арсеналі всього 35 простих і компактних команд. Всі команди виконуються за 1 машинний цикл, окрім команд галуження, які виконуються за 2 машинних цикла.

Всі регістри МК діляться на дві групи: спеціальні регістри і регістри загального призначення.

Таблиця 2.1 – Опис виводів мікроконтролера PIC16F62X

Функція	Описання
RA2/AN2/VREF	RA2/аналоговий вхід 2 АЦП/вхід “-” зразкової напруги для АЦП
RA3/AN3/CMP1	RA3/аналоговий вхід 3 АЦП
RA4/ТОСК1/CMP2	RA / вхід зовнішнього сигналу для TMR0
RA5/MCLR/THV	RA5/зовнішнє скидання/тестується МК програматором
Gnd	Загальний
RB0/INT	RB0/зовнішнє переривання
RB1/RX/DT	RB1 / вхід USART в асинхронному режимі / дані USART в синхронному режимі
RB2/TX/СК	RB2 / вихід USART в асинхронному режимі / тактовий сигнал USART в синхронному режимі
RB3/ССР1	RB3/вхід АХВАТ/виход СРАВНЕНІС/вихід ШІМ модуля ССР1
RA1/AN1	RA1/ аналоговий вхід_1 АЦП
RA0/AN0	RA0 / аналоговий вхід_0 АЦП
RA6/OSC2/CLKOUT	Вихід генератора для кристалічного або кварцевого резонатора / вихід зовнішнього тактового сигналу. У режимі RC генератора вихід ? Fosc
Vss	Живлення
RB7/T1OSI	Вхід осцилятора TMR1
RB6/T1OSC/T1CKI	Вхід генератора для кристалічного, кварцевого або RC резонатора / вхід зовнішнього сигналу TMR1
RB5	RB5

Обидві групи складають єдиний простір - пам'ять даних, тому для управління функціями і налаштуваннями МК не потрібні спеціальні команди.

Ортогональна система команд дозволяє виконати будь-яку операцію з будь-яким регістром, використовуючи будь-який метод адресації.

До складу різних типів МК входять різні стандартні периферійні модулі, які виконують типові для цифрових систем функції. Вони звільняють ресурси МК, спрощують програму і здешевлюють пристрій.

Всі виводи МК, окрім виводів живлення і скидання, використовуються як порти загального призначення.

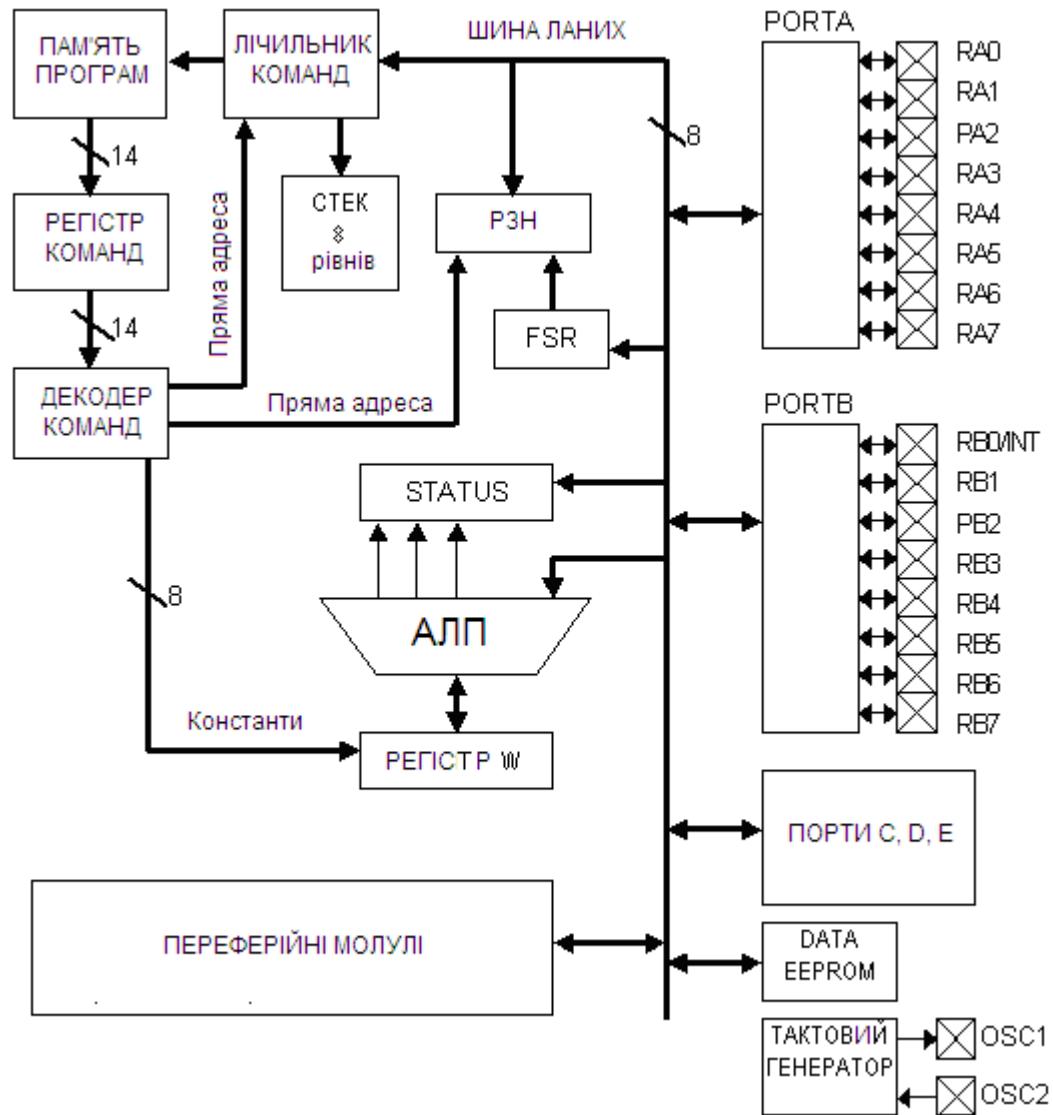


Рисунок 2.16 - Структурна схема мікропроцесора PIC16F628

Периферійні модулі не займають монопольно виводи МК. Всі комунікації здійснюються через альтернативні функції портів. Тобто програма може підключати модуль до зовнішнього виводу МК лише коли це необхідно. Якщо модуль не використовується, то він і не використовує жодного виводу МК.

Декілька типів тактових генераторів. Тактова частота 0...20МГц.

Діапазон напруги живлення не є архітектурною особливістю, і все-таки: 2...5,5В - для низьковольтних варіантів МК (LC, LF) і 3,5(4,5)...5,5В - для останніх.

Невід'ємна складова частина мікроконтролера - це АЛП (арифметичний логічний пристрій). АЛП виконує арифметичні і логічні операції за участю одного або двох операндів (байтів), а також бітові операції. У останньому випадку операндом є байт, але операція виконується лише над одним з його бітів [10].

До складу ядра МК входить і займає центральне місце особливий 8-розрядний реєстр, він називається робочим і позначається як W (від слова Work - робота).

Реєстр W не має адреси і не відображується на адресний простір пам'яті даних, тому його не можна адресувати або звернутися до нього прямо або побічно. Він бере участь в операціях безпосередньо. З його участю виконуються всі двооперандні операції, операції з константою і операції пересилки, в нім можна зберегти результат операції. Інколи цікавить не сам результат операції, а лише деякий його ознака, наприклад, знак результату, або чи рівний результат операції нулю чи ні. Ці ознаки називають прапорами стану АЛП. Таких прапорів три і доступні вони у вигляді бітів реєстра STATUS:

- біт Z: 1 - результат арифметичної або логічної операції дорівнює нулю, 0 - результат операції не дорівнює нулю;
- біт C: 1 - результат арифметичної операції негативний, 0 - не негативний;
- біт DC: 1 - в результаті арифметичної операції було перенесення одиниці з молодшої тетради в старшу, 0 - перенесення не було

Не кожна операція впливає на той або інший прапор. Наприклад, операція пересилки байта з реєстра W в реєстр пам'яті даних не впливає на прапори. А операція пересилки байта з реєстра пам'яті даних в реєстр W впливає на прапор Z: якщо байт, що пересилається, дорівнює нулю, прапор Z буде встановлений, інакше скинутий. Перш ніж перевірити прапор, як результат операції, звертаються у таблицю операцій і переконуються, що операція впливає на прапор, що цікавить [10].

Вузол управління побудований на базі мікроконтролера PIC16F628, який заздалегідь запрограмований відповідно до таблиці. Дані про встановлений користувачем режим роботи джерела мікроконтролер зберігає у внутрішній незалежній пам'яті. Тому немає необхідності, включаючи сигналізацію, кожного разу налагоджувати джерело його живлення заново – робота буде автоматично відновлена в режимі, який діяв у момент виключення [10].

Аби завчасно розпізнати цей момент, використано два компаратори, вбудованих в мікроконтролер.

GSM контролер побудований на базі мікроконтролера PIC16F628, який заздалегідь запрограмований. Розглянемо блок – схему алгоритму програми роботи пристрою (рис. 2.17).

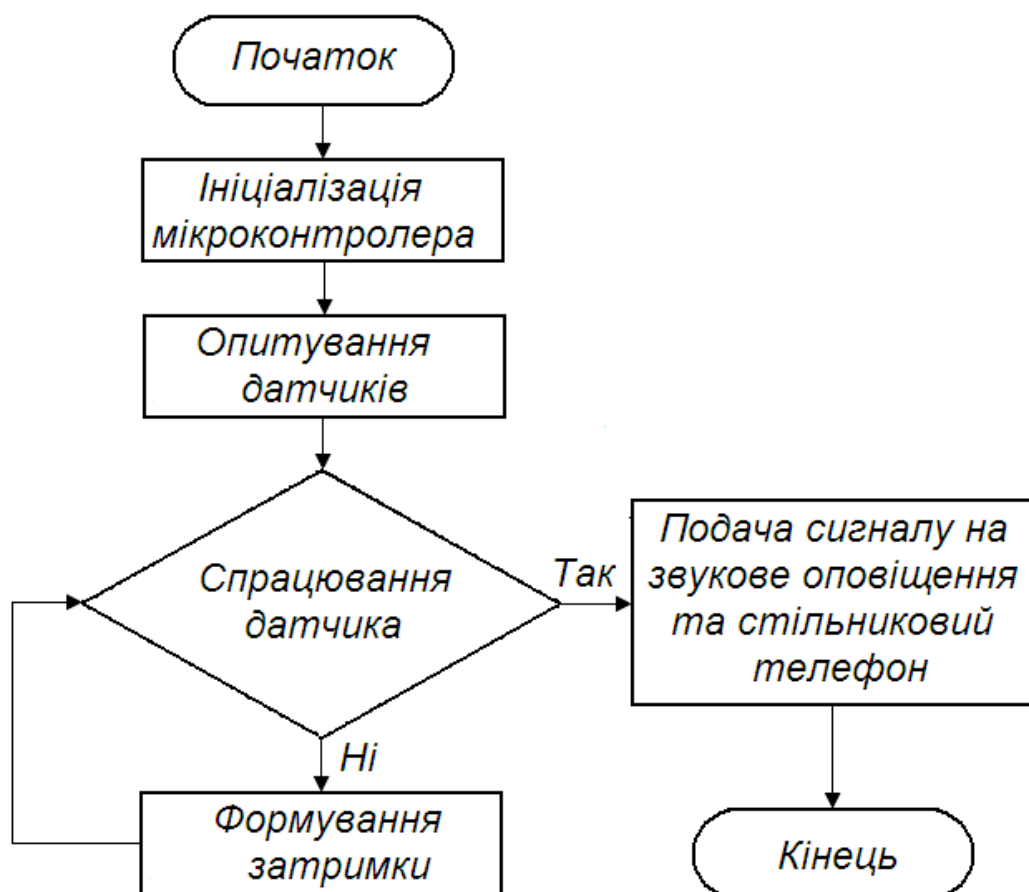


Рисунок 2.17 - Блок – схема алгоритму програми роботи GSM контролера

Дані про встановлений користувачем режим роботи мікроконтролер зберігає у внутрішній незалежній пам'яті. Тому немає необхідності, включаючи

сигналізацію, кожного разу налаштовувати джерело його живлення заново – робота буде автоматично відновлена в режимі, який діяв у момент виключення. Робота сигналізатора починається з подачі напруги. На виводи МК поступають сигнали від чотирьох встановлених на платі введення/виведення кнопок, при натисненні на будь-яку з кнопок включається відповідний світлодіод, даючи можливість користувачеві візуально переконатися, що команда подана, тобто МК починає опитування зовнішніх пристроїв.

Після опитування пристроїв МК автоматично відновлює режим, який діяв у момент виключення, тобто ініціалізацію режиму. Якщо сигналізатор закінчив роботу, то МК відключає сигналізатор, зберігає налаштування пропонуваного робочого режиму. Після збереження всіх налаштувань йде завершення програми. Якщо сигналізатор закінчив роботу, наприклад на третьому режимі, то умова не виконується, користувач задає відповідний режим, формуються сигнали, що управляють, на індикаторі починають блимати цифри, показуючи поточне значення параметра встановленого режиму. В цей час МК знаходиться в режимі чекання і переходить назад на ініціалізацію режиму. Цей цикл проходить до тих пір, поки МК не дійде до режиму виключення [10].

Розроблена принципова електрична схема GSM контролера представлена на рисунку 2.18.

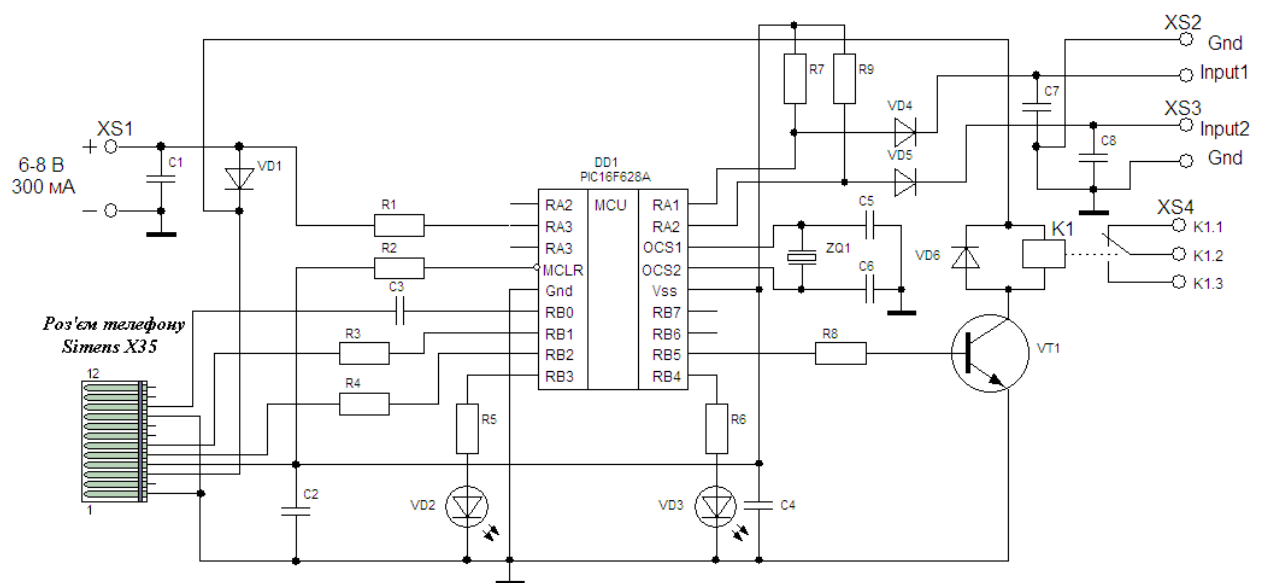


Рисунок 2.18 – Схема електрична принципова GSM контролера

До XS1 підключається зовнішнє живлення, яке повинно забезпечувати напругу 6 - 8 вольт при струмі навантаження не менше 300 мА. Схема живиться від трансформаторного зарядного пристрою. Сам контролер живиться від інтегрованої батареї стільникового телефону. Тому, короткочасні перебої електроенергії на роботу GSM сигналізації не впливають. Чим вище якість акумуляторної батареї, тим довше GSM сигналізація здатна зберігати свою працездатність при пропажі зовнішнього живлення.

GSM контролер має два незалежні входи для підключення зовнішніх датчиків. До XS2 і XS3 підключаються будь-які датчики з нормально замкнутими або нормально розімкнутими контактами. Це можуть бути звичайні кнопки, герконові датчики, датчики розбиття скла, датчики руху, інфрачервоні бар'єри, датчики витоку газу, димові сповіщувачі, датчики протікання води і багато інших. Слід зазначити, що на один вхід можна підчепити відразу декілька датчиків

До вихідного реле XS4, при необхідності підключається сирена, сигнальна лампа або інший пристрій оповіщення. Номінальна потужність силових контактів реле становить 2400 Вт (10А 240VAC). Як видно з принципової електричної схеми, вихідне реле буде працювати лише за наявності зовнішнього живлення.

2.4 Зовнішній трансформаторний блок живлення

Трансформаторні блоки живлення прості, надійні і є найбезпечнішими по електробезпеці.

Простий трансформаторний блок живлення складається з трансформатора, випрямляча і фільтру. Якщо потрібне якісніше стабілізоване живлення, то встановлюється стабілізатор (рис. 2.19).

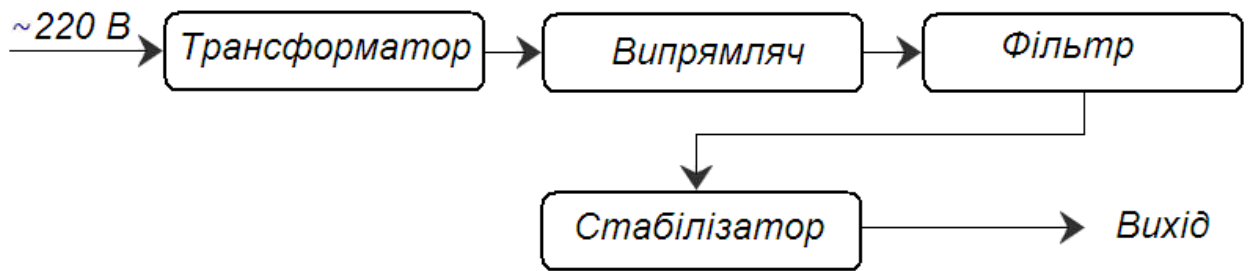


Рисунок 2.19 – Функціональна схема блоку живлення

Як стабілізатор використовують стабілітрон, або інтегральний стабілізатор напруги. GSM сигналізація потребує стабілізованого джерела живлення. Схема зібрана на контролері, який живиться від стабільної напруги.

На первинну обмотку трансформатора TV1 поступає мережева напруга 220 В. З вторинної обмотки трансформатора виходить знижена змінна напруга від 7 до 8 вольт. Далі струм проходить через діодний міст, і на виході моста виходить випрямлена напруга. На конденсаторах C1 і C2 випрямлена напруга згладжується (рис. 2.20).

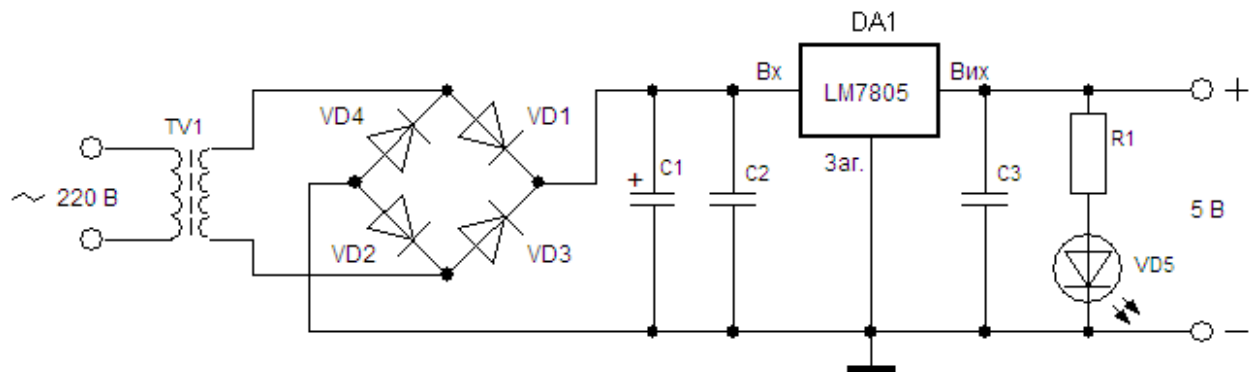


Рисунок 2.20 – Блок живлення системи запобігання проникненню у приміщення

Мікросхема LM7805 стабілізує напругу 5 вольт, яка поступає на конденсатор, що згладжує імпульси. Випрямлена і стабільна напруга поступає на світлодіод VD5 із струмообмежуючим резистором. Світлодіод служить індикатором напруги.

2.5 Конструкція системи запобігання проникненню у приміщення

на GSM- сигналізаторі

Топологія печатної плати GSM контролера розроблена за допомогою програми Sprint Layout 4.0 (рис. 2.21).

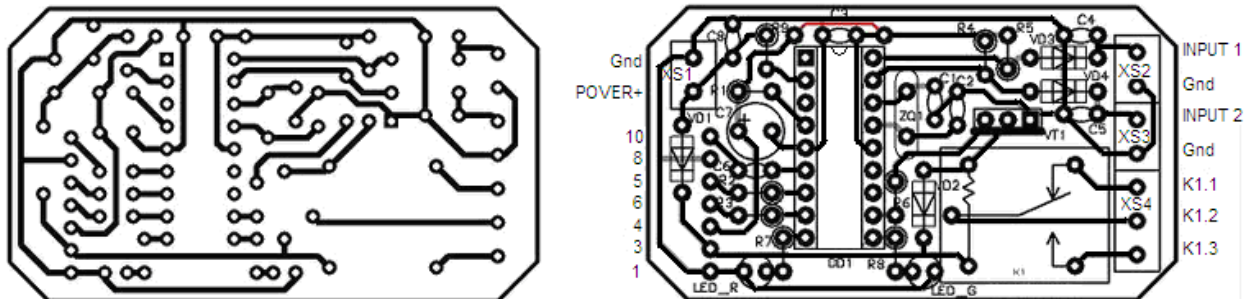


Рисунок 2.21 - Печатна плата GSM контролера

Цифрами 1,3,4,6,5,8,10 пронумеровані виводи на печатній платі, які повинні бути приєднані до роз'єму телефону. Печатна плата має габаритні розміри 33×60 мм, і розрахована для розміщення в корпусі G1011с невеликим доопрацюванням (рис. 2.22).

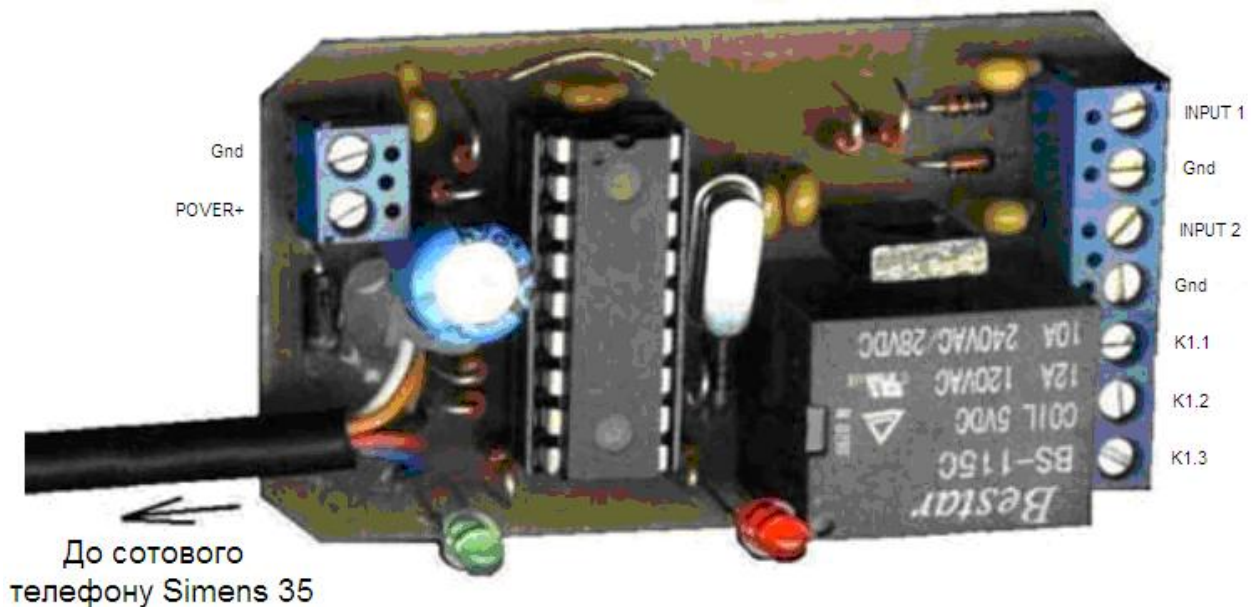


Рисунок 2.22 – Розміщення елементної бази GSM контролера на печатній платі

2.6 Програмування SIM карти GSM модема

Дана GSM сигналізація вигідно відрізняється тим, що GSM контролер не має ніяких кнопок і перемикачів, а вся настройка відбувається в першій клітинці SIM карти телефонного апарату. В першій клітинці SIM карти телефонного апарату потрібно записати набір цифр, які б сконфігурували GSM контролер за необхідним алгоритмом. Сам набір цифр, записаних в першій клітинці, назовемо STATUS. Отже, слово STATUS - є головним налаштуванням всієї системи. STATUS - 9 бітове слово. У таблиці 2.1 наведено параметри, які налаштовуються словом STATUS [10].

Абонент 1 - це власник телефонного апарату, який має доступ до таких функцій як: постановка в режим охорони (для режиму сигналізації), зняття з режиму охорони (для режиму сигналізації), включення / вимкнення реле (для режиму реле). У режимі сигналізації абонент 1 оповіщається дозвоном в разі нештатної ситуації (при спрацьовуванні датчика), а також при додатковому налаштуванні може отримувати SMS повідомлення про зникнення / відновлення зовнішнього живлення. Номер абонента 1 повинен бути записаний у другому осередку SIM карти телефонного апарату і мати вигляд 8-xxx-xx-xx-xxx.

Абонент 2 - це власник телефонного апарату, який має доступ до таких функцій як: постановка в режим охорони (для режиму сигналізації), зняття з режиму охорони (для режиму сигналізації), включення / вимикання реле (для режиму реле). У режимі сигналізації абонент 2 оповіщається дозвоном в разі нештатної ситуації (при спрацьовуванні датчика), а також при додатковому налаштуванні може отримувати SMS повідомлення про зникнення / відновлення зовнішнього живлення. Номер абонента 2 повинен бути записаний у третій клітинці SIM карти телефонного апарату і мати вигляд 8-xxx-xx-xx-xxx.

Таблиця 2.2 – Налаштування параметрів GSM модема

Номер біта	Приймаємі значення	Призначення	Описання
1	0, 1	Режим	0 – режим сигналізації. 1 – режим реле.
2	0, 1	Абонент 1	0 – абонент 1 не активен. 1 - абонент 1 активен.
3	0, 1	Абонент 2	0 – абонент 2 не активен. 1 - абонент 2 активен.
4	0, 1	Абонент 3	0 – абонент 3 не активен. 1 - абонент 3 активен.
5	0, 1	SMS пропаданя зовнішнього живлення	0 – сповіщення не відправляється при відсутності живлення. 1 – сповіщення відправляється при відсутності живлення.
6	0, 1	SMS ппояви зовнішнього живлення	0 – сповіщення не відправляється при появленні живлення. 1 – сповіщення відправляється при появленні живлення.
7	0 - 9	Режим включення реле	0 – реле вкл./викл. 1 – включкння на 1 сек. 2 – включкння на 5 сек. 3 – включкння на 10 сек. 4 – включкння на 30 сек. 5 – включкння на 60 сек. 6 – включкння на 5 мін. 7 – включкння на 10 мін. 8 – включкння на 30 мін. 9 – включкння на 60 мін.
8	0 - 2	Режим входу Input 1	0 – Вхід Input 1 не використовується. 1 – аварія в розімкненому стані. 2 - аварія при замкненому стані.
9	0 - 2	Режим входу Input 2	0 – Вхід Input 2 не використовується. 1 – аварія в розімкненому стані. 2 - аварія при замкненому стані.

У режимі сигналізації абонент 3 оповіщається дзвоном в разі нештатної ситуації (при спрацьовуванні датчика), а також при додаткового налаштування може отримувати SMS повідомлення про зникнення / відновлення зовнішнього живлення. Номер абонента 3 повинен бути записаний в четвертій комірці SIM карти телефонного апарату і мати вигляд 8-xxx-xx-xx-xxx.

3 Техніко-економічне обґрунтування розробки схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі

3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі

Топологічний аналіз показує, що пристрій може бути реалізований у вигляді малогабаритного мікромодуля і виконаний за сучасною маловитратною технологією тонко плівкових гібридних мікроборок, або за технологією печатних плат на фольгованому текстоліті. Обидві технології передбачають, що всі елементи будуть навісними, а напиленням на підкладці, або травленням поверхні виконується лише струмопровідний шар.

Для вибору технології виготовлення схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі проаналізуємо ієрархії чотирьох варіантів (табл. 3.1), враховуючи шкалу відносної важливості (табл. 3.2) [17]

Таблиця 3.1 - Можливі варіанти технологій виробництва сповіщувача

Технологія		Короткий опис
A	Технологія печатних плат на фольгованому текстоліті	Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано травленням фольгованого текстоліту.
B	Толстоплівкових гібридних інтегральних схем	Всі елементи та між елементні з'єднання виконані у вигляді товстих композитних плівок.
C	Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем	Всі елементи та між елементні з'єднання виконані у вигляді тонких плівок провідних та резистивних матеріалів.
D	Тонкоплівкових гібридних мікроборок	Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано у вигляді тонких плівок.

Таблиця 3.2 - Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	рівна важливість
3	помірна перевага
5	сильна перевага
7	значна перевага
9	дуже сильна перевага
2,4,6,8	проміжні судження

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблиці 3.3.

Встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв (табл. 3.3) [17].

У матриці прийняті наступні позначення: i – номер критерію; при порівнянні 6-ох критеріїв (табл. 3.3) $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; X_i - локальний пріоритет, тобто відносна вага i -го критерію в глобальному критерії:

Таблиця 3.3 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	6	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}$	X_i
1. Швидкодія	1	1/3	3	1/7	1/5	3	0,664	0,073
2. Завадостійкість	3	1	3	1/3	1/7	3	1,042	0,116
3. Споживання	1/3	1/3	1	1/5	1/7	3	0,460	0,051
4. Площа	7	3	5	1	1/5	7	2,297	0,254
5. Сумісність	5	7	7	5	1	5	4,277	0,473
6. Вартість	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1	0,293	0,033
Σ							9,033	1,00

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (табл. 3.4 - 3.9). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію, то $i = 1, 2, 3, 4$.

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}{\sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}},$$

де \sum - сума по стовпці $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$.

Таблиця 3.4 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «швидкодія»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	3	1/5	1	3	1,16	0,19
B	5	1	7	7	3,96	0,65
C	1/3	1/7	1	1/2	0,39	0,07
D	1/3	1/7	2	1	0,56	0,09
Σ					6,07	1,00

Таблиця 3.5 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «завадостійкість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	1	1/3	1,14	0,21
B	1/5	1	1/5	1/7	0,48	0,09
C	1	5	1	1/3	1,56	0,29
D	3	7	3	1	2,20	0,41
Σ					5,37	1,00

Таблиця 3.6 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «споживання»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	1/5	1/7	0,61	0,09
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/3	1,85	0,29
D	7	9	3	1	3,71	0,58
Σ					6,41	1,00

Таблиця 3.7 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «площа»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	3	5	0,99	0,21
B	1/5	1	1/3	1/2	0,24	0,05
C	1/3	3	1	3	2,03	0,43

D	1/5	2	1/3	1	1,47	0,31
Σ					4,73	1,00

Таблиця 3.8 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «сумісність»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	1/3	1/5	0,76	0,13
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/2	2,41	0,41
D	3	9	2	1	2,47	0,42
Σ					5,88	1,00

Таблиця 3.9 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	3	5	6	3,08	0,56
B	1/3	1	3	4	1,41	0,26
C	1/5	1/3	1	2	0,60	0,11
D	1/6	1/4	1/2	1	0,38	0,07
Σ					5,47	1,00

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт (табл. 3.10) [17].

З порівняння глобальних пріоритетів різних технологій видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта реалізації схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі з використанням технології печатних плат на фольгованому текстоліті.

Таблиця 3.10 - Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Глобальний
Вага	0,073	0,116	0,051	0,254	0,473	0,033	
Печатних плат на фольгованому текстоліті	0,07	0,29	0,29	0,43	0,41	0,11	0,360
Толстоплівкових гібридних інтегральних схем	0,65	0,09	0,04	0,05	0,04	0,26	0,100
Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем	0,19	0,21	0,09	0,21	0,13	0,56	0,176

Тонкоплівкових гібридних мікрозборок	0,09	0,41	0,58	0,31	0,42	0,07	0,364
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------	-------

За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох типів технологій реалізації схеми кодуючого пристрою введення інформації за наступними критеріями: 1) швидкодія; 2) завадостійкість; 3) споживана потужність; 4) площа, займана на кристалі; 5) сумісність; 6) вартість. Найбільший локальний пріоритет у критерію «сумісність» (табл. 3.3). За даними таблиці 3.9 локальний пріоритет за критерієм «вартість» є найвищим для технології печатних плат на фольгованому текстоліті. Проте найбільший глобальний пріоритет мають технологія тонкоплівкових гібридних мікрозборок та печатних плат на фольгованому текстоліті. Саме технологія печатних плат на фольгованому текстоліті й буде використовуватися для виготовлення схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі.

3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі

Витрати на матеріали і напівфабрикати вказані в таблицях 3.11, 3.12.

Витрати на матеріали і напівфабрикати склали 221,58 грн.

Таблиця 3.11 – Розрахунок вартості матеріалів на виробництво схеми сповіщувача на GSM-сигналізаторі

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат грн.
Інфрачервоний датчик руху Віом IRM-01W max 1200Вт 180°	шт.	1	129	129
Транзистор КТ815А	шт.	1	14,20	14,20
Діод 1N4007	шт.	2	6,40	12,80

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат грн.
Діод 1N4148	шт.	2	5,90	11,80
Резистор МЛТ 0,125	шт.	8	0,16	1,28
Конденсатор 25 пФ	шт.	1	2,20	2,20
Конденсатор 0.1 мкФ	шт.	4	1,00	4,00
Конденсатор 360 пФ	шт.	2	2,40	4,80
Конденсатор 220пФ×12В	шт.	1	8,60	8,60
Всього				188,68

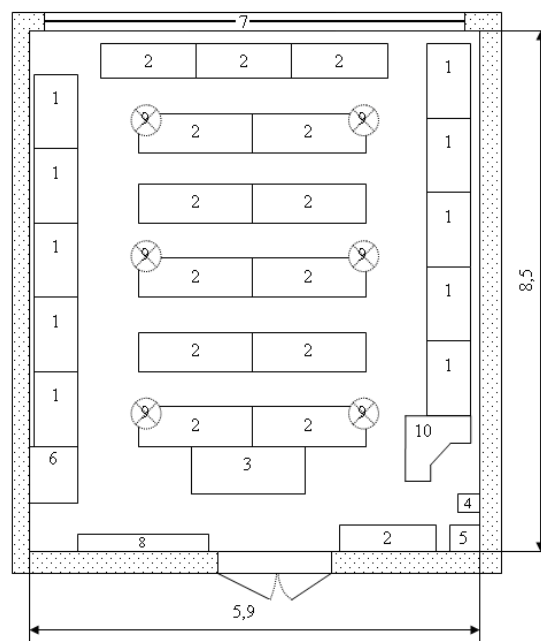
Таблиця 3.12 – Розрахунок вартості напівфабрикатів

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат грн.
Фольгований текстоліт 50 × 80	шт.	2	8,00	16,00
Травильник	уп.	1	4,90	4,90
Трафарет	шт.	2	6	12,00
Ітого				32,90

4 Охорона праці та техногенна безпека

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При виконанні дипломної роботи комп'ютерне моделювання та розрахунок кодуючого пристрою введення інформації проводилися в приміщенні кафедри МЕЕІС, макет якого представлено на рисунку 4.1 [18].



1 - стіл комп'ютерний; 2 - стіл аудиторний; 3 - стіл викладача; 4 - автомат відключення електричного живлення; 5 - шафа силова; 6 - шафа універсальна; 7 - вікно; 8 - дошка аудиторна; 9 - світильник 4-х ріжковий; 10 - стіл адміністратора мережі

Рисунок 4.1 – Макет приміщення в якому проводилися роботи

Площа приміщення складає $50,15 \text{ м}^2$; об'єм $175,52 \text{ м}^3$; довжина приміщення $8,5 \text{ м}$; ширина приміщення $5,9 \text{ м}$; висота приміщення $3,5 \text{ м}$; число вікон 1; число робочих місць 10; освітлення: природне (через бічне вікно) і загальне штучне. Параметри приміщення задовольняють нормативним значенням: площа 6 м^2 , об'єм 20 м^3 на одного працюючого.

Лабораторія є приміщенням легкої категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому повинні дотримуватися такі вимоги (період року – холодний) [19]:

- оптимальна температура повітря – $22 - 24 \text{ }^\circ\text{C}$ (допустима – $20 - 24 \text{ }^\circ\text{C}$);
- оптимальна відносна вологість – $40 - 60\%$ (допустима не більше 75%);
- швидкість руху повітря не більше $0,1 \text{ м/с}$.

Оцінка шкідливих і небезпечних факторів та карта умов праці для робочого місця працівника лабораторії представлені в таблиці 4.1.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в лабораторії характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

На ділянці проведення експерименту значна частина моделювання виконувалась на персональному комп'ютері IBM PC і макетному стенді, оснащеному блоками живлення, програмованими пристроями вхідних дій, реєструючим і вимірювальним устаткуванням. Печатні плати виготовлялися за технологією травлення фольгованого текстоліту на спеціальному стенді з витяжною шафою, розташованому в науково-дослідній лабораторії кафедри.

Тривала робота перед екраном монітора наводить до різних функціональних розладів організму, навантаження на очі. Захворювання поступово накопичуються. В основному страждають кисті, зап'ястя, плечі, шийна область.

4.2 Заходи з поліпшення умов праці. Виробнича санітарія

При проведенні моделювання схеми сповіщувача, якість експерименту багато в чому залежить від освітлення, тому в лабораторії має бути передбачене штучне освітлення.

Таблиця 4.1 – Оцінка факторів виробничого та трудового процесу працівника лабораторії

№ п/п	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі та небезпечні умови, характер праці			Час дії фактора
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ : I клас безпеки _____ II клас безпеки _____ III-IV клас безпеки _____						
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³						
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ						
4	Шум, дБА						
5	Інфразвук, дБ						
6	Ультразвук, дБ						
7	Неіонізуючі випромінювання: - радіочастотний діапазон, В/м - діапазон промислової частоти, кВ/м - оптичний діапазон (лазерне випромінювання), Вт/м ²						
8	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, °С (тепл. п) - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, % - інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	23 – 25 ≤ 0,2 40 – 60 100	23 0,1 60				100 100 100
9	Важкість і напруженість праці	категорія важкості праці - легка, категорія напруженості праці - мало напружена					

Незадовільне освітлення може спотворити інформацію, крім того, викликає стомлення організму в цілому. Неправильне освітлення може з'явитися причиною травматизму [19].

Залежно від класу приміщення по вибухонебезпеці і від чистоти середовища виробничих приміщень, визначається схема розташування світильників, їх марка і конструктивного виконання.

Для освітленості приміщення з розмірами $A = 8,5$ м, $B = 5,9$ м та висотою $H = 3,5$ м використовуються 6 світильників з чотирма лампами розжарювання. Коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні $p_{ном} = 70\%$, $p_{ст} = 50\%$, $p_{полу} = 10\%$. Затінювання робочих місць немає. Висота світильника $h_c = 0,9$ м, висота робочої поверхні над рівнем підлоги $h_p = 0,8$ м. Нормативна величина освітленості робочих місць з відео-терміналами складає $E_n = 300 - 500$ лк. В даному приміщенні освітленість $350 - 500$ лк.

При монтажі компонентів на плату і формуванні топологічного рисунка струмопровідного шару виникає потенційна небезпека небажаної дії на організм речовин, що звертаються в технологічному процесі, і матеріалів. Всі речовини, що забруднюють повітря, надають шкідливу дію, якщо вони потрапляють в організм в кількостях, що перевищують деяку порогову величину (ГДК). У виробництві плат застосовують певні речовини, які шкідливі для організму. Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється залежно від гранично допустимої концентрації речовин в повітрі робочої зони. Це та концентрація яка переноситься без відхилень від нормального стану в перебігу робочого дня при щоденному диханні. Згідно СН 245-71 встановлюють чотири класи шкідливих речовин: 1-й клас – речовини надзвичайно небезпечні; 2-й клас – речовини високо небезпечні; 3-й клас – речовини помірно небезпечні; 4-й клас – речовини мало небезпечні. Дія токсичних речовин виявляється в гострих і хронічних отруєннях .

При монтажі електронних плат застосовують ацетон, етиловий спирт для знежирення і очищення від пилу мікросхеми, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати. Спирт, аце-

тон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нервово - психічні захворювання.

Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних шляхів і на шкіру, що наводить до дерматитів.

Основні засоби техніки безпеки – герметизація апаратури і устаткування, наявність припливний витяжній вентиляції в приміщенні проведення робіт і витяжна шафа для виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням (рис. 4.2).

Витяжна шафа оснащена вентилятором моделі CE 140L-125. Вентилятор має крильчатки із заломленими вперед лопатками і двигун із зовнішнім ротором. Корпус виготовлений з листової сталі, що гальванізується. Для захисту двигуна від перегріву вентилятор оснащений вбудованими термоконтактами з ручним перезапуском.

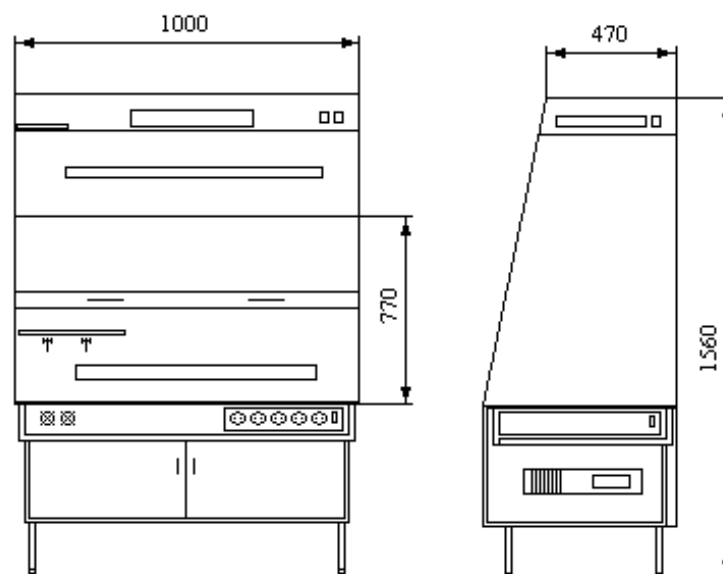


Рисунок 4.2 – Витяжна шафа для виготовлення печатних плат

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є допоміжною, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочих місцях повинні відповідати діючим санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень.

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є основною, повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 4.2 [20].

Таблиця 4.2 - Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з відео-терміналами і персональними комп'ютерами

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С (не більше)	Відносна вологість повітря %	Швидкість руху повітря м/с
Холодний	Легка – 1а	22-24	40-60	0.1
Теплий	Легка – 1а	23-25	40-60	0.1

До категорії 1а відносяться роботи, які виконуються сидячи і що не вимагають фізичної напруги, при яких витрата енергії складає до 120 ккал/ч. До категорії 1б відносяться роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і такі, що супроводяться деякою фізичною напругою, при яких витрата енергії складає від 120 до 150 ккал/год.

У приміщенні проведення експерименту підтримується мікроклімат відповідний нормативам, для категорії робіт «Легка – 1а»

Ергономічне розташування робочого міста за персональним комп'ютером оцінюється вимогами:

- до візуальних параметрів засобів відображення інформації індивідуального користування;
- до емісійних параметрів ПК - параметрів випромінювань дисплеїв, системних блоків, джерел живлення, зокрема безаварійного, і ін.

Робота з дисплеями при неправильному виборі яскравості і освітленості екрану, контрастності знаків, квітів знаку і фону, за наявності відблисків на екрані, тремтіння і мигтіння зображення - приводить до зорового стомлення,

головних болів, до значного фізіологічного і психічного навантаження, до погіршення зору [20].

Візуальні параметри і світловий клімат визначають зоровий дискомфорт, який може виявлятися при використанні будь-яких типів екранів дисплеїв, - на електронно-променевих трубках, рідкокристалічних, газорозрядних, електролюмінесценціях панелях або на інших фізичних принципах.

4.3 Електробезпека

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом у використовуваних електроустановках повинні застосовуватися технічні способи і засоби захисту [19].

Приміщення відноситься до приміщень без підвищеної безпеки. Відповідно до ПЗП приміщення лабораторії відносять до класу по пожежобезпеці П-11 а. Міра захисту електроустаткування 1 Р44. Приміщення сухе, добре опалюване з струмонепровідною підлогою, з температурою 18-24 °С, з вологістю 40-50%. З електроустаткувань в ньому знаходяться відео термінальні пристрої та учбові стенди, які знаходяться під напругою $U = 220 \text{ В}$, частотою $f = 50 \text{ Гц}$.

Вибір того або іншого способу або засобу захисту (або їх поєднань) в конкретному електроприладі, і ефективність його вживання залежать від цілого ряду чинників, у тому числі від:

- номінальної напруги;
- роду, форми і частоти струму використовуваного приладу;
- способу електропостачання (від стаціонарної мережі, від автономного джерела живлення електроенергією);
- вигляду виконання (стаціонарні, пересувні, переносні);
- умов зовнішнього середовища;

- схеми можливого включення людини в ланцюг протікання струму (прямий однофазний, прямий двофазний дотик; включення під напругу кроку);

- вигляду робіт (монтаж, наладка, випробування) і ін.

Основними технічними засобами захисту є:

- захисне заземлення;
- автоматичне відключення живлення (занулення);
- пристрої захисного відключення;
- ізоляція струмопровідних частин.

Принцип роботи ПЗВ (рис. 4.3) полягає в тому, що воно постійно контролює вхідний сигнал і порівнює його з наперед заданою величиною. Якщо вхідний сигнал перевищує встановлене значення, то пристрій спрацьовує і відключає захищену електроустановку від мережі. Як вхідні сигнали пристроїв захисного відключення використовують різні параметри електричних мереж, які несуть в собі інформацію про умови поразки людини електричним струмом.

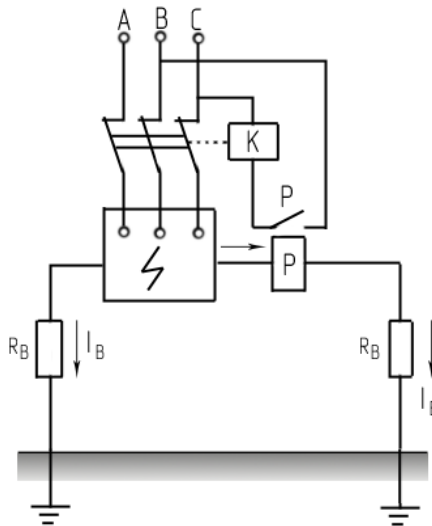


Рисунок 4.3 - Проста схема пристрою захисного відключення

Основними елементами будь-якого пристрою захисного відключення є датчик, перетворювач і виконавчий орган.

Основними параметрами, по яких підбирається те або інші ПЗВ є: номінальний струм навантаження, тобто робочий струм електроустановки, який

протікає через нормально замкнуті контакти ПЗВ в черговому режимі; номінальна напруга; встановлене значення напруги; час спрацьовування пристрою.

4.4 Пожежна безпека. Техногенна безпека

Виробництво напівпровідникових приладів, згідно ДБН В.1.1–7–2002, відноситься до категорії Б, оскільки це виробництво зв'язане із застосуванням речовин спирту і ацетону з температурою спалаху пари від 28 до 60°C горючих газів. Для зниження пожежної небезпеки використовують обмежену кількість матеріалів які обертаються в процесі, зберігаються, здатні горіти [20].

Характерними причинами виникнення пожеж в лабораторії є необережне поводження з вогнем, порушення технологічних процесів, неправильні електропроводки і устаткування, неправильне користування електричними приладами і ін. Для лабораторії встановлена категорія пожежної небезпеки В.

Основні будівельні конструкції будівлі, в якій знаходиться ділянка, виконані з тих, що не згорають і важко згорають матеріалів, що цегельних і виштукатурюють. Отже, вогнестійкість будівлі має 2 рівень. Для евакуації людей на випадок пожежі, згідно ДБН В.1.1–7–2002, в лабораторії є два евакуаційні виходи, розташованих в протилежних кінцях приміщення ділянки. Ширина дверей і сходів рівна 1,6 м, що відповідає нормі.

Відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого виходу – 15 м. Швидкість пересування людей при евакуації – 16 м/мін.

Згідно правилами влаштування електроустановок ПВЕ, будівля, в якій знаходиться ділянка по заходах захисту від блискавок, відноситься до категорії 3 і захищається від прямих ударів блискавок, і від замету високих потенціалів через землю, тобто підземні металеві комунікації приєднуються при введенні в об'єкт, що захищається, до заземлювачів електроустаткування. Отже, грозозахист заснований на стержневих громовідводах.

Для попередження пожеж на ділянці необхідно створити строгий протипожежний режим. Створюється загально об'єктова і лабораторна інструкція по ПБ, проводиться первинний протипожежний інструктаж на робочому місці; створюється план протипожежних заходів і евакуації людей на випадок пожежі.

Як вогнегасні речовини можна застосовувати воду, вуглекислоту, хімічну і повітряно-механічну піну. Для гасіння вогнищ усередині будівлі на майданчиках сходових кліток, в коридорах і отворі встановлюють пожежні крани, які розміщені в шафах, де знаходиться і рукав з протипожежним стволом. Для гасіння пожеж електроустановок використовується вуглекислий вогнегасник ОУ-2, в кількості двох вогнегасників на приміщення. Існують пожежна електрична сигналізація, яка забезпечує прямий зв'язок пожежної охорони з охоронним об'єктом. У даній будівлі застосовують звукову систему сигналізації. При появі сигналу сповіщення про пожежу співробітники лабораторії № 216 організовано без паніки покидають лабораторію і, залежно від місця спалаху, слідує або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю Незалежної України (рис. 4.4).

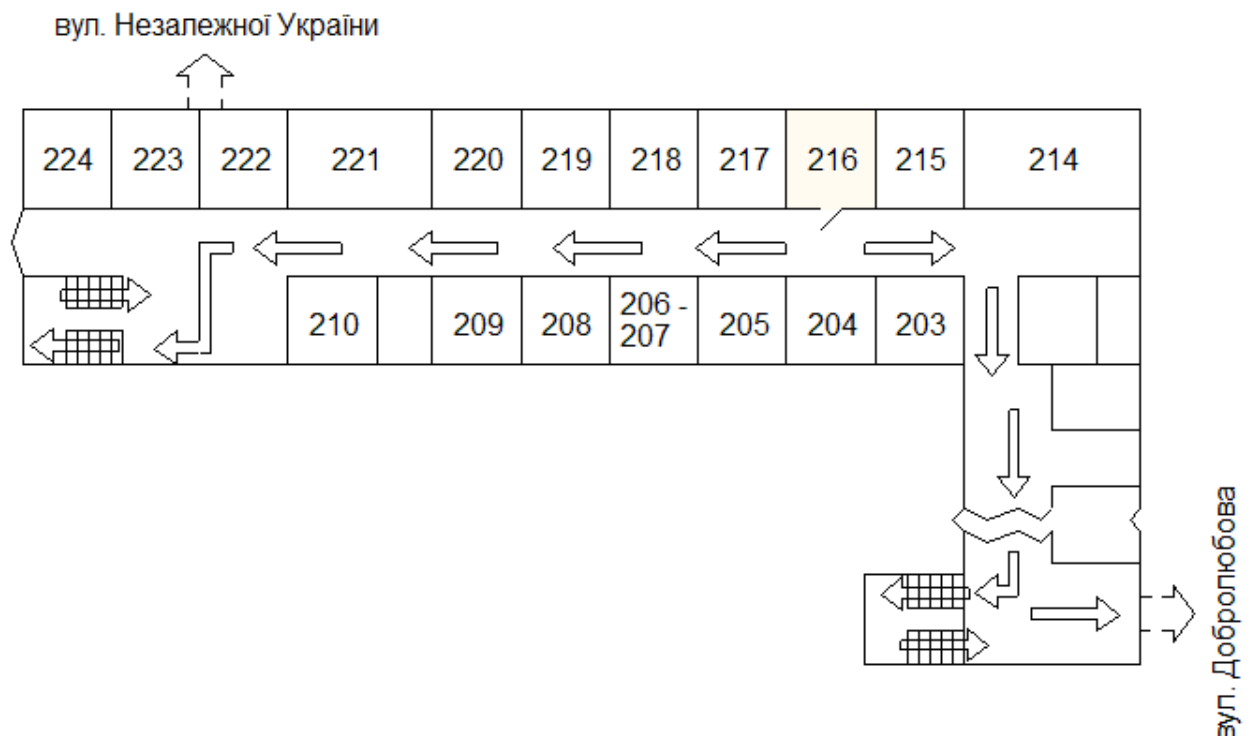


Рисунок 4.4 – План евакуації при пожежі із аудиторії № 216

4.5 Розрахунок захисного заземлення

Заземленню підлягають вимірювальні установки, напруга живлення яких 220 В. У якості заземлювача візьмемо сталеві вертикальні стержні довжиною $l = 2,5$ м, діаметром $d = 0,04$ м, діаметр сполучної смуги $b = 0,04$ м. Контур заземлення розташовано на горизонтальному майданчику біля корпусу академії. Ґрунт – суглинок. Допустимий опір заземлюючого пристрою (R_n) дорівнює 4 Ом. Визначимо питомий електричний опір ґрунту (суглинку), ρ якого дорівнює 100 Ом·м [20].

Розрахуємо опір розтікання струму одного вертикального стержня:

$$R_e = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{4 \cdot 2,5}{0,04} = 35,1 \text{ Ом}$$

Прийmemo число заземлювачів:

$$n = \frac{R_l}{R_n} = \frac{35,1}{4} = 8,775 \approx 9$$

Визначимо довжину горизонтальної смуги (по контуру):

$$l_2 = a \cdot n,$$

де a – відстань між вертикальними електродами ($a = 2$ м)

$$l_2 = 2 \cdot 9 = 18 \text{ м}$$

Опір горизонтальної смуги:

$$R_{2c} = \frac{\rho}{\pi \cdot l_2} \cdot \frac{4 \cdot l_2}{b} = \frac{100}{3,14 \cdot 18} \cdot \ln \frac{4 \cdot 18}{0,04} = 13,2 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт екранування для вертикального заземлювача:

$$\eta_e = \frac{0,68 + 0,56}{2} = 0,62$$

і для горизонтальної смуги

$$\eta_z = \frac{0,34 + 0,4}{2} = 0,37$$

Опір групи вертикальних заземлювачів:

$$R_{zp} = \frac{R_{63}}{n \cdot \eta_6} = \frac{35,1}{9 \cdot 0,62} = 6,3 \text{ Ом}$$

Опір горизонтальної смуги з врахуванням екранування:

$$R_z = \frac{R_{zo}}{\eta_z} = \frac{13,2}{0,37} = 35,6 \text{ Ом}$$

Опір заземлювача в цілому:

$$R_3 = \frac{R_{zp} \cdot R_z}{R_{zp} + R_z} = \frac{6,3 \cdot 35,6}{6,3 + 35,6} = 5,3 \text{ Ом}$$

Як видно, опір заземлювача перевищує нормативний (4 Ом), тому збільшимо кількість заземлювачів:

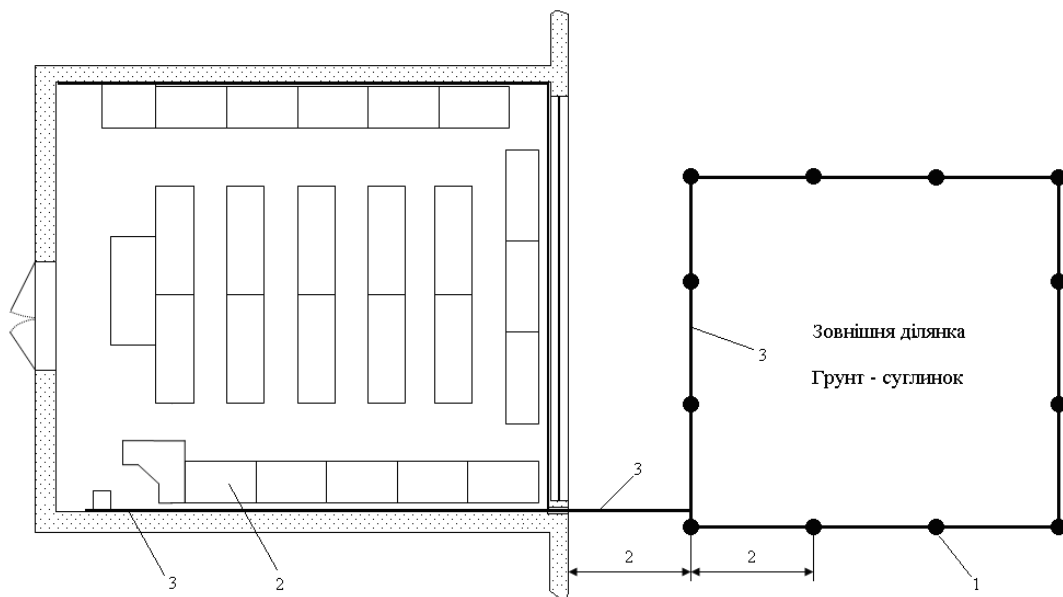
$$n = 10,$$

тоді опір заземлювача в цілому складе $R_3 = 4,6 \text{ Ом}$, що теж більше R_H .

Якщо $n = 11$, то $R_3 = 4,2 > R_H$.

Якщо $n = 12$, то $R_3 = 3,99 < R_H$.

Число заземлювачів дорівнює 12, які розміщені по контуру зовнішньої ділянки, як показано на рисунку 4.5.



1 – заземлювачі

2 – електроустаткування що заземлюється

3 – сполучна смуга

Рисунок 4.5 – Розміщення заземлюючих електродів на зовнішній ділянці та сполучної смуги лабораторії проведення експерименту

Таким чином, для виконання захисного заземлення використовується 12 вертикальних стержнів діаметром 0,04 м, завдовжки 2,5 м, кожен з яких має опір 31,5 Ом. Опір сполучної смуги 13,2 Ом. Опір заземлювачів в цілому складе 3,99 Ом, що забезпечує безпечну роботу на установках лабораторії.

Висновки та рекомендації

1. Розроблена система запобігання проникненню у приміщення на GSM- сигналізаторі відрізняється від аналогів похибкозахищеністю, надійністю спрацювання, компактністю та доступністю у ціновій політиці.
2. Схема кодового пристрою зібрана на КМОН мікросхемах. що забезпечує високу надійність, економічність роботи, споживання схемою малих струмів і дозволяє забезпечити автономне живлення.
3. Для підвищення секретності сигналізації розрахована схема, яка передбачає кодоване вмикання, індикаторну інформаційність.

Розроблена схема може використовуватись для удосконалення систем дистанційної охорони об'єктів від несанкціонованого доступу.

Перелік посилань

1. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити. [Електронний ресурс]. Кластер. Інженетрі системи та мережі. 2019. Режим доступу до ресурсу: URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/osnovnye-problemy-umnyh-domov-i-kak-ih-mozhno-reshit/>
2. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2004. 352 с.
3. Тихонов В .А., Ворона, В. А. Технические системы охранной и пожарной. Москва : Горячая линия – Телеком, 2012 . 377 с.
4. Назаров В. И., Рыженко В. К. Извещатели охранных и пожарных систем сигнализаций. Дом. Квартира. Офис: Справочник. М. : Издательство Ониск, 2007. 32 с.
5. Сопер М. Э. Практические советы и решения по созданию "Умного дома": самоучитель. М. : NT Press, 2007. 421 с.
6. Принцип работы инфракрасного датчика движения. [Электронный ресурс]. URL: <https://strojdvor.ru/umnyj-dom/infrakrasniy-datchik>
7. Верьовкін Л.Л. Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Підручник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 214.
8. Датчики движения Основные виды и их особенности, области применения [Электронный ресурс]. URL: <https://rozetkaonline.ru/>
9. Датчики движения для охраны [Электронный ресурс] – URL: <http://nabludaykin.ru>

10. Белов А. В. Самоучитель по микропроцессорной технике. 2-е изд, перераб. и доп. СПб. : Наука и Техника, 2007. 256 с.
11. Белуха М.Т. Основи наукових досліджень. Київ : Вища шк., 1997. 271 с.
12. Кожемякін Г.Б., Рижков В.Г., Белоконь К.В. Охорона праці та техногенна безпека: методичні вказівки до виконання розділу магістерських робіт для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 48 с.
13. Малишева І.В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» дипломного проекту (роботи) для студентів ЗДІА спеціальності спеціальності 7.05080102, 8.05080102 «Фізична та біомедична електроніка» денної та заочної форми навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 24 с.
14. Ткачук К.Н. Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности. К. : Выща шк., 1988. 240 с.
15. Горобец А.И., Степаненко А.И. Охрана труда в радиоэлектронной промышленности. К. : Техника, 1987. 135 с.