

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра електроніки та наносистем

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему Пристрій сповіщення з GSM-модулем

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЕЛ-18м,  
спеціальності 171 – «Електроніка»

(шифр і назва спеціальності)

Левчук О. В.

(Прізвище та ініціали)

Керівник, к.т.н., доцент

Книш Б. П.

(Прізвище та ініціали)

Рецензент, к.т.н, ст. викл.

Кулик Я. А.

(Прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра електроніки та наносистем  
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр  
Спеціальність 171 – «Електроніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри ЕНС  
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

---

«3» вересня 2019р.

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Левчуку Олександрю Васильовичу

1. Пристрій сповіщення з GSM-модулем

науковий керівник роботи Книш Богдан Петрович, к.т.н., доцент

затверджено наказом ВНТУ від «3» вересня року №.254

2. Строк подання студентом роботи: 11.12.2019

3. Вихідні дані для виконання роботи:

Розробити електричну схему та друковану плату пристрою сигналізації з наступними параметрами:

- напруга живлення  $U_{ж} = +12..+15$  В;
- наявність живлення від мережевого блоку та від резервної батареї;
- тактова частота мікроконтролера - 20 МГц;
- роздільна здатність АЦП: 10 біт;
- можливість передачі сповіщення про вторгнення на мобільний телефон;
- підтримка протоколів TCP, UDP, HTTP GSM-модулем;
- швидкість GPRS 85.6 кбіт / с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз сучасного стану розробок пристроїв сигналізацій; структурна та електрична схеми пристрою сигналізації з мобільним оповіщенням; алгоритм роботи мікроконтролера, моделювання роботи схеми; заходи з охорони праці та навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема електрична принципова та перелік елементів, плата друкована, складальне креслення та специфікація.

6. Консультанти розділів МК роботи

1. Науковий керівник \_\_\_\_\_ Книш Б. П. к.т.н., доцент  
(підпис)

2. Економічна частина \_\_\_\_\_  
(підпис) \_\_\_\_\_  
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

3. Охорона праці \_\_\_\_\_  
(підпис) \_\_\_\_\_  
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Дата попереднього захисту «11» грудня 2019 р.

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) \_\_\_\_\_  
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завдання видав  
науковий керівник \_\_\_\_\_ Б. П. Книш, к.т.н., доцент  
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

Завдання отримав магістрант \_\_\_\_\_ О. В. Левчук  
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

## РЕФЕРАТ

Левчук Олександр Васильович

«Пристрій сповіщення з GSM-модулем». – 30 використаних джерел, - 101 с, - 4 додатка.

У роботі проведено аналіз існуючих систем охоронної сигналізації, наведено їх класифікацію за основними параметрами. Розроблено структурну схему охоронної сигналізації із можливістю зв'язку з мобільним телефоном. Запропоновано схемотехнічне рішення даного пристрою, та проведено моделювання в програмному середовищі Proteus. На основі схеми електричної принципової розроблена друкована плата пристрою та складальне креслення. Розроблено заходи щодо охорони праці. Оформлено конструкторську документацію.

## ABSTRACT

Levchuk Oleksandr Vasilyovich

«Alarm device with GSM module». – 30 used sources, - 101p, - 4 additions.

In the masters thesis the analysis of existing security alarm systems is carried out, their classification according to the main parameters is given. The block diagram of the security alarm system with the ability to communicate with the mobile phone is developed. A schematic solution of this device is proposed, and simulation was carried out in the Proteus software environment. On the basis of the circuit diagram of the electric principle, the printed circuit board of the device and the assembly drawing are developed. Work safety measures have been developed. Design documentation is executed.



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ.....	9
1.1 Задачі сучасних пристроїв сповіщення з GSM-модулем та способи їх вирішення .....	9
1.2 Основні елементи та класифікація сповіщення з GSM-модулем.....	13
1.3 Аналіз охоронних сигналізацій.....	16
1.4 Система передачі інформації по мережі GSM.....	17
1.5 Телефони охоронної сигналізації.....	21
1.6 Порівняння технічних характеристик нової розробки та аналогічних систем.....	24
1.7 Висновки .....	32
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ.....	34
2.1 Розробка структурної схеми пристрою сповіщення з GSM-модулем .....	34
2.2 Схема електрична принципова пристрою сповіщення з GSM-модулем.....	35
2.3 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера .....	38
2.4 Моделювання роботи схеми.....	40
2.5 Висновки.....	43
3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ТА РОЗРОБКА ПЛАТИ ПРИСТРОЮ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ .....	44
3.1 Вибір елементної бази пристрою.....	44
3.2 Вибір матеріалу друкованої плати .....	45
3.3 Розробка конструкції друкованої плати.....	47
3.3.1 Технологія виготовлення друкованих плат.....	45
3.3.2 Вибір типу друкованої плати.....	47
3.3.3 Вибір класу точності друкованої плати.....	48
3.3.4 Розрахунок ширини провідників.....	50
3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT.....	53
3.5 Висновки .....	56
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	57
4.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем.....	57
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	63

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	66
4.4 Висновки.....	70
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	71
5.1 Гігієна праці та виробнича санітарія.....	71
5.2 Промислова та пожежна безпека при проведенні розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем.....	78
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	79
5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах надзвичайних ситуацій.....	83
5.5 Висновки.....	86
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89
ДОДАТОК А - ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	90
ДОДАТОК Б – СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА.....	94
ДОДАТОК В – СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ .....	96
ДОДАТОК Г – ДОПУСТИМІ ЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ .....	100

## ВСТУП

### Актуальність теми

Пристрої з GSM-модулем є найбільш традиційними та поширеними засобами, що використовуються для охорони різного роду приміщень, будинків, квартир, офісів. Основним призначенням охоронної сигналізації є виявлення несанкціонованого проникнення у приміщення, і як наслідок, забезпечення цілісності майна. Охоронна сигналізація дозволяє здійснювати контроль та сповіщати про факти небажаного проникнення, руйнування, елементів конструкцій, відкриття дверей чи вікон, переміщення людей всередині будівель.

На ринку охоронних сигналізацій представлено безліч різних варіантів, які відрізняються за функціональними можливостями, конструктивними особливостями, надійністю, здатністю до зламу та ін.

Найбільш поширеними на даний час є охоронні системи:

- що активують звуковий сигнал або візуальний у випадку спрацьовування того чи іншого датчика;
- системи з підключенням до телефонної лінії. При появі сигналу тривоги по телефонній лінії передається заздалегідь записане голосове повідомлення на запрограмовані телефонні номери;
- системи охоронної сигналізації з підключенням до центру спостереження (пультової охорони). Всі сигнали тривоги надходять на пульт централізованого спостереження. Оператор, отримавши інформацію від охоронної системи, вживає необхідних заходів.
- GSM сигналізація. Охоронна сигналізація при спрацьовуванні датчика відправляє сигнал тривоги як SMS повідомлення на мобільний телефон.

Всі типи охоронних систем, за винятком останньої, мають ряд недоліків:

1) немає можливості оповіщення користувача про тривогу, якщо його немає біля охоронного об'єкта – дана система виконує лише функцію відлякування;

2) система сигналізації з підключенням до телефонної лінії не досить надійна, так як телефонну лінію можна обрізати, або вона може бути пошкодженою;

3) пультова охорона, використовує провідне з'єднання, яке також є не досить надійним.

Виходячи з цих міркувань, розробка засобів контролю за охоронними об'єктами на основі технології GSM охорони є перспективним і актуальним завданням.

### **Мета роботи**

Метою роботи є розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок введення можливості оповіщення на мобільний телефон.

### **Задачі дослідження**

- провести аналіз сучасного стану розробок пристроїв сповіщення з GSM-модулем;
- розробити структурну та електричну принципову схему пристрою сповіщення з GSM-модулем;
- розробити керуючу програму для мікроконтролера;
- провести схемотехнічне моделювання;
- розробити друковану плату та складальне креслення пристрою;
- розрахувати економічну вигоду від впровадження розробки;
- розробити заходи охорони праці для забезпечення оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату при розробці пристрою сповіщення з GSM-модулем.

**Об'єктом дослідження** є процес перетворення електричних сигналів датчиків в сигнали керування компонентами сигналізації.

### **Предмет дослідження**

Параметри і характеристики пристрою сповіщення з GSM-модулем.

### **Методи дослідження**

Моделювання електричної принципової схеми пристрою сповіщення з GSM-модулем та проведення порівняльного аналізу існуючих пристрою сповіщення з GSM-модулем з використанням сучасної елементної бази.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

Отримає подальший розвиток метод GSM – оповіщення за рахунок введення функції мобільного сповіщення про зміну параметрів охороняемого об'єкту.

**Практичне значення** роботи полягає в в тому, що на основі отриманих результатів розроблено програмні і апаратні засоби, зокрема:

- апаратний пристрій сповіщення з GSM-модулем, що дає можливість за рахунок використання мікроконтролера координувати всі компоненти пристрою;
- програмні засоби, що дають можливість відображення результату роботи мікроконтролера.

### **Структура роботи**

Магістерська дипломна робота складається з п'яти розділів. В першому розділі проведено аналіз існуючих пристроїв сповіщення з GSM-модулем, відзначені переваги та недоліки тих чи інших варіантів її реалізації, а також особливості їх конструктивного виконання. В другому розділі проведено розробку структурної схеми пристрою, також на її основі розробку схеми електричної принципової, наведено їх опис, призначення та особливості

функціонування основних вузлів. Третій розділ роботи присвячений розробці топології друкованої плати, вибору матеріалу та способу її виготовлення, а також розробці складального креслення виробу. Четвертий розділ це економічна частина. П'ятий розділ включає в себе перелік заходів з охорони праці та розрахунок відповідних показників.

## **1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ**

Основне призначення пристрою сповіщення з GSM-модулем полягає в запобіганні несанкціонованому проникненню в приміщення, що охороняється. Вирішення даної задачі можливе тільки при спорядженні об'єкту що охороняється сучасними надійними технічними засобами охоронної сигналізації [1].

### **1.1 Задачі сучасних пристроїв сповіщення з GSM-модулем та способи їх вирішення**

Сучасні пристрої сповіщення з GSM-модулем мають виконувати комплекс основних задач для реалізації свого призначення. Ці задачі полягають в наступному:

- 1) виявлення зловмисника, який має на меті здійснити несанкціоноване проникнення на територію, що охороняється;
- 2) сповіщення за допомогою різної природи сигналів господаря і охоронної служби, відповідальної за збереження майна;
- 3) сприяння припиненню проникнення і по можливості затримання зловмисника [2].

1.1.1 Аналіз способів детектування, що використовуються в сучасних охоронних системах.

Першочергове завдання для свого вирішення потребує обладнання, яке має назву детектори або сповіщувачі. Дані пристрої призначені для виявлення суб'єкта, який намагається проникнути на територію периметра, що охороняється. Фізичні принципи функціонування сповіщувачів які використовуються поділяють на декілька різних типів детекторів [3].

Елементарні датчики – контактні сповіщувачі, що спрацьовують у разі розриву магнітного або електричного зв'язку у колі. До них відносяться вібраційні і сейсмологічні датчики, геркони (з магнітною зв'язкою контактів), фольга з підведеним струмом (віконні сповіщувачі) [3].

Пасивні інфрачервоні сповіщувачі (ІЧ-сповіщувачі) визначають місцеву температуру в приміщенні яке охороняється, проводячи виміри в різних точках. У разі спроби проникнення стороннього об'єкта в зону дії інфрачервоного сповіщувача спрацьовує сигнальна система. Але для таких типів датчиків характерний високий відсоток хибних спрацювань, так як зміна температури, якої достатньо для спрацювання, можуть бути наслідком переміщення домашніх тварин в зону стеження, переміна потоків повітря та ін. Такі проблеми інфрачервоних датчиків можуть бути вирішені шляхом вбудови мікропроцесора в датчик який буде обробляти отримуванні дані і введення додаткового сповіщувача в систему охорони, робота якого задіяна на спрацюванні іншої природи (наприклад, радіохвильові детектори). Вони генерують радіохвилі, які будуть відбиваються від об'єктів і прийматися тим же сповіщувачем для аналізу. При виявленні зміни частоти хвилі датчик передає сигнал про несанкціоноване проникнення на периметр який охороняється [3].

Використання комбінованих сповіщувачів коли охороняються важливі об'єкти, наприклад, банківські сховища, збройні склади, та інші, цілком виправдані.

Використання однофункціональних радіохвильових сповіщувачів, в яких приймач і випромінювач хвиль здебільшого роздільні, раціонально для об'єктів з великою протяжністю периметрів, тах як, аеропорти, великі підприємства та ін. [3]

У зв'язку з тим, що скло є популярним будівельним матеріалом уже досить давно, тому і популярність отримали сповіщувачі руйнування скла, робота яких базується на аналізі звукових імпульсів і акустичних хвиль в приміщенні, що охороняється. Такі детектори не змінюють зовнішній вигляд



скла, так як монтуються на стінах, на відміну від тих які розміщуються прямо на поверхні вікна або панелі, такі називають детектори контактними. Їх проблемою в основному є низька розпізнавальна здатність, через звуки, що з подібним спектром ідентифікуються як сигнал небезпеки. Тобто в разі падіння металевого предмета або розбиття чашки може статися помилкове спрацьовування. Вирішити проблему можна, так само, як із контактними сповіщувачами, введенням у конструкцію сповіщувача мікропроцесорів, які мають більш вузькоспрямовані схеми аналізу звукових сигналів, або використовувати детектори комбінованого типу. У якості «сумісника» використовується вібродетектор або сейсмодатчик.

Два типи детекторів, які об'єднані в єдиному корпусі та працюють на різних базах фізичних принципів, називають комбінованими сповіщувачами. Не всі типи сповіщувачів поєднуються між собою, методи виявлення мають доповнювати один одного. Зазвичай акустичні сповіщувачі руйнування скла на основі мікропроцесора поєднуються з пасивними ПЧ-детекторами. З однієї сторони, вони незалежні один від одного, а з другої – таке поєднання значно зменшує відсоток хибних спрацьовувань. Такі сповіщувачі більш зручні для монтажу і обслуговування, а ще економить гроші та час для власника [3].

Тенденції які важливі для сучасного вдосконалення сповіщувачів, спрямованих на збільшення кола потенційних користувачів, є:

1) зменшення габаритних розмірів сповіщувачів способом впровадження в їх конструкцію сучасних потужних мікропроцесорів, це дає змогу підвищити не тільки потужність, але й інші технічні характеристики сповіщувачів, зокрема надійність;

2) передача сигналу за допомогою окремого радіоканалу. Для таких цілей використовуються міні-передавачі, які налаштовані на конкретну хвилю і монтуються безпосередньо в корпус сповіщувача. Це може допомогти вирішити друге загальне завдання охоронної системи [3].

### 1.1.2 Аналіз способів сповіщення охоронної сигналізації.

Дане завдання раніше зазвичай вирішувалося при використанні окремого обладнання, яке складно встановлювалося за допомогою великої кількості дротів. Кращим варіантом, який дає змогу використовувати мінімальну кількість дроту, стала контрольна панель, сигнали від сповіщувачів на яку передаються за допомогою радіоканалу. Спеціальна система постійно контролює даний радіоканал. Також під контролем знаходяться рівень перешкод, захист від злому і викрадення інформації, рівня заряду акумуляторів.

Розвиток контрольних панелей на даний час виконується в напрямку поєднання в них функцій контролерів закриття доступу на об'єкт і сортування відеоінформації, яка надходить із камер відеоспостереження. Такий спосіб з'єднання на апаратному рівні, розробляється ще в процесі формування системи, і дає змогу користувачам зменшити собівартість апаратної складової, встановлення системи та сервісне обслуговування комплексу, що охороняється.

Оповіщення про несанкціонований доступ, раніше виконувалося за допомогою звукових сигналів на кшталт сигнальної сирени, дзвінка та ін., на сьогоднішній день використовуються радіопередавачі або модеми, які монтуються в контрольну панель. Інформація при участі даних засобів зв'язку надходить на централізовані панелі спостереження. Такі панелі можуть бути встановлені як в відділеннях поліції, так і в приватних фірмах, що займаються охоронною діяльністю та оснащені за останнім словом техніки. Це дає змогу їм бути конкурентоздатними на ринку охоронних послуг [3].

### 1.1.3 Аналіз способів сприяння припиненню проникнення.

Наступне завдання успішно вирішується за допомогою обладнання, яке приводиться в дію, сигналом з контрольного пункту або керується користувачем, а в подальшому працює в автоматичному режимі. З

контрольних пультів може виконуватися управління аналогічною апаратурою різними способами за умов використання узгоджених протоколів [3].

## **1.2 Основні елементи та класифікація пристроїв сповіщення з GSM-модулем**

Прості системи охорони переважно складаються з таких елементів: датчики, сигналізація і пристрої відеоспостереження.

Комплексна охоронна система поділяється на декілька рівнів і може містити кілька охоронних підсистем [4]:

- 1) сенсори руху в окремих приміщеннях;
- 2) датчики: наприклад, датчик присутності, датчик руху;
- 3) прилади відеоспостереження (відеокамери спостереження) зовні і всередині приміщень;
- 4) обладнання, яке проводить ідентифікацію персоналу та відвідувачів – наприклад, кодовий замок;
- 5) ручні сигналізатори тривоги;
- 6) система пожежної охорони, охоронно-пожежна сигналізація.

Системи охоронної сигналізації мають змогу передавати сигнал тривоги по радіоканалу, телефону або GSM-каналу. Охоронна сигналізація сформована на датчиках, які встановлюються на всіх можливих точках проникнення. Датчики під'єднуються до пристрою охоронної сигналізації, і в разі порушення цілісності позначених місць, вмикається сигналізація для сповіщення охорони про небезпеку, якій піддається об'єкт.

Датчики охоронної сигналізації поділяються [4]:

- акустичні датчики розбиття скла;
- радіохвильові сенсори руху охоронної сигналізації;
- вібраційні сенсори охоронної сигналізації;
- променеві сенсори охоронної сигналізації;
- магнітні (герконові) сенсори відкриття дверей і вікон;

- ємнісні датчики охоронної сигналізації;
- інфрачервоні сенсори охоронної сигналізації;
- сенсори удару і ін.

Основна мета датчиків охоронної сигналізації це виявлення та локалізацію місця несанкціонованого проникнення, а базовий блок (контрольна панель, на яку поступає вся інформація від датчиків) забезпечує реакцію що полягає у включенні звуку та оповіщення господаря та охоронних органів.

Приймально-контрольні пристрої, що використовуються в охоронній сигналізації, також представлені досить широко. Від найпростіших, що керуються натисканням однієї, декількох кнопок, до комп'ютерних систем, де оператор може спостерігати на екрані монітора план всього приміщення.

В залежності від типу підтримки охоронні сигналізації поділяються на [4]:

- підключення до панелі централізованого спостереження;
- підключення до панелі охорони;
- підключення до телефонної лінії;
- система GSM сигналізації.
- автономні;

Перший вид охоронних сигналізацій, на відміну від другої і третьої, створений швидше для відлякування злодіїв і грабіжників, шляхом привернення уваги місцевого населення. У разі активації будь-якого датчика, спрацьовує сирена або строб-спалах. Установка і зняття сигналізації з охорони відбувається з використанням брелка або клавіатури.

У разі необхідності бути впевненим, що під час небезпеки підмога з'явиться якнайшвидше, необхідно використовувати сучасні технології охоронних сигналізацій. Передача повідомлень про небезпеку GSM-систем, наприклад, дасть змогу вам отримати повідомлення або дзвінок (на вказаний раніше номер) як тільки буде виявлена небезпека або аварійні ситуації. При

використанні телефонної лінії замість GSM-систем, активується дозвонювач, що передає записані голосові повідомлення на телефон.

Системи периметральної охоронної сигналізації спостерігають за приміщенням та прилеглими територіями по периметру. Цифрові комп'ютерні системи передають на екран графічний план об'єкту, що охороняється і стан кожного з датчиків. З комп'ютера можна також вводити систему на охорону і виводити з режиму охорони. А охоронна сигналізація в комплексі з системою телеспостереження сформує надійний щит від зловмисників і форс-мажорних випадків. Дана охоронна сигналізація підходить для будь-якої місцевості і може функціонувати при будь-яких метеорологічних умовах. Вибір сповіщувачів такої охоронної сигналізації залежить від ландшафту це необхідно враховувати, щоб знизити до мінімуму помилкові спрацьовування.

Всі функції охоронної сигналізації визначаються програмою мікропроцесора. Параметри програми налаштовує користувач, залежно від його повноважень, зі спеціальної панелі. Пульти-концентратори систем охоронної сигналізації мають змогу підключатися до комп'ютера для опрацювання і реєстрації тривожних сигналів, автоматичного аналізу стану датчиків і роботи всієї системи. Більшість охоронних сигналізацій докомплектуються датчиками пожежної безпеки. Найбільш удосконалені системи охоронної сигналізації можуть вміщувати інші підсистеми і доповнюватися, наприклад, панелями дистанційного керування [4].

### 1.3 Аналіз автономних сигналізацій

Завданням автономної охоронної сигналізації являється визначення факту несанкціонованого вторгнення на контрольовану територію і вмикання попереджувальних пристроїв: сирена, строб-спалах.

Основні об'єкти для підключення автономної сигналізації:

Підприємство, квартира, заміський будинок, офіс, магазин, склад, гараж, торговий центр та ін.

Принцип роботи системи [4]:

Підконтрольна територія оснащується всіма необхідними датчиками, сиренами і строб-спалахами, які під'єднуються до контрольної панелі. При утворенні «тривожної ситуації», тобто при активації якого-небудь з датчиків, спрацьовує сирена або строб-спалах.

Встановлення/зняття сигналізації з охорони відбувається за допомогою брелка або клавіатури. Системи сигналізації складається із охоронних датчиків, контрольної панелі, виконуючих пристроїв.

Види охоронних датчиків для автономної системи:

- активні інфрачервоні сенсори руху;
- пасивні інфрачервоні сенсори руху;
- сенсор відкриття дверей, вікна, кватирки і т.д.
- акустичні датчики розбиття скла;
- ємнісні сповіщувачі для визначення дотику до охоронюваного об'єкту;
- вібраційні сповіщувачі для визначення руйнування або пролому поверхні;
- радіохвильові датчики для контролю внутрішнього простору приміщення;
- контрольна панель обробляє інформацію, що надходить від сенсорів і активізує виконуючі пристрої.
- виконуючі пристрої: сирени, строб-спалаху [4].

### 1.4 Система передачі інформації по мережі GSM

Мобільні мережі активно використовуються для передавання інформації на пульти централізованого спостереження охоронних систем. Крім того, в країнах Північної Америки поширені передавачі, що передають інформацію у форматі DAMPS виробництва фірм DSM, Ademco і Caddx. Вони вважаються кращим рішенням для оснащення своїх приміщень найбільші моніторингові фірми, наприклад, ADT [4].

Діючи в Україні канали передавання повідомлень в мережах стандарту GSM:

1) Голосовий. Широко використовується для мовного оповіщення (зокрема – DTMF кодів). Моделі передавачів марки Ademco переважно застосовують стандартні формати ADEMCO HighSpeed, Contact ID, 4 +2. На сьогоднішній день голосовий канал є досить широко розповсюдженим серед передавачів, так як всі особливості з'єднання та обладнання повторюються при дротовому спостереженні. В результаті можна переходити на використання даного каналу зв'язку зі звичайною провідною станцією моніторингу, не доведеться нічого купувати і перенастроювати. Але при перекодуванні аналогового сигналу в цифровий можуть траплятися значні спотворення сигналу, що збільшує вірогідність збоїв на прийомі сигналу при спостереженні. Сигнал не може бути повністю втрачено через використання дуплексного методу передачі сигналів (квитування), проте час, необхідний для прийняття його, значно зростає.

2) SMS (ShortMessageService). Найбільш простим і розповсюдженим способом передачі інформації є SMS – сервіс. Дешевизна, елементарність управління SMS-передавачів має безліч прихильників їх використання, адже приймати повідомлення з них можна на звичайний мобільний телефон. Цей сервіс дуже розповсюджений для спостереження за дачами, а змога дистанційного керування керуючим обладнанням робить його незамінним в такому варіанті самоорганізує охорону території. Для професійної охорони його роль не така велика, але іноді сервісні SMS-повідомлення

застосовуються для оповіщення охорони про зняття або постановку на сигналізацію охороняючого об'єкту. Недоліком SMS-сервісу є те, що іноді відбувається затримка повідомлень на сервері або повна втрата інформації, а для професійної охорони така невизначеність є недопустимою.

3) Цифровий сервіс (DATA). Основними перевагами цифрових повідомлень є:

- висока швидкість передачі (близько 9600 бод);
- дуплексний сигнал;
- без АЦП цифровий сигнал стійка до перешкод і не піддається спотворень;
- прийнятна вартість приймача і передавача.

Однак є й ряд недоліків, а саме:

– режим DATA найчастіше не активований в стандартному «наборі» послуг, пропонуваніх оператором мобільного зв'язку. Тобто це додаткова опція, яку потрібно підключати спеціально.

– надто складно DATA-обладнання вбудовується в існуючі централізовані станції, найчастіше через несумісність програмного забезпечення.

4) Dial-Up. CLUP (Calling Презентація лінії) – це визначення номера, з якого виробляється вхідний дзвінок. Стільниковий зв'язок дозволяє вести відразу кілька подій паралельно, при цьому кількість їх залежить від потреб передавача в лініях для опису поточного стану об'єкта. Розмикання або замикання різних входів передавача активує різні лінії, тобто додзвонюється він до різних номерів на центральній станції в залежності від типу події на об'єкті.

Основними перевагами такого рішення стають [4]:



- найвища швидкість повідомлень по каналу комутуємого зв'язку через відсутність факту з'єднання;
- відсутність оплачуваного трафіку;
- низька ціна і простота передавача.

Серед недоліків варто відзначити:

- невисоку інформативність;
- складність настройки приймача;
- симплексний тип зв'язку.

Мережі GSM покривають майже 90 відсотків території України, а зв'язок стає все більш доступний, навіть такі її види, як GPRS і MMS, що дозволяє ще більш успішно вести охорону з передачею даних по GSM-мережах.

Також популярність набирають IP-передавачі, що дозволяють вести моніторинг через інтернет.

Перспективи розвитку моніторингових систем на основі GSM-мереж.

Так як провідні моніторинг-системи не дають можливості контролю за робочим станом лінії зв'язку, можна додатково використовувати GSM-термінал або передавач, який дозволить дублювати інформацію в бездротовому режимі, використовуючи кілька каналів повідомлень, про які сказано нижче [10].

Голосовий канал. При розриві провідної лінії зв'язку контрольна панель використовує для передачі даних GSM-канал, який сприймається їй як ще одна провідна лінія зв'язку. Також можна здійснювати зв'язок по GSM-мережі на об'єктах, де немає провідного телефонного зв'язку. Таке обладнання коштує дорожче звичайних GSM-передавачів, проте сервісні служби віддають перевагу саме їм у зв'язку з легкістю інтеграції в готові СПІ і доповнюють УКХ-радіосистеми і провідний моніторинг [4].

Переваги:

- легко ініціалізується;
- інформативність порівняльна з провідними моніторинговими пристроями;
- немає необхідності в перенастроюванні контрольної панелі – досить змінити комутацію;
- не потрібно міняти налаштування терміналу GSM.

Недоліки:

- відсутність в них комунікатора;
- висока вартість обладнання.

Симуляція УКХ-передачі. При наявності п'яти-десяти цифрових або параметричних входів з програмованими виходами різноманітних контрольних панелей деякі передавачі можуть грати роль найпростіших контрольних панелей, що передають повідомлення по всім перерахованим вище каналам зв'язку стандарту GSM. Адресуватися такі повідомлення можуть абонентам провідних і стільникових мереж, моніторингу, модемів різних типів. За вартістю вони розташовуються між симплексними і дуплексним УКХ-передавачами.

SMS-приставки для популярних моделей телефонів. Оснащені цифровими входами і виходами типу «Відкритий колектор» або X-10. застосовуються в самоохороні для віддаленого управління виконавчим обладнанням шляхом SMS-посилок або DTMF кодів. Обходяться найдешевше.

GSM-приставки від конкретних фірм-виробників для оснащення власної продукції. Інтегруються тільки з пристроями «свого» виробника за допомогою інформаційної шини і програмується з контрольної панелі. Не дуже зручний варіант за рахунок обмеження по числу нових абонентів.

«All-in-one». Рідкісні, дорогі і не дуже якісні пристрої, бо ідеально підходять на всі випадки життя пристроїв ще не винайдено [4].

## **1.5 Телефони охоронної сигналізації**

Можна сказати, що охоронні пристрої, в основу яких покладено зв'язок з використання GSM-каналів, є елементами комплексу, що має назву «Інтелектуальний будинок» – будинок, в якому всіма функціями управляє комп'ютер. Але так як прогрес – явище не закінчене, то на сьогоднішній день лише частина компонентів є доступною для роботи з GSM-каналами, хоча і цього достатньо, адже такі системи можна використовувати як в складі вже наявних охоронних систем, так і як окремі пристрої охорони і контролю.

Найбільшого поширення на сьогоднішній день отримали пристрої, що працюють в мережі стандарту GSM-900/1800, й не дивно, адже у цих мережах найбільше на сьогоднішній день покриття в Україні. Найпоширеніше призначення – дистанційний моніторинг об'єктів, що перебувають під охороною, управління електронікою за допомогою СМС і дзвінків. Найбільш складним завданням в технічній охорони об'єкта є задача своєчасного отримання інформації про порушення «умов спокою» на ньому. Ця інформація передається структурам, які будуть реагувати на неї. При цьому найчастіше для отримання інформації з об'єкта служить звичайний телефон, але в складно доступних місцях його легко замінює виділений радіоканал, а ще дешевше реалізувати це за допомогою GSM-каналу [4].

Ще зовсім недавно у всіх містах, а особливо, великих, дротова телефонія була безсумнівним лідером в питанні надання зв'язку, і до сих пір багато де для замовлення послуг позавідомчої охорони необхідно надати телефонну лінію. Треба зауважити, що це хоч і дуже дешевий спосіб зв'язку (вартість обладнання близько 30 доларів, а обслуговування – від 10 доларів в місяць), але далеко не всім доступний, тому що далеко не скрізь є можливість установки стаціонарного телефону. Також треба пам'ятати про постійну ймовірності обриву або навмисного злочинного порушення телефонної лінії. До того, як з'явився GSM-зв'язок, ці питання доводилося намагатися вирішувати за допомогою ненадійних і дорогих радіостанцій, які, до того ж, ще й не налаштовувалися нормально, а вимагали дуже високого

професіоналізму в цій справі. Крім того, для роботи з рацією необхідно було купувати ліцензію на використання радіочастоти, що теж досить дорого, та й можливість така була далеко не завжди. Все це стало причиною такої популярності каналів стільникового зв'язку, адже для того, щоб налаштувати систему на основі GSM – каналу, необхідно виконання всього двох умов – знаходження об'єкта в зоні стійкого GSM-зв'язку та наявність електромережі 220 В, а також бажано стійкого блоку безперебійного живлення [4].

Налагодження та експлуатація приладів передачі тривожного повідомлення через GSM-канал дуже прості. Зазвичай такий прилад виглядає як пластиковий короб, в якому є інформаційні приймально-передавальні порти. До цього приладу можна підключати найрізноманітніші датчики, наприклад, датчик контролю об'єму приміщення, цілісності скла, інфрачервоні, лазерні датчики руху, магнітні датчики закритих дверей та ін. Передача ж інформації здійснюється через стільникові канали – в короб вбудовуються слоти для однієї-двох карт GSM-зв'язку, при цьому бажано, щоб на картах були активовані послуги GPRS і MMS, що дозволить істотно розширити можливості управління і передачі інформації.

Прилад передачі тривожного повідомлення працює теж досить просто – обробляє сигнал від датчика і в разі настання події, йде перевірка коректності роботи датчика (щоб уникнути помилкового виклику) і в разі правильної відповіді відсилає сигнал тривоги у вигляді СМС або дзвінка [4].

Потрібно відзначити головний плюс голосового дозвону – можливість відправити сигнал не тільки на стільниковий, а й на стаціонарний телефон. Повідомлення заздалегідь записується або набирається зі стандартних, яке і передається на номер, який теж вказується в настройках, а якщо трубка була кинута, то пристрій буде передзвонювати, поки не передасть повідомлення повністю. Але є у голосових повідомлень і мінуси – це низька інформативність і деяка ненадійність – якщо телефон відключений або завантажений канал зв'язку, пристрій може не встигнути додзвонитися.

СМС, а ще більшою мірою ММС більш інформативні (можливо більш довгі повідомлення), і навіть дозволяють при наявності встановленої відеокамери надіслати картинку того, що відбувається з приміщенні [4].

Додатковим плюсом є потрійна фіксація повідомлень – на телефоні користувача, на пульті центрального спостереження і в базі даних оператора стільникового зв'язку. У разі виникнення суперечок і непорозумінь, завжди є можливість запросити деталізацію – документ, в якому кожному з повідомленням відповідає час його відправлення. Необхідно при цьому враховувати час відправки СМС (1–3 сек.) і ММС (до 20 сек.). Користувач отримує повідомлення в момент реєстрації в мережі. У самий найближчий час по каналах стільникового зв'язку стане можливим передавати ще й динамічну інформацію – як серію фотографій, так і відео. Для цього необхідно повсюдне поширення передової технології передачі даних EDGE і G3. До того ж, вже сьогодні існує достатня кількість програмного забезпечення для смартфонів, виконуючого ці завдання, так само, як і відеоприставки двох типів – з ч / б зображенням, де зображення змінюється 1 раз за 7 секунд з підключенням однієї камери, і більш покращений тип з трьома кадрами в секунду, кольоровим зображенням і з підключенням до 3 камер [4].

## 1.6 Порівняння технічних характеристик нової розробки та аналогічних систем

Порівняємо нову розробку з іншими аналогічними системами на предмет економічної доцільності виготовлення.

Таблиця 1.1 Порівняння технічних показників аналогу та нової розробки

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектіваний пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога
Напруга живлення	В	12	12...15	1,25
Струм навантаження	мА	500	500	1,0
Робоча частота	МГц	10	20	2,0
Діапазон температур	°С	- 20...+120	- 60...+120	1,29

Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня НДР

Однозначно визначити техніко-економічний рівень нової розробки при великій кількості технічних та економічних показників достатньо важко. Однак бажано визначити узагальнюючу оцінку техніко-економічного рівня НДДКР. Перспективність теми даної магістерської кваліфікаційної роботи

можна оцінити за допомогою бального методу оцінок НДДКР. Бальна оцінка полягає в тому, що кожному параметру присвоюється певний бал в залежності від різних факторів. Для узагальнюючої оцінки технічного рівня береться сума балів за всіма показниками.

В таблиці 1.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

Таблиця 1.2 – Критерії та бальна оцінка для визначення наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи.

Критерії оцінки	Шкала критеріїв	Індекс оцінки
Час, необхідний для проведення НДР	2 роки і менше	+
	3 роки	2
	4 роки	+
	5-6 років	1
	7 років і більше	0
Технічні показники результатів розробки	Вище рівня кращих світових зразків	+
	На рівні кращих світових зразків	2
	Нижче рівня кращих світових зразків	0
		-
Можливості отримання авторських свідоцтв на винахід	Впевненість в отриманні авторських свідоцтв	2
	Часткові можливості	0

	Можливості немає	-
		1
Строк окупності витрат	2 роки і менше	+
	3-4 роки	3
	5 років	+
	6-7 років	2
	8 років і більше	0
		-
		1
		-
		2

Виходячи з цього, для ефективного дослідження доцільно орієнтуватися на час проведення НДДКР - 2 роки і менше (+2), при чому технічні показники результатів плануються на рівні кращих світових зразків (0); також є часткові можливості в отриманні авторських свідоцтв (0); строк окупності витрат 2 роки і менше (+3).

В таблиці 1.3 наведено можливі результати оцінки теми НДДКР.

Таблиця 1.3 – Можливі результати оцінки теми НДДКР

Сума індексів	Оцінка теми
Позитивна(+)	Розробка є досить перспективною
Задовільна(0)	Розробка перспективна
Негативна(-)	Розробка не перспективна



Проаналізувавши дані таблиць 1.2 та 1.3, та підрахувавши загальну суму балів (+2+0+0+3=+5), робимо висновок, що розробка є досить перспективною.

### Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки (результатів НДДКР), створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними в таблиці 1.3. [5]

Таблиця 1.4 - Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
	Достовірність концепції	Концепція підтверджена	Концепція підтверджена	Концепція перевірена	Перевірено на роботоздатність
Ринкові переваги (недоліки):					
	Багато аналогів	Мало аналогів	Кілька аналогів	Один аналог	Продукт не має аналогів
	Ціна продукту значно вища	Ціна продукту дещо вища	Ціна продукту заприблизно	Ціна продукту дещо нижче	Ціна продукту значно нижче

	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту
	Експлуатаційні	Експлуатаційні	Експлуатаційні	Експлуатаційні	Експлуатаційні
Ринкові перспективи					
	Ринок малий і неактивний	Ринок малий, але майже активний	Середній ринок з помірною конкуренцією	Великий ринок з незначною конкуренцією	Великий ринок з високою конкуренцією
	Активна конкуренція великих гравців	Активна конкуренція середніх гравців	Помірна конкуренція середніх гравців	Незначна конкуренція великих гравців	Конкуренція великих гравців
Практична здійсненність					
	Відсутні фахівці з технічної і економічної сторони	Необхідні фахівці з технічної і економічної сторони	Необхідні фахівці з технічної і економічної сторони	Необхідні фахівці з технічної і економічної сторони	Є фахівці з технічної і економічної сторони
	Потрібні значні фінансові ресурси, які не можна отримати	Потрібні незначні фінансові ресурси.	Потрібні значні фінансові ресурси.	Потрібні незначні фінансові ресурси.	Не потребує додаткового фінансування
0	Необхідні матеріали для розробки нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у виробництві	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та доступні
1	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності

2	Необхідно розробка регламентних документів отримання великої кількості виробництва	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів надля виробництва	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам виробництва та реалізацію	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	експерт		
	1	2	3
	Бали, виставлені експертами:		
1	3	3	3
2	3	3	4
3	3	2	3
4	2	4	2
5	2	3	2
6	3	3	2
7	3	2	3
8	3	3	3
9	3	3	3
10	3	3	3
11	2	3	4
12	3	3	3
Сума балів	33	35	34
Середньоарифметична сума балів СБ	34		

За даними таблиці 1.5 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 1.6. [5]

Таблиця 1.6 - Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ розрахована на основі розробки	Рівень комерційного потенціалу
0 - 10	Низький
11 - 20	Нижче середнього
21 - 30	Середній
31 - 40	Вище середнього
41 - 48	Високий

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 34 бали, що, згідно таблиці 1.6, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

В процесі дослідження розробки для удосконаленого пристрою сповіщення з GSM-модулем необхідно розглянути основні технічні показники, які по-різному впливають на загальну якість розробки, для аналізу якості інноваційного рішення.

Узагальнений коефіцієнт якості ( $B_n$ ) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [5]:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i \quad (1)$$

де  $k$  – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

$\alpha_i$  – коефіцієнт, який враховує питому вагу  $i$ -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт  $\alpha_i$  визначається експертним шляхом і

при цьому має виконуватись умова  $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$  ;

$\beta_i$  – відносне значення  $i$ -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення  $\beta_i$  для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}}, \quad ( )$$

де  $I_{ni}$  та  $I_{na}$  – чисельні значення конкретного  $i$ -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}}; \quad ( )$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

Показники (параметр и)	О диниця вимірю вання	Анал ог	Про ектований пристрій	Від ношення параметрі в новій розробки до аналога	Пи тома вага показни ка
Напруга живлення	В	12	12... 15	1,25	0,2
Струм навантаження	м А	500	500	1,0	0,1
Робоча	М	10	20	2,0	0,4

частота	Гц				
Діапазон температур	°С	- 20...+120	- 60...+120	1,29	0,3

Узагальнений коефіцієнт якості ( $B_n$ ) для нового технічного рішення пристрою сповіщення з GSM-модулем:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 1,25 \cdot 0,20 + 1,0 \cdot 0,1 + 2,0 \cdot 0,4 + 1,29 \cdot 0,3 = 1,54$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, пристрій сповіщення з GSM-модулем переважає існуючі аналоги приблизно в 1,54 рази.

## 1.7 Висновки

1. Проаналізовано основні задачі, що ставляться перед сучасними охоронними системами (а саме детектування, оповіщення і запобігання) та розглянуто способи їх реалізації за допомогою сучасних технічних засобів.

2. Проаналізовано основні типи датчиків, які використовують для виявлення несанкціонованого вторгнення та області їх використання.

3. Виявлено, що використання мікроконтролера в охоронних системах дає більше можливостей для гнучкого налаштування системи, а також для координації різних її елементів.

3. Проаналізовано різні способи оповіщення, їх особливості, переваги і недоліки.

4. Виявлено що системи оповіщення за допомогою GSM-зв'язку мають ряд переваг перд іншими, тому розробка таких охоронних ситем є досить актуальною на теперішній час.

5. Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 34 бали, що свідчить про комерційну важливість проведення даної розробки (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений пристрій переважає існуючі аналоги приблизно в 1,54 рази. Отже можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем.

## **2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИБОРУ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ**

Запропонований пристрій сповіщення з GSM-модулем повинний виконувати задачі детектування несанкціонованого проникнення, сповіщення власника чи відповідних охоронних служб про проникнення, а також задачу відлякування зломисника від подальших дій.

### **2.1 Розробка структурної схеми пристрою сповіщення з GSM-модулем**

Відповідно до визначених задач детектування, сповіщення та відлякування було розроблено структурну схему пристрою, як показано на рис. 2.1.

Схема містить наступні компоненти. Блок живлення для сирени та індикаторів стану сигналізації; вмикач, який активує сигналізацію або відключає усі її елементи. Стабілізатор напруги на 5В, який служить джерелом напруги, що відповідає значенням високих рівнів напруг мікроконтролера. Сирена, яка служить для відлякування зломисників, вмикається при подачі керуючого сигналу з мікроконтролера. Ліхтар, функцією якого є підсвічування, яке діє деякий час після увімкнення сигналізації а потім відключається, час цього підсвічування можна задавати перепрограмуванням мікроконтролера. Індикатори стану увімкнення сигналізації, які мерехтять з деякою частотою в залежності від програми мікроконтролера після її увімкнення. GSM-передавач для відправлення повідомлення про спрацювання сигналізації, який також керується мікроконтролером. Сенсор для детектування факту проникнення чи злону. Мікроконтролер, який обробляє вхідні сигнали та у відповідні моменти часу при певних умовах формує сигнали керування компонентами пристрою, таким чином координуючи роботу системи в цілому.





Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою сповіщення з GSM-модулем

## 2.2 Схема електрична принципова пристрою сповіщення з GSM-модулем

Відповідно до структурної схеми запропоновано електричну схему пристрою (рис. 2.2).

Для даної схеми було обрано мікроконтролер AVR серії ATMEGA328. Цей мікроконтролер має достатні функціональні можливості для реалізації поставлених задач, координації роботи зовнішніх елементів та передачі сигналу сповіщення на GSM-модуль.

Схема працює наступним чином. Пристрій живиться або від мережевого блоку живлення на 15 В, або, на випадок відімкнення мережі, має резервне джерело постійної напруги на 12В від акумулятора чи батареї. Активізація пристрою здійснюється шляхом замикання контактів вмикача. Після активізації власнику потрібно деякий час для того щоб закрити приміщення, тому в програмі мікроконтролера прописується затримка, під час якої сирена та GSM-передавач не вмикаються не залежно від стану сенсорів.

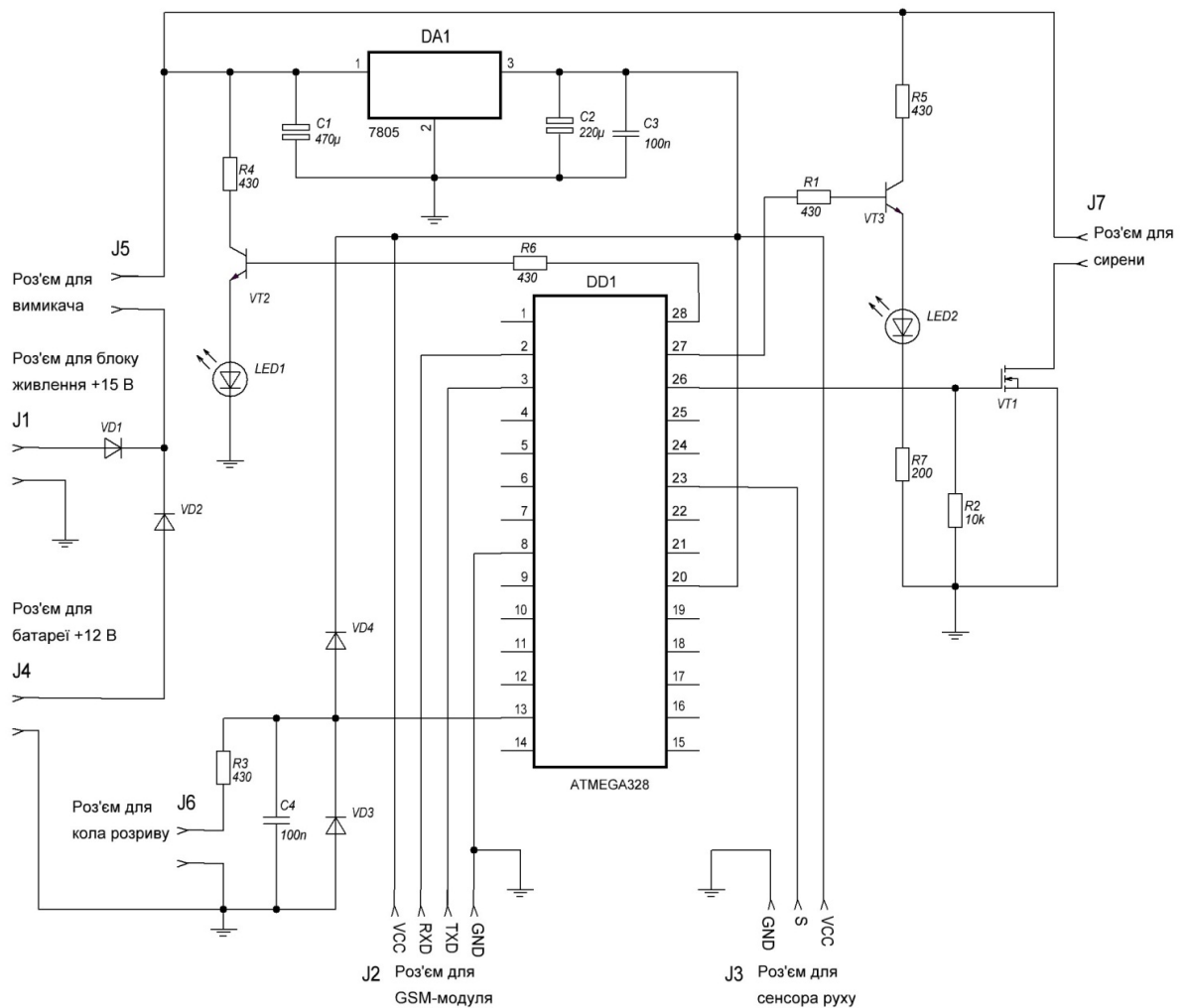


Рисунок 2.2 – Схема електрична пристрою сповіщення з GSM-модулем

На протязі цього часу горить індикатор на світлодіоді LED1 увімкненому через резистор R4 і транзистор VT2, який відкривається при

високому рівні напруги на виводі мікроконтролера, резистор R6 служить для задання струму бази цього транзистора.

По закінченні цього часу затримки індикатор гасне шляхом закриття транзистора VT2 низьким рівнем напруги на його базі. А пристрій переводиться в режим охорони, що показує індикатор на світлодіоді LED2. В режимі охорони він бликає із заданою частотою в програмі мікроконтролера. Цей світлодіод також живляться від загального джерела і керується транзистором VT3, на базу якого через резистор R1 поступає послідовність імпульсів з виводу мікроконтролера.

Джерелом стабільної напруги в 5В являється лінійний стабілізатор DA2 з конденсаторами C1, C2, C3.

В режимі охорони контакти кола розриву замкнуті. Сигналізація спрацьовує при розмиканні контактів. В якості сенсора може бути як звичайний шлейф, розрахований на розрив проводу при вторгненні, чи, наприклад, герконовий сенсор, що реагує на переміщення магніту над його контактами, так може бути і більш складний сенсор. Крім того мікроконтролер також реагує на ще один сенсор руху в приміщенні, що охороняється. Зареєструвавши переміщення сигнал з поступить на вивід мікроконтролера. Режим тривоги активізується при спрацюванні одного з сенсорів. За необхідності пристрій сигналізації може бути обладнаний додатковими сенсорами.

В дані схемі всі інформаційні виводи мікроконтролера налаштовані на вихід крім виводів 13 та 23, які налаштовані на вхід. При розриві контактів сенсора високий рівень напруги подається на вивід 13 і мікроконтролер в цьому випадку переводить систему в стан тривоги. Або при спрацюванні сенсора руху сигнал подається на 23 вивід. З виводу 26 мікроконтролера подається високий рівень напруги на затвор потужного N-канального польового транзистора VT1 і сирена вмикається. Одночасно з виводів 2 і 3 мікроконтролера поступає послідовний сигнал для відправлення повідомлення через GSM-модуль.

Тривалість кожного керуючого сигналу можна задавати при програмуванні мікроконтролера. Так для того щоб сирена не звучала постійно, не порушувала спокій оточуючих і не садила акумулятор, якщо він використовується в якості джерела живлення, то тривалість її звучання також задається програмно.

Деактивація сигналізації здійснюється шляхом її відімкнення від джерела живлення.

### **2.3 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера**

На рисунку 2.3 зображено блок-схему алгоритму роботи пристрою сигналізації.

Після увімкнення живлення мікроконтролер починає роботу із увімкнення таймера, який відраховує 60 секунд під час яких пристрій не реагує на сигнали із сенсора розриву та сенсора руху в приміщенні. Це потрібно для того щоб господар мав час для закриття приміщення. Цей стан розпізнається завдяки індикатору LED1.

Після завершення відліку часу пристрій переводиться в режим охорони. Відбувається зміна роботи індикаторів. А мікроконтролер постійно опитує стан виводів, до яких підключені сенсори. Поки не відбулось проникнення сенсори не спрацьовують і пристрій залишається в цьому стані.

У випадку, якщо хоча б один із сенсорів спрацює, то на відповідні виводи мікроконтролера подадуться сигнали і він перемкнеться в стан тривоги. Першою його командою в цьому режимі буде відправлення повідомлення про вторгнення на мобільний номер по GSM-модулю. Для цього до відповідних виводів мікроконтролера приєднується GSM-модуль.

Після відправки одразу вмикається сирена шляхом подачі високого рівня напруги на відповідний вивід. Сирена працює 10 хвилин і вимикається.

Далі пристрій переходить в режим перезапуску.

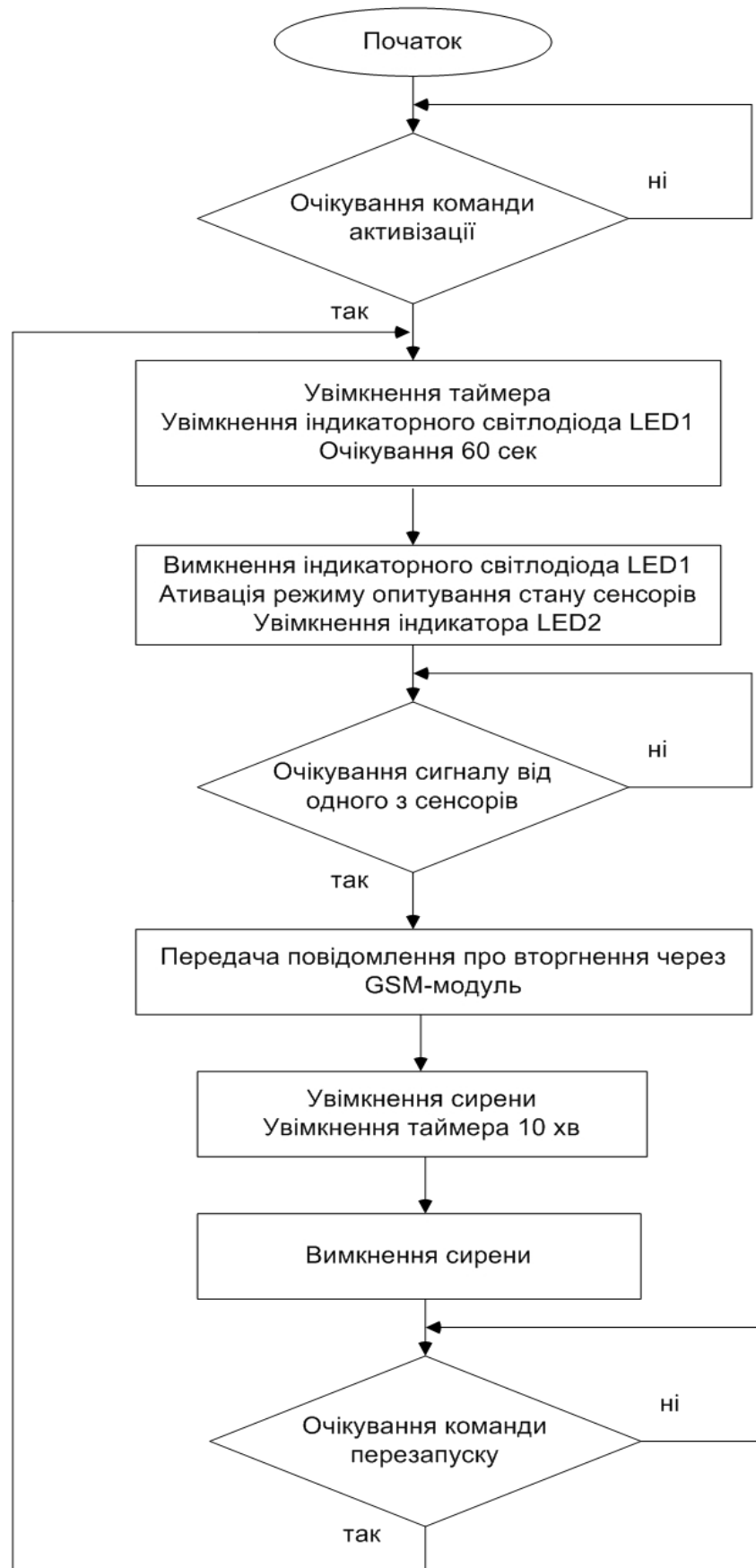


Рисунок 2.3 – Блок-схема алгоритму роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем

## 2.4 Моделювання роботи схеми

Для моделювання роботи електричної схеми охоронної сигналізації було обрано програмне середовище Proteus, так як воно дає змогу в подальшому автоматично розробити топологію друкованої плати для даного пристрою. Було зібрано схему для моделювання (рис. 2.4).

В якості стабілізатора було обрано лінійний стабілізатор 78L05. Для мікроконтролера ATMEGA328 було створено програму мовою C та скомпільовано HEX-файл для його прошивки.

Як бачимо з рисунку при увімкненому живленні пристрій сигналізація активізується і переходить в режим очікування. В режимі очікування на виводах мікроконтролера 27 і 28 високі рівні напруги, які вмикають індикаторні світлодіоди LED1 і LED2. В цей час мікроконтролер створює затримку в часі. На виводі мікроконтролера 26 низький рівень напруги, тому сирена не працює.

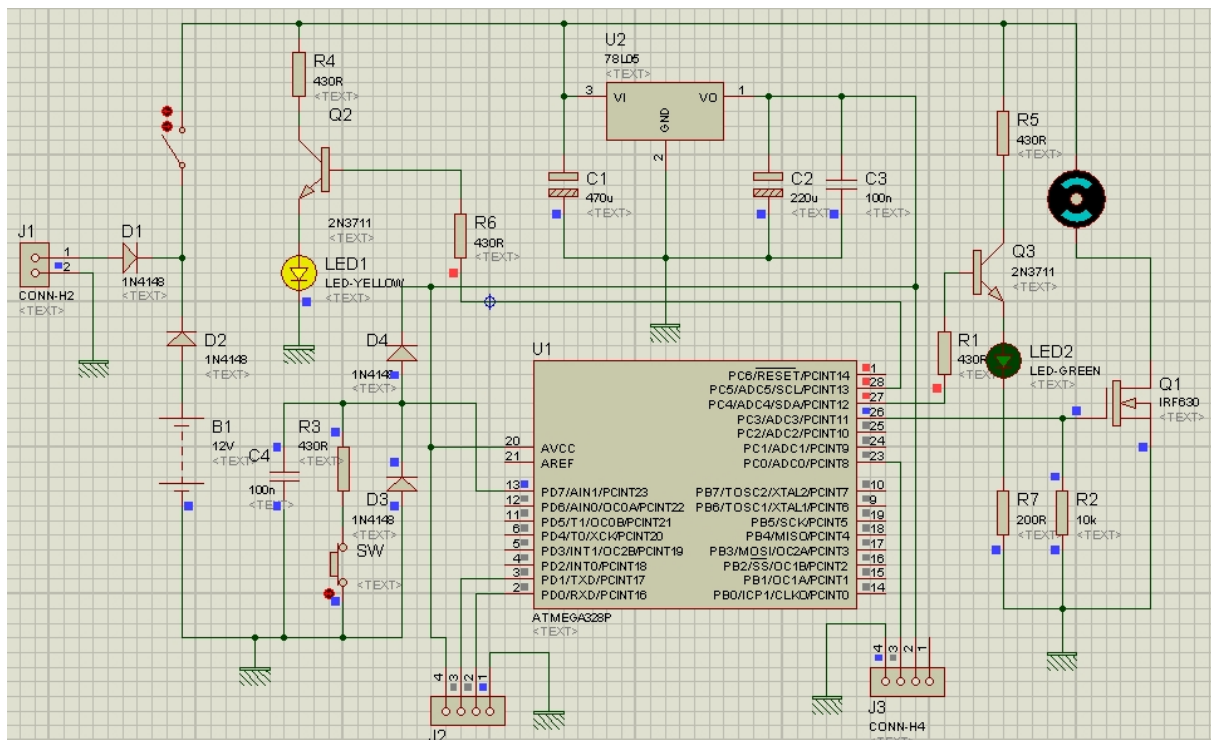


Рисунок 2.4 – Зображення схеми для моделювання в середовищі Proteus (режим очікування)

По завершенню 60 секунд мікроконтролер переводить сигналізацію в режим охорони. Як бачимо з рисунку 2.5 після хвилини затримки сигналізація активується і переходить в режим охорони про що свідчить низький рівень напруги на виводі 27, який гасить світлодіод LED1. При цьому на виводі 26 мікроконтролера низький рівень напруги, тому сирена не увімкнена. А індикаторний світлодіод LED2 переходить в режим мерехтіння та показує, що сигналізація активована. При цьому бачимо, що на виводі 13 мікроконтролера, який налаштований на прийом сигналу низький рівень напруги, так як контакти перемикача SW замкнуті (немає розриву електричного кола).

Відповідно до програми мікроконтролера він в цей час знаходиться в режимі опитування розриву кола виводу 13 та опитування сенсора руху.

Поки контакти перемикача замкнуті, на виводі 13 низький рівень напруги, і як тільки контакти розімкнуться, на цей вивід поступить високий рівень напруги і сигналізація перейде в режим тривоги, або якщо покази сенсора руху подадуть відповідний сигнал на вивід 23 мікроконтролера.

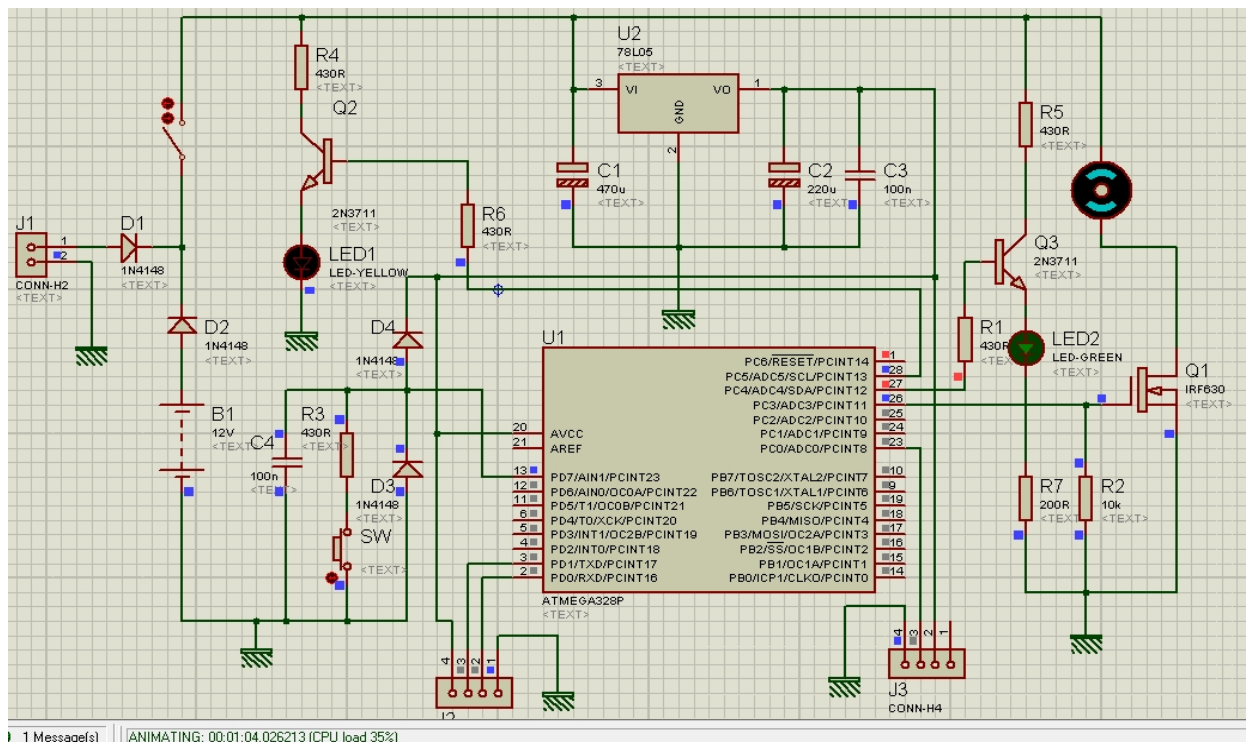


Рисунок 2.5 – Зображення схеми для моделювання в середовищі Proteus (режим охорони)

Для моделювання режиму тривоги розімкнемо перемикач SW (зімітуємо вторгнення). Як видно з рис. 2.6 при розімкнутих контактах перемикача сигналізація переходить в стан тривоги. При цьому на виводі 26 з'являється високий рівень напруги, що запускає сирену в дію.

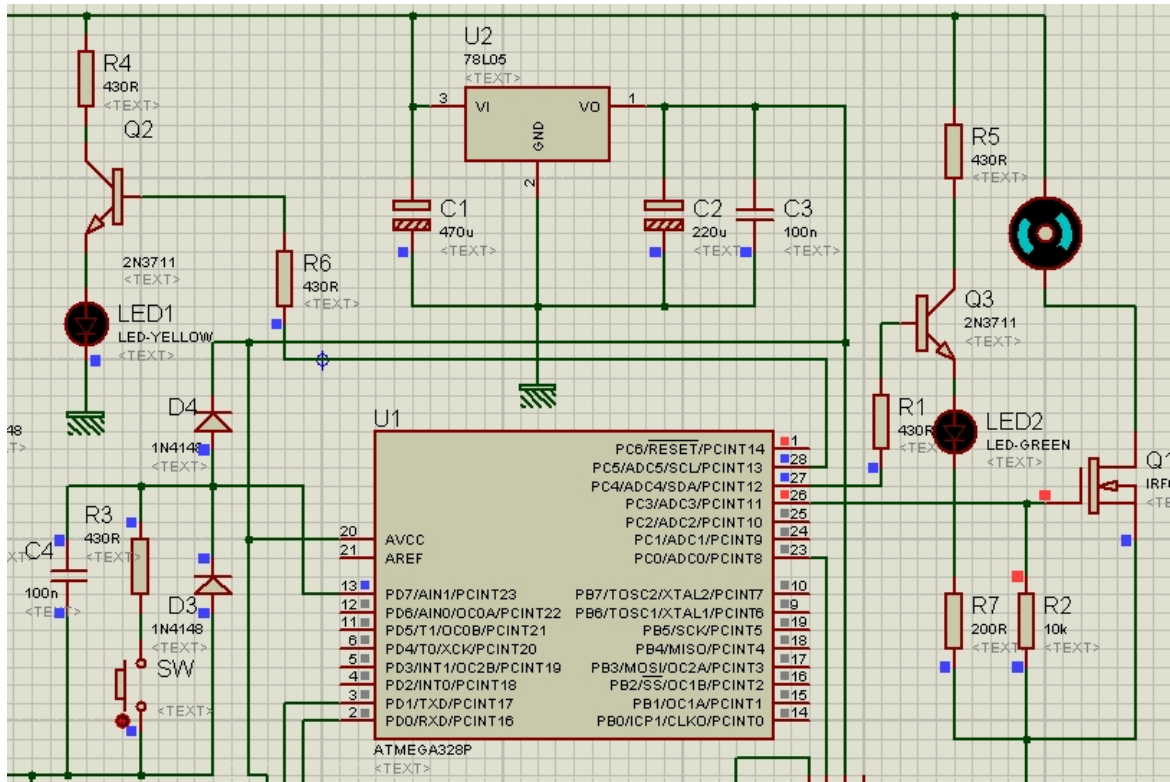


Рисунок 2.6 – Зображення схеми для моделювання в середовищі Proteus (режим тривоги)

Тривалість роботи сирени запрограмовано в мікроконтролері. В даному випадку це 10 хвилин. Вимкнути сирену завчасно можна тільки вимкнувши сигналізацію повністю.

В зв'язку з тим що в середовищі PROTEUS практично не можливо промоделювати роботу GSM-модуля, то його роботу було промодельовано з використанням апаратної платформи Arduino і плати розширення GPRS/GSM SIM900 v1.0.



## 2.5 Висновки

1. Сформульовано задачі, які повинен виконувати пристрій, це детектування, сповіщення та запобігання.
2. Розроблено структурну схему пристрою і на її основі схему електричну з використанням мікроконтролера для координації всіх компонентів пристрою.
3. Промодельовано електричну схему в різних режимах роботи, режимі очікування, охорони і тривоги, і тим самим підтверджено її функціональність.
4. Промодельовано роботу GSM-модуля з використанням апаратної платформи Arduino та відповідної плати розширення.

### 3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ТА РОЗРОБКА ПЛАТИ ПРИСТРОЮ СПОВІЩЕННЯ З GSM-МОДУЛЕМ

Основними вимогами до конструкції пристрою є економічність, простота підключення та запуску. Для зручності для сенсорів передбачено створити роз'єми для швидкої заміни у випадку їх виходу з ладу. Решта елементів будуть розміщені на платі.

#### 3.1 Вибір елементної бази пристрою

Резистори, конденсатори. Резистори обрано мінеральні навісні. В даному випадку немає необхідності для мінімізації пристрою обирати SMD елементи. Два конденсатори обрано навісними електrolітичними для стабілізатора та один навісний керамічний.

Обрано стандартний інтегральний стабілізатор на 5 В.

*Мікроконтролер* обрано ATMEGA 328. Простий недорогий невеликий але із достатніми функціональними можливостями для виконання поставлених задач. Основні характеристики:

Тактова частота: 0 - 20 МГц

Обсяг Flash-пам'яті: 32 кб

Обсяг SRAM-пам'яті: 2 кб

Обсяг EEPROM-пам'яті: 1 кб

Напруга живлення: 1,8 - 5,5 В

Струм в режимі роботи: 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В)

Струм в режимі сну: 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В)

Кількість таймерів / лічильників: 2 восьмибітних, 1 шістнадцятибітна

Загальна кількість портів: 23

Кількість PWM виходів: 6

Кількість каналів АЦП (аналогові входи): 6

Кількість апаратних USART (Serial): 1

Кількість апаратних SPI: 1 Master / Slave

Кількість апаратних I<sup>2</sup>C / SPI: 1

Роздільна здатність АЦП: 10 біт

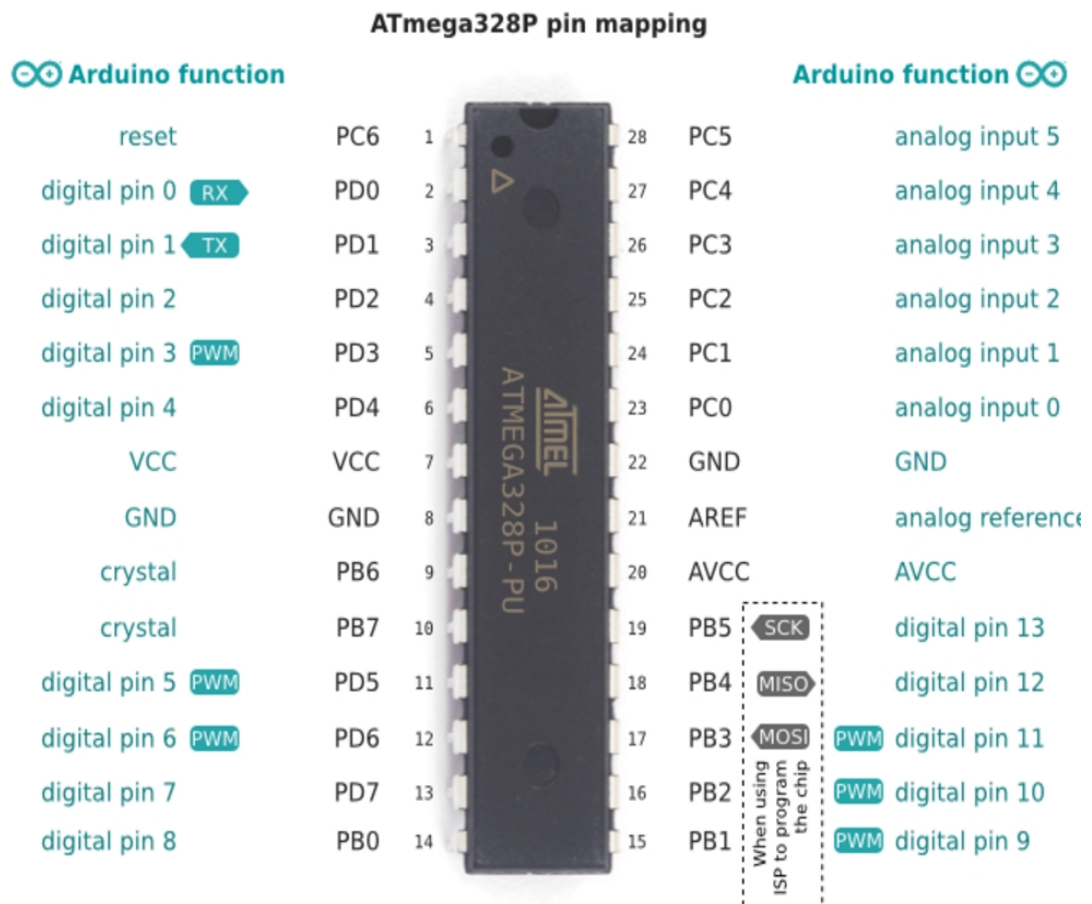


Рисунок 3.1 – Зображення МК АТМЕГА 328 з описом виводів

### 3.2 Вибір матеріалу друкованої плати

До матеріалу висувається наступні вимоги:

- а) мінімальні механічні короблення;
- б) забезпечення високої адгезії;
- в) високі електрофізичні властивості;
- г) висока технологічність.

Таблиця 3.1 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметри	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Щільність без фольги, г/см <sup>3</sup>	1,3...1,4	1,3...1,45	1,6...1,8
Відносна діелектрична проникність	4,5...6	4,5...6	5...6
Питомий об'ємний опір, Ом·м	1012...1014	1012...1014	1014...1015
Діапазон робочих температур, °С	-60...+80	-60...+105	-60...+120
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м×К)	0,25...0,3	0,23...0,34	0,34...0,74
Температурний коефіцієнт лінійного розширення, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>	22	22	8...9

Найчастіше для виготовлення друкованої плати використовують склотекстоліт і гетинакс, марок:

- а) ГФ – фольгований гетинакс;
- б) СФ – фольгований склотекстоліт;
- в) ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- г) СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- д) СТФ – склотекстоліт теплостійкий.

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Кращими характеристиками володіє склотекстоліт. Тому матеріалом для друкованої плати вибрано склотекстоліт фольгований двосторонній марки СФ-2-35-1,5, він має товщину фольги 35 мкм, а товщина матеріалу з фольгою 1,5 мм. Такий матеріал застосовується для виготовлення двосторонніх та односторонніх друкованих плат.

### 3.3 Розробка конструкції друкованої плати

3.3.1 Технологія виготовлення друкованих плат. Всі процеси виготовлення друкованих плат поділяються на: адитивні, субстрактивні, напівадитивні.

Адитивний процес – полягає у вибіркового осадженні провідного матеріалу на основу плати.

Субстрактивний процес – одержання провідного рисунка полягає у вибіркового видаленні ділянок провідної фольги методом травлення.

Напівадитивний процес – передбачає попереднє нанесення тонкого провідного покриття, який потім видаляється з місць, де є проміжки.

Згідно ГОСТ 2375-86 конструювання друкованих плат здійснюється з врахуванням слідує методів виготовлення:

- хімічний - для двосторонніх друкованих плат;
- позитивний комбінований – для двосторонніх друкованих плат з металізованими монтажними отворами.

Друковані двосторонні плати, виготовляються за допомогою позитивного комбінованого метода, який передбачає експонування рисунка друкованих елементів з фотопозитива. Технологічний процес виготовлення друкованої плати даним методом добре відпрацьований й добре забезпечений технологічним обладнанням.

Комбінований метод є об'єднанням хімічного і електрохімічного методів. Вихідним матеріалом служить фольгова ний з обох сторін діелектрик, тому провідний рисунок отримують витравленням міді, а металізація отворів проводиться завдяки хімічному мідненню з наступним електрохімічним нарощуванням шару міді.

Пайка виводів ЕРЕ проводиться завдяки заповненню отворів припоєм в платі. Комбінований метод складається зі слідує основних операцій: різка заготовок і хіміко-механічна підготовка поверхні, отримання захисного рисунку, нанесення захисної лакової плівки, свердління і зенківка отворів, хімічне міднення і видалення лакової плівки, гальванічне міднення в два

прийоми. Даний спосіб характеризується значною трудоемністю, так як в процесі доволі багато ручних операцій.

Підготовка поверхні перед нанесенням фоторезисту включає в себе хімічне обезжирення, яке відбувається в розчинах тринатрійфосфата. Температура розчину 40-60°C, тривалість обробки 2-5 хвилин.

Виготовлення друкованої плати за наступним технологічним процесом:

- виготовлення заготовки фольгованого склотекстоліту шляхом різки листа дисковими фрезами діаметром  $d=100\text{мм}$  і товщиною 3мм. Швидкість різки 100-120 мм/с;

- підготовка поверхні до нанесення фоторезисту. Механічна і хімічна очистка поверхні мідної фольги, зачистка мідним наждаком, промивка в проточній воді, обробка в 5-7% розчині HCl на протязі 30 с, промивка;

- нанесення фоторезисту поливом на поверхню фольги з центрифугуванням і сушкою. Швидкість центрифуги 80-100 об./хв., температура сушки 35-40°C;

- експонування друкованого рисунку проводиться в копіювальній рамці на протязі 8-10 хвилин;

- проявлення захисного позитивного рисунку друкованої плати здійснюється теплою водою ( $t=40-50^\circ\text{C}$ ) у ванні з ультразвуковим коливанням;

- задублення захисного рисунку проводиться хімічним шляхом у розчині 3% хромового ангідриду;

- травлення (видалення) міді з незахищених ділянок фольги здійснюється у травильному агрегаті КТ-38 на протязі 15-18 хвилин, обробка плати водним розчином  $\text{FeCl}_3$  з наступною промивкою в холодній воді;

- покриття лаком, сушка при температурі 20-30°C на протязі 6 годин;

- свердління отворів;

- зенківка свердлом діаметром 1,25мм;

- активування поверхні розчином хлорного олова;

- хімічне міднення 40% розчином мідного купоросу на протязі 20 хвилин;
- зняття захисного лаку ацетоном;
- сушка;
- покриття сплавом РОЗЕ методом занурення у ванну при температурі  $t=95^{\circ}\text{C}$ .

3.3.2 Вибір типу друкованої плати. При виборі типу друкованої плати для конструкції потрібно враховувати техніко-економічні показники. Даний прилад складається з доступних радіоелементів. Тому вибираємо двосторонню друковану плату, яка характеризується високими комутаційними якостями за рахунок металізації в отворах, підвищеною міцністю з'єднань виводів навісних елементів з рисунком плати, низькою вартістю.

Для виготовлення друкованої плати використовують фольговані та нефольговані діелектрики. Вихідними матеріалами для їх виготовлення є папір або склотканина, просякнуті синтетичними смолами, або полімерні плівки з лавсану, фторопласту та ін. На поверхню фольгованих матеріалів мідна фольга приклеюється з однієї чи двох сторін листа в процесі виготовлення. Її товщина становить 20 – 50 мкм.

До матеріалу висуваємо такі вимоги:

- мінімальні механічні короблення;
- забезпечення високої адгезії;
- високі електрофізичні властивості;
- висока технологічність.

В табл. 3.2 подано основні властивості матеріалів друкованих плат .

Найчастіше для виготовлення друкованих плат використовують склотекстоліт і гетинакс наступних марок:

- ГФ – фольгований гетинакс;
- СФ – фольгований склотекстоліт;
- ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- СТФ – склотекстоліт теплостійкий.
- 

Таблиця 3.2 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметри	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Щільність без фольги, г/см <sup>3</sup>	1,3...1,4	1,3...1,45	1,6...1,8
Відносна діелектрична проникність	4,5...6	4,5...6	5...6
Питомий об'ємний опір, Ом·м	1012...1014	1012...1014	1014...1015
Діапазон робочих температур, °С	-60...+80	-60...+105	-60...+120
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м×К)	0,25...0,3	0,23...0,34	0,34...0,74
Температурний коефіцієнт лінійного розширення, 10 <sup>-6</sup> К <sup>-1</sup>	22	22	8...9

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Оптимальні параметри для схеми передавального блоку згідно табл. 3.2, має склотекстоліт. Тому обираємо склотекстоліт фольгований двосторонній марки СФ-2-50-1,5 ТУ16-503.271-86, який має товщину фольги 35 мкм, товщину матеріалу з фольгою 1,5 мм. та діапазон робочих температур від –60 до +120 °С.

3.3.3 Вибір класу точності друкованої плати. Для даного приладу оптимальним варіантом буде вибір друкованої плати 2-го класу точності, що не вимагає використання дорогих високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання.



До друкованих плат висуваються такі вимоги:

1. Висока механічна міцність
2. Велика величина опору діелектрика
3. Висока точність розташування струмопровідного рисунка
4. Хороша здатність до паяння, особлива після тривалого зберігання.

Досягається шляхом вибору типу покриття та технологією його нанесення

Точність розташування струмопровідного рисунка регламентується вимогами держстандартів. З цією метою введено поняття класу точності друкованих плат.

Таблиця 3.3 – Класи точності друкованих плат

Параметри конструкції плат, мм	Клас точності			
	1	2	3	4
1. Ширина друкованих провідників	0,6	0,45	0,25	0,15
2. Відстань між суміжними провідниками	0,6	0,45	0,25	0,15
3. Співвідношення діаметра отвору до товщини плати	0,6	0,5	0,5	0,33

Для даного виробу (згідно таблиці 3.3), з огляду на не складне трасування оптимальним варіантом буде вибір 2-го класу точності друкованої плати (не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання).

Даний клас характеризується наступними параметрами конструкції:

- а) ширина провідника – 0,45 мм;
- б) ширина провідника у вузьких місцях – 0,25 мм;
- в) відстань між елементами – 0,25 мм;
- г) гарантійний поясок – 0,2 мм.

Установка навісних елементів на друкованій платі здійснюється згідно з ГОСТ 4ГО.010.030-81 та ОСТ4.ГО.010.009. При розташуванні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація розмірів, забезпечення тепловідводу та ремонтпридатності.

Елементи розташовуємо з однієї сторони паралельно сторонам плати по принципу найкоротших зв'язків.

Вибираємо крок координатної сітки 1,25 мм. Координатну сітку на початок координат розташовуємо згідно з ГОСТ 2.417-78. Отвори та елементи друкованого малюнку розташовуємо на платі відносно початку координат.

Всі контактні площадки розміщуємо у вузлах сітки. Це ж стосується і виводів елементної бази.

3.3.4 Розрахунок ширини провідників. Ширина провідників визначається у розрахунку на струм, який проходить через них, та максимально можливе падіння напруги.

Для допустимого струму :

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \times t}, \quad (3.1)$$

де  $j_{\text{доп}}$  – допустима густина струму для мідного провідника,  $j_{\text{доп}} = 17 \text{ А/мм}^2$  ;

$t$  – товщина фольги,  $t = 35 \text{ мкм}$ ;

$I_{\max}$  – максимальний постійний струм, який проходить через провідник;

$I_{\max} = 0,03 \text{ А}$ , згідно індивідуального завдання.

$$b_{\min} = \frac{0,03}{17 \times 0,035} = 0,050(\text{мм}) = 50(\text{мкм}) < 450(\text{мкм})$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max} \times \rho \times l_{\max}}{\square U_{\text{доп}} \times t},$$

(3.2)

де  $\rho$  – питомий опір провідників,  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ ;

$I_{\text{max}}$  – струм, який проходить по провіднику,  $I_{\text{max}} = 0,03 \text{ А}$ ;

$l_{\text{max}}$  – максимальна довжина провідника,  $l_{\text{max}} = 0,1 \text{ м}$ ;

$U_{\text{доп}}$  – допустиме падіння напруги (становить 5% від напруги живлення  $U_{\text{доп}} = 5 \times 0,05 = 0,25 \text{ В}$ );

$t$  – товщина фольги;

$$b_{\text{min}} = \frac{0,03 \times 0,0175 \times 0,1}{0,25 \times 0,035} = 60(\text{мкм}) < 450(\text{мкм})$$

Розраховані значення ширини провідників не перевищують обраних для другого класу точності.

### 3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT

Розробка друкованої плати в ARES розпочинається з виклику команди Tools>NetlisttoARES в програмі моделювання ISISProteus. Після виклику команди буде автоматично запущено вікно програми ARES з пропозицією вибору необхідного типу друкованої плати, що буде розроблятися. В якості друкованої плати вибираємо плату з двосторонньою металізацією, після чого зберігаємо проект.

В процесі завантаження списку з'єднань для кожного символу схеми в бібліотеках корпусів компонентів \*.LIB знаходиться відповідний корпус. Якщо необхідний корпус відсутній у бібліотеці, то за допомогою вкладки PackageMode створюємо новий корпус або проводимо вибірку одного із існуючих корпусів.

Перед початком процесу автоматичного трасування друкованої плати, за допомогою вкладки Technology>DesignRules проводимо необхідні налаштування допустимого розміщення провідників, їх мінімальної та максимально можливої товщини, а також зазорів між ними. Для початку трасування виконуємо команду Tools>AutoRouter. Отримаємо розведену плату (рис. 3.3).

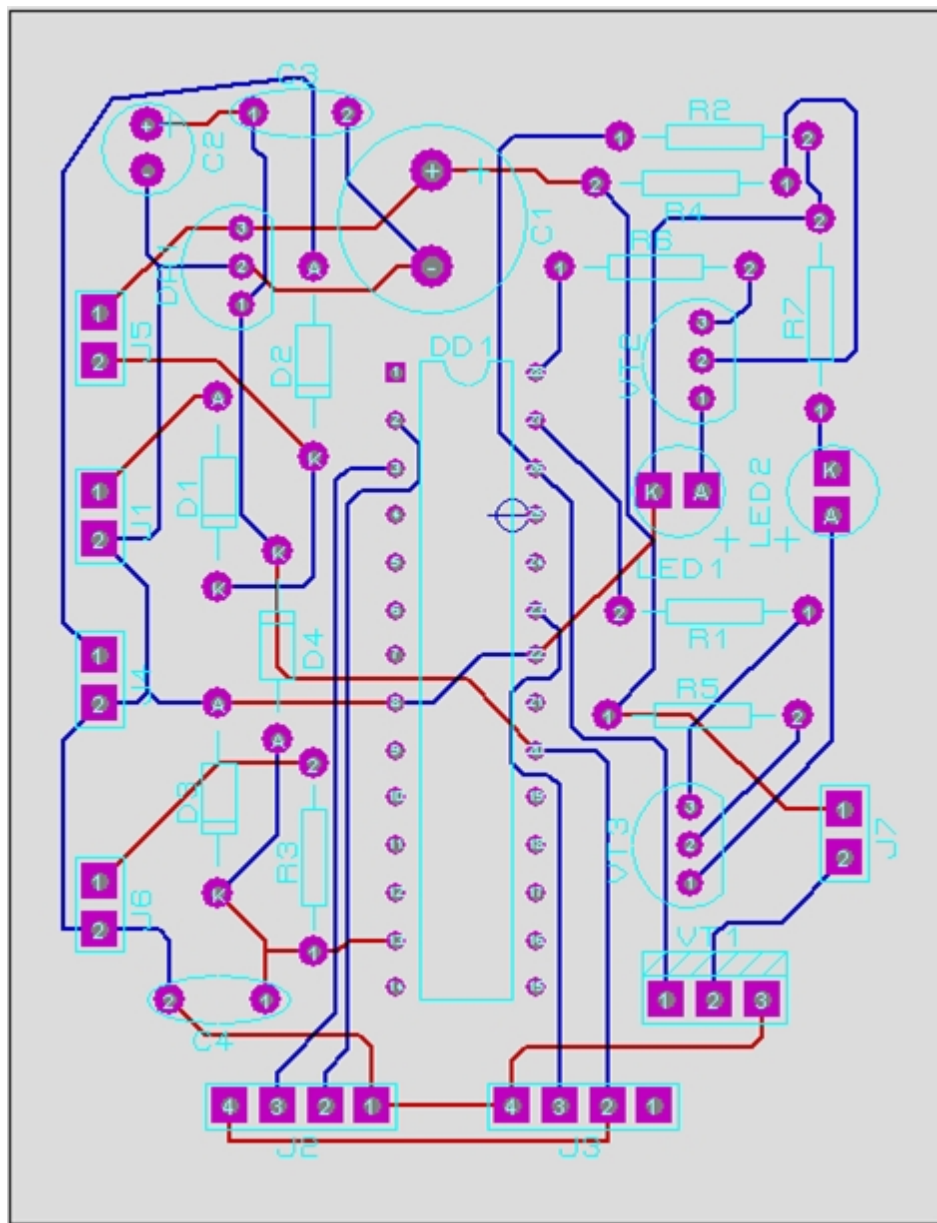


Рисунок 3.3 – Розведена плата в ARES Proteus Layout

Використаємо функціональні можливості ARES, і побудуємо візуальну трьохвимірну модель друкованої плати з установленими компонентами. Для цього необхідно виконати команду `Output>3DVisualization`.

Побудована трьохвимірна модель пристрою передавального блоку. А також зображено вигляд плати без елементів (рис 3.5).

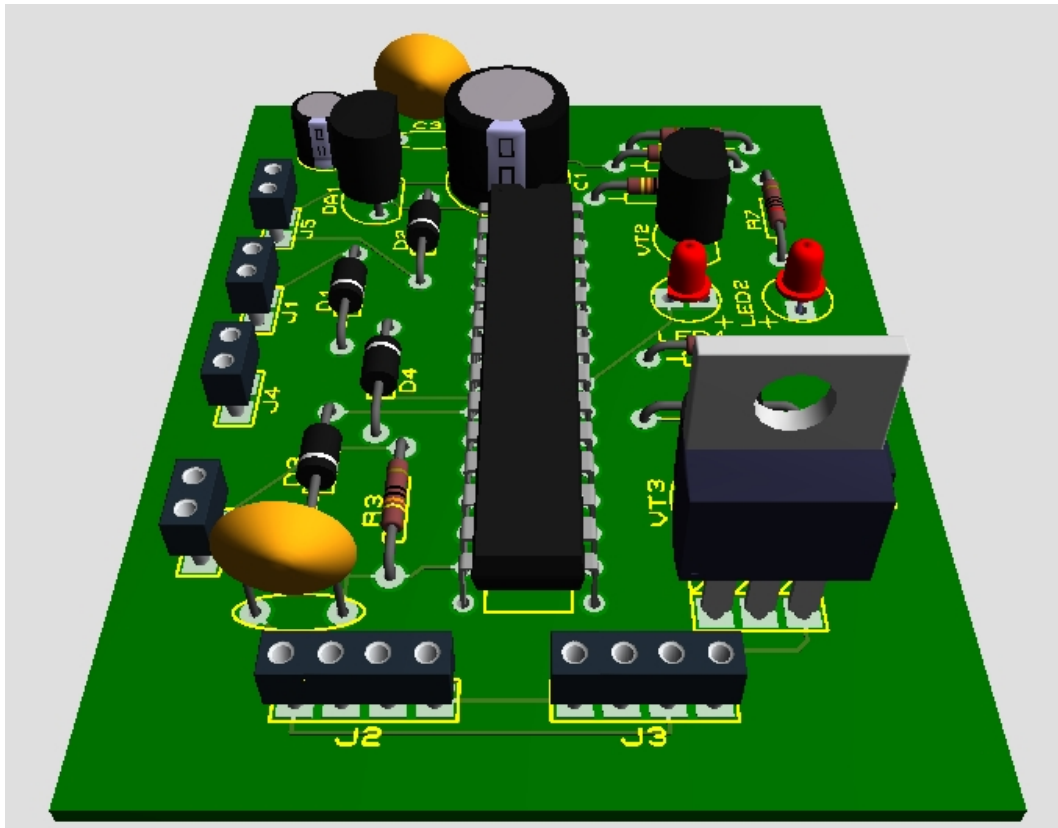


Рисунок 3.4 – Зображення моделі плати блоку передавання з елементами

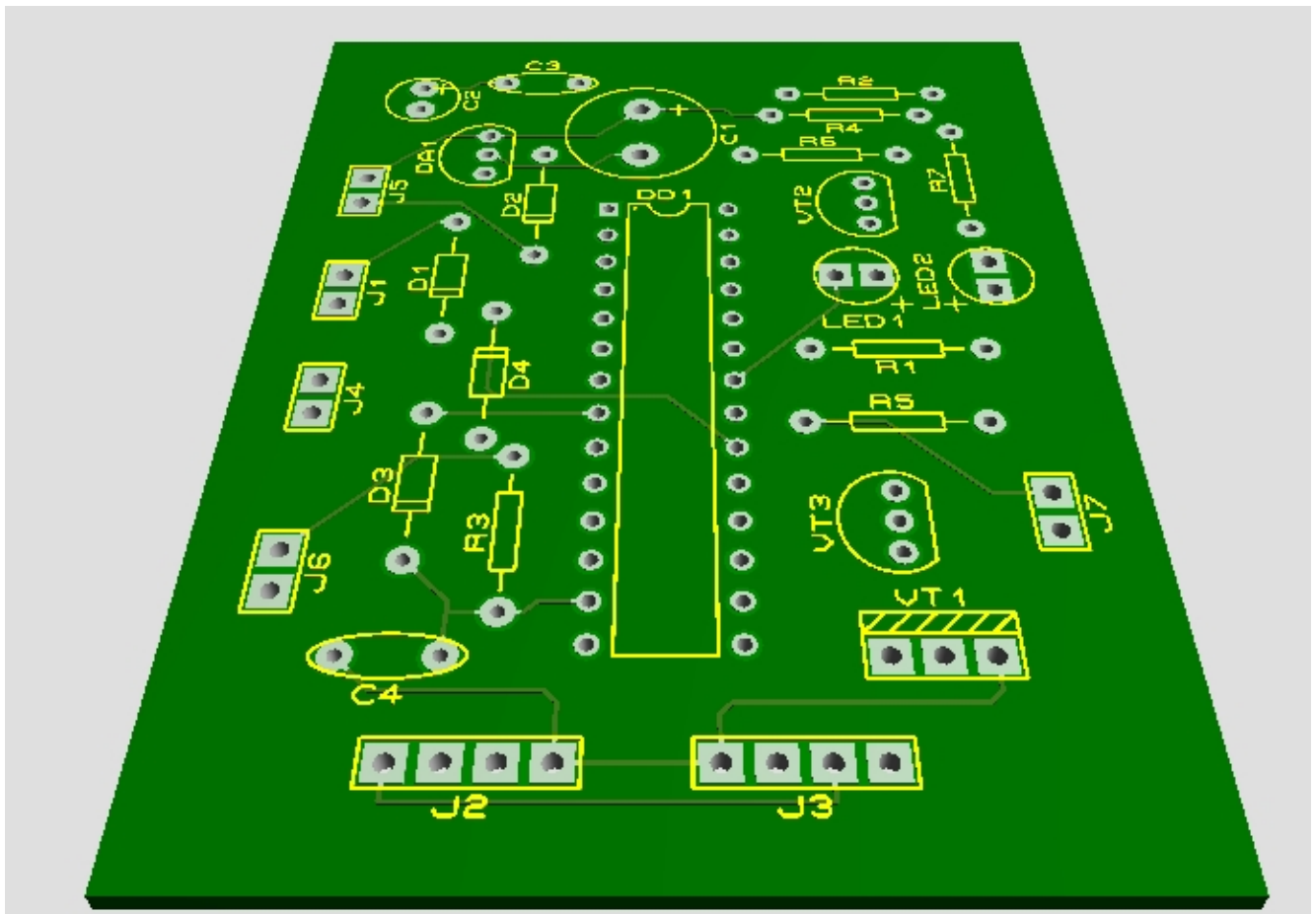


Рисунок 3.5 – Зображення моделі плати блоку приймання без елементів

### **3.5 Висновки**

1. В даному розділі було обґрунтовано вибір елементної бази пристрою, обрано типи елементів на платі.
2. Було проаналізовано та обрано матеріал друкованої плати СФ-2-35-1,5. Розроблено креслення друкованої плати та складальне креслення, наведені в додатках.
3. Створено модель плати та навісних елементів в програмному пакеті ARES PROTEUS.

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем

В техніко-економічному обґрунтуванні представленому в першому розділі даної магістерської кваліфікаційної роботи було приблизно обґрунтовано доцільність проведення НДР. Тому в даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем.

Для економічного розрахунку проведення НДР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат.

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [5]:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad ()$$

де  $M$  – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

$T_p$  – число робочих днів в місяці, 20 дн;

$t$  – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.1.1 – Основна заробітна плата дослідників та розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	9000,00	450,00	30	13500,00
2. Науковий співробітник	8900,00	445,00	15	6675,00
3. Інженер-конструктор електронних засобів зв'язку	8500,00	425,00	17	7225,00
4. Технік	5000,00	250,00	20	5000,00
Разом				32400,00

Витрати на основну заробітну плату робітників ( $Z_p$ ), що здійснюють підготовку робочих місць та пристроїв необхідних для досліджень, підготовку та формування моделей тощо, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою [5]:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i \quad (1)$$

де  $t_i$  - норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

$n$  - число робіт по видах та розрядах;

$C_i$  - погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду  $C_i$  можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{zm}} \quad (2)$$

де,  $M_M$  - мінімальна місячна оплата праці, грн.,  $M_M = 4173,00$  грн.;

$K_c$  - коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками,  $K_c = 1$ ;

$K_i$  - тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

$T_p$  - число робочих днів в місяці,  $T_p = 21$  дн.;

$T_{zm}$  - тривалість зміни,  $T_{zm} = 8$  годин.

Проведені розрахунки внесемо до таблиці.

Таблиця 4.1.2 – Витрати на основну заробітну плату працівників

Найменування робіт	Трудоміст- кість, нормо- годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Встановлення допоміжного обладнання	8,0	1	1,0	26,08	208,65



2. Встановлення програмного забезпечення	3,0	4	1,35	35,21	105,63
3. Налаштування компонентів	5,0	5	1,7	44,34	221,69
4. Налаштування системи	2,0	4	1,35	35,21	70,42
5. Підбір характеристик компонентів системи	2,0	6	2	52,16	104,33
6. Регулювання системи	0,5	5	2,2	57,38	28,69
Разом					739,40

Додаткова заробітна плата розробників, дослідників та працівників, які приймали участь в дослідженнях та розробці НДР розраховується як 10 % від основної заробітної плати розробників та працівників:

$$Z_{\text{дод}} = H_{\text{дод}} Z_p, \quad ()$$

де  $H_{\text{дод}}$  – норма нарахування додаткової заробітної плати.

$$Z_{\text{д}} = (32400,00 + 739,40) \cdot 10 / 100 \% = 3313,94 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату дослідників та працівників.

Нарахування на заробітну плату розробників  $Z_n$  розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot H_{zn}, \quad ()$$

де  $H_{zn}$  – норма нарахування на заробітну плату.

$$H_z = (32400,00 + 739,40 + 3313,94) \cdot 22 / 100\% = 8019,74 \text{ (грн.)}$$

Витрати на матеріали на даному етапі проведення НДР пов'язані з використанням моделей елементів та моделювання роботи і досліджень за допомогою комп'ютерної техніки та створення експериментальної моделі пристрою, тому дані витрати формуються на основі офісних матеріалів.

Витрати на матеріали, що були використані при проведенні досліджень, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [5]:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i \quad ()$$

де, -  $H_i$  - витрати матеріалу  $i$ -го найменування, кг;

$C_i$  - вартість матеріалу  $i$ -го найменування, грн./кг.;

$K_i$  - коефіцієнт транспортних витрат,  $K_i = 1,1$ ;

$n$  - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.1.3 – Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Папір канцелярський офісний (A4)	уп.	100,00	4	400,00
Начиння канцелярське	шт.	165,00	4	660,00
Органайзер офісний	шт.	200,00	4	800,00
Картридж для принтера (HP-2002)	шт.	852,00	2	1704,00
Диск оптичний (CD-R)	шт.	17,00	4	68,00
FLASH-пам'ять	шт.	374,00	2	748,00
Всього				4380,00

З врахуванням транспортних витрат вартість матеріалів складе

$$M = 4380,00 * 1,1 = 4818,00 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання для проведення досліджень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б.}}{T_{г}} \cdot \frac{t_{вик}}{12} \quad ()$$

де  $C_b$  – балансова вартість обладнання, приміщень тощо, які використовувались для розробки нового технічного рішення, грн.;

$t_{вик}$  – термін використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

$T_e$  – строк корисного використання обладнання, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці.

Таблиця 4.1.4 - Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Комп'ютерний проектний комплекс	20000,00	4	2	833,33
Графічно-обчислювальний комплекс обробки даних	20000,00	5	2	666,67
Програмний продукт проектування системи	8500,00	3	2	472,22
Генератор сигналу	7800,00	3	2	433,33
Осцилограф	9100,00	5	2	303,33
Офісна оргтехніка	7100,00	4	2	295,83
Дослідницька лабораторія	310000,00	25	2	2066,67
Всього				5071,39

Витрати на силову електроенергію на проведення досліджень розраховують за формулою [5]:

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad ()$$

де,  $B$  – вартість 1 кВт-години електроенергії,  $B = 2,50$  грн./кВт –година;

$P$  – встановлена потужність обладнання, кВт.;

$\Phi$  – фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

$K_n$  – коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця 4.1.5 – Витрати на електроенергію при проведенні досліджень

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Комп'ютерний проектний комплекс	240	0,65	1	390,00
Графічно-обчислювальний комплекс обробки даних	120	0,76	1	228,00
Офісна оргтехніка	30	0,96	1	72,00
Генератор сигналів	30	0,32	1	24,00
Осцилограф	30	0,08	1	6,00
Всього				720,00

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на відрядження, матеріали, окремі непередбачені витрати, зв'язок, витрати на інтернет-послуги тощо.

Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників.

Величина інших витрат складе:

$$I = (32400,00 + 739,40) * 220 / 100 = 72906,69 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи:

$$B = 32400,00 + 739,40 + 3313,94 + 8019,74 + 4818,00 + 5071,39 + 720,00 + 72906,68 \\ = 127989,16 \text{ (грн.)}$$

Загальна (повна) вартість всієї НДДКР визначається за формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha}, \quad ()$$

де  $\alpha$  - частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даної НДДКР, у відносних одиницях.

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha} = \frac{127989,00}{1,0} = 127989,00, \text{ грн.}$$

Прогнозування загальних витрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{\text{заг}}}{\beta}, \quad ()$$

де  $\beta$  - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної НДДКР (від 0,1... до 0,9).

$$ЗВ = \frac{B_{\text{заг}}}{\beta} = \frac{127989,00}{0,9} = 142210,00, \text{ грн.}$$

#### **4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки**

В умовах ринку узагальнюючим позитивним результатом, що його отримує підприємство (організація) від впровадження результатів тієї чи іншої розробки, є збільшення чистого прибутку підприємства (організації). Зростання чистого прибутку ми можемо оцінити у теперішній вартості грошей.

Саме зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити (якщо вони потрібні для впровадження результатів розробки).

При проведенні даної розробки не можливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки. У цьому випадку збільшення чистого прибутку підприємства для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum (\Delta C_0 \cdot N + C_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right) \quad ()$$

де  $\Delta C_0$  - покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником може бути ціна одиниці нової розробки;

$N$  - основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

$\Delta N$  - покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

$C_0$  - основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

$n$  - кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

$\lambda$  - коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2019 р. ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт  $\lambda = 0,8333$ .

$\rho$  - коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати  $\rho = 0,2 \dots 0,3$ ;

$v$  - ставка податку на прибуток. У 2019 році  $v = 18\%$ .

В результаті впровадження результатів наукової розробки покращується якість нашої розробки в 1,54 разів, що дозволяє підвищити ціну її реалізації на 65,0 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року - на 1000 шт., протягом другого року - ще на 1500 шт., протягом третього року - ще на 1250 шт., а протягом четвертого року – на 1000 шт. Орієнтовно: реалізація аналогічного пристрою до впровадження результатів наукової розробки складала 4500 шт., а її ціна – 1100,00 грн.

Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом першого року складе:

$$\Delta\Pi_1 = [65,00 \cdot 4500 + (1100,00 + 65,00) \cdot 1000] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 239871,00$$

грн.

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом другого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_2 &= [65,00 \cdot 4500 + (1100,00 + 65,00) \cdot (1000 + 1500)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = \\ &= 527468,00 \quad \text{грн.} \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом третього року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_3 &= [65,00 \cdot 4500 + (1100,00 + 65,00) \cdot (1000 + 1500 + 1250)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = \\ &= 767133,00 \quad \text{грн.} \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом четвертого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_4 &= [65,00 \cdot 4500 + (1100,00 + 65,00) \cdot (1000 + 1500 + 1250 + 1000)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = \\ &= 958865,00 \text{ грн.}\end{aligned}$$

### 4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт:

1. Розраховують теперішню вартість інвестицій, що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат  $ZB=142210,00$  грн. на виконання та впровадження результатів НДДКР.
2. Розраховують очікуване збільшення прибутку, що його отримає підприємство (організація) від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження.
3. Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Проведемо відповідні розрахунки.



У першому році підприємство отримає збільшення чистого прибутку на **239871,00** грн відносно базового року.

У другому році - збільшення чистого прибутку на **527468,00** грн (відносно базового року).

У третьому році - збільшення чистого прибутку на **767133,00** грн (відносно базового року),

У четвертому - на **958865,00** грн (відносно базового року).

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 4.1



Рисунок 4.3.1 - Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

4. Розраховують абсолютну ефективність вкладених інвестицій  $E_{abs}$ . Для цього використаємо формулу [5]:

$$E_{abs} = (III - PV), \quad ()$$

де  $ПП$  - приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

$PV$  - теперішня вартість інвестицій  $PV = ЗВ$ , грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків  $ПП$  розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad ()$$

де  $\Delta\Pi$  - збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

$T$  - період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

$\tau$  - ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

$t$  - період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки „0”.

$$\begin{aligned} ПП &= \frac{239871,00}{(1+0,2)^2} + \frac{527468,00}{(1+0,2)^3} + \frac{767133,00}{(1+0,2)^4} + \frac{958865,00}{(1+0,2)^5} = \\ &= 166576,00 + 305247,00 + 369952,00 + 385346,00 = 1227124,00 \end{aligned}$$

Розрахуємо абсолютну ефективність інвестицій, вкладених у реалізацію проекту. Отримаємо:

$$E_{абс} = (1227124,00 - 142210,00) = 1084913,00 \text{ грн.}$$

Оскільки  $E_{абс} > 0$ , то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, але це також ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного проекту (роботи).

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій  $E_e$ . Для цього використаємо формулу:

$$E_e = \sqrt[T]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad ()$$

де  $E_{abc}$  - абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

$PV$  - теперішня вартість інвестицій  $PV = 3B$ , грн;

$T$  - життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_e = \sqrt[5]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 = \sqrt[5]{1 + \frac{1084913,00}{142210,00}} - 1 = 0,54$$

Розраховану величину  $E_e$  порівнюємо з мінімальною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad ()$$

де  $d$  - середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2019 році в Україні (0,14...0,2);

$f$  - показник, що характеризує ризикованість вкладень (0,05...0,1).

$$\tau = d + f = 0,14 + 0,05 = 0,19.$$

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій  $T_{ок}$  можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}.$$

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g} = \frac{1}{0,54} = 1,86 \text{ року.}$$

Якщо  $T_{ок} < 3...5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

#### 4.4 Висновки

Зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити. Зростання чистого прибутку для даної розробки складе 1227124,00 грн.

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Абсолютна ефективність вкладених коштів для даної розробки складе 1084913,00 грн., а відносна ефективність забезпечить прибутковість в межах 54%, що більше мінімальної яка складає 19%.

Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій  $T_{ок}=1,86$  року, що менше нормативного терміну.

Враховуючи наведені показники діяльності можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи з дослідження та проектування пристрою сповіщення з GSM-модулем.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Завдання реалізації системи управління охороною праці – всебічне сприяння виконанню вимог, що цілком ліквідують, нейтралізують або зменшують до нормованих значень вплив на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів, забезпечують безпечні санітарно-гігієнічні та ергономічні вимоги.

У цьому розділі проводиться розгляд небезпечних, шкідливих та уражаючих для людини та навколишнього довкілля чинників, що утворюються під час проведення розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем. В ньому розглядаються, зокрема, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення звукопоглинання приміщення, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки, безпека у надзвичайних ситуаціях [1].

### **5.1 Гігієна праці та виробнича санітарія**

#### **5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони**

Вибираємо для приміщення, в якому проводяться роботи з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Відповідно до [2] допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні для теплого та холодного періодів року наведені у таблиці 5.1 додатку Г.

Розкид значень температури повітря за висотою робочої зони для всіх категорій робіт дозволяється до 3°C. При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, нормована інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель),

обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, які утворюються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 5.2 додатку Г.

Для встановлення нормованих параметрів мікроклімату та чистоти повітря робочої зони передбачено такі заходи: у приміщенні повинна бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року; щоденне вологе прибирання; припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

### 5.1.2 Виробниче освітлення

Для створення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги пред'являються щодо кількісних та якісних параметрів освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводяться роботи з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем, відповідно до [3] визначаємо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – середній, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт в.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості для штучного освітлення наведені в таблиці 5.3 додатку Г.

Так як приміщення знаходиться в місті Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а вікна орієнтовані за азимутом  $90^\circ$ , то для таких умов КЕО визначатиметься за виразом [3, 4]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (5.1)$$

де  $e_H$  – табличне значення КЕО, %;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,6} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

Для забезпечення нормованих значень параметрів освітлення передбачено такі заходи: за недостатнього природного освітлення у світлу пору доби доповнення штучним завдяки використанню люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення; використання штучного освітлення в темну пору доби.

### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого обладнання застосовується устаткування, робота якого супроводжується шумом та вібрацією, потрібно передбачити захист від шуму та вібрації.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем може мати робочі місця із шумом та вібрацією, який генерується двигунами системи вентиляції.

З метою запобігання травмуванню працюючих від дії шуму та вібрації вони підлягає нормуванню. Головним нормативом стосовно виробничого шуму, діючим на території нашої країни, є [5], згідно з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в виробничих приміщеннях не мають бути більшими ніж значення, які наведено у таблиці 5.4



додатку Г. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 додатку Г для 3-ї категорії (технологічна) типу "в".

З метою забезпечення допустимих параметрів віброакустичних коливань в приміщенні запропоновано такі заходи:

- 1) своєчасне проведення профілактичного ремонту;
- 2) здійснення контролю рівнів шуму та вібрації.

Засоби звукопоглинання застосовуються для зниження шуму на робочих місцях, які знаходяться в приміщеннях з джерелами шуму або в приміщеннях без джерел шуму, куди він проникає із сусідніх шумних приміщень.

Для розрахунку звукопоглинання необхідно визначити частоту звукових коливань, які генеруються від електродвигуна вентилятора. Ця частота визначається за формулою:

$$f = \frac{n}{60} \text{ [Гц]}, \quad (5.2)$$

де  $n = 1500$  об/хв – частота обертання валу електродвигуна.

Знаючи габарити приміщення визначимо об'єм приміщення за формулою

$$V = abh \text{ [м}^3\text{]}, \quad (5.3)$$

де  $a, b, h$  – довжина, ширина, висота приміщення відповідно, м.

Розміри приміщення (м):  $8 \times 6 \times 3,3$ .

Підставляючи відомі значення у формули (5.2, 5.3) одержимо

$$f = \frac{1500}{60} = 25 \text{ (Гц)};$$

$$V = 8 \cdot 6 \cdot 3,3 = 158,4 \text{ (м}^3\text{)}.$$

За значенням об'єму приміщення та частотою визначаємо постійну приміщення  $B = 6$ . Приймаємо площу звукопоглинального личкування  $S_{лич} = 50 \text{ м}^2$ .

Знайдемо загальну площу огорожувальних поверхонь приміщення

$$S_{огор} = 2h(a + b) \text{ [м}^2\text{]}. \quad (5.4)$$

Знайдемо середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення

$$\alpha = \frac{B}{B + S_{огор}}. \quad (5.5)$$

Знайдемо значення звукопоглинання неличкованих огорожувальних поверхонь

$$A_I = \alpha(S_{огор} - S_{лич}) \text{ [м}^2\text{]}. \quad (5.6)$$

Підставляючи відомі значення у формули (5.4, ..., 5.6) одержимо

$$S_{огор} = 2 \cdot 3,3(8 + 6) = 92,4 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$\alpha = \frac{6}{6 + 92,4} = 0,06;$$

$$A_I = 0,06(92,4 - 50) = 2,54 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Приймаємо марку личкувальної плити – "Вініпор" (напівжорсткий) з ревербаційним коефіцієнтом звукопоглинання личкування при частоті  $f = 25$  Гц  $\alpha_{лич} = 0,06$ .

В якості штучного поглинача приймаємо куб із стороною 400 мм з еквівалентною площею звукопоглинання при частоті  $f = 25$  Гц  $A_{шт} = 0,14$  м<sup>2</sup>.  
Приймаємо кількість штучних звукопоглиначів  $n_{шт} = 50$  шт.

Знайдемо значення додаткового звукопоглинання, що забезпечується личкуванням та штучними звукопоглиначами

$$\Delta A = \alpha_{лич} S_{лич} + A_{шт} n_{шт} \text{ [м}^2\text{]}. \quad (5.7)$$

Визначимо середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення після встановлення звукопоглинальних конструкцій

$$\alpha_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{S_{огор}}. \quad (5.8)$$

Визначимо постійну приміщення після проведення акустичної обробки

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{1 - \alpha_1} \text{ [м}^2\text{]}. \quad (5.9)$$

Отже, знаходимо максимальне зниження рівня звукового тиску

$$\Delta L = 10 \lg \frac{B_1}{B} \text{ [дБ]}. \quad (5.10)$$

Підставляючи відомі значення у формули (5.7, ..., 5.10) одержимо

$$\Delta A = 0,06 \cdot 50 + 0,14 \cdot 50 = 10 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$\alpha_1 = \frac{2,54 + 10}{92,4} = 0,136;$$

$$B_1 = \frac{2,54 + 10}{1 - 0,136} = 14,51389 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$\Delta L = 10 \lg \frac{14,51389}{6} = 3,63369 \text{ (дБ)}.$$

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, де проводиться робота з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці 5.6 додатку Г.

З метою гарантування захисту та досягнення нормованих рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

## **5.2 Промислова та пожежна безпека при проведенні розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем**

### **5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць**

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів та його розміри мають відповідати антропометричним, психофізіологічним та фізіологічним характеристикам працівника, а також характеру праці [7].

Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має становити не менше 6,0 м<sup>2</sup>, об'єм приміщення – не менше ніж 20 м<sup>3</sup>, висота – не менше 3,2 м [8].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі 0,7-0,8; стін 0,4-0,5; підлоги 0,2-0,3. Поверхня підлоги повинна бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється застосовувати під час оздоблення інтер'єру полімери, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

### **5.2.2 Електробезпека**

Причинами ураження електричним струмом у цьому приміщенні можуть бути: робота під напругою під час проведення ремонтних робіт, несправність устаткування, випадкове торкання до струмоведучих частин або металевих частин, які опинилися під напругою. У відповідності до [9] дане приміщення відноситься до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність високої (понад 75 %) вологості. Тому безпека експлуатації електрообладнання має забезпечуватись рядом заходів, що включають використання ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань тощо [10].

### 5.2.3 Пожежна безпека

Згідно [11] приміщення, в якому проводиться робота з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем, відноситься до категорії пожежної небезпеки В. Це приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці 5.7. В таблиці 5.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Вибираємо, що приміщення, де проводиться робота з розробки, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [12].

## 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.

Дослідження стійкості роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

До пристрою сповіщення з GSM-модулем вимагається особлива стійкість в роботі, навіть при впливах різних видів випромінювань, серед яких іонізуючі та електромагнітні. Необхідно при цьому враховувати як можливі апаратні збої, так і програмні, що можуть мати різний кінцевий вигляд. В радіоелектронній апаратурі використовуються елементи, до складу яких входять матеріали: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли та ін.). Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв [24]. Дія радіації на матеріали і

деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи випромінюваної речовини та умов навколишнього середовища.

В апаратних засобах радіація викликає оборотні і необоротні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Найбільш чутливі до дії радіації напівпровідники, оптичні прилади і фотоматеріали. Але практика експлуатації РЕА в умовах дії радіоактивних випромінювань дає можливість зробити висновки, що РЕА може раптово втратити працездатність при критичних рівнях радіації та в елементах схем РЕА можуть початись оборотні і необоротні процеси через деякий час при рівнях радіації значно нижчих критичних. [21]

Одним із вражаючих факторів також є електромагнітний імпульс (ЕМІ) – потужний короткий імпульс, що вражає головним чином електронну апаратуру. Виникає ЕМІ в основному в результаті взаємодії гамма-випромінювання, що утворюються під час вибуху, чи штучної генерації.

Основні параметри ЕМІ, що визначають вражаючу дію, є характер зміни напруженості електричного та магнітного полів в часі – форма імпульсу і максимальна напруженість поля – амплітуда імпульсу. Діапазон частот електромагнітних імпульсів (ЕМІ) в основному розподілений в межах 10 – 15 кГц.

### 5.3.1 Дослідження стійкості роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах дії іонізуючого випромінювання

Початковими даними для оцінки стійкості є:  $p_{1,max}$ , Р/год – початковий рівень радіації після 1 год. після радіації ( $P_{гр}$ , Р/год) або дози опромінення елементної бази ( $D_{гр}$ , Р) при яких в елементній базі РЕС можуть виникнути зворотні зміни, але РЕС буде ще працювати.

Оцінка стійкості ведеться в послідовності:

1. Радіоелектронна система аналізується і визначається елементна база, від якої залежить її функціонування з потрібною якістю. Елементи схеми РЕА, від яких залежить її функціонування: транзистори, діоди, фотоелементи, інтегральні схеми.

2. Для кожного елемента визначимо  $D_{гр.i}$  і дані занесемо до таблиці 5.3.1.

Таблиця 5.3.1 - Максимально допустимі експозиційні дози пристрою сповіщення з GSM-модулем

Блоки пристрою	Елементи РЕА	$D_{гр. i}, P$	$D_{грБ}, P$	$D_{гр.к}, P$
Мікропроцесорний контролер	Фотоелементи	$10^5$	$10^5$	$10^5$
	Транзистори серії КП	$10^6$		
	Мікросхеми серії К155	$10^5$		
Блок живлення	Діоди КС168-КС222	$10^5$	$10^5$	
	Конденсатори КЭ-1 КЭ-2	$10^6$		
Блок управління	Мікросхеми К140	$10^9$	$10^5$	
	Діоди серії КС	$10^5$		

Границя стійкості апаратури згідно таблиці становить  $D_{гр} = 100000 P$ .

3. Допустимий час роботи системи в цих умовах:

$$t_{\delta} = t_k = \left( \frac{(D_{гр} * K_{пос.вп.} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_n^3})}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{4/3} = \left( \frac{(10000 \cdot 2 + 1,33 \cdot 1,97 \cdot 1)}{1,33 \cdot 1,97} \right) = 7634 \text{ (год.)}$$

4. Визначимо можливу дозу опромінення радіоелементів і систем за чотири роки експлуатації:

5. Можлива доза опромінення елементної бази становить  $D_m = 3355 (P)$ .

$$D_{гр} = 100000 P.$$

$D_{гр} > D_m$ , отже апаратура буде стійка в роботі.

5.3.2 Дослідження стійкості роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початковими даними є:



1) Вертикальна складова напруженості електричного поля:  $E_B=12,23$  кВ/м

2)  $U_{жi}=48$  В

1. Визначимо горизонтальну складову напруженості електричного поля

$$E_{\Gamma}=10^{-3} \cdot E_B=12,23 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}=12,23 \text{ В/м}$$

2. РЕС розподіляється на окремі функціональні ділянки. На кожній ділянці визначається максимальна довжина струмопровідних частин. Максимальна довжина струмопровідної частини

1)  $l_B = 0,6(\text{м}); \quad l_{\Gamma} = 1,3(\text{м});$

2)  $l_B = 0,6(\text{м}); \quad l_{\Gamma} = 0,9(\text{м});$

3)  $l_B = 0,8(\text{м}); \quad l_{\Gamma} = 0,7(\text{м}).$

3. Визначимо напругу наведення у вертикальній (горизонтальній) струмопровідній частині:

1)  $U_B = E_{\Gamma} l_B = 12,23 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ (В)}; \quad U_{\Gamma} = E_B l_{\Gamma} = 12,23 \cdot 10^3 \cdot 1,3 = 15,6 \cdot 10^3 \text{ (В)};$

2)  $U_B = E_{\Gamma} l_B = 12,23 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ (В)}; \quad U_{\Gamma} = E_B l_{\Gamma} = 12,23 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 10,8 \cdot 10^3 \text{ (В)};$

3)  $U_B = E_{\Gamma} l_B = 12,23 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ (В)}; \quad U_{\Gamma} = E_B l_{\Gamma} = 12,23 \cdot 10^3 \cdot 0,7 = 8,4 \cdot 10^3 \text{ (В)}.$

4. Визначимо допустиме коливання напруги живлення:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + (U_{\text{ж}}/100) \cdot 5 = 48 + 2,4 = 50,4 \text{ (В)}.$$

5. Визначимо коефіцієнти безпеки:

1)  $K_{\text{бв}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_B) = 20 \cdot \lg(50,4 / 7,2) = 16,9 \text{ (дБ)};$

$$K_{\text{бг}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_{\Gamma}) = 20 \cdot \lg(50,4 / 15,6 \cdot 10^3) = -49,8 \text{ (дБ)};$$

2)  $K_{\text{бв}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_B) = 20 \cdot \lg(50,4 / 7,2) = 16,9 \text{ (дБ)};$

$$K_{\text{бг}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_{\Gamma}) = 20 \cdot \lg(50,4 / 10,8 \cdot 10^3) = -46,6 \text{ (дБ)};$$

3)  $K_{\text{бв}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_B) = 20 \cdot \lg(50,4 / 9,6) = 14,4 \text{ (дБ)};$

$$K_{\text{бг}} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}}/U_{\Gamma}) = 20 \cdot \lg(50,4 / 8,4 \cdot 10^3) = -44,4 \text{ (дБ)}.$$

Зведемо всі розрахункові дані до таблиці 4.5.

Таблиця 5.3.2 – Коефіцієнти безпеки елементів пристрою

Елементи пристрою	$I_{в,м}$	$I_{г,м}$	$U_{в,В}$	$U_{г,В}$	$K_{бв,дБ}$	$K_{бг,дБ}$	Результат дії
Блок живлення	0,6	1,3	7,2	15600	16,9	-49,8	нестійкий
Блок МПК	0,6	0,9	7,2	10800	16,9	-46,6	нестійкий
Блок управління	0,8	0,7	9,6	8400	14,4	-44,4	нестійкий

6. Звідси можна побачити, що апаратура буде нестійка в роботі, тому що і  $K_{бв}$  і  $K_{бг}$  менше 40 дБ. Для захисту можна застосувати такі заходи по підвищенню стійкості: екранування апаратури сталевим або алюмінієвим екраном.

#### **5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах надзвичайних ситуацій**

Головне завдання захисних пристроїв від ЕМІ - виключити доступ наведених струмів до чутливих вузлів і елементів обладнання. У кожному конкретному випадку повинні бути знайдені найбільш ефективні і економічно доцільні методи захисту електронної апаратури і великих розгалужених електротехнічних систем. Розглянемо основні методи захисту:

##### 1. Екрани й захисні пристрої.

Металеві екрани відбивають електромагнітні хвилі і гасять високочастотну енергію. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, стікає в землю, не завдаючи шкоди електронної апаратури, що знаходиться усередині металевих шаф або коробів.

##### 2. Захист кабелів.

Сполучні кабелі для захисту прокладають в земляних траншеях під цементною або бетонною підлогою будівель або укладають в сталеві коробки, які заземляють.

Надійність підвищується, якщо кабель розгалужується і підводиться до декількох шаф. У цьому випадку ізольовані ділянки володіють великим опором ізоляції і малої ємністю проводів відносно землі. Також доцільно застосовувати фільтри від високочастотних перешкод.

### 3. Захисні розрядники і плавкі запобіжники.

Основні функції захисного розрядника - розімкнути лінію або відвести енергію для запобігання пошкодження в обладнанні. Для захисту апаратури можуть бути рекомендовані плавкі запобіжники і захисні вхідні пристосування, які являють собою різні релейні або електронні пристрої, що реагують на перевищення струму або напруги в ланцюзі.

4. Грозозахисні пристрої. Забезпечують «стікання» великого розряду в землю без пошкодження ізоляційних елементів ліній.

### 5. Використання симетричних двопровідних ліній.

### 6. Захист периферійних пристроїв.

### 7. Програмна надлишковість для забезпечення стабільної роботи МПК.

Зазначені способи і засоби захисту повинні впроваджуватися в усі види електротехнічної та радіоелектронної апаратури з урахуванням характеру вражаючої дії електромагнітного імпульсу для забезпечення надійності роботи апаратури підприємств в умовах НС мирного і військового часу.

Для розрахунку екранів захисту від дії електромагнітного імпульсу знаходимо перехідне гасіння енергії електричного поля екраном для сталі:

$$A=40+ K_{\text{об}} \quad (4.3)$$

Для БЖ:

$$A_1 = 16,9 + 40 = 56,9 \text{ (дБ);}$$

Для МПК:

$$A_2 = 16,9 + 40 = 56,9 \text{ (дБ);}$$

Для БУ:

$$A_3 = 14,4 + 40 = 54,4 \text{ (дБ).}$$

Розрахуємо товщину захисних екранів:

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}} \quad (4.4)$$

де  $f$  - найбільш характерна частота, ( $f = 15$  кГц).

Для всіх блоків буде один екран:  $t_1 = \frac{56,9}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,124$  (см);

Отже, захист буде надійним при екрануванні пристрою сповіщення з GSM-модулем з використанням екрану товщиною 0,124 см зі сталі.

Отже, в даному підрозділі було досліджено стійкість роботи пристрою сповіщення з GSM-модулем в умовах дії загрозливих чинників НС. В умовах дії іонізуючого випромінювання апаратура буде працювати стійко, так як граничне значення експозиційної дози випромінювання  $D_{гр} = 100000$  Р значно більше ніж можливе значення дози  $D_m = 3355$  Р. Отже підвищувати стійкість роботи пристрою до впливу іонізуючого випромінювання непотрібно.

Вплив електромагнітного імпульсу на пристрою сповіщення з GSM-модулем призвів до порушення стійкості його роботи. Застосування екранування суттєво підвищило стійкість роботи пристрою в умовах дії електромагнітного імпульсу.

## 5.5 Висновки

Під час виконання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення звукопоглинання приміщення, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем, безпека у надзвичайних ситуаціях.

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано основні задачі, що ставляться перед сучасними охоронними системами (а саме детектування, оповіщення і запобігання) та розглянуто способи їх реалізації за допомогою сучасних технічних засобів. Виявлено, що використання мікроконтролера в охоронних системах дає більше можливостей для гнучкого налаштування системи, а також для координації різних її елементів. Проаналізовано різні способи оповіщення, їх особливості, переваги і недоліки. Виявлено що системи оповіщення за допомогою GSM-зв'язку мають ряд переваг перед іншими, тому розробка таких охоронних систем є досить актуальною на теперішній час.

2. Розроблено структурну схему пристрою і на її основі схему електричну з використанням мікроконтролера для координації всіх компонентів пристрою.

3. Розроблено алгоритм роботи мікроконтролера.

4. Промодельовано електричну схему в різних режимах роботи, режимі очікування, охорони і тривоги, і тим самим підтверджено її функціональність. Промодельовано роботу GSM-модуля з використанням апаратної платформи Arduino та відповідної плати розширення.

5. Обрано типи елементів на платі. Проаналізовано та обрано матеріал друкованої плати СФ-2-35-1,5. Розроблено креслення друкованої плати та складальне креслення, наведені в додатках. Створено модель плати та навісних елементів в програмному пакеті ARES PROTEUS.

6. Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 34 бали, що свідчить про комерційну важливість проведення даної розробки (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений пристрій переважає існуючі аналоги приблизно в 1,54 рази. Отже можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем.

7. Під час виконання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення звукопоглинання приміщення, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем, безпека у надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Охранная сигнализация // [Електронні ресурси] – Режим доступу: <http://m2m.su/?id=1-4-1>
2. Охоронні системи // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [http://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26\\_0.html#text](http://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26_0.html#text)
3. История развития охранной сигнализации – прошлое, настоящее и будущее // [Електронні ресурси] – Режим доступу: <http://www.glavsetstroy.ru/articles.php/articles.php?id=323>
4. Охоронна сигналізація // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [http://stud.wiki/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26\\_0.html](http://stud.wiki/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26_0.html)
5. Системы сигнализации и замки // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [www.wisp.ru](http://www.wisp.ru).
6. Мокренко П.В. Элементы і пристрої фізичної та електронної охорони об'єктів. – Львів:Фенікс, 2000 – 185 с.
7. Барсуков, В.С. Современные технологии безопасности / В.С. Барсуков, В.В. Водолазский. - М.: Нолидж, 2000. – 496 с., ил.
8. Синилов В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации - Издательский центр "Академия" - 2004 – 352с.
9. Р. Г. Магауенов. Системы охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения – Изд: Горячая Линия – Телеком - 2008 г. – 508с.
10. Маликов, В.В. Технические средства и системы охраны: нормативное произв.–практич. пособие / В.В. Маликов. – Минск: Бестпринт, 2009. – 78с.
11. Лыньков, Л.М. Защита объектов различных форм собственности от несанкционированного доступа: монография / Л.М. Лыньков, В.В. Маликов, Т.В. Борботько; под ред. Л.М. Лынькова. – Минск: Полиграфический центр МВД Респ. Беларусь, 2008. – 187 с.



12. Невзоров А.В. Методичний посібник. Мікропроцесорні системи управління: монографія / А. В. Назаров – У.: УНУС, 2011. – 62 с.
13. В.Я. Хартов. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих. 2-е издание. – 2012 - Изд: МГТУ им. Н. Э. Баумана – 280с.
14. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров : Вольфганг Трамперт — Москва, МК-Пресс, 2006 г.- 208 с.
15. Микроконтроллеры AVR в радиоловительской практике: А. В. Белов — Санкт-Петербург, Наука и техника, 2007 г.- 352 с.
16. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера: Юрий Ревич — Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2011 г. – 352 с.
17. Маньков Д. А. Обеспечение безопасности при работе с ПЭВМ: монографія / Д. А. Маньков. - СПб.: Политехника, 2004. - 275 с.
18. Медведев А. В. Печатные платы. Конструкции и материалы: монографія / А. В. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
19. Основы проектирования электронных средств. Часть 1: Учебное пособие / Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В./ - 2011г. – 368с.
20. Proteus. Редактор ISIS [Электронный ресурс] // radio-hobby. – Режим доступ: <http://radio-hobby.org/modules/instruction/instr.php?id=15>.
21. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни і визначення.
22. ПДК 4617-88. Список ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
23. ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
24. ДСН 3.3.6-037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
25. ДСанПіН 3.3.6-096-2002. Санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
26. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
27. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

28. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Атестація робочих місць за умовами праці" з дисципліни "Охорона праці в галузі" для студентів усіх спеціальностей / Уклад. О.В. Березюк, М.С. Лемешев. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 21 с.

29. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

30. СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

Додаток А  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра електроніки та наносистем

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри ЕНС  
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

---

«3» вересня 2019 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
**до магістерської кваліфікаційної роботи**

**Пристрій сповіщення з GSM-модулем**  
зі спеціальності 171 - «Електроніка»

Керівник,  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Книш Б.П.

Дипломник,  
студент гр. ЕЛ-18м  
\_\_\_\_\_ Левчук О.В.

Вінниця, 2019 р.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

### 1. Найменування і область застосування

Найменування - Пристрій сповіщення з GSM-модулем

Область застосування – охоронні системи.

### 2. Основа для (дослідження) розробки

Основою для виконання цієї магістерської кваліфікаційної роботи є завдання на МКР та наказ ректора ВНТУ № 254 від «03» вересня 2019 р.

### 3. Мета та призначення дослідження (розробки)

Мета розробки – розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок введення можливості оповіщення на мобільний телефон.

Призначення розробки – використання в охоронних системах GSM-оповіщувача.

### 4. Джерела розробки

У процесі розробки пристрою сповіщення з GSM-модулем рекомендовано залучати патентний пошук та використовувати спеціальну літературу, а саме:

1. Охранная сигнализация // [Електронні ресурси] – Режим доступу: <http://m2m.su/?id=1-4-1>
2. Охоронні системи // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [http://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26\\_0.html#text](http://knowledge.allbest.ru/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26_0.html#text)
3. Охоронна сигналізація // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [http://stud.wiki/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26\\_0.html](http://stud.wiki/radio/2c0b65635a3ac68a5d53a88521206d26_0.html)
4. Системы сигнализации и замки // [Електронні ресурси] – Режим доступу: [www.wisp.ru](http://www.wisp.ru).

### 5. Технічні вимоги

5.1 Вимоги до електричних параметрів та режимів:

- напруга живлення, В.....12...15;
- наявність живлення від мережевого блоку та від резервної батареї.....;
- можливість передачі сповіщення про вторгнення на мобільний телефон.....;
- тактова частота мікроконтролера, МГц.....20;
- роздільна здатність АЦП: біт.....10;
- підтримка протоколів TCP, UDP, HTTP GSM-модулем.....;

- швидкість GPRS кбіт / с.....85.6;
- обсяг Flash-пам'яті: кб.....32;
- обсяг SRAM-пам'яті: кб.....2;
- обсяг EEPROM-пам'яті: кб.....1.

#### 5.2 Вимоги до конструкції:

- матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований склотекстоліт товщина, мм.....1.5;
- розміри, не більше, мм, 100×80×1,5;

#### 5.3 Вимоги до стійкості при механічній дії:

Пристрій сповіщення має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час та після дії механічних навантажень: вібраційних з частотою 1–2000 Гц і максимальним прискоренням 1–5 g, багатократних ударів тривалістю 13 мс з прискоренням 25–70 g, лінійних навантажень з максимальним прискоренням 25 g.

#### 5.4 Вимоги до стійкості при кліматичній дії:

Пристрій сповіщення має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час і після дії кліматичних факторів: температури повітря від +90°C (верхнє значення) до –20°C (нижнє значення); відносної вологості навколишнього середовища 70 % при температурі +35°C.

#### 5.5 Вимоги до надійності:

Мінімальне напрацювання пристрою у вказаних режимах та умовах має бути не меншим за 10 000 год. Інтенсивність відмов у режимах й умовах роботи не має перевищувати.

### **6 Економічні показники:**

Орієнтовна ефективність і термін окупності витрат на розробку й освоєння виробництва продукції, лімітна ціна, економічна перевага розробленої продукції порівняно з кращими зразками.

### **7 Стадії і етапи розробки:**

7.1 Розробка технічного завдання.

7.2 Огляд відомих систем сигналізації за літературними й патентними джерелами.

7.3 Вибір та аналіз варіантів рішення.

7.4 Вибір оптимального варіанта й детальна розробка його конструктивної схеми.

7.5 Розробка функціональної та електричної схеми пристрою.

7.6 Моделювання роботи пристрою сповіщення.

7.7 Розробка складального креслення.

7.8 Техніко-економічні розрахунки, розробка заходів безпеки життєдіяльності.

7.9 Оформлення текстової документації та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

**8 Порядок контролю і приймання:**

- рубіжний контроль виконання окремих розділів МКР;
- попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи;
- захист МКР перед ДЕК

Додаток Г  
Допустимі значення виробничих факторів

Таблиця 1 – Допустимі показники мікроклімату в приміщенні [2]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Iб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий	Iб	21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

Таблиця 2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	0,15	4
Іони n <sup>+</sup> , n <sup>-</sup>	число іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	50000	–

Таблиця 3 – Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення і мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підзоряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	в	середній	середній	750	200	300	2	1,2

Таблиця 4 – Нормовані рівні шуму і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5 – Нормовані рівні вібрації [6]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
36	33	33	39	45	51	33

Таблиця 6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

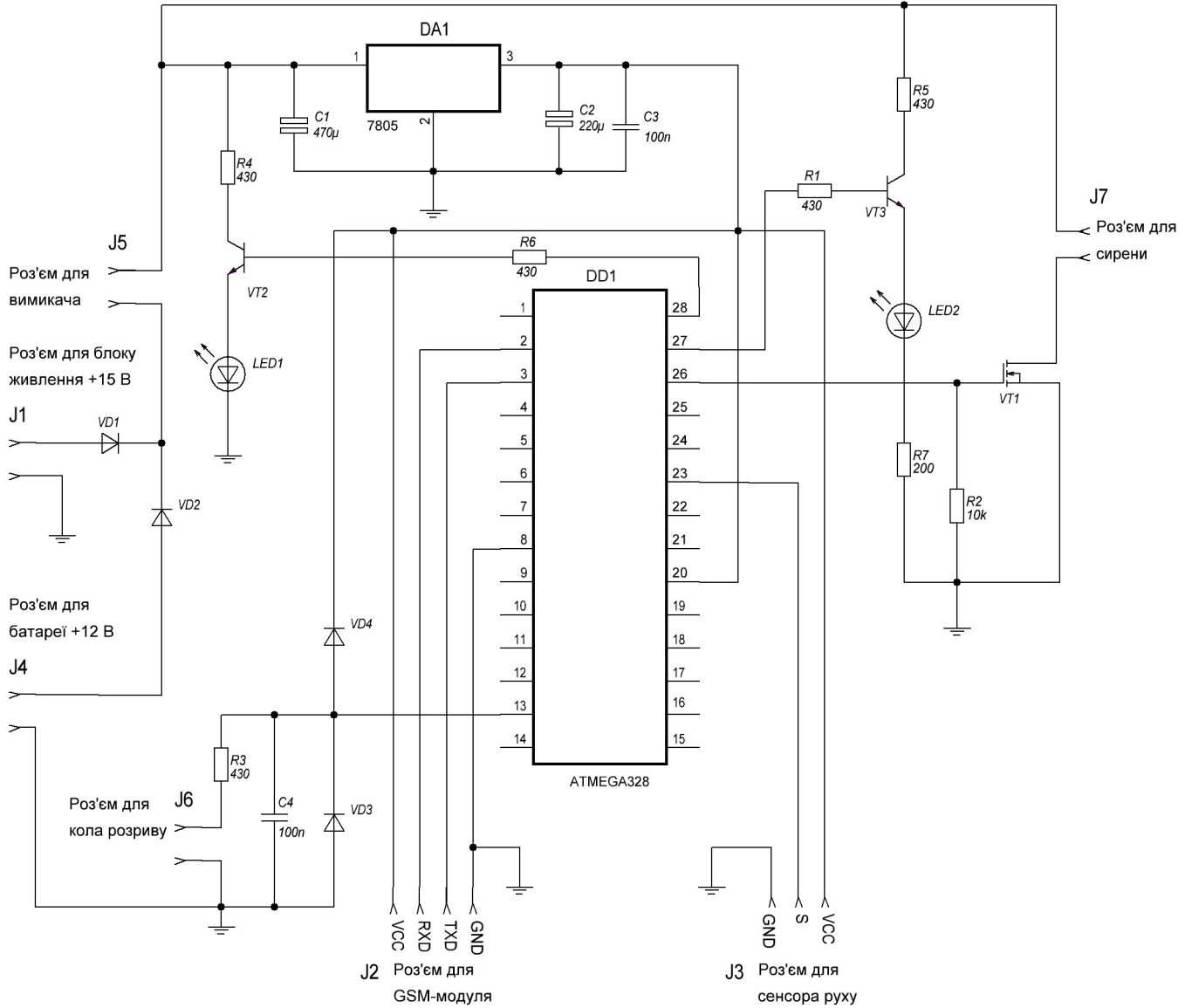
Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, $\lambda$	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3





						Ш И Р И Н И Е В А К О В И Х О Д У						
до 15	В	2	100	60	40	110	9	9	12	8	не обмежується	

Додаток Б



Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Левчук О.В.		
Перевір.		Книш Б. П.		
Т. контр.				
Реценз.		Кулик Я. А.		
Н. контр.		Кравченко Ю.С.		
Затверд.		Білинський Й.Й.		

08-05.МКР.171.03.001 Е3

Пристрій сповіщення з GSM-модулем  
Схема електрична принципова

Лім	Маса	Масштаб
У	Д	П
Аркуш	Аркушів	

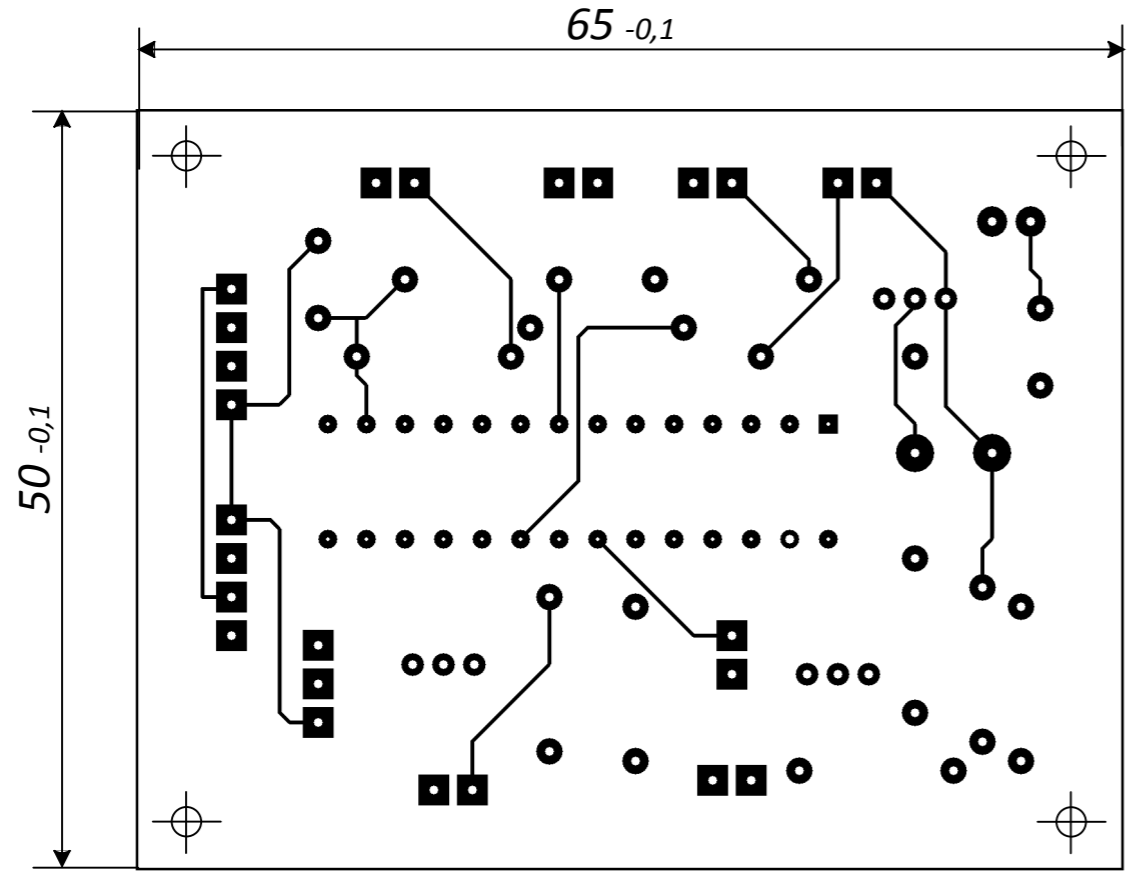
ВНТУ зр. ЕЛ-18мі

Поз.	Найменування	К-ть	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1	470 мкФ ±20%	1	
C2	220 мкФ ±20%	1	
C3, C4	0,1 мкФ ±10%	2	
<u>Резистори</u>			
R1, R3-R6	470 Ом ±5%	5	
R2	10 кОм ±5%	1	
R7	220 Ом ±5%	1	
<u>Транзистори</u>			
VT1	IRF630	1	
VT2, VT3	2N3711	2	
<u>Діоди</u>			
VD1-VD4	1N4148	4	
<u>Світлодіоди</u>			
LED1	LED-YELLOW	1	
LED2	LED-GREEN	1	
<u>Мікросхеми</u>			
DD1	ATMEGA328	1	
DA1	78L05	1	
<u>Роз'єми</u>			
J1	CONN-H2	1	
J4-J7	CONN-H2	4	
J2, J3	CONN-H4	2	

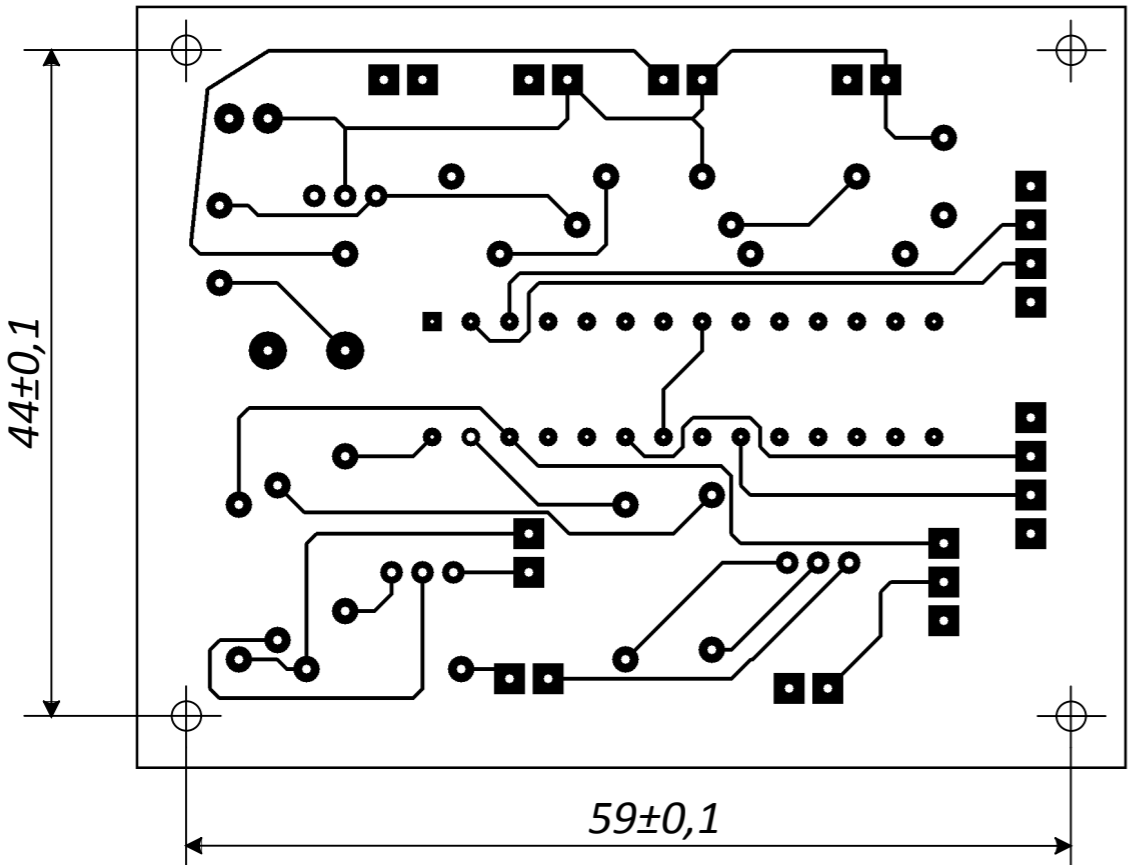
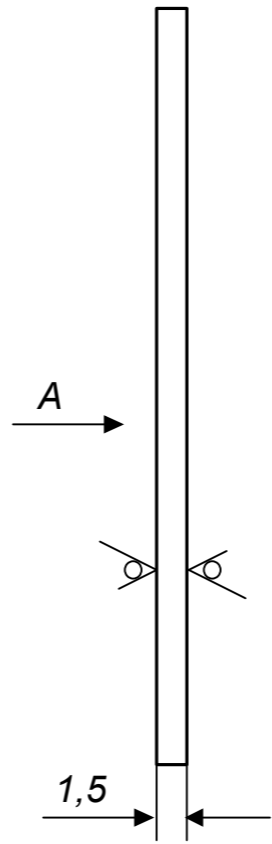
08-05.МКР.171.03.001 ПЕЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Левчук О. В.			<b>Пристрій сповіщення з GSM-модулем</b> <b>Перелік елементів</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Книш Б. П.						
Реценз.		Кулик Я. А.						
Н. контр.		Кравченко Ю. С.						
Затверд.		Білинський Й.Й.						
						<b>ВНТУ зр.ЕЛ-18мі</b>		

Rz40/ (✓)



Вид: А



Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр/ширина контактної площадки, мм	Кількість отворів
●	0,5	є	1,4	26
○	0,8	є	1,4	1
⊙	0,8	є	1,6	9
⦿	0,8	є	2	26
⦿	0,8	є	2,2	2
⦿	0,8	є	2,6	2
■	0,5	є	1,4	1
■	0,8	є	2,2	25
⊕	3	немає		4

					08-05.МКР.171.03.003					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Плата	Літ	Маса	Масштаб		
						У	Д	П	10 г	2:1
Розроб.		Левчук О.В.				Аркуш		Аркушів		
Перевір.		Книш Б. П.				ВНТУ зр. ЕЛ-18мі				
Т. контр.										
Реценз.		Кулик Я. А.								
Н. контр.		Кравченко Ю.С.								
Затверд.		Білинський Й.Й.								



