

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«До захисту, допущено»

Завідувач кафедри

С.А. Целов
(ініціали, прізвище)

“20” 06 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

За спеціальністю 172 Телекомунікація та радіотехніка
(код та назва спеціальності)

на тему: Охоронка GSM-спеціалізація з
автоматичним живленням

Виконав (-ла): студент (-ка) III курсу, групи PI-г61-2
(шифр групи)

Варченко Владислав Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник Нікімеук Артем Валерійович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Рецензент доц. Бичковський Владислав Олександрович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць ін-
ших авторів без відповідних посилань.

Студент Варченко
(підпис)

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Факультет (інститут) радіотехнічний
(повна назва)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
М.М. С.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

«15» травня 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу) студенту

Варченко Владислав Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Охоронка GSM-сигналізації з автокомунікаційним механізмом

керівник проекту (роботи) Кішчиук Артем Валерійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. № 1399-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18. червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Напрямок мивлення ±5В, робочий струм до 2А.

4. Зміст (дипломної роботи) розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Вступ; Огляд існуючих рішень; Розробка та аналіз механічної задачі; Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення, елементної бази; Проектування електронного модуля; Проектування приладу та аналіз його функціональності; Додаток під Android та

і ОС; Охорона праці; Висновки.

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо) Структурна схема; Схема електрична функціона; Діаграма шостий; Складальний креслення.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3 охорони праці	к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.		

7. Дата видачі завдання 15 травня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	01.06.19 - 03.06.19	Розділ 1
2	Розробка та аналіз ТЗ	04.06.19 - 05.06.19	Розділ 1
3	Об'єднання та вибір елементів	07.06.19 - 08.06.19	Розділ 2
4	Вибір та об'єднання елементів	08.06.19 - 9.06.19	Розділ 2
5	Проектування електричного ланцюгу	10.06.19 - 12.06.19	Розділ 3
6	Проектування устаткування	12.06.19 - 13.06.19	Розділ 4
7	Аналіз уразливості устаткування	13.06.19 - 14.06.19	Розділ 4
8	Охорона праці	14.06.19 - 17.06.19	Розділ 5
9	Формування текстової та графічної документації	18.06.19	Креслення і додаток

Студент

(підпис)

Варченко В.А
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Кісінчук А.В.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

Анотація

Пояснювальна записка обсягом 70 сторінок містить 22 ілюстрації, 6 таблиць, 3 додатки та 15 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою дипломного проекту є розробка охоронної GSM-сигналізації з автономним живленням, яка призначена для контролю за віддаленими об'єктами та передачі сигналу тривоги за допомогою стільникових мереж зв'язку на телефон або ПК власника об'єкта, його близьких або служби охорони, а також дистанційного керування різними електроприладами. Завдяки встановленому акумулятору на 1,3 Ah, розроблювальний прилад має автономність до 15 годин роботи.

В проекті наведено аналіз існуючих рішень, конструкторську документацію в САПР "Altium Designer", проведені розрахунки, що підтверджують працездатність приладу та відповідають усім нормативним документам та стандартам.

Ключові слова: друкована плата, GSM мережа, охоронна сигналізація.

ANNOTATION

The 70-page explanatory note contains 22 illustrations, 6 tables, 3 annexes and 15 bibliographic titles in the list of references.

The purpose of the diploma project is the development of a security GSM-alarm with autonomous power that is designed to control remote objects and transmit an alarm with the help of cellular networks to the owner's phone or PC, his relatives or guard service, and remote control of various electrical appliances. With 1.3 Ah battery installed, the designed device has an autonomy of operation up to 15 hours. The project provides an analysis of existing solutions, design documentation in CAD "Altium Designer", calculations that prove the performance of the device and corresponds to all regulatory documents and standards.

Key words: printed circuit board, GSM network, security alarm system.

Варченко В.А. РГ-61-2-2019

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Огляд існуючих рішень. Розробка та аналіз технічного завдання.....	4
1.1 Огляд ринку на існуючі аналоги	4
1.2 Розробка та аналіз технічного завдання	10
2 Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення, елементної бази	11
2.2 Обґрунтування вибору мікроконтролера та його обв'язки	11
2.2 Елементна база	16
2.3 Розробка схеми електричної принципової	16
3 Проектування електронного модуля	20
3.1 Вибір та обґрунтування матеріалу друкованої плати	20
3.2 Проектування електронного модуля в середовищі <i>Altium Designer</i>	21
4 Проектування приладу та аналіз його працездатності.....	25
4.1 Проектування приладу.....	25
4.2 Розрахунки показників надійності приладу	27
4.3 Розрахунок віброміцності друкованого вузла.....	30
4.4 Налаштування сигналізації	31
5 Додаток під <i>Android</i> та <i>iOS</i>	40
5.1 Додаток під <i>Android</i>	40
5.1 Додаток під <i>iOS</i>	41
6 Охорона праці	43

PI61.425539.001ПЗ

					PI61.425539.001ПЗ		
	№ докум.	Підпис					
Розроб.	Варченко В.А.			Охоронна GSM-сигналізація з автономним живленням	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.							56
Реценз.							
Н. Контр.							
Затвердив.							

6.1	Визначення основних потенційних та шкідливих виробничих факторів	43
6.2	Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки праці	45
6.3	Пожежна безпека та профілактика	51
	Висновки	54
	Перелік джерел посилань	55
	Додаток А Технічне завдання	57
	Додаток Б. Перелік елементів	62
	Додаток В. Специфікація	60

Варченко В.А. РІ-Г61-2, 2019

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд ринку на існуючі аналоги

Охоронна GSM-сигналізація має велику популярність. Вона особливо актуальна для приватних будинків і дач, різноманітних закладів, є оптимальним варіантом для тих, хто не хоче наймати цілодобову охорону.

Серед вже існуючих рішень було обрано декілька різних охоронних GSM-сигналізацій, розглянуто їх функціонал, переваги та недоліки.

1.1.1 Сигналізація GSM Hорт 5 [1]

У базовій версії прилад має 4 охоронні зони. За допомогою плати розширення можна додати ще 8 (тобто максимум 12 зон). Виробник подбав про гнучке налаштування алгоритму реагування на порушення зони. Okремо для кожної зони можна вибрати один з наступних режимів:

- миттєва тривога. Контроль в режимі «Охорона». Сирена + оповіщення;
- зона із затримкою. При порушенні надається час для зняття з охорони;
- зона із затримкою «дверний дзвіночок», аналогічно попередньої, але із звуковим оповіщенням про затримку;
- коридорна зона. Прохідна зона після зони з затримкою. Наприклад, датчик на дверях підключається на зону з затримкою, а датчик руху — на коридорну. Якщо відчинилися двері, то і датчик руху працює з затримкою. Якщо двері закриті, а датчик руху спрацював буде миттєва тривога;
- 24-х годинна. Цілодобова зона, яка контролює датчики в охороні і без охорони. Може працювати в тихому режимі, без сирени. Використовується для підключення пожежних датчиків, тамперних контактів та ін.

Оповіщення проводиться на 8 номерів, занесених в пам'ять пристрою.

Крім тривожних повідомлень Hорт 5 відсилає сервісну інформацію:

- підтвердження постановки / зняття;
- звіт про наявність / відсутність 220 В.

					PI61.425539.001.ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

Схема підключення зображена на рисунку 1.1.

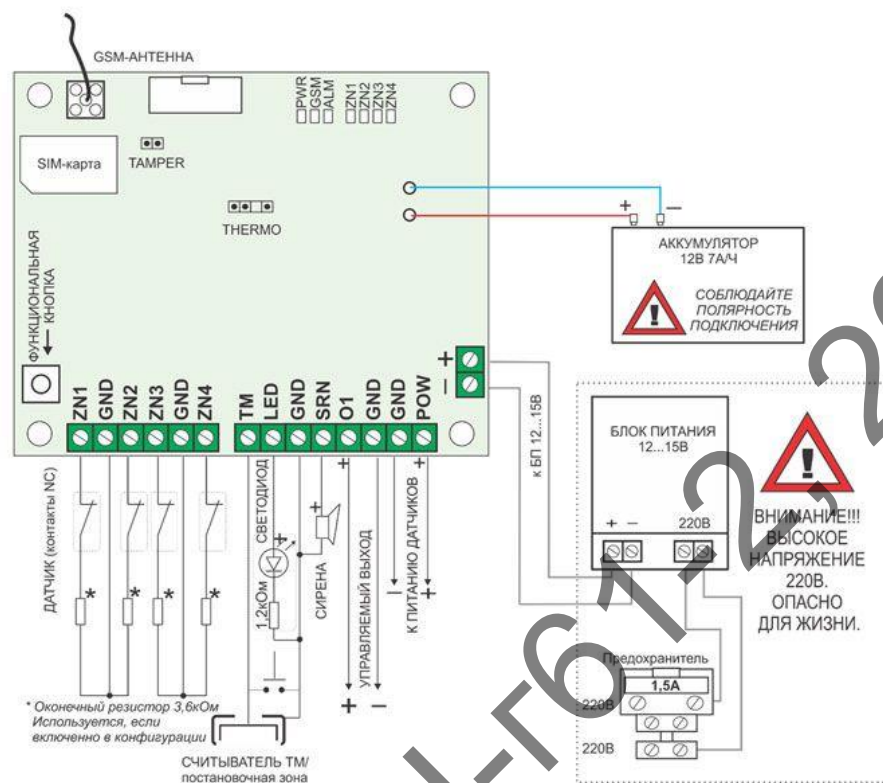


Рисунок 1.1 — Схема підключення [2]

Централь так само має виходи для управління зовнішніми пристроями:

- вихід «Сирена»;
- вихід «Виносний світлодіод»;
- призначений для користувача вихід, керований з телефону господаря, завдяки платі розширення, кількість керованих виходів можна збільшити до 5 штук.

1.1.2 Централь *Miraca* [3]

Централь має 4 дротові зони для підключення охоронних датчиків з можливістю роботи в цифровому або аналоговому режимі. 8 бездротових зон для датчиків і 8 для радіо-брелока/клавіатури фірми *Satel*.

Контрольні зони можна налаштувати як "цілодобові". Ці зони контролюються і в охороні, і без охорони. До таких зон підключаються датчики пожежі, тамперні зони і інші. Для кожної із зон можна налаштувати затримку при спрацюванні.

- наявність контролера ключів *Touch Memory (TM)*;
- оповіщення за допомогою дзвінка або *SMS* (8 номерів);
- управління *DTMF*-командами, дзвінком, *SMS*, постановочної зони;
- широкий діапазон робочих температур $-30 \dots + 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.1.4 Централь *GSM* сигналізації *SMART GSM 2* [5]

Прилад має 4 контрольні зони для підключення датчиків. Кількість датчиків на одній зоні (в одному шлейфі) — не обмежена. При порушенні (обриві) шлейфа прилад відправить *SMS* з назвою порушеної зони. Але не повідомить, який саме датчик в цьому шлейфі спрацював. На платі є вихід для датчиків температури, можливе підключення до 8 датчиків температури паралельно, 1 датчик температури в комплекті. Не рекомендується на одну зону підключати різнотипні датчики, наприклад датчик руху і датчик диму, при тривозі не буде відомо "куди бігти". Вбудований контролер *TM*-ключів.

За замовчуванням 3-тя зона налаштована як "постановча". До цієї зони підключають приймач радіо-брелоків, клавіатуру або інші пристрої.

4-та зона за замовчуванням "цілодобова" і "тиха". Вона контролюється і в охороні і без охорони. При тривозі відбувається оповіщення без сирени. На четверту зону підключають датчики диму або тамперні контакти.

У приладі вбудований роз'єм для підключення бездротового модуля *TRX-PRO*. При додаванні модуля можна керувати радіо-розеткою, а також підключити радіо-сирену.

Централь підключається до мережі змінного струму 220 В через колодку з запобіжником. ББЖ розрахований на роботу з акумулятором. Також він живить *GSM*-модуль і підключені датчики. Загальне зовнішнє споживання не повинно перевищувати 0,8 А.

ББЖ заряджає акумулятор і завжди підтримує його в зарядженому стані (буферний режим). При відключенні електромережі прилад автоматично перейде на роботу від акумулятора. Час автономної роботи залежить від зовнішнього

1.2 Розробка та аналіз технічного завдання

Після огляду існуючих аналогів на ринку було вирішено розробити охоронну GSM-сигналізацію з автономним живлення якомога дешевше існуючих рішень та з меншими габаритними розмірами, щоб її з легкістю можна було встановити в недоступні для злочинця місця. Щоб після встановлення в пристрій підготовленої SIM-карти та виконання необхідних з'єднань можна було включити блок живлення в мережу 220 В. Червоний світлодіод на платі пристрою повинен зробити серію «спалахів» при старті тривалістю декілька секунд. Необхідно почекати реєстрацію пристрою в мережі (до 1 хвилини). Після реєстрації в мережі GSM зелений світлодіод, який розташований на платі пристрою, буде робити короткий спалах приблизно кожні 3 секунди. Зробити максимально легкою в налаштуванні. Автономність, в свою чергу, дозволяє підтримувати працездатність сигналізації навіть коли немає зовнішнього джерела живлення протягом деякого часу.

Монтаж автономної GSM-сигналізації буде виконуватися в пластмасовому корпусі, який складатиметься з двох частин, вони з'єднуються між собою засувками. На передній панелі приладу буде розміщений отвір – «сальник» для підключення зовнішнього живлення та датчиків.

Отже вирішено що сама GSM-сигналізація повинна мати оптимальний набір функцій який задовільнить клієнта:

- мінімум 2 провідні зони для підключення зовнішніх датчиків;
- підтримувати сповіщення тривоги за допомогою дзвінків та SMS;
- індикацію стану охорони, роботи та заряду акумулятора, рівня GSM мережі;
- легка в налаштуванні;
- можливість керувати за допомогою додатків під iOS та Android;
- легка в збиранні;
- габаритні розміри не більше ніж Ш×Д×В, мм: 118×78×55;
- час роботи від автономного живлення 10-15 годин (акумулятор 1,3 Ah) .

					PI61.425539.001.ПЗ	10
		№ докум.	Підпис			

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

З аналізу ТЗ було вирішено обрати недорогу елементну базу, яка в свою чергу за потужністю та температурними показниками буде задовольняти вимоги ТЗ.

На рисунку 2.1 зображено блок-схему, яка описує функціонал майбутньої охоронної сигналізації.

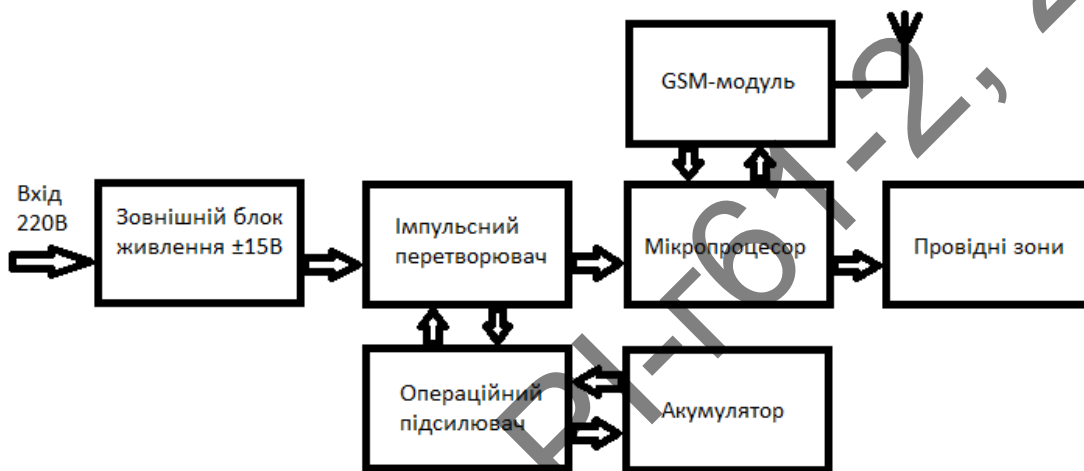


Рисунок 2.1 — Блок-схема GSM-сигналізації

Згідно блок-схеми потрібно підібрати імпульсний перетворювач від якого буде житися мікропроцесор, GSM-модуль та буде заряджатися акумулятор.

В разі зникнення 220 В сигналізація буде працювати від автономного живлення, а при появі від зовнішнього блоку живлення.

Операційний підсилювач потрібен для обмеження струму заряду акумулятора.

Процесор в свою чергу «спілкується» з GSM-модулем та керує провідними зонами.

2.2 Обґрунтування вибору мікроконтролера та його обв'язки

В першу чергу обрано мікроконтролер *STM32F030F4P6* [6], зображений на рисунку 2.2, так як його вартість на ринку мінімальна, а функціоналу вистачає щоб побудувати охоронну сигналізацію.

В корпусі *TSSOP20* він має 5 системних портів та 15 I/O для підключення.

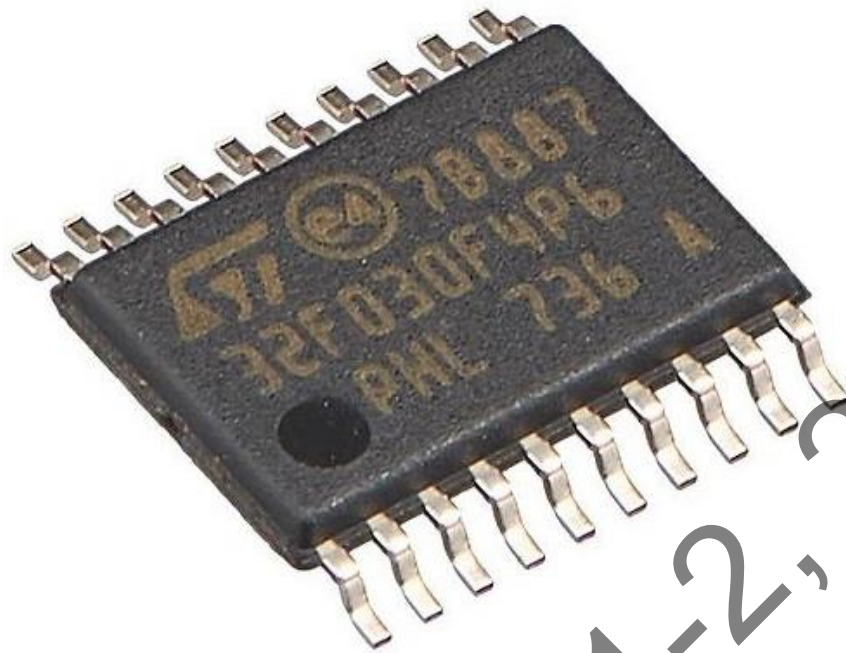


Рисунок 2.2 — Мікроконтролер *STM32F030F4P6*

За допомогою офіційного ПЗ *STM32CubeMX*, було визначено та підбірано порти для отримання заданого функціоналу та зручної розводки плати, зображені на рисунку 2.3.

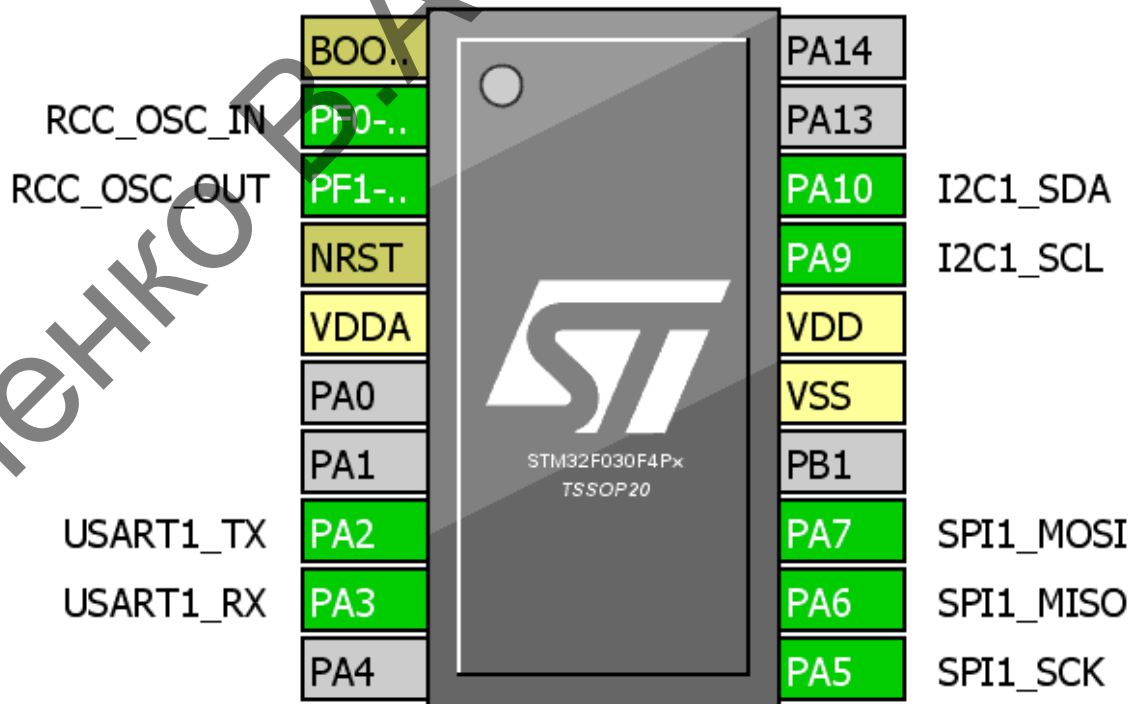


Рисунок 2.3 — Зовнішній вигляд мікроконтролера в *STM32CubeMX*

Серед *GSM*-модулів обрано модуль *SIM800C* [7] від компанії *SIMCom Wireless Solutions*.

Цей модуль зображено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 — *GSM*-модуль *SIM800C*

Самий мініатюрний *GSM/GPRS* модуль в *LCC* корпусі з торцевими контактами. Його відмінними особливостями, крім надмініатюрних розмірів, є підтримка «*Bluetooth 3.0*» на рівні чіпсета, а також дуже економічне енергоспоживання, чутливість ВЧ-тракту і підтримка додаткових можливостей, таких як детектування/генерація *DTMF*, запис/відтворення аудіофайлів, вбудовані протоколи *POP3*, *SMTP*, *MMS*, *FTP*, *HTTP*, *SSL* та ін.

Габарити модуля в *LCC* корпусі з контактами по периметру 17,6 x 15,7 мм, що дає змогу як ручного, так і автоматизованого монтажу.

Має чотири діапазона *GSM*-мережі 850/950/1800/1900 МГц.

Діаграму портів *GSM*-модуля зображено на рисунку 2.5.

					PI61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			13

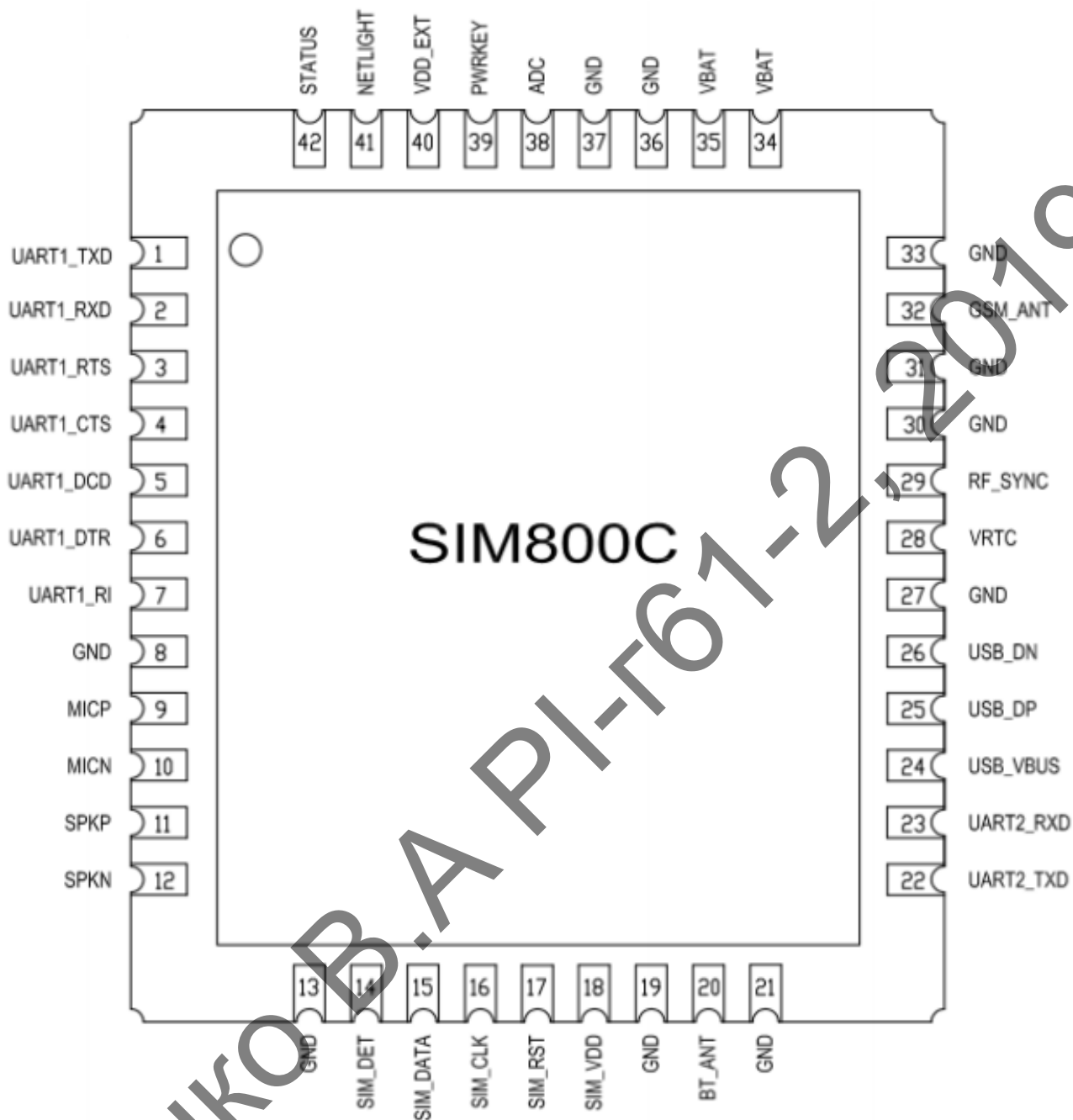


Рисунок 2.5 — Діаграма портів модуля

Для забезпечення заданого функціоналу знадобляться такі порти:

- *UART1_TX* – для відправки відповіді на запити процесора;
- *UART1_RX* – для отримання запитів від процесора;
- *UART1_RL* – для відбою номерів які не будуть мати можливість керувати даною сигналізацією.

Далі вказані чотири порти які підключаються безпосередньо до *SIM*-карти яка буде використовуватися в даній сигналізації:

- *SIM_DATA* – для обміну даними з *SIM*-картою;

- *SIM_CLK* – для отримання точного часу за допомогою *SIM*-карти;
- *SIM_RST* – рестарт *SIM*-карти;
- *SIM_VDD* – напруга живлення для *SIM*-карти, 1,8 В або 3 В.

За рекомендацією виробника, порти *SIM_DATA*, *SIM_CLK* та *SIM_RST* підключено через резистор 51 Ом для запобігання пробою від статичної електрики.

- *GSM_ANT* – для підключення антени;
- *VBAT* – напруга живлення модуля в діапазоні від 3,3 В до 5 В, в нашому випадку це 4 В;
- *PWKEY* – порт для ввімкнення *GSM* модуля;
- *NETLIGHT* – для підключення світлодіода який буде слугувати індикацією працездатності модуля.

Наступним кроком обрано мікросхему *MC33063A* [8] імпульсного понижуючого перетворювача з 15 В вхідного живлення до 5 В вихідного, щоб керувати операційним підсилювачем, літера «А» в кінці свідчить, що дана мікросхема в першу чергу розроблена для використання в машиноконструюванні, що надає більшої надійності. Перетворювач було обрано саме імпульсний за рахунок меншого нагріву ніж у лінійного. Наступною мікросхемою в ланцюгу живлення було обрано *MC33269*, щоб з 5 В зробити 4 В оптимального живлення для *GSM*-модуля.

Для роботи процесора потрібно 3,3 В, тому було вибрано ще один імпульсний перетворювач с 4 В на 3,3 В – це *MCP1703T-3302E* [9]. Його вихідного струму вистачить щоб процесор працював без перебоїв.

Також було використано ще один імпульсний перетворювач *MC33269* [10] для заряду акумулятора, на виході котрого повинно бути 13,8 В та операційний підсилювач *LM358DM* [11] для обмеження струму заряду, щоб була змога використовувати акумулятори різної ємності.

За «*datasheet*» було підібрано всю іншу елементну базу для надійної працездатності приладу.

2.2 Елементна база

Елементна база обиралася за надійністю, наявністю на ринку та ціною.

На сьогоднішній день використовують два основні типи монтажу на друкованій платі (ДП): *SMD* (*surface mounted device*) – поверхневий монтаж; *THT* (*through-hole technology*) – монтаж у отвори. Поверхневий монтаж є найбільш розповсюдженим, основна його відмінність від монтажу у отвори – елементи встановлюють на поверхню плати, не потребуючи додаткових отворів. Також поверхневий монтаж має деякі конструктивні та технологічні переваги:

- при використанні такого методу знижується маса та габарити виробу, зменшується вартість;
- підвищується технологічність за рахунок можливості використання автоматичного обладнання;
- зниження трудоемності процесу монтажу.

Враховуючи необхідність використання елементів з якомога меншими габаритними розмірами, перевагу було надано саме *SMD* типу.

Оскільки струми в сигнальних доріжках не перевищують 0,1 А – керамічні конденсатори та резистори було обрано типорозміром 0603 з потужністю 0,125 Вт.

З урахуванням відсутності в схемі дорогих фільтрів та стабілізаторів напруги електролітичні конденсатори було обрано з низьким імпедансом.

Мікросхеми *DA1*, *DA2*, *DA3*, *DA5* було обрано в корпусі *SO-8*, їхньої потужності вистачає для стабільної роботи, а такий корпус має невеликі розміри.

Для заощадження місця, транзистори *VT5*, *VT6*, *VT7* було обрано в корпусі *SOT-32* зі встроєними резисторами.

2.3 Розробка схеми електричної принципової

На базі створеної бібліотеки в середовищі *Altium Designer* було зібрано схему. Елементи було розставлено та з'єднано для зручності читання схеми. Всі елементи обв'язки були розміщені якомога ближче до відповідних їм мікросхем.

		№ докум.	Підпис			
					PI61.425539.001.ПЗ	
						16

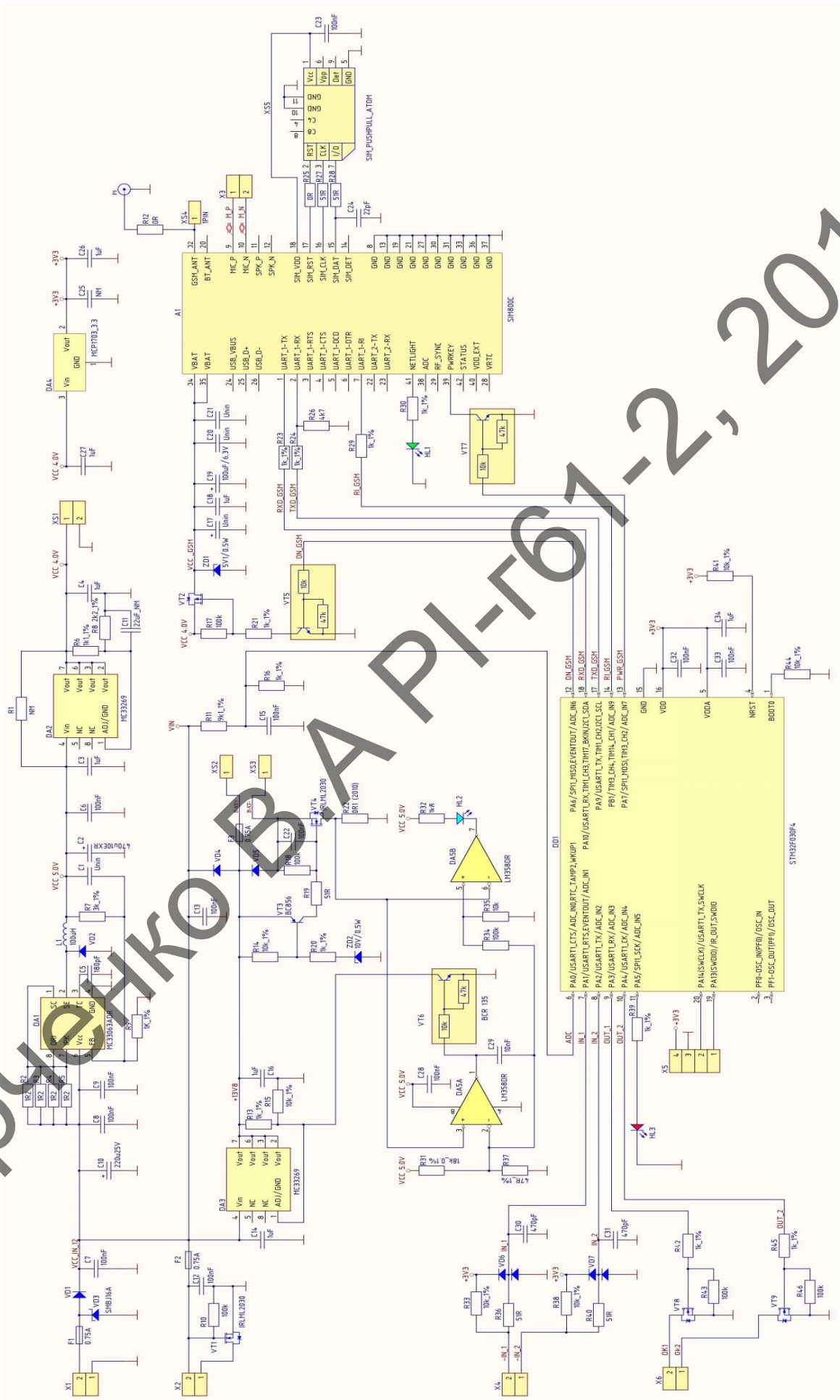


Рисунок 2.6 — Схема електрична принципова

№ докум.	Підпис

PI61.425539.001.ПЗ

X1 – вхідна клема для підключення зовнішнього блоку живлення на 15 В.

Струм споживання централі без датчиків в середньому не перебільшує 100 мА, але якщо підключити декілька датчиків та при поганому рівні сигналу, споживання може вирости і до 500 мА. Саме тому в ланцюгу вхідного живлення було встановлено запобіжник *F1* на 750 мА, далі в ланцюгу живлення стоїть діод *VD1* від переполюсовки та супресор *VD3* на 16 В для запобігання перевищення вхідної напруги.

X2 – клема вихідного живлення для підключення зовнішніх датчиків. Також має запобіжник *F2* на 750 мА та транзистор *VT1* для запобігання переполюсовки.

DA1 – імпульсний перетворювач з 15 В вхідних на 5 В вихідних для керування операційним підсилювачем. *DA2* – теж імпульсний перетворювач на виході котрого вже 4 В для живлення *GSM* модуля *A1*. *DA4* – наступний перетворювач в ланцюгу живлення на виході котрого вже 3,3 В для живлення мікроконтролера *DD1*. *DA3* – перетворювач для заряду акумулятора на виході котрого повинно бути 13,8 В.

Для того щоб акумулятор швидко не зношувався було вирішено використовувати операційний підсилювач *DA5* який в свою чергу обмежує струм заряду вимірюючи падіння напруги на резисторі *R22*. Максимальний струм для «голодного» акумулятора 1,3 Ah не повинен перевищувати струм заряду 150 мА.

По входу акумулятора також стоїть запобіжник на 750 мА.

ZD2 – стабілітрон на 10 В який слугує відсікачем акумулятора від глибокого розряду, тобто, під час роботи на автономному живленні, якщо напруга на акумуляторі падає нижче 10 В, закривається транзистор *VT3*, який в свою чергу закриває транзистор *VT4*. Прилад більше не працюватиме від автономного живлення до появи зовнішнього живлення.

HL2 – світлодіод який слугує індикацією заряду акумулятора.

HL3 – слугує для індикації охорони та рівня *GSM* сигналу.

HL1 – показує працездатність *GSM* модуля.

Після подачі живлення на плату в першу чергу запускається мікропроцесор, який в свою чергу через *VT5* відкриває *VT2* та подає живлення на модуль, після

чого через *VT7* запускає сам *GSM* модуль. Мікропроцесор «спілкується» з модулем через *UART_RX/TX*, обробляє вхідні дзвінки, *SMS*, та *DTMF* команди.

X4 – це дві провідні зони, до котрих можна підключити сигнальні виводи провідних датчиків, в стані спокою на контактах клем повинен бути «-» в іншому ж випадку мікроконтролер це буде розцінювати як спрацювання та включатиме обидва виходи *X6* які побудовані на базі «відкритий колектор» (*VT8, R43, R42* та *VT9, R46, R45*). На ці виходи можна підключити сирену та зовнішній світлодіод для ідикації стану охорони.

X5 – це системний порт через який з допомогою програмного забезпечення *ST-Link Utility* та програматора *ST-Link* можна «залити» програмне забезпечення для мікроконтролера.

XS5 – це *SIM-holder* під нано *SIM*-карту будь-якого оператора.

Варченко В.А РІ-61-2-2019

					PI61.425539.001.ПЗ	19
		№ докум.	Підпис			

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 Вибір та обґрунтування матеріалу друкованої плати

Матеріал для виготовлення ДП впливає на конструктивно-технологічні, експлуатаційні та техніко-економічні параметри приладу, що розробляється. В основному застосовуються слоїсті й литі діелектрики, фольговані електролітичною мідною фольгою. Товщина фольги може бути 5, 18, 35, 50 мкм.

Матеріал для ДП повинен задовольняти наступні вимоги:

- чистота фольги – 99,5 %;
- шорсткість не гірше 0,4 мкм;
- висока теплостійкість (витримувати до 260 °С протягом 5-20 с);
- питомий опір діелектрика – не менше $5 \cdot 10^{11}$ Ом/см.

В залежності від матеріалу визначається електроізоляційна властивість, механічна міцність, стабільність параметрів при впливі агресивних середовищ і кліматичних умов, що змінюються. Найчастіше для цих цілей застосовуються гетинакс і склотекстоліт.

Склотекстоліт відрізняється високими характеристиками в широкому діапазоні температур (-60...+150) °С, низьким вологопоглинанням (0,2 – 0,8%), високим об'ємним поверхневим опором.

Для виготовлення ДП було обрано склотекстоліт *FR-4*, являє собою пресований матеріал на основі склотканини, просоченої епоксидним сполучником, облицьований з одного або двох сторін мідною електролітичною фольгою. Застосовується для виготовлення звичайних односторонніх і двосторонніх друкованих плат, для використання в теле- і радіоапаратурі, що працюють в інтервалі температур від -60°С до 125°С.

В таблиці 3.1 наведені характеристики матеріалу *FR-4* [12].

Таблиця 3.1 — Характеристики склотекстоліту *FR-4*

Характеристики	Одиниці виміру	<i>FR-4</i>
Міцність на вигин перпендикулярно слоям при нормальних умовах	МПа	≥ 340
Ударна міцність при вигині паралельно слоям (по Шарлі)	кДж/м ²	≥ 33
Ізоляційний опір при зануренні у воду	Ω	$\geq 5,0 \times 10^8$
Єлектроміцність перпендикулярно слоям	мВ/м	$\geq 14,2$
Пробивна напруга паралельно слоям	кВ	≥ 40
Діелектрична проникність (50 Гц)	-	$\leq 5,5$
Діелектрична проникність (1 МГц)	-	$\leq 5,5$
Тангенс кута втрат (50 Гц)	-	$\leq 0,04$
Тангенс кута втрат (1 МГц)	-	$\leq 0,04$
Водопоглинання	мг	≤ 19
Щільність	г/см ³	1,7-1,9
Горючість	-	<i>FV0</i>

При замовленні було обрано ДП з наступними параметрами:

- товщина фольги – 35 мкм;
- товщина основи (склотекстоліта) – 1,6 мм.

3.2 Проектування електронного модуля в середовищі *Altium Designer*

За допомогою сучасної комплексної системи автоматизованого проектування було розроблено друковану плату.

Розміри ДП та контур було створено спеціально для того, щоб її легко можна було закріпити на акумуляторі 1,3 Ah, за рахунок цього всі елементи було розміщено у верхньому слої.

Для зручності експлуатації, клеми, *SIM-holder* та світлодіоди індикації було розміщено з однієї сторони, так як інші сторони закриваються у корпусі.

Розстановку елементів було виконано за рекомендаціями виробників цих елементів, а також для зручності з'єднання ланцюгів.

Силові доріжки розраховувалися в залежності від струму який через них протікає по формулі:

$$S = \frac{I}{(k\Delta t^b)^{1/c}},$$

де Δt – зміна температури, в градусах °C; k, b, c – константи із стандарту *IPC-2221*

– $k = 0,048$;

– $b = 0,44$;

– $c = 0,725$.

Розрахунки силових доріжок занесено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Результати розрахунків силових доріжок.

Назва доріжки	Ширина доріжки
<i>VCC_GSM</i>	1,8 мм
<i>VCC_OUT, VBAT</i>	1 мм
<i>VCC_5V</i>	0,9 мм
<i>VCC_IN_12</i>	0,7 мм
<i>IN1, IN2, OUT1, OUT2, +13V8,</i>	0,6 мм
<i>ANT</i>	0,33 мм

Так як на сигнальних доріжках струм не перевищує 0,1 А було вирішено використовувати товщину провідника 0,2 мм. Для менших перешкод всі сигнальні доріжки розташовані якомога ближче одна до одної та віддалені від силових доріжок.

Керамічні конденсатори до портів мікросхем розміщені в порядку зменшення ємності для отримання більш стабільної напруги та для зниження шумів.

Кінцевий вигляд ДП зображено на рисунках 3.1 та 3.2.

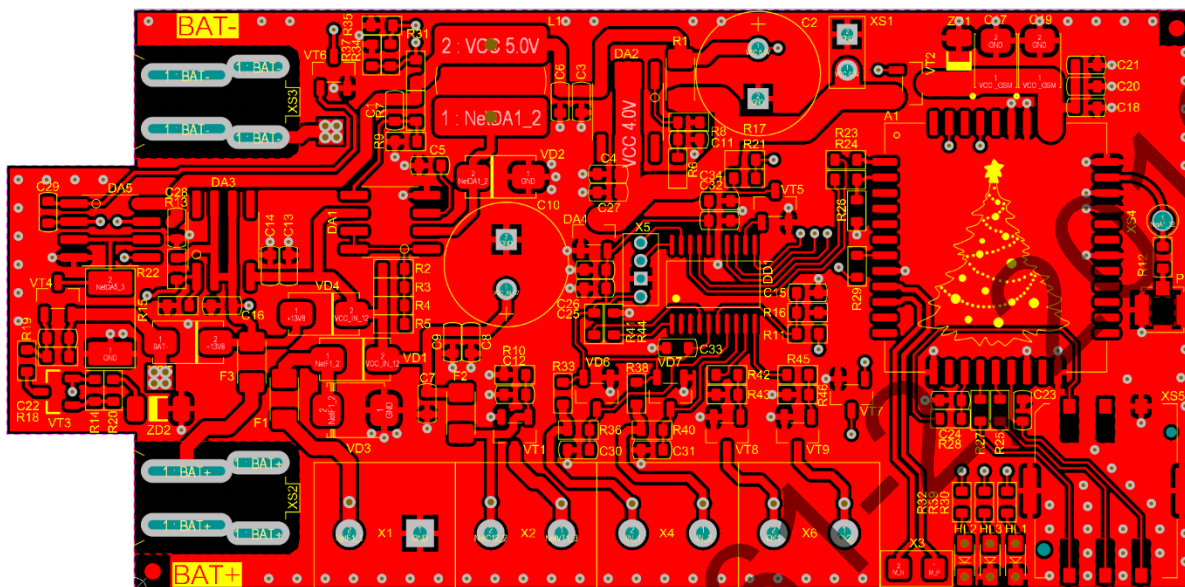


Рисунок 3.1 — Верхній шар друкованої плати

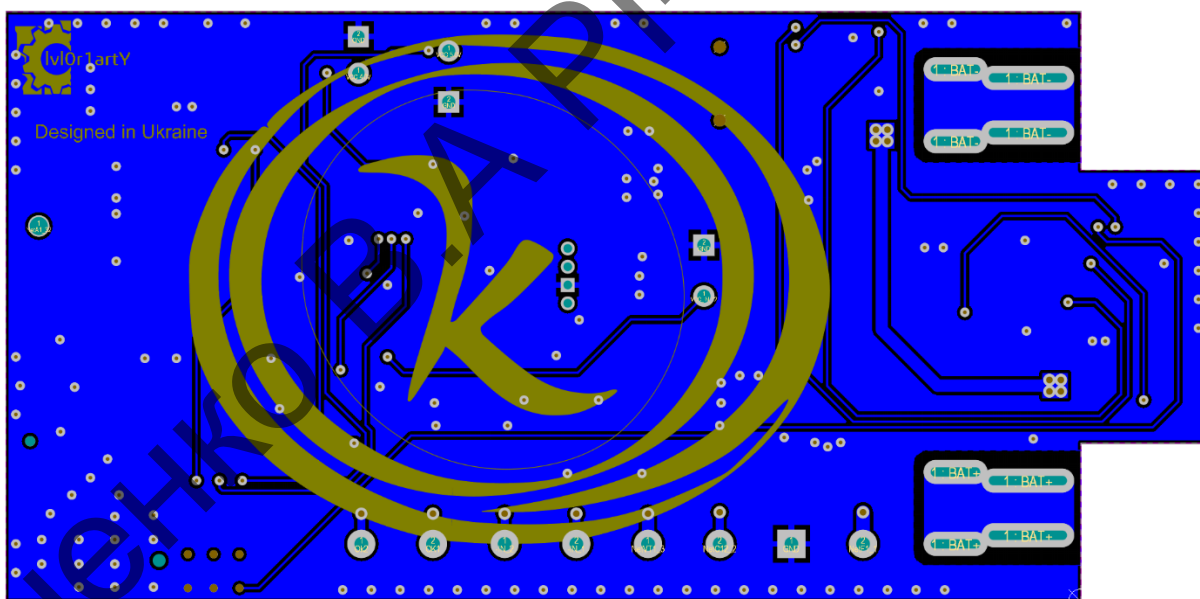


Рисунок 3.2 — Нижній шар друкованої плати

До вже створеної бібліотеки компонентів було додано 3D моделі всіх елементів з котрих складається проект. За допомогою підпрограми *MultiBoard* в середовищі *Altium Designer* було створено 3D модель охоронної GSM-сигналізації з автономним живленням. Всі 3D моделі сигналізації зображено на рисунках 3.3, 3.4, 3.5.

	№ докум.	Підпис	

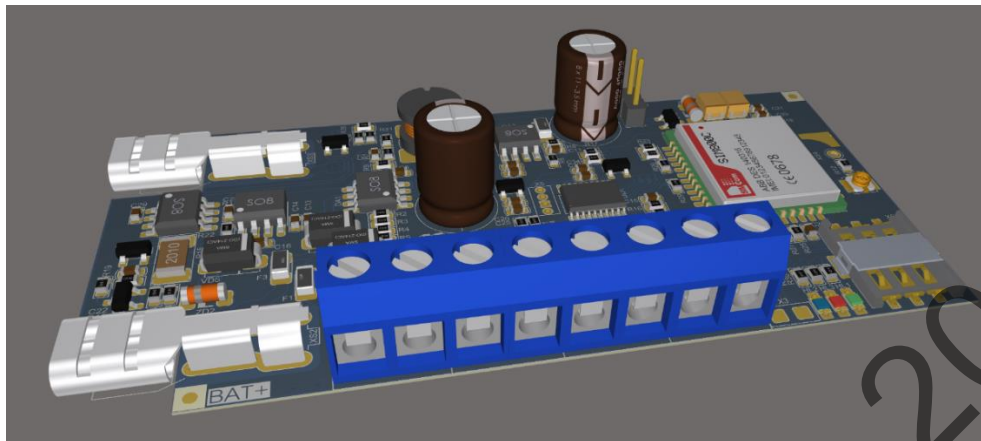


Рисунок 3.3 — 3D модель охоронної GSM-сигналізації

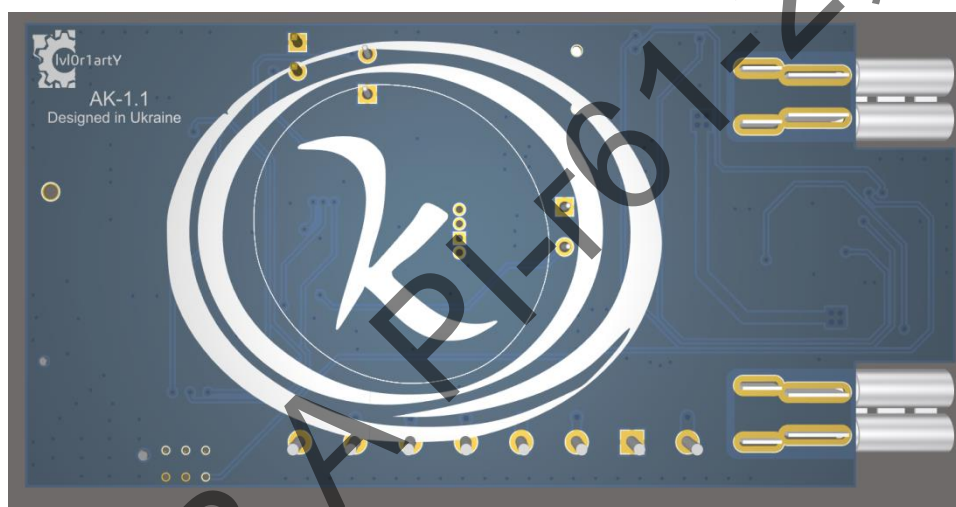


Рисунок 3.4 — 3D модель тильна сторона

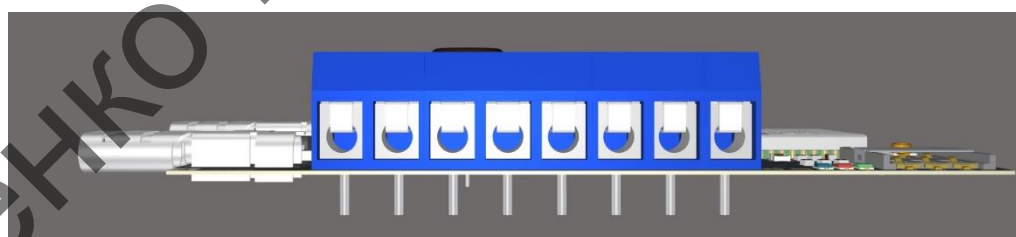


Рисунок 3.5 — 3D модель вигляд зі сторони клем

Як видно з рисунку 3.5, висота електролітичних конденсаторів не перевищує висоти клем, що в свою чергу дозволяє зручно встановлювати сигналізацію в корпусі.

	№ докум.	Підпис		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

4.1 Проектування приладу

Було вирішено обрати вже готовий корпус від виробника *Kradex Z-57* [13], так як він значно менший аналогів на ринку, в ньому не складно розмістити акумулятор 1,3 Ah з сигналізацією, а також в ньому передбачена прокладка для вологостійкості за стандартом *IP65* та ступінь захисту за стандартом *IK09*. Корпус виконано з *ABS* пластику білого кольору.

Корпус зображено на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 — Корпус *Z-57*

Вже в готову *3D* модель було додано акумулятор 1,3 Ah який відповідає реальним розмірами для розуміння як саме буде кріпитися сигналізація.

Прикріплену ДП до акумулятора зображено на рисунку 4.2.

		№ докум.	Підпис	

PI61.425539.001.ПЗ

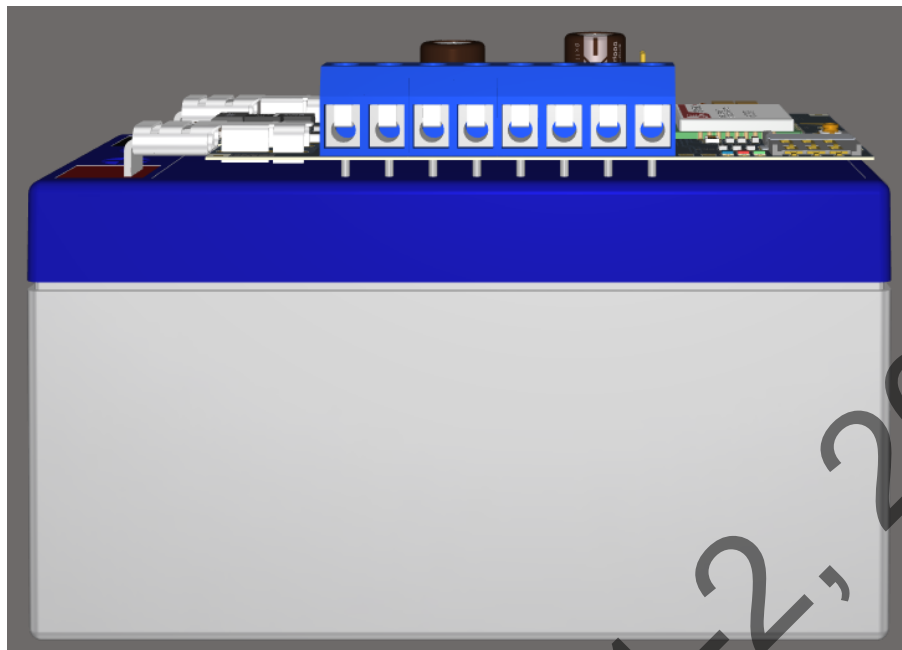


Рисунок 4.2 — Сигналізація з акумулятором 1,3 Ah

Сигналізацію з акумулятором було встановлено в корпус як зображено на рисунку 4.3.

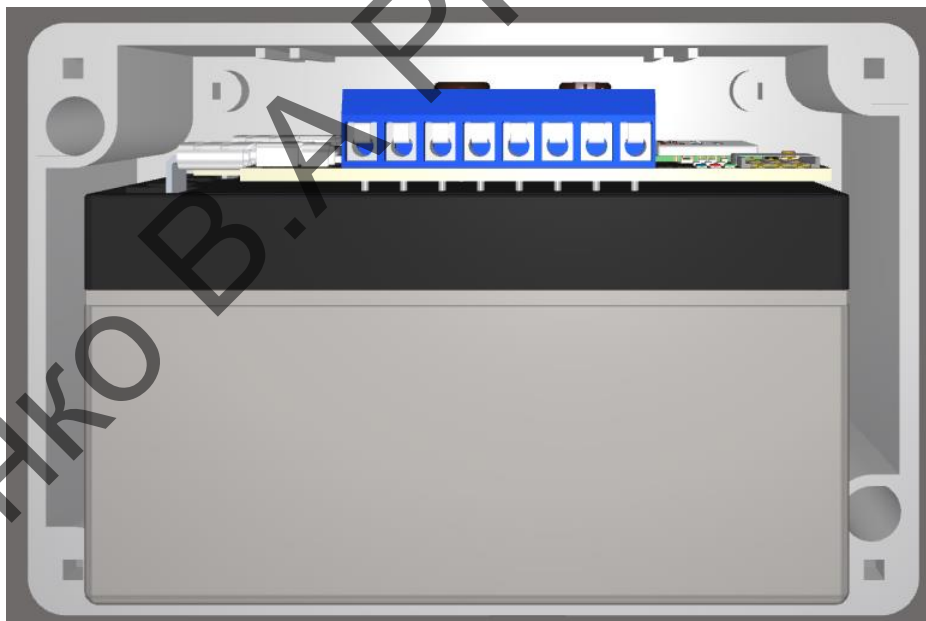


Рисунок 4.3 — Сигналізація з акумулятором 1,3 Ah в корпусі Z-57

Можна побачити з рисунка 4.4, що при знятій кришці корпуса клеми виходять назовні, що дозволяє з легкістю вкрутити сигнальні контакти датчиків.

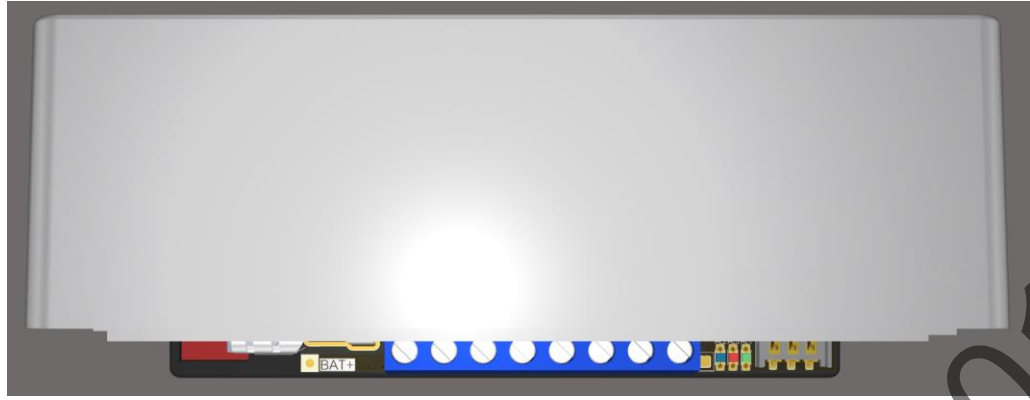


Рисунок 4.4 — Сигналізація з акумулятором 1,3 Ah в корпусі Z-57 вигляд зверху

Як бачимо, плата цілком лягає на акумулятор 1,3 Ah, а так як корпус менше ширини самої плати, у відкритому вигляді частина плати виходить назовні, під час знятої кришки корпусу, що дозволяє з легкістю встановити SIM-карту, слідкувати за індикацією та без жодних проблем під'єднувати датчики.

4.2 Розрахунки показників надійності приладу

Імовірність безвідмовної роботи необхідно розрахувати за формулою:

$$P(x) = 0,5 \left\{ \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{1-x}{v\sqrt{2x}} \right) \right] + e^{\frac{2}{v^2}} \left[1 + \operatorname{erf} \left(-\frac{1-x}{v\sqrt{2x}} \right) \right] \right\},$$

де $P(x)$ – ймовірність безвідмовної роботи;

$\operatorname{erf}(x)$ – функція інтеграла помилок;

v – коефіцієнт варіації ($v = 1$);

x – відносний час роботи t/μ ;

t – реальний час роботи технічного об'єкту;

μ – функціональна придатність об'єкту.

Розрахунки починаємо з визначення розрахункової інтенсивності відмов електрорадіоелементів (ЕРЕ) λ_p , далі визначаємо середній наробіток до відмови, розв'язуючи рівняння:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{T_0}{2\pi t_b^3}} \exp \left[-\frac{(t_b - T_0)^2}{2t_b T_0} \right],$$

де T_0 – середній наробіток до відмови;

t_b – тривалість випробувань ($t_b = 3 \cdot 10^4$)

		№ докум.	Підпис		PI61.425539.001.ПЗ	27

$$\lambda_p = \lambda_0 K_p K_R,$$

де K_R – коефіцієнт, що враховує номінальний опір [табл. П1.25, 14].

Інтенсивність відмов мікросхем за формулою:

$$\lambda_p = \lambda_0 K_{C,T} K_{\text{корп}},$$

де λ_0 взято з таблиці – [табл. П1.4, 14];

$K_{C,T}$ – Коефіцієнт режиму, що враховує складність інтегральних мікросхем та температуру навколишнього середовища [табл. П1.5, 14];

$K_{\text{корп}}$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу корпусу інтегральних мікросхем ($K_{\text{корп}} = 3$ для пластмасових корпусів).

Після проведення всіх розрахунків результати було занесено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Результати розрахунків надійності приладу.

Назва і тип елемента	λ_0	Кф	K_p	K_c	K_{s1}	K_R	$K_{\text{коп}}$	K_T	λ_p	N	T_0	x	$P(x)$
Кон-ри:													
електроліт	0,19			1				3,63	0,69	3	80600	0,12	0,99
кераміка	0,02		0,18	0,53					0,69	31	54300	0,18	0,99
Транзистори	0,06	0,7	0,22		0,5					9	24034	0,41	0,92
Резистори	0,04					0,6			0,02	47	5689,8	0,17	0,99
Мікросхеми	0,02						3	0,89	0,05	6	436060	0,02	0,7
Діоди	0,02	1,5	0,09		0,7				0,01	7	14200	0,7	0,79
Сума									0,208		600683	0,90	0,89

Розподіл імовірності безвідмовної роботи зображено на рис. 4.5.

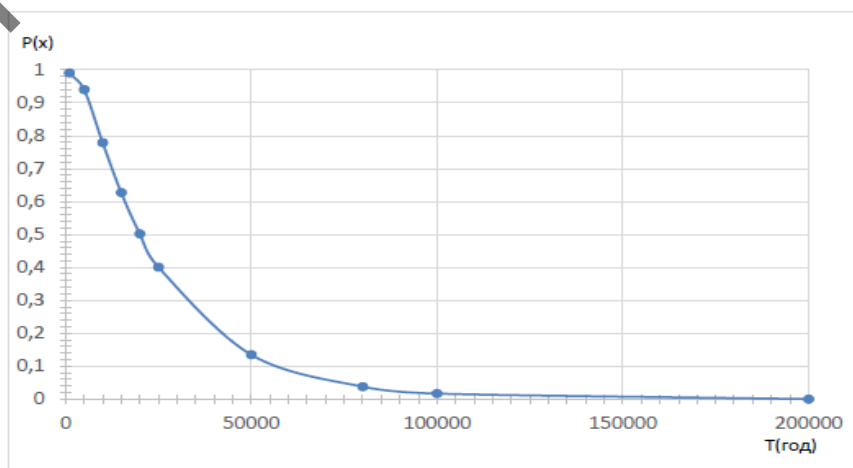


Рисунок 4.5 — Розподіл імовірності безвідмовної роботи

Сумарна ймовірність безвідмовної роботи при 10000 годин дорівнює 0,89.

Для підтвердження розрахунків побудуємо графік залежності часу роботи від ймовірності безвідмовної роботи.

4.3 Розрахунок віброміцності друкованого вузла

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла, за визначеною методикою. Розрахунок частоти власних коливань друкованої плати. Вихідні данні:

- довжина плати $a = 0,041$ м;
- ширина плати $b = 0,084$ м;
- товщина плати $h = 1,6 \cdot 10^{-3}$ м.

Матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований стеклотекстоліт FR-4 35/35 1,6 з параметрами:

- модуль пружності $E = 3,02 \cdot 10^{10}$ Н/м²;
- щільність $\rho = 2,05 \cdot 10^3$ кг/м³;
- коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,22$.

Маса встановлених на платі елементів $M = 0,05$ кг.

Визначимо приведену масу друкованої плати за формулою:

$$m_n = \rho h.$$

Визначимо приведену масу плати з деталями формулою:

$$m = m_n + m_e.$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість формулою:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\nu^2)}.$$

Визначаємо значення функції для кріплення плати в чотирьох точках формулою:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1+1,621 \cdot \frac{\xi+1}{\beta+\beta^2}}{1+1,621 \cdot \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}}.$$

Визначимо значення резонансної частоти плати за формуло:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Так як резонансна частота плати $f_0 = 110$ Гц в 2 рази перевищує максимальну частоту вібраційних впливів ($f = 60$ Гц), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.

4.4 Налаштування сигналізації

За допомогою мобільного телефону необхідно вимкнути запит на введення *PIN*-коду *SIM*-карти, яка буде використовуватися в пристрої. Видалити з *SIM*-карти всі *SMS*. Оскільки пристрій використовує голосовий дзвінок, *SMS*, *GPRS* то, зателефонувавши з цієї *SIM*-карти в *Call*-центр оператора мобільного зв'язку, переконайтеся, що всі ці сервіси або ті, які будуть використовуватися, активовані. Дізнайтеся також для цієї *SIM*-карти точку доступу *APN* в Інтернет через *GPRS*. Необхідно дізнатися інформацію про розмір і умови тарифікації вищевказаних сервісів, умови продовження строку дії *SIM*-карти, умов її блокування оператором, можливість її використання не в мобільному телефоні. Перевірте працездатність вищевказаних сервісів на телефоні (*SMS* і дзвінки, перевірити як вихідні так і вхідні). Зареєструйтеся на сайті оператора зв'язку, щоб завжди мати можливість віддалено контролювати витрати і змінювати налаштування *SIM*-карти (тарифний план, роумінг та ін.), наприклад, www.my.kyivstar.net. Схему підключення зображено на рисунку 4.6.

		№ докум.	Підпис		РІ61.425539.001.ПЗ
					31

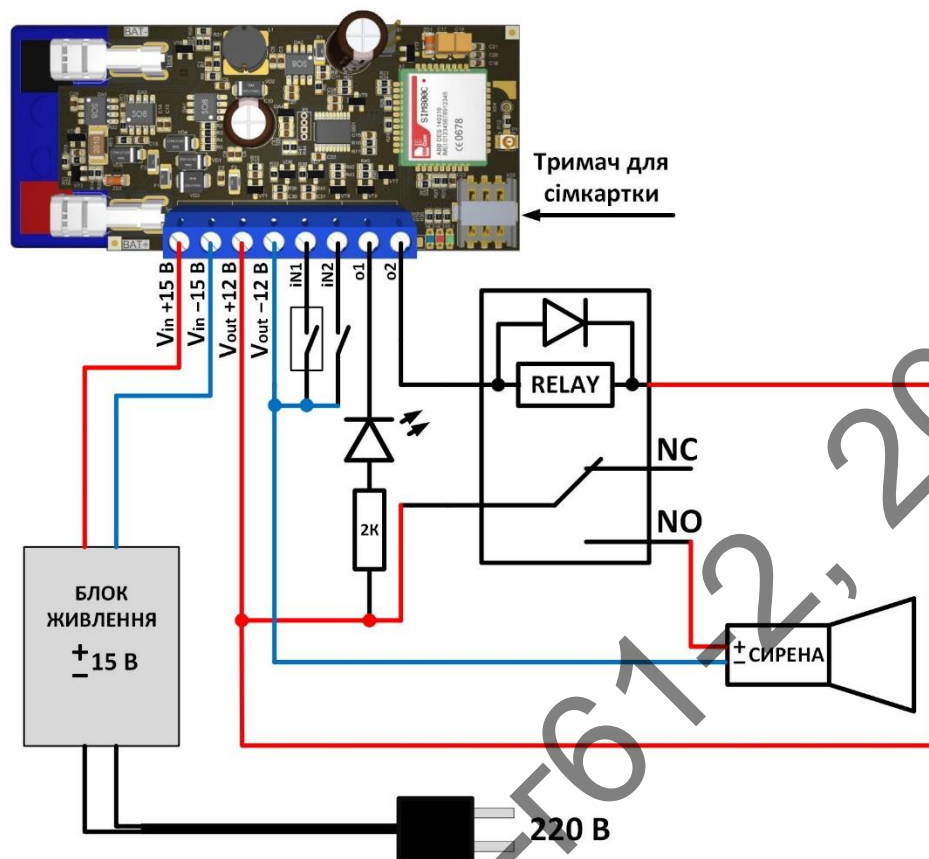


Рисунок 4.6 — приклад блок-схеми з'єднання

- У разі використання декількох датчиків на вході-1 ($iN1$) необхідно послідовно з'єднати їх тривожні контакти;
- на вхід-1 можна під'єднати тривожні контакти *RELAY* датчика руху, живлення для якого взяти з клем « $Vout +12\text{ B}$ » та « GND »;
- поява «мінуса» на вході-2 ($iN2$) - це постановка в охорону, а зникнення «мінуса» - зняття з охорони;
- сигнал внутрішнього червоного світлодіода повністю дублюється на виносному світлодіоді, який під'єднується на вихід-1 ($o1$);
- у разі використання виходів в якості призначеного для користувача виходу *RELAY*, необхідно підключити реле.

	№ докум.	Підпис		

4.4.1 Ввімкнення пристрою

Після встановлення в пристрій підготовленої SIM-карти та виконання необхідних з'єднань можна включити блок живлення в мережу 220В. Червоний світлодіод зробить серію «спалахів» при старті пристрою тривалістю декілька секунд. Необхідно почекати реєстрацію пристрою в мережі (до 1 хвилини). Після реєстрації в мережі GSM зелений світлодіод буде робити короткий спалах приблизно кожні 3 секунди (при ввімкненому GPRS, спалахи кожні 0,5 секунди).

4.4.2 Мінімальне налаштування

З будь-якого мобільного телефону потрібно надіслати SMS-повідомлення на номер SIM-карти пристрою формату: 123411+380671234567, де підкресленим показано приклад номера «Користувача-1» в міжнародному форматі. Цей номер телефону запишеться в комірку «Користувач-1» енергонезалежній пам'яті пристрою. Тепер з цього телефону можна керувати пристроєм і отримувати на нього SMS-сповіщення.

4.4.3 Налаштування за допомогою SMS-команд

Всі налаштування пристрою можна зробити за допомогою SMS-команд з будь-якого телефонного номера. На початку SMS-повідомлення міститься секретний код управління 1234, що складається з чотирьох цифр і який можна змінити на інший. Далі слідує код команди та її параметр (необов'язковий і не залежить від коду команди). В одному SMS-повідомленні можна передати декілька команд, які необхідно розділити комою (секретний код 1234 тільки на початку SMS).

Увага! Всі SMS-команди містять тільки латинські символи!

4.4.4 Запис та видалення телефонних номерів

12341NPHONE де N – 1,2,3,4,5,6,7,8. Запис номера «Користувача-N» в пам'ять пристрою: PHONE – телефонний номер в міжнародному форматі Користувача-N. Попередні номери в пам'яті пристрою автоматично зміняться на

					PI61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			33

Тринадцята цифра – довжина імпульсу виходу-1, якщо він в режимі користувацького реле: «0» - бістабільний режим, тобто автоматично не вимикається (значення за замовчуванням), «1» – імпульс довжиною близько 10 хвилин, «2» – 20 хвилин, «3» – 30 хвилин, «6» – 2 секунд, «7» – 4 секунд, «8» – 8 секунд.

Приклад *SMS*-команди з налаштуванням за замовчуванням:
1234##1111011000000.

4.4.6 Налаштування *GPRS*

123463*APN* – встановити точку доступу *APN* до Інтернет через *GPRS* для *SIM*-карти пристрою. Наприклад, 123463*internet*

Увага! У пристрої використовується автоматична підстанова стандартної точки доступу *APN* в Інтернет через *GPRS* для *SIM*-карт українських операторів мобільного зв'язку. У разі неможливості встановлення зв'язку з сервером при автоматичній підстановці *APN* необхідно за допомогою відповідної *sms*-команди прописати необхідну точку доступу.

123464*IP-1* – встановити основний *IP-1* адрес сервера. Заводське значення *ok.webhop.net* - *TCP*-сервер ОКО. Наприклад, 123464192.168.1.101

1234*64*IP-2* – встановити резервний *IP-2* адрес сервера. Наприклад, 1234*64192.168.1.102

1234*63*USERNAME* – встановити ім'я користувача для доступу *SIM*-карти пристрою в Інтернет через *GPRS*. Наприклад, 1234*63*taipan*

1234#63*PASSWORD* – встановити пароль для доступу *SIM*-карти пристрою в інтернет через *GPRS*. Наприклад, 1234#63*taipan*

123465*PORT* – встановити *PORT* сервера. Заводським значенням встановлено 31200. Наприклад, 12346580

123467*ZF* – команда установки інтервалу передачі даних на сервер через *GPRS*, де *ZF* – від 00 до 99 хвилин. Заводське значення встановлено 10 хвилин. Наприклад, 12346760 – період передачі 60 хвилин.

123470 – разовий запит на передачу даних через *GPRS* на сервер.

					PI61.425539.001.ПЗ	36
		№ докум.	Підпис			

4.4.7 Керування за допомогою SMS-команд

На початку SMS-повідомлення міститься секретний код управління 1234, що складається з чотирьох символів і який можна змінити на свій. Далі йде код команди і її параметр (необов'язковий і залежить від коду команди). В одному sms-повідомленні можна передати кілька команд, які необхідно розділити комою (секретний код 1234 тільки на початку SMS).

Увага! Всі SMS-команди містять тільки латинські символи!

4.4.8 Ввімкнення/вимкнення охорони

123400 – встановити режим «вимкнена охорона». Якщо необхідно при цьому отримати підтвердження від пристрою, то необхідно відправити команду 123400,02

123401 – встановити режим «ввімкнена охорона». Якщо необхідно при цьому отримати підтвердження від пристрою, то необхідно відправити команду 123401,02

4.4.9 Запити на пристрій

123402 – пристрій відправить SMS-відповідь про стан об'єкта (220В, охорона, вхід, виходи, рівень GSM-сигналу, температура).

1234#03USSD – пристрій виконає USSD запит, відповідь мережі в латиниці пересилається на відправника через SMS (в кирилиці не працює). Наприклад, 1234#03*111# – запит на баланс SIM-карти Київстар, 1234#03*112# - запит на бонуси SIM-карти Київстар тощо.

123408 – пристрій відправить SMS-відповідь з його налаштуваннями.

123470 – разовий запит на передачу даних через GPRS на сервер.

123475 – рестарт пристрою (вимкнення та ввімкнення).

4.4.10 Ввімкнення/вимкнення виходів-1, -2

123406 – ввімкнути вихід-1, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-1

123405 – вимкнути вихід-1, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-1

123404 – ввімкнути вихід-2, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-2 або ввімкнути «Сирену» (автоматично вимкнеться через 1 хвилину)

123403 – вимкнути вихід-2, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-2 або вимкнути «Сирену»

4.4.11 Дистанційне оновлення версії програмного забезпечення

1234#60 – оновити ПЗ пристрою на заводську останню версію. Використовується передача даних через *GPRS*-технологію. У пристрої використовується автоматична підстановка стандартної точки доступу *APN* в Інтернет через *GPRS* для *SIM*-карт українських операторів мобільного зв'язку. У разі неможливості встановлення зв'язку з сервером при автоматичній підстановці *APN* необхідно за допомогою *SMS*-команди типу 123463*APN* прописати необхідну точку доступу.

4.4.12 Керування за допомогою тональних сигналів клавіатури телефону

В режимі з'єднання з пристроєм можна керувати ним за допомогою тонового набору (клавіатура телефону). Тривалість натискання на клавішу не менше 0.5с. При виконанні команди відбувається звукове підтвердження.

Список команд:

- 0 – вимкнути охорону;
- 1 – ввімкнути охорону;
- 2 – запит стану об'єкта, пристрій відповість *SMS*-повідомленням;
- 3 – вимкнути вихід-2, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-2 або вимкнути «Сирену»;
- 4 – ввімкнути вихід-2, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-2 або ввімкнути «Сирену» (автоматично вимкнеться через 1 хвилину);
- 5 – вимкнути вихід-1, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-1;
- 6 – ввімкнути вихід-1, якщо він в режимі користувачького РЕЛЕ-1;
- 7 – запит на передачу інформації про поточний стан пристрою на сервер;

					PI61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			38

8 – запит інформації налаштувань пристрою, пристрій у відповідь відправить SMS-повідомлення;

9 – запис тривожного голосового повідомлення користувача для входу-2, яке буде відтворюватися при тривожному дзвінку;

* – запис тривожного голосового повідомлення користувача для входу-1, яке буде відтворюватися при тривожному дзвінку;

– старт/стоп голосового меню;

4.4.13 Вимкнення пристрою

Для повного вимкнення пристрою необхідно вимкнути блок живлення з мережі 220 В і зняти клеми з резервного акумулятора.

4.4.14 Повне скидання налаштувань пристрою

Всі налаштування пристрою зберігаються в його енергонезалежній пам'яті. Необхідно відправити на пристрій SMS-команду типу *IMEI*, де *IMEI* – *IMEI GSM*-модуля пристрою, після чого всі налаштування відновляться в значення за замовчуванням. SMS-команда повинна містити тільки *IMEI* пристрою (15 цифр)! Цією SMS командою видаляються з пам'яті пристрою голосові повідомлення.

						PI61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис				39

5 ДОДАТОК ПІД *ANDROID* ТА *IOS*

Для зручного управління пристроєм через *SMS*-повідомлення або інтернет можна використовувати «*Android* додаток» або «*iOS* додаток». Для роботи мобільного застосування через інтернет необхідно, щоб пристрій був налаштований на «*TCP*-сервер *ОКО*» (прилад з установками за замовчуванням налаштований саме на нього), а в налаштуваннях мобільного додатка необхідно ввести *IMEI* пристрою, який складається з 15 символів, наприклад, 013227009840343 . Його можна отримати у відповідь на *SMS*-команду 123408 або на тонову команду 8. Також необхідно в пристрої включити передачу даних на сервер.

5.1 Додаток під *Android*

Для встановлення додатку треба перейти за посиланням «http://oko.ukr/system/storage/download/oko_s2_android.rar» та скачати *apk*-файл, після чого розархівувати та встановити на смартфоні з операційною системою *Android*.

Обороти управління через *SMS* або Інтернет (використовується транзитний *TCP*-сервер *ОКО*). Для роботи через Інтернет в налаштуваннях програми необхідно вказати *IMEI GSM*-модуля вашого пристрою і секретний код (пароль *SMS*-управління пристрою, який за замовчуванням дорівнює 1234).

Кнопка «РЕСТАРТ З'ЄДНАННЯ» відображає стан з'єднання програми з транзитним *TCP*-сервером *ОКО*. Кожні 120 секунд додаток відправляє «пакет живучості», при цьому кнопка стає червоного кольору. А при отриманні «відповіді» від сервера кнопка стає жовтого кольору. При отриманні даних від пристрою кнопка стає зеленого кольору. При тривалій відсутності зв'язку додатку з сервером (постійно червоний колір) натисніть кнопку для примусової спроби встановити зв'язок з сервером.

Зовнішній вигляд додатку під *Android* зображено на рисунку 5.1.

					PI61.425539.001.ПЗ	40
		№ докум.	Підпис			

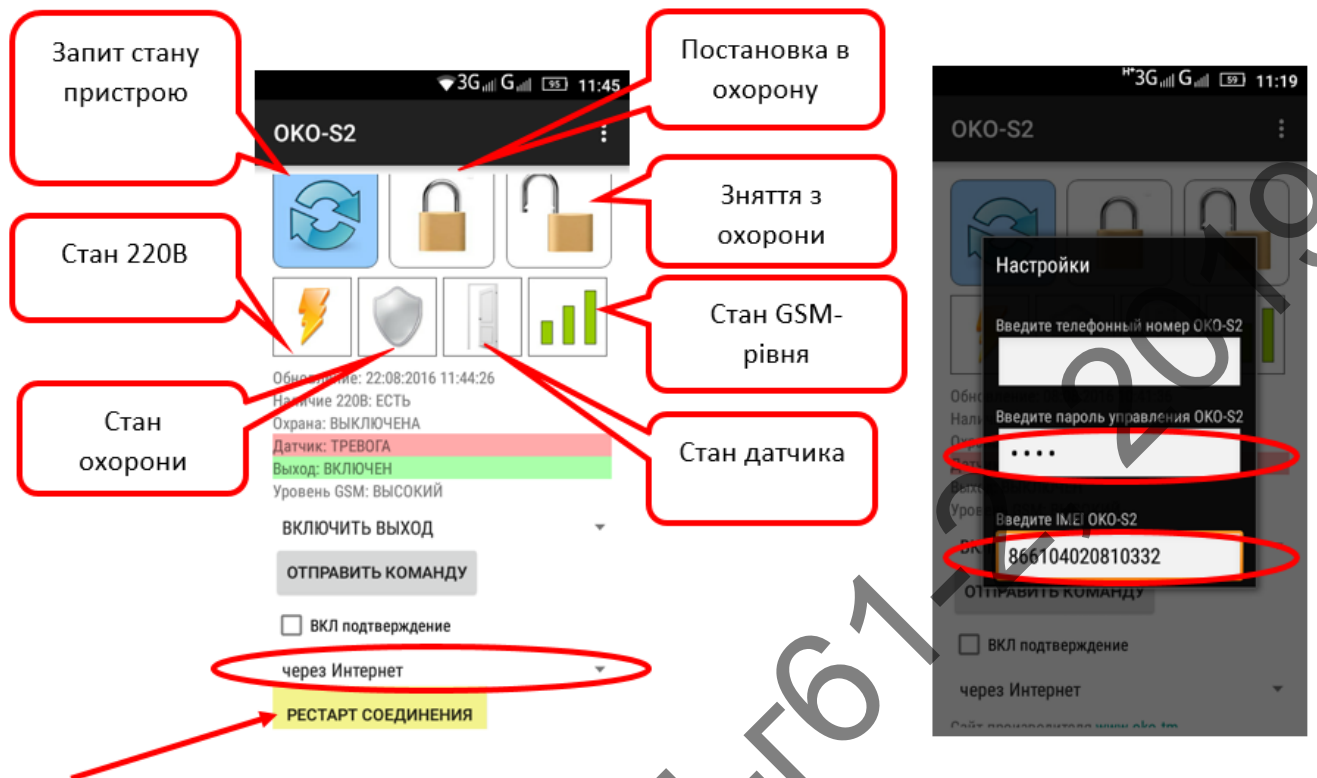


Рисунок 5.1 — *Android* додаток

Якщо, крім керування пристроєм через *Android* додаток, використовуючи інтернет, виникла необхідність також зберігати і переглядати прийняті дані на платному сервері ОКО, то можна користуватися окремою програмою «*Monitor ОКО*» (не через веб-інтерфейс) для перегляду цих даних, яка встановлюється за засианні «<http://ok.webhop.net/update/monitor/>»

5.1 Додаток під *iOS*

Встановіть «*iOS* додаток». Виберіть управління через *SMS* або Інтернет (використовується транзитний *TCP*-сервер ОКО). При створенні нового об'єкта в налаштуваннях програми введіть назву об'єкта, телефонний номер *SIM*-карти пристрою, необхідно вибрати тип пристрою, також необхідно вказати секретний код управління пристрою (це пароль *SMS*-управління пристрою, який за замовчуванням дорівнює 1234), а для роботи через Інтернет додатково необхідно вказати *IMEI GSM*-модуля вашого пристрою.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Мета цього розділу – визначення усіх можливих шкідливих та небезпечних факторів під час розрахунку та виготовлення «Охоронної GSM-сигналізації з автономним живленням», оцінити їх вплив на продуктивність праці, і як результат цього аналізу – розроблення заходів, спрямованих на забезпечення безпеки праці працівників, мінімізація ймовірності отримання травм і зниження працездатності внаслідок дії шкідливих факторів.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності; також термін «охорона праці» визначається як діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

В даному розділі визначені основні потенційні та шкідливі виробничі фактори, а також запропоновані технічні рішення та організаційні заходи безпеки праці і визначені необхідні заходи пожежної безпеки.

Основним законодавчим актом незалежної України, який регулює питання охорони праці став прийнятий 14 жовтня 1992 року Закон України «Про охорону праці», у якому визначено основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності,

6.1 Визначення основних потенційних та шкідливих виробничих факторів

При проектуванні, виготовленні розроблюваного пристрою на працівників може впливати ряд шкідливих та небезпечних факторів. Деякі технологічні процеси при виготовленні пристрою потребують роботи із різучими ручними інструментами, агресивними хімічними, електроінструментами. Це в свою чергу

постійно працює 3 людини. Тому об'єм, який припадає на одну людину становить 22.5 м³, що цілком задовольняє вимоги по об'єму на одну людину.

6.2.2 Мікроклімат робочої зони

Одним із важливих чинників, які значно впливають на продуктивність праці та здоров'я працівників є мікроклімат. Оптимальними мікрокліматичними умовами виробничого приміщення при тривалому впливі на організм людини вважають такі, за яких не активуються механізми терморегуляції та забезпечується нормальний тепловий стан організму. Це забезпечує відчуття теплового комфорту та створюють умови для високого рівня працездатності.

Допустимими мікрокліматичними умовами згідно ДСН 3.3.6.042–99 вважатимемо такі поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають, супроводжуючи напруженням механізмів терморегуляції у межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть мати місце дискомфортні тепловідчуття та деяке зниження працездатності.

Відповідно до норм ДСН 3.3.6.042–99 визначимо категорію виконуваних робіт за ступенем важкості. Оскільки роботи із проектування та виготовлення пристрою здійснюються переважно сидячи і супроводжуються незначним фізичним напруженням, тому категорія робіт за ступенем важкості – Іа (легкі роботи із загальними енергозатратами від 90 ккал/год до 120 ккал/год).

Оптимальні умови мікроклімату встановлюють для постійних робочих місць. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 — оптимальні умови

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

забезпечити відповідність освітлення робочого місця санітарним нормам (ДБН В.2.5.-28-2006).

Освітлення робочого місця суміщене – у світлу пору доби використовується природне освітлення через вікна у стіні будівлі, у темну пору доби – штучне освітлення люмінесцентними лампами. Додатково застосовується штучне місцеве освітлення у вигляді настільної лампи із лампою розжарювання.

У якості джерел загального штучного освітлення використовуються світильники із лампами типу ЛБ-80, а як джерела місцевого штучного освітлення – настільна лампа із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Освітленість робочого місця розраховується за наступною формулою:

$$E = N \cdot \Phi_{\text{п}} \cdot \eta / S \cdot K_z \cdot Z,$$

де: N – загальна кількість світильників (у даному приміщенні наявні 10 світильників); $\Phi_{\text{п}}$ – світловий потік світильника (для одного дволампового світильника світловий потік прийmemo 9390 Лм); η – коефіцієнт використання світлового потоку (розрахується нижче); S – площа приміщення, що освітлюється (приймемо рівними 27 м²); K_z – коефіцієнт запасу (приймемо рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м³); Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (приймемо рівним 1,1).

При цьому враховується коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$), коефіцієнт відбиття стін $\rho_{\text{стін}} = 0,5$) та індекс приміщення.

Індекс приміщення розрахуємо за формулою:

$$i = A \cdot B / h_c \cdot (A + B), \quad (6.1)$$

де: A – довжина приміщення (приймемо $A = 6$ м); B – ширина приміщення (приймемо $B = 4,5$ м); h_c – висота підвісу світильників над робочою поверхнею ($h_c = 2,8$ м).

Підставимо початкові дані у вираз 6.1 та отримаємо формулу:

$$i = A \cdot B / h_c \cdot (A + B) = 6 \cdot 4,5 / 2,8 \cdot (6 + 4,5) = 0,91. \quad (6.2)$$

Тепер, згідно із таблицею 6.1, визначили, що коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,42$.

Підставимо початкові дані у вираз 6.2 та отримаємо формулу:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{\text{п}} \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot Z} = \frac{10 \cdot 9390 \cdot 0,42}{27 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 886 \text{ Лк.}$$

Згідно із вимогами ДБН В.2.5.–28–2006, фактичний рівень освітлення робочих місць за середнього контрасту розрізнення об'єктів, середнього фону, розряду зорової роботи 3в високої точності, повинен складати найменше 300 Лк. Отриманий результат значно перевищує цю межу. Тому робимо висновок, що рівень наявного штучного освітлення цілком задовольняє вимоги.

На робочому місці монтажника місцеве освітлення повинне забезпечити освітленість не менше 750 Лк. Оскільки загального освітлення цілком досить (886 Лк), то можна було б використовувати лише його. Однак, при монтажі плати пристрою буде присутня робота із досить дрібними деталями, тому все ж застосуємо настільну лампу із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Розрахуємо освітленість робочої зони за формулою:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{\text{п}} \cdot n \cdot \mu \cdot \psi \cdot L}{1000 \cdot K_3}, \quad (6.3)$$

де: N – кількість світильників ($N = 1$); $\Phi_{\text{п}}$ – світловий потік лампи розжарювання потужністю 60 Вт ($\Phi_{\text{п}} = 700$ Лм); n – кількість ламп у світильнику ($n = 1$); μ – коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості від оточуючих предметів ($\mu = 1,2$); ψ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу робочої площини ($\psi = 1$); L – коефіцієнт, що враховує умовну освітленість ($L = 100$); K_3 – коефіцієнт запасу (прийемо рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м^3).

Підставимо початкові дані з формули 6.3 та отримаємо формулу:

$$E = \frac{1 \cdot 700 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 100}{1000 \cdot 1,5} = 56 \text{ Лк.}$$

Таким чином, буде забезпечено додаткове освітлення робочої зони.

		№ докум.	Підпис		PI61.425539.001.ПЗ	49

6.2.4 Електробезпека

Спроектована охоронна GSM-сигналізація з автономним живленням за електрозахистом відноситься до III класу відповідно до ДСТУ ІЕС 61140:2015. Все інше електрообладнання, що розташоване у приміщенні належить до I класу електрозахисту (обладнання, що під'єднується до мережі живлення вилкою із трьома контактними елементами, один із яких з'єднано із заземленим контактом розетки).

Приміщення, у якому проводяться роботи, можна класифікувати як приміщення без підвищеної небезпеки ураження персоналу електричним струмом, оскільки:

- підлога не є струмопровідною (лінолеум є діелектриком);
- відносна вологість повітря не перевищує 75%;
- температура повітря всередині приміщення не перевищує 25°C;
- виключаються випадки одночасного доторкання людини до елементів конструкцій, що з'єднані із землею та металевими елементами електроустаткування;

Згідно із ДСТУ ІЕС 61140:2015 розроблюваний пристрій належить до III класу за електрозахистом ($U_{жив} \Rightarrow \pm 15В$).

Для зменшення значення напруги дотику та відповідних величин струмів за нормального та аварійного режиму роботи електроустаткування необхідно виконати повторне захисне заземлення нульового дроту.

Підключення електроустановок виконане із дотриманням вимог ПУЕ.

6.2.5 Розрахунок електромережі

Струм короткого замикання розрахуємо за формулою:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{R_{\phi} + R_H + Z_H}, \quad (6.4)$$

					PI61.425539.001.ПЗ	50
		№ докум.	Підпис			

ВИСНОВКИ

1. Під час проведення аналітичного огляду інформаційних джерел, було виявлено, що подібні за функціоналом аналоги мають велику вартість та значні габаритні розміри.

2. Особливістю розробленої системи є зручність в налаштуванні, невеликі габаритні розміри, за рахунок яких дану сигналізацію можна встановлювати в недоступних для зловмисника місцях, та має мінімальний функціонал який дозволяє підключити геркон/датчик руху, сирену та виносний світлодіод для індикації працездатності сигналізації.

3. Під час розробки схеми електричної принципової було підібрано сучасну елементну базу, надано перевагу *SMD* монтажу. За рахунок малих струмів було обрано типорозмір *SMD* резисторів та керамічних конденсаторів 0603 з максимальною потужністю в 0,125 Вт, які займають мінімум площі на друкованій платі.

4. Розроблену систему можна підключати до *TCP*-сервера або додатків під мобільний телефон для моніторингу та дистанційного контролю об'єкту, що охороняється (будинок, гараж, дача, офіс та ін.).

5. За рахунок малого споживання електроенергії та встановленого акумулятора ємністю 1,3 Ah сигналізація має час автономної роботи до 15 годин в залежності від встановленого інтервалу передачі даних на сервер.

6. Розроблена сигналізація задовольняє всі вимоги ТЗ.

					PI61.425539.001.ПЗ	54
		№ докум.	Підпис			

11. Операційний підсилювач *LM358DM* — [Електронний ресурс] — Режим доступу <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf> — назва з екрану.
12. Характеристики склотекстоліту *FR-4* — [Електронний ресурс] — Режим доступу https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/FR4_datasheet.pdf — назва з екрану.
13. Корпус *Z-57* — [Електронний ресурс] — Режим доступу https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/z57j-ps-kradex-korpus-svetlo-seryj-55x78x118mm-komplekt_24177.html — назва з екрану.
14. Фізико-теоретичні основи конструювання електронних апаратів / Зіньковський Ю. Ф. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 56 с.
15. Додаток під *Android* — [Електронний ресурс] — Режим доступу http://oko.ukp/system/storage/download/oko_s2_android.rar — назва з екрану.
16. *TCP*-сервер ОКО «*Monitor* ОКО» — [Електронний ресурс] — Режим доступу <http://ok.webhop.net/update/monitor/> — назва з екрану.

Варченко В.А. РІО 12, 2019

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Варченко В.А РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			57

Варченко В.А РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			58

ДОДАТОК Б. ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

Варченко В.А РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			59

ДОДАТОК В. СПЕЦИФІКАЦІЯ

Варченко В.А РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			60

Варченко В.А РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425539.001.ПЗ	
		№ докум.	Підпис			61