

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

**Радіотехнічний факультет  
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

«До захисту допущено»

В. о. зав. кафедрою

\_\_\_\_\_ Михайло СТЕПАНОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**Дипломний проект**

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою**

**«Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки»**

**за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

**на тему: «Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ»**

Виконав:

студент ІV курсу, групи РА-81

Антонов Іван Володимирович \_\_\_\_\_

Керівник: ст. виклад. Головня Вікторія Мілентіївна \_\_\_\_\_

Рецензент: к.т.н., доцент Гусєва Олена Володимирівна \_\_\_\_\_

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ — 2022 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Радіотехнічний факультет**  
**Кафедра прикладної радіоелектроніки**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедрою

\_\_\_\_\_ Михайло СТЕПАНОВ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проєкт студента**

**Антонова Івана Володимировича**

1. Тема проєкту «Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ», керівник проєкту Головня Вікторія Мілентіївна, старший викладач.
2. Термін подання студентом проєкту 10 червня 2022 року
3. Вихідні дані до проєкту: напруга живлення 3.3 – 5 В, акумулятор з ємкістю не менше 3200 мАгод, габаритні розміри прилада не більше 200x70x70 мм, час безперервної роботи не менше 120 год, світлодіод з потужністю 10 Вт.
4. Зміст пояснювальної записки: перелік скорочень, вступ, аналіз технічного завдання, опис схеми електричної принципової, вибір компонентів і матеріалів, розрахунки друкованої плати, розробка конструкції пристрою розрахунки що підтверджують працездатність, висновки, перелік джерел посилань, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу: специфікація на прилад, складальний кресленик пристрою, перелік елементів, складальний кресленик друкованого вузла, специфікація друкованого вузла, топологія шарів ДП.
6. Дата видачі завдання 01 травня 2022 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Ознайомлення з темою, пошук попередньої інформації	02.05 – 03.05	Виконано
2	Пошук аналогів, їхній аналіз	03.05 – 05.05	
3	Створення структурної схеми приладу	05.05 – 06.05	Виконано
4	Створення схеми принципової	06.05 – 09.05	
5	Аналіз та підбір елементної бази	09.05 – 12.05	Виконано
6	Назначення корпусів елементів	12.05 – 14.05	
7	Трасування плати	14.05 – 19.05	Виконано
8	Розробка конструкції пристрою	19.05 – 24.05	
9	Розрахунки що підтверджують працездатність приладу	24.05 – 27.05	Виконано
10	Оформлення текстової та графічної документації	27.05 – 10.06	

Студент

Іван АНТОНОВ

Керівник

Вікторія ГОЛОВНЯ

## Анотація

Дипломний проект на тему «Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ» виконано на 52 сторінках, що включають 19 ілюстрацій, 7 таблиць, 25 бібліографічних посилань.

Метою даного проекту є розробити систему охорони об'єктів державного управління з використанням ІОТ системи, а саме ліхтар з GSM -модулем, а саме для збільшення охоронних можливостей. Для вирішення поставленої мети було проаналізовано існуючі рішення та прилади з аналогічною функціональністю, переваги та недоліки кожного з них, зручність використання та інші фактори, які дуже суттєво впливають на кінцевий результат.

Ключові слова: мікроконтролер, GSM-модуль, GPS, ІоТ, GPS, друкована плата, схема, мікроконтролер, Attiny13a.

## ANNOTATION

The diploma project on "Development of IOT system of protection of objects of state institutions" is executed on 36 pages, including 19 illustrations, 7 tables, 25 bibliographic references.

The purpose of this project is to develop a system of protection of public administration facilities using the IOT system, namely a lantern with a GSM module, namely to increase security capabilities. To solve this goal, the existing solutions and devices with similar functionality were analyzed, the advantages and disadvantages of each of them, ease of use and other factors that significantly affect the end result.

Keywords: microcontroller, GSM module, GRS, IoT, GPS, printed circuit board, circuit, microcontroller, Attiny13a.

# **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

## **до дипломного проєкту**

на тему: Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ

Київ — 2022 року



3.7	Вибір світлодіода .....	29
3.8	Вибір відбивача .....	30
3.9	Вибір антени для GSM модуля .....	31
4	ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ .....	32
5	РОЗРАХУНКИ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ .....	33
5.1	Розрахунок геометричних розмірів .....	33
5.2	Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу .....	34
5.3	Результат розрахунку ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу .....	35
5.4	Розрахунок зазорів між елементами монтажу .....	35
5.5	Трасування ДП .....	35
6	ВИБІР МАТЕРІАЛУ КОРПУСУ .....	38
7	КОРПУС .....	39
8	РОЗРАХУНКИ ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ .....	41
8.1	Розрахунок резонансної частоти .....	41
8.2	Розрахунок надійності .....	42
8.3	Захист від вологи та пилу .....	43
8.4	Розрахунок безперервної роботи пристрою від акумулятору .....	43
	ВИСНОВКИ .....	44
	Перелік джерел посилань .....	45
	Додаток А. Технічне завдання .....	47
	Додаток Б. Структурна схема .....	50
	ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ .....	51

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>			
<b>ЗМ.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Антонов І.В.			Розробка ІОТ системи охорони об'єктів держав- них установ	<b>Лім.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листів</b>
Перевірів		П.І.Б.					7	52
Н. Контр.		П.І.Б.			<b>РА-81 РТФ</b>			
Затвердив		П.І.Б.						



## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — друкована плата.

ДСТУ — Державний стандарт України — стандарти розроблені відповідно чинного законодавства України, що існують з 1993 року.

Мікроконтролер – МК – комп’ютер з одною мікросхемою, здатний виконувати прості завдання.

GPS — Global Positioning System — система глобального позиціювання.

GSM — Groupe Spécial Mobile — глобальна система мобільного зв’язку.

GSM-модуль — плата, яка дає змогу розширити мікроконтролер та надати йому можливість використовувати стільниковий зв’язок.

IoT — Internet of Things.

ISO — International Organization for Standardization — міжнародна організація, що займається випуском стандартів.

LED — Light-emitting diode.

					РА81.412345.001 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій та входження людства в четверту промислову революцію (INDUSTRY 4.0), призвело до виникнення ряду новітніх технологій, що стрімко входять у наше життя, зокрема технології Інтернету речей (IoT). Їх впровадження з кожним роком зростає величезними темпами. IoT-системи впроваджуються, як у побуті, так і у промисловості, в цілому у діяльності людини. Не обійшло впровадження такого роду систем і об'єктів критичної інфраструктури.

Набір давачів, що використовується в системах охорони периметру є визначеним, однак на кожному об'єкті різняться їх комбінування, розміщення, налаштування. Типовими є давач руху, камера відеоспостереження, перепуска та сирена. Їх кількість буде залежати від периметру зони охорони, однак вони є типовими для більшості систем охорони.

На даний момент ліхтарики є майже у всіх будинках їх можна використовувати в поході, на прогулянці ввечері або коли вдома відключили світло. Але ліхтарики використовують для самозахисту, військових цілях, охоронних цілях, тощо. Є незамінним елементом в багатьох сферах.

Метою даного проекту є розробка ліхтаря с GSM модулем який буде складовою частиною у IOT системі охорони об'єктів державних установ. Що в подальшому збільшить спектр та гнучкість системи охорони. Даний прилад буде передавати координати власника для подальшого спостереження та виявлення його для збільшення безпеки та зручності використання. Також власник зможе подати сигнал SOS (автододзвін, відправка SMS повідомлення, передача даних через GPRS/EDGE з'єднання) за допомогою мережі зв'язку на телефон або на сервер. А також буде також буде складовою цивільних IOT систем, які будуть використовуватися людьми які займаються екстремальними видами спорту. Бо тому що я б сам хотів мати такий прилад.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Згідно технічного завдання потрібно розробити «ліхтарик з GSM модулем», який з таких частин — Світлодіод, оптична система, драйвер управління, корпус, акумулятор, кнопка увімкнення, GSM-модуль, супутниковий приймач .

GSM-модуль з супутниковим приймачем вбудовується ліхтарик що допомагає зберегти компактність. За допомогою GSM-модуля ми можемо знайти ліхтарик, відстежити маршрут, точні координати.

Напруга живлення (3.3 – 5) В, акумулятор з ємністю не менше 3200 мАгод, габаритні розміри приладу не більше 200x70x70 мм, час безперервної роботи не менше 120 год, світлодіод з потужністю 10 Вт.

Захист від механічних впливів на плату здійснюється корпусом.

Ввімкнення і вимкнення приладу здійснюється перемикачем.

## 1.1 Аналіз з точки зору конструктора

### 1.1.1 Призначення та об'єкт встановлення ЕА

Умови призначення та встановлення згідно ГОСТ 16019-2001 [3], Р6 – носима, розміщується при використанні в одязі або під одягом оператора, або в опалюваних наземних і підземних спорудах.

### 1.1.2 Умови експлуатації ЕА

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 ТС4 [2]. У4 — Помірний мікрокліматичний район; 1 – експлуатація в критих приміщеннях. Для експлуатації на відкритому повітрі (вплив сукупності кліматичних факторів, притаманних даному макрокліматичному району);

— робочі температури, -17 ... +63 °С;

— граничні температури, -40 ... +63 °С;

— верхнє значення відносної вологості, 75 % при 15 °С;

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001 Р6 [3]. Такі умови експлуатації мають наступні основні характеристики:

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

— синусоїдальна вібрація (діапазон частот, 10...70 Гц, амплітуда прискорення 19,6 м/с<sup>2</sup> або 2 g, тривалість впливу 90 хв);

— механічні удари при експлуатації (пікове ударне прискорення 98 м/с<sup>2</sup> або 10 g, тривалість удару 16 мс число ударів в кожному напрямку 1000), при транспортуванні (пікове ударне прискорення 250 м/с<sup>2</sup> або 25 g, тривалість удару 6 мс, число ударів в кожному напрямку 4000);

— понижена температура, робоча +5 °С, гранична –40°С, час витримки при цих температурах 2 год;

— підвищена температура, робоча +40 °С, гранична +55°С, час витримки при цих температурах 2 год.

## 1.2 Аналіз з точки зору технолога

Задля виконання умови про розміри плати, було прийнято рішення зробити двосторонню плату, з однієї сторони ми розмістимо всі елементи, з іншої сторони ми розмістимо доріжки та землю. Її доцільно виготовляти промисловим способом. Доріжки було зроблено мінімально допустимими задля збереження безпечного функціонування плати і водночас зменшення місця яке займають доріжки. Розміщення елементів здійснювалось максимально близько одне до одного, так як вони розташовані на схемі.

### 1.2.1 Вибір матеріалу плати

Матеріалом плати обрано фольгований склотекстоліт FR4.

Параметри матеріалу:

Модуль пружності –  $3,02 * 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>

Густина –  $1,85 * 10^3$  кг/м<sup>3</sup>

Коефіцієнт Пуассона – 0,136

Склотекстоліт має високу механічну міцність, термостійкість, низькі втрати, високий поверхневий опір.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		12

### **1.2.2 Вибір класу точності плати та щільності виробництва**

Так як за ТЗ плата виходить малих габаритів, приблизно 30x20мм, тому компоненти матимуть переважно малі виводи. Отже слід брати мінімальні значення вказані виробником [5]. З цього виходить що рекомендований клас точності – 5.

### **1.2.3 Вибір технології виготовлення плати**

При виготовленні ДП можемо використовувати метод лазерно-праскової технології це швидко і доступно, але технологія має свої недоліки (як і майже всі "домашні" методи виготовлення ДП). Її доцільно виготовляти промисловим способом. Бо таких плат потрібно буде багато.

### **1.3 Аналіз потрібних нам компонентів**

Для освітлювальної системи основний компонентом є освітлювальна система.

Відбивачі виготовляються з алюмінію параболічної форми, мають ККД відбиття світла понад 80%[1]. Від глибини та діаметра відбивача залежить дальність світіння ліхтаря – кут розбіжності центрального променя, бічна засвітка. Відбивачі бувають як текстурованими (м'якими, матовими), так і рівним (дзеркальними). Текстурована поверхня дає плавний перехід у яскравості від центрального променя до бічного засвічення. У рівної ж буде різкий перехід у яскравості, центральний промінь добре виражений. Відбивач не тільки формує промінь світла, але й відводить тепло від світлодіода, що дозволяє піднімати яскравість без ризику перегріву.

Оптична система. Це відбивач чи ТІР-оптика на рисунку 1.1.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13



Рисунок 1.1 – Відбивач

ТІР оптика - це прозора пластикова лінза так само параболічної форми, працює за рахунок повного заломлення світла на межі середовищ (повітря та самої оптики) через різницю в щільності. Має вищу ККД, близько 90 відсотків. Вона важча відбивача, не відводить тепло, і немає плавного переходу від центрального променя до бічного засвічення. Цей тип оптики не дуже поширений у ліхтаря[2].

Джерелом світла є світлодіод.(рис. 1.2)



Рисунок 1.2 – Світлодіод

У сучасному світі ліхтарів світлодіоди практично повністю витіснили ксенонові лампи, лампи розжарювання та галогенові лампи. За характеристи-

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

14

ками вони значно краще – в рази вище ККД (довший час роботи, слабше гріються), вище ресурс роботи (майже вічні), не поступаються яскравості [3].

Світлодіоди поділяються на джерела теплого та холодного світла.

У холодного світла вище яскравість, сильніше сліпить (для ліхтаря це краще), вище контрастність об'єктів, що освітлюються.

У теплому світлі предмети, що освітлюються, мають більш природні кольори. Наприклад, краще видно кров, що є актуальним для мисливського ліхтаря при пошуку підранків. Так само тепле світло краще пробиває туман. Промінь у такого підствольного ліхтаря менше помітний у повітрі, тому майже не заважає цілитися через оптику.

У підствольного ліхтаря на світлодіоді CREE XM-L2 U2 яскравість може досягати 1100 люмен, а на CREE XP-G2 R5 670 люмен. Однак це не означає, що ліхтар на CREE XM-L2 світитиме далі. Справа в площі кристалів - чим вона менша, тим сильніше виходить сфокусувати промінь, і тим далі світитиме ліхтар[4].

Драйвер керування ліхтарем відповідає за кількість режимів та спосіб їх перемикання. Найкращі моделі підствольних ліхтарів можна навіть програмувати – змінювати кількість режимів, їхню яскравість, частоту стробоскопа, тип стабілізації яскравості тощо.

Способи перемикання режимів яскравості бувають:

- поворотом голови - треба швидко повернути голову приблизно на 5мм і потім знову закрутити;
- натисканням на кнопку – потрібно натискати на кнопку, розташовану біля голови ліхтаря, по черзі перегортаючи режими, доки не знайдеться відповідний;
- магнітним кільцем – при його обертанні змінюються режими.

Все складніше ніж описано вище, і кожна модель має свої переваги і недоліки, що допомагають швидко вибрати потрібний режим, але основні принципи зазначені.

Покриття корпусу - майже завжди застосовується анодування 3 ступеня, воно є найбільш стійким[5].

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
						15
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Так само корпус майже у багатьох ліхтарів виконаний з авіаційного алюмінію.

Елементи живлення: 2 батареї CR123A або 1 акумулятор 18650. Батареї дорогі, тому експлуатувати ліхтар з ними дорого і акумулятор 18650 відразу окупається. Єдина перевага CR123A – добре витримують низькі температури, до -40 градусів Цельсія.

Грип-упор – зручна річ для утримання ліхтаря різними видами хватів. Також ліхтар не вислизає з руки в рукавичках.

На місце кнопки увімкнення на ліхтар можна встановити виносну кнопку.

### 1.3.1. GSM модуль

Нам потрібен якийсь GSM модуль, з максимально великою антенною для кращого приймання сигналів.

GSM — це масштабний стандарт цифрового мобільного стільникового зв'язку, в якому присутнє ділення каналів по частоті і по часу [6]. Він складає 2-ге покоління (2G), саме тому його розробка була пізніше, аніж аналоговий стільниковий зв'язок (1G) і краще спроектований.

GSM включає підтримку таких послуг:

- передача розмовної інформації;
- передача даних (синхронний і асинхронний обмін даними);
- передача SMS;

Розширені послуги:

- можливість визначити номер телефону абонента;
- переадресація виклику на інший номер;
- очікування та утримання виклику;
- конференція як зв'язок (одночасно мовний зв'язок між трьома і більше абонентами);
- заборона певних послуг (роумінгові, міжнародні дзвінки та ін.);
- голосова пошта і багато інших послуг.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

16



GSM є чи не найбільш широко використовуваним стандартом зв'язку сьогодні. За підсумками 2019 року в Україні налічується 60,88 млн активних користувачів мобільного зв'язку за даними GSM Association (GSMA). Ці цифри дивують, враховуючи, що загальна чисельність населення становить лише 43,86 мільйона. Це означає, що майже у кожного користувача є дві SIM-карти.

Такий швидкий розвиток стільникових мереж дає змогу широко використовувати технологію GSM. Перш за все, це GSM сигналізації для автомобілів, GSM сигналізації та системи управління заміськими будинками та квартирами (розумний дім), в рекламній галузі - для дистанційного керування інформаційними табло, в системах дистанційного керування промисловими об'єктами та їх використанню. GSM модеми в банкоматах і торгових автоматах тощо.

Кожен з нас намагається максимально дбати про збереження свого майна. Слід звернути увагу на сучасні системи безпеки, які є найсучаснішими. Вони повністю реалізують покладене на них завдання, пов'язане з охороною різноманітних об'єктів. Охоронні системи з GSM-модулем – це лише одне з останніх рішень, які нещодавно вийшли на наш ринок, але вже завоювали славу найнадійнішого захисту. Переваги використання GSM сигналізації очевидні. Це не тільки недорогий, хоча і дуже важливий показник, але і висока надійність і продуктивність. Сигнал лиха надходить майже відразу. Це робиться як за допомогою SMS, так і шляхом простого підключення до власника мобільного телефону.

Також нам знадобиться супутниковий приймач.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

#### 1.4 Аналіз аналогів

Досліджуючи ринок було знайдено декілька схожих аналогів які максимально схожі на прилад представлений у роботі

Reachfar RF-V20 - Багатофункціональний GPS трекер ліхтарик. Зовнішній вигляд ліхтарика Reachfar RF-V20 зображений на рис.1.3. Виробник Китай. Розміри 2032 x 51 x 25 мм. Має корпус та вбудований акумулятор 4500 мАгод. Відсутня заміна акумулятора. GPS модуль. Слабкий світлодіод на 2 Вт. Зарядка від розетки. Режим безперервної роботи світлодіода лише 100 годин. Не розбірний корпус, деталі замінити не можна. Ціна 80\$.



Рисунок 1.3 – Reachfar RF-V20

Mini GSM Wifi GPS трекер LK800 - Водонепроникна IPX6 платформа телефону відстеження в режимі реального часу (рис.1.4). Виробник Китай. Розміри 70 x 55 x 14 мм. Має корпус та вбудований акумулятор 1000 мАгод. Відсутня заміна акумулятора. GPS модуль. Слабкий світлодіод на 1 Вт. Зарядка від розетки. Режим безперервної роботи світлодіода лише 200 годин. Не розбірний корпус, деталі замінити не можна. Ціна 100\$.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

18



Рисунок 1.4 – Mini GSM Wifi GPS трекер LK800

Нижче в таблиці 1.1 наведено порівняльну характеристику аналогів з моїм приладом.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика

	RF-V20	LK800	Мій прилад
Розмір	203x51x25мм	70x55x14мм	160x50x50
Безперервна робота від одного заряду	100 год	200 год	486 год
Наявність корпусу	Так	Так	Так
Розбірний корпус	Ні	Ні	Так
Розташування батареї	Внутрішнє	Внутрішнє	Внутрішнє
Можливість змінювати батарею	Ні	Ні	Так
Акумулятор	4500 мАгод	1000 мАгод	6400 мАгод
Світлодіод	2 Вт	1 Вт	10 Вт
Ціна	80 \$	100 \$	40 \$

Отже з таблиці можемо зробити висновки, що у порівнянні з LK800 прилад має більші розміри. В всіх інших аспектах мій прилад кращий за всі інші аналоги.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

19

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

### 2.1 Обґрунтування структурної схеми пристрою

Структурна схема пристрою який розроблюється представлена на рисунку 2.1:

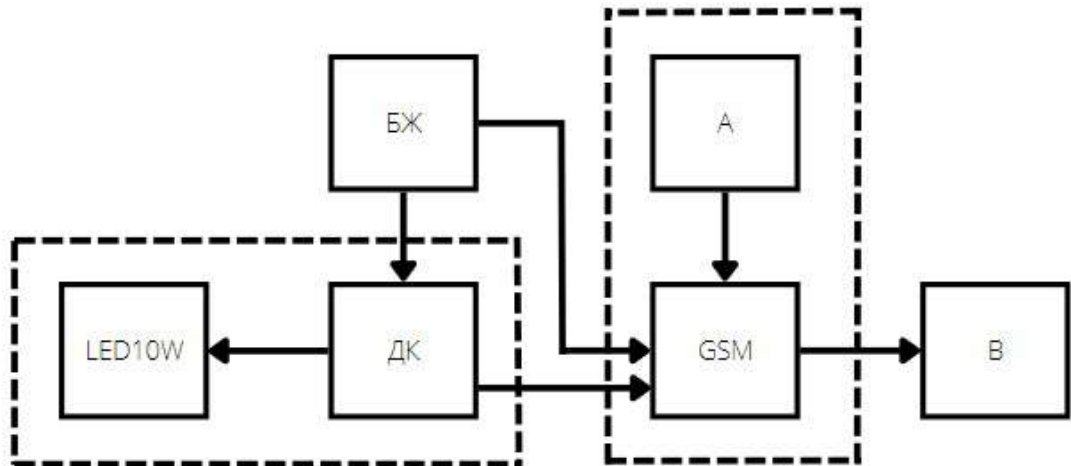


Рисунок 2.1 — Структурна схема

Умовні скорочення:

- БЖ — блок живлення, модуль, що задає напругу яку потребує мікроконтролер для роботи;
- GSM — модуль, що передає інформацію, отриману від мікроконтролера, користувачу;
- В — власник;
- ДК — Драйвер керування;
- LED10W — світлодіод 10В;
- А – антена (супутниковий приймач).

Зі структурної схеми очевидно, що вона компактна бо в нас є ліміт по габаритам. Але з економічної і практичної сторони, ми використали невелику антену та GSM модуль, які забезпечать максимальну надійність системи.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

20

## 2.2 Обґрунтування електричної принципової схеми

Схема електрична принципова спроектована в середовищі Altium Designer, відповідно для розробки друкованого вузла створена бібліотека елементів відповідно до вимог ДСТУ.

Готова схема зображена на рис.2.2: X2 і X3 — вихідні 2 клеми щоб підключити акумулятори на 4.25В.

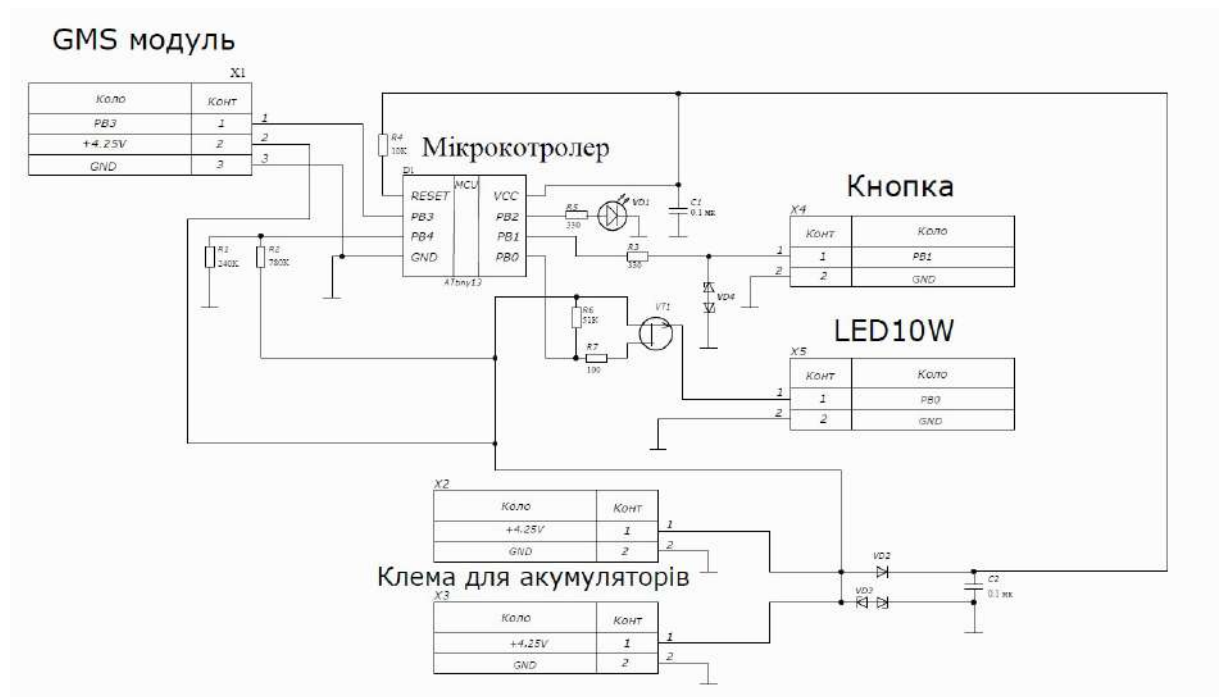


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

З рекомендації виробника, при підключенні МК в схему перед подачею напруги слід пам'ятати правило, яке обов'язкове для всіх мікросхем: біля виводів живлення мікросхеми повинен бути керамічний конденсатор ємністю (0,06 — 0,22) мкФ. В даному випадку додаємо C2 в корпусі А, танталовий конденсатор ємністю 0,1 мкФ. Напруга живлення МК може просаджуватися при великих струмах комутації світлодіода.

Індикатором роботи нашого МК є світло діод VD1; може використовуватися будь-який світлодіод у корпусі 1206, який підключений через R5 (опором 330 Ом) для запобігання подачі великої напруги на нього.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

21

Підключення GSM-модуля до МК відбувається через роз'єм X1. До GSM-модуля ми підключаємо супутниковий приймач (антену). Струм на МК допустимий 4.25А і на всіх інших елементах в межах допустимого. U1 – мікроконтролер Attiny13a у корпусі 8S1 (індекс SSU). C1 - розв'язуючий конденсатор живлення мікроконтролера, повинен бути в районі 0.1 мкф, корпус 1206 або 0805, температурний коефіцієнт X7R. R1-R2 - резисторний дільник для вимірювання напруги батареї, номінали можна ставити будь-які, тут головне співвідношення (780К/240К, коефіцієнт розподілу 4.25) і струм витоку, який буде більшим, якщо збільшити номінали (при поточних він близько 4 мкА), напруга 1.0 В, згідно з даташитом він може бути в межах 1.0 В - 1.2 В, максимальна напруга на виході дільника не повинна бути більше 1 В. При дільнику 780/240 максимально допустима напруга на вході дільника буде 4.25 В, що більш ніж достатньо всіх типів літєвих акумуляторів.

Захист виведення порту мікроконтролера від замикання відбувається через резистор R3. R4 - RESET МК до живлення, без нього можливі перезавантаження. VT1 - Р-канальний польовий транзистор у корпусі SOT-23, я поставив АО3401. R7 - струмообмежувальний резистор затвора. Оскільки затвор транзистора має деяку ємність, при зарядці цієї ємності через пін може проходити великий струм і пін може вийти з ладу. Можна ставити у районі (100-220) Ом. R6 – резистор підтяжки затвора до живлення. VD2 - "замикаючий" діод в корпусі SOD323. R5 та D1 відповідають за підсвічування (LED2). Мінімальний номінал R5 - 100 Ом. VD1 - будь-який світлодіод у корпусі 1206. Чим більше номінал, тим слабше світиться світлодіод (він вмикається в постійному режимі). VD3 і VD4 - захисні діоди (TVS), я використав PESD5V0 (5.0В) у корпусі SOD323. VD3 захищає від перенапруги живлення, VD4 - по кнопці. Якщо кнопка закрита мембраною, то в ньому немає особливого значення. X5 – вивід для підключення LED10W. До МК підключається транзисторним ключем (R6, R7, VT1). X4 – вивід для підключення кнопки.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

### 3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

Спроектований пристрій має як активні, так і пасивні елементи. Активні елементи служать для зміни потужності сигналу, в нашому випадку подають енергію в схему, і частина перетворюють в тепло.

Підбираючи елементну базу необхідно пам'ятати такі критерії:

- елементна база забезпечує потрібні електричні параметри з потрібною точністю;
- вибір елементної бази визначає надійність пристрою;
- при правильному виборі елементної бази, можна оптимізувати вагу і габарити кінцевого виробу;
- вибір типу елементної бази впливає на можливість автоматизації збірки;
- елементна база повинна бути доступною;
- саме елементна база впливає на вартість самого виробу.

При виборі елементної бази, слід притримуватись вибору елементів типу SMD, встановлення яких відбувається поверхневим монтажем. Це слід пам'ятати, тому що розміри плати обмежені

#### 3.1 Вибір мікроконтролеру

Для розроблювального пристрою було обрано базовий Attiny13a - це один з найдешевших МК фірми Atmel, зображений на рисунку 4.1:



Рисунок 3.1 — Мікроконтролер Attiny13a, фірми Atmel

Вартість даного зразка на ринку мінімальна, що задовольняє нашу мету. Функціонал його дозволяє миттєво реагувати на тривожний сигнал і споживає мало енергії. Малі габарити.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		23

Даний МК має наступні параметри:

- тактова частота: 0 — 20 МГц;
- напруга живлення: 1.8 – 5.5 В;
- об'єм пам'яті: 1 кБ;
- загальна кількість портів: 6;
- ОЗУ — 64 Байт;
- кількість ШІМ (PWM) виходів: 2;
- кількість каналів АЦП (аналогові входи): 4;
- робоча температура: -40°C...+85°C;
- Довжина 5мм;
- Ширина 4мм;
- Висота 1.5мм;

Тип корпусу МК був підібраний в модифікації 8-PDIP/SOIJ/SOIC (англ. *Dual In-Line Package*) — корпус з двома рядами виводів на кожному з довгих сторін. Діаграма портів МК зображено на рисунку 3.2:

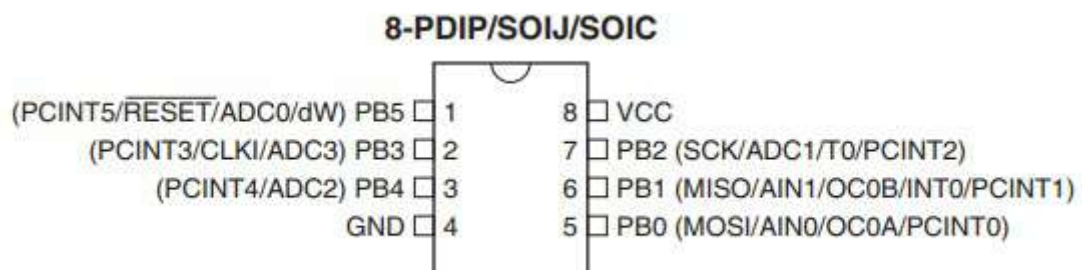


Рисунок 3.2 — Порти мікроконтролера

Щоби забезпечити заданий функціонал, будуть використані наступні порти:

- PB0 — для підключення з світлодіодом;
- PB1 — для підключення до кнопки;
- PB2 — для підключення слабкого світлодіодом;
- VCC — подача напруги (плюс);
- GND — земля (мінус);

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

24



- PB5 — Reset;
- PB3 — для підключення з GSM-модулем;
- PB4 — для підключення до акумулятора.

Згідно рекомендації виробника, всі виводи мінуса і плюса будуть підключені. При тому через одні і ті ж виводи МК не повинний проходити струм, тому що всередині корпусу вони з'єднанні тонкими провідниками, тобто не повинні розглядатися як «перемички».

Перед подачею напруги слід пам'ятати правило, яке обов'язкове для всіх мікросхем: біля їх виводів живлення повинен бути керамічний конденсатор ємністю (0,06 — 0,22) мкФ

### 3.2 Вибір транзисторів

Вивід до LED 10 Вт буде підключено через Р-канальний польовий транзистор VT1 підібраний в корпусі SOT-23. Транзистори прп серії AO3401. Компанії ALPHA OMEGA SEMICONDUCTOR.

Даний транзистор має наступні параметри, наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика транзистора

	Потужність Вт	Діапазон темпе- ратур, °С	Вага г.	Ціна \$
A. O. S.	1.4 Вт	-55... +150	0.1	0.067

Такий вибір був зроблений бо нам потрібні SMD елементи.

### 3.3 Вибір GSM-модуля

Проаналізувавши ринок GSM-модулів, було вирішено взяти готовий модуль від компанії SIMCom Wireless Solutions, на базі мікроконтролеру SIM800L, який ідеально підходить по розмірах для нашої плати, на відміну від інших такого типу. Даний модуль має наступні параметри:

- напруга живлення: 3.7В — 4.4В;
- струм в режимі очікування: 0.7мА;
- максимальний струм: 2А;

- швидкість UART: 1200 — 115200 біт/с;
- формат SIM карти: microSIM;
- робочий діапазон частот: 850 — 1900 МГц;
- температурний режим: -40°C...+85°C.
- GPRS клас 12;
- режим мережі: 2G;
- розміри: 25x24x4 мм.

На рис. 3.3 зображено зовнішній вигляд плати:

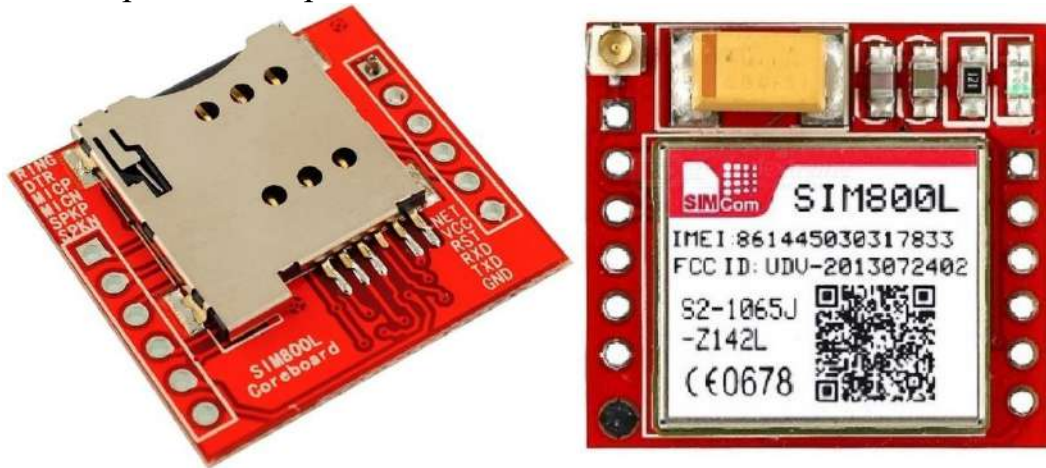


Рисунок 3.3 — GSM-модуль на базі SIM800L

Щоб більш детально зрозуміти роботу даного модуля, розглянемо виводи для підключення плати:

- DTR — додатковий сигнал
- UART Universal Asynchronous Receiver/Transmitter — універсальний асинхронний приймач, призначений для передачі даних в послідовній формі. Потрібен для підключення з комп'ютером через COM-порт;
- SPKR/SPKN — з'єднання з динаміком;
- NET — вивід для спіральної антени;
- VCC — живлення;
- RST — скидання;
- RXD/TXD — з'єднання з мікроконтролером;
- GND — земля.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для нормальної роботи модуля, необхідно забезпечити вхідну напругу 3.7В — 4.4В.

У верхньому правому куті є світлодіод, який дозволяє перевірити стан мережі. Якщо частота миготіння цього світлодіоду становить один раз на секунду, це означає, що модуль працює, але не підключений до мережі; якщо частота миготіння двічі на секунду, запит на підключення до мережі GPRS включений; Коли частота зросла до трьох разів на секунду, модуль знайшов мережу і може отримувати/відправляти голосові SMS-повідомлення.

### 3.4 Вибір пасивних елементів

Пасивні елементи — елементи, що не утворюють електричної енергії. В якості пасивних елементів слугують конденсатори та резистори.

Зважаючи на те, що пайка буде зовнішня, при виборі резисторів я вибрав SMD резистори серії 0603 бо вони займають менше місця. Порівняльна характеристика різних виробників резисторів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика резисторів різних виробників

Виробник/Параметр	Panasonic	Ohmite	Yageo
Відхилення від номіналу, %	0,1 ... 5	0,5 ... 1	0,1 ... 5
Діапазон температур, °C	-55...+155	-55...+150	-55...+155
Потужність, мВт	50	100	50...200
Ціна за шт. , \$	0,31	0.42	0.42

Виходячи з таблиці можемо обрати фірму Yageo тому що у них показники не сильно відрізняються від інших, але багаторічний досвід в виготовленні та якість яку вони надають найвища серед аналогів та підходять для використання їх у ДВ.

Yageo Corporation - заснована в 1977 американська тайванська компанія з виробництва електронних компонентів. Компанія спеціалізується на пасивних пристроях - резисторах, конденсаторах та котушках індуктивності. На

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

27

січень 2020 року вони були третіми за величиною серед виробників пасивних компонентів у світі.

C1 - конденсатор живлення мікроконтролера, повинен бути в районі 0.1 мкФ, обираємо керамічний корпус з діелектриком X7R для поверхневого монтажу серії 1206. C2 – обираємо танталовий конденсатор у корпусі А (Компанія VISHAY).

Вибір чіп-конденсаторів та чіп-резисторів саме такий бо пристрій має малі розміри і компоненти повинні також бути малими.

### 3.5 Вибір діодів

Зважаючи що пайка буде зовнішня, то для діода VD1 ми візьмемо зелений SMD діод у корпусі 1206 зазвичай вони найдешевші. VD2 діод BAT6 у корпусі SOD323 був вибраний такий бо враховувалась тільки ціна а також це мав бути SMD елемент. VD3 і VD4 діод CPDV3V3A-HF у корпусі SOD323 SOD323 був вибраний такий бо враховувалась тільки ціна а також це мав бути SMD елемент.

### 3.6 Обґрунтування вибору блоку живлення

Оскільки ліхтарик має малі розміри, потрібно підібрати джерело живлення враховуючи обмежений розмір місця для його встановлення. Проаналізувавши ринок було підібрано акумулятор LG ICR18650-E1 3200 мАгод, Li-ion 4.3В можна використовувати у домашніх умовах, можна дозарядити, досить дешеві, легко змінюються. Витримують низькі температури. Це ледь не єдиний акумулятор з гарною потужністю та номінальною напругою в 4.35 В тому це повністю задовольняє наші потреби.

Акумулятор LG ICR18650-E1 3200 мАгод, Li-ion 4.25В, який зображено на рисунку 3.4.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 3.4 – Акумулятор LG ICR18650-E1 3200 мАгод, Li-ion 4.3В

Характеристики:

- Номінальна потужність: 3200 мАгод;
- Номінальна напруга: 3.75В - 4.35В;
- Зарядна напруга:  $4,3 \pm 0,05$  В;
- Розрядна напруга: 2.75В;
- Струм розряду: до 80А;
- Номінальний струм заряду: 1.6А (0.5с) ;
- Максимальний струм заряду: 4А (1.3с) ;
- Захист: без плати захисту, тільки термозахист;
- Температурний режим: Розряд: від -20 до 75 °С / Заряд: 0-50 °С;
- Розмір: Діаметр - 18.3 мм, Довжина - 65 мм;
- Вага: 47г/шт.

### 3.7 Вибір світлодіода

Світлодіод Cree XM-L2 6500K U2 10W - це сучасний винахід, що дозволяє отримати з звичайного струму потужний світловий потік. Максимальний показник робочого струму для нового світлодіода – 3 А. При світловіддачі 100 лм/Вт світлодіод Cree XM-L2 має світловий потік, що дорівнює 985 лм. Це найкращі показники якості та потужності, силі світлового потоку які я зміг знайти на ринку також показники ціни рівні з аналогами.

Світлодіод Cree XM-L2 6500K U2 10W, який зображено на рисунку 3.5.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

29



Рисунок 3.5 - Світлодіод Cree XM-L2 6500K U2 10 Вт

Характеристики:

- Потужність: 10 Вт;
- Світловий потік: 1050 люмен;
- Прямий струм (IF): 3000 мА;
- колірна температура: 6500 К (холодний білий);
- Кут освітлення: 125°;
- Час життя:> 50000 годин;
- Напруга: 2.85 Вт;
- Розмір світлодіоду: 5x5 мм;

### 3.8 Вибір відбивача

Рефлекторний відбивач XML2 - Алюмінієвий відбивач типу "апельсинова кірка" завдяки цьому відбивачу можна досягти розсіяння світла. Світлодіоди CREE XM-L2, XML, XHP50. Вибір пав на цей відбивач бо він добре відводить тепло. Має показники які нас задовольняють. Також має вбудовану лінзу це було вирішальним критерієм, бо аналоги за таку ціну я не знайшов. Рефлекторний відбивач XML2, зображено на рис. 3.6.



Рисунок 3.6 — Рефлекторний відбивач XML2

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

#### Характеристики:

- Ширина 19.7 мм;
- Висота 17.5 мм;
- Діаметр отвору 5.8 мм;
- Кут свічення: 60°;
- Матеріал кріплення: Алюміній;
- Матеріал лінзи: скло.

### 3.9 Вибір антени для GSM модуля

GPDF254.A – це високопродуктивна пасантна однодіапазонна антена GNSS L1 (рис. 3.7). Вона має подвійну подачу, пасивну конструкцію патчів, що робить його ідеальним для пристроїв GNSS наступного покоління, яким потрібна чудова точність позиціонування у невеликому форм-факторі.



Рисунок 3.7 - Антена GPDF254.A

Патч-антена з подвійним резонансом має широкосмугову роботу із системами GNSS, включаючи GPS (L1), ГЛОНАСС (G1), Galileo (E1) та BeiDou (B1). Також має подібну ціну до інших аналогів. Розміри 25x25x4 мм повністю задовольняють нас. Маса: 9.7 г. А також температурний режим: від -40 до 85 градусів. Має частоту: 1561 / 1575.42 / 1602 МГц. Ці всі характеристики задовольняють наші протребби.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		31

## 4 ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Зважаючи на той факт, що матеріал для виготовлення ДП має вплив на технічно-економічні, конструктивно-технологічні та експлуатаційні параметри проектного приладу, для розробки плати було обрано друкований вузол з металізацією отворів.

Найчастіше для визначення міцності, електроізоляційної властивості та стабільності параметрів в різних середовищах використовують склотекстоліт.

Для виготовлення ДВ було прийнято рішення використати склотекстоліт FR-4 з шаром металізації 18мкм і товщиною 0,4мм.

Характеристики даного текстоліту наведені в таблиці 4.1:

Таблиця 4.1 — Характеристики склотекстоліту FR-4

Характеристики	FR-4	Одиниці виміру
Міцність на згин перпендикулярно шарам при н/у	$\geq 340$	МПа
Ударна міцність на згин паралельно шарам (по Шарлі)	$\geq 33$	кДж/м <sup>2</sup>
Електрична міцність перпендикулярно шарам	$\geq 14,2$	мВ/м
Ізоляційний опір при зануренні у воду	$\geq 5,0 \times 10^8$	W
Напруга пробою паралельно шарам	$\geq 40$	кВ
Діелектрична проникність	$\leq 5,5$	-
Колір	Green	-
Щільність	1,7-1,9	г/см <sup>3</sup>
Горючість	FV0	-
Водопоглинання	$\leq 19$	Мг

Тобто, підсумовуючи вище сказане, конструктивний матеріал ДП — текстоліт, який по своїм параметрам ідеально підходить.



## 5 РОЗРАХУНКИ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

### 5.1 Розрахунок геометричних розмірів

Для визначення площі плати треба розрахувати мінімальну площу, що відповідає загальній площі всіх елементів кожної сторони (табл. 5.1). Тож розрахуємо площу всіх елементів.

Таблиця 5.1 – Площа компонентів

№	Назва елемента	Кіл-ть, шт	Площа, мм <sup>2</sup>	Скомп	Спл
1	SMD резистор серії 0603	7	8,96	70.04	465.5
2	Мікросхема Attiny13a	1	20		
3	Конденсатор А	1	5,12		
4	Конденсатор 1206	1	5.12		
5	Діод 1206	1	5.12		
6	Діод ВАТ6	1	5.12		
7	Діод CPDV3V3A-HF	2	11.6		
8	Транзистор А03401	1	9		

Площу одного елемента визначали за формулою

$$S = WL ,$$

де  $W$  — ширина елементів;  $L$  — довжина елементів.

Площу елементів певного корпусу визначали за формулою

$$SS = SN ,$$

де  $N$  — кількість елементів;  $S$  — площа елементів певного корпусу.

Загальна площа елементів поверхневого корпусу

$$S_{\text{комп}\Sigma} = \sum_{i=1}^n SS_i ,$$

де  $SS$  — площа елементів певного корпусу.

З табл. 5.1 отримаємо площу, яку займають елементи поверхневого монтажу — 70,04 мм<sup>2</sup>, тому оптимальний розмір плати з урахуванням доріжок буде — 456,5 мм<sup>2</sup>.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

33

Для забезпечення оптимального раціонального розміщення елементів, було обрано двосторонню плату стандартної прямокутної форми з приблизними розмірами 33,3 x 13,7 мм. Матеріал плати FR-4.

## 5.2 Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Ширина друкованих провідників залежить від ряду вимог: електричних, конструктивних і технологічних.

Мінімально допустиме технологічне значення ширини друкованого провідника розраховують:

$$t = t_{minD} + |\Delta t_{н.о.}|,$$

де  $t_{minD}$  розраховується виходячи з класу точності плати;

$\Delta t_{н.о.}$  – нижнє граничне відхилення розмірів ширини друкованого провідника.

Мінімально допустиму ширину друкованого провідника за постійним струмом розраховують за наступною формулою:

$$t_{minD} = I_{max} / j_{доп} \cdot h,$$

де  $I_{max}$  – максимальний постійний струм, що протікає в провідниках;

$j_{доп}$  – допустиме струмове навантаження для мідної фольги приблизно 150 А/мм<sup>2</sup>.

Мінімальну ширину провідника з урахуванням допустимої напруги на ньому визначають наступним чином:

$$t_{minD} = \rho \cdot I_{max} \cdot l / h \cdot U_{доп} \cdot 0.03$$

де  $\rho$  – питомий опір провідного шару;

$l$  – максимальна довжина провідника;

$U_{доп}$  – допустима робоча напруга.

Усі розрахунки будуть проведені у систем автоматизованого проектування Mathcad.

					РА81.412345.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		34

### 5.3 Результат розрахунку ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Ширина друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу наведені в таблиці 5.2:

Таблиця 5.2 — Результат розрахунку ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Тип лінії	Напруга, В	Струм, А	Ширина провідника у вузькому, мкм	Ширина провідника у широкому, мкм	Зазор мкм
Силова	0,5 мм	33*10 <sup>-3</sup>	47	58	35
Сигнальна	0,3 мм	10*10 <sup>-3</sup>	12	13	35

Отримані результати будемо використовувати під час проектування плати.

### 5.4 Розрахунок зазорів між елементами монтажу

Найменша номінальна відстань між елементами провідникового рисунку (між двома провідниками):

$$S_m = S_{m.d} + \Delta t_{v.o},$$

де  $S_{m.d}$  – мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами. Для друкованої плати 3 класу точності  $S_{m.d} = 0,25$  мм.

$\Delta t_{v.o}$  – допуск на ширину провідника  $\Delta t_{v.o} = 0,1$  мм.

$$S_{m.d} = 0,25 + 0,1 = 0,35 \text{ мм}$$

Мінімальний зазор між провідниками рекомендований 0,25 мм.

### 5.5 Трасування ДП

Розведення плати виконувалось за допомогою програмного забезпечення Altium Designer.

Отримані топологічні шари в результаті трасування зображені на рис. 5.1.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		35

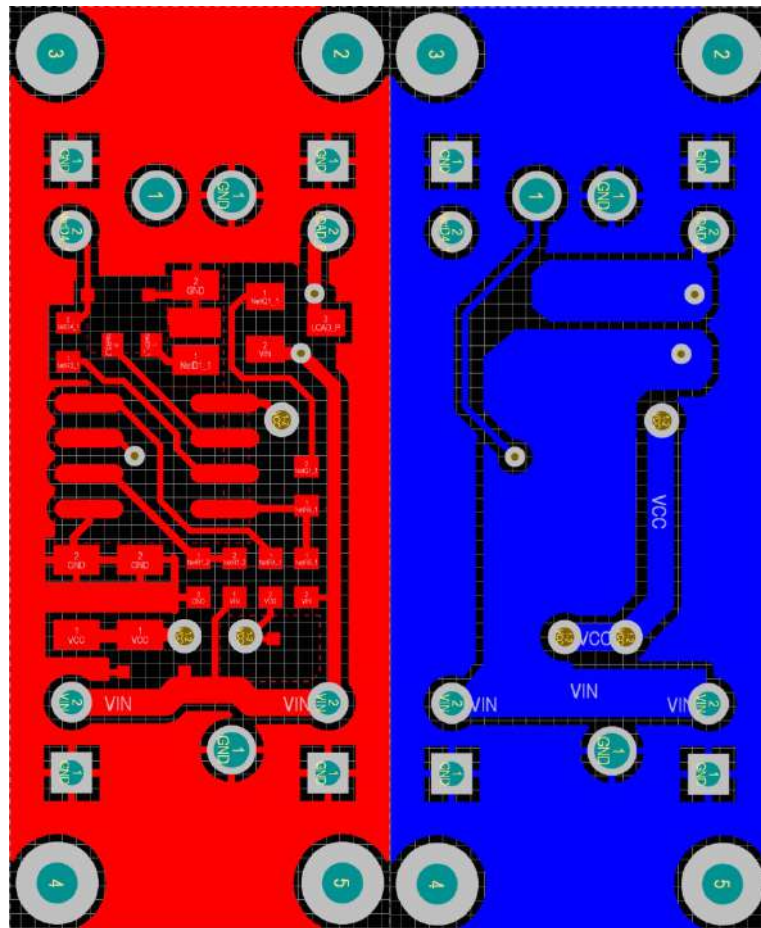


Рисунок 5.1 — Трасування плати

Всі отвори металізовано. Провідники на верхньому шарі позначено червоним кольором, в нижньому — синім. Усі провідники на платі, окрім контактних майданчиків, покриті захисною маскою. Вільний простір на платі залитий шаром міді по всій площі та під'єднаний до землі.

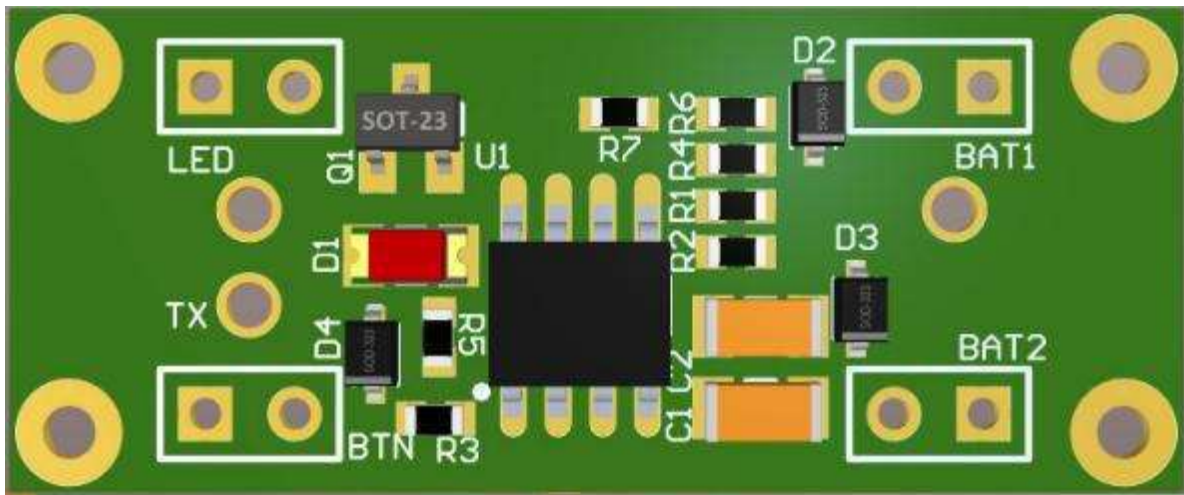
За створеною СЕП додано PSB бібліотеку з усіма вхідними 3D елементами та спроектовано реальну модель плати. Готову плату представлено на рис. 5.2. Всі елементи будуть розташовані на передній стороні плати. Для кращої компоновки, та легкості установки у корпус.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

36



а)



б)

Рисунок 5.2 — Друкована плата: а) вигляд зверху; б) вигляд з боку

В даному розділі було створено та розведено плату пристрою, попередньо визначивши мінімально допустимі розміри провідників для силових та сигнальних ліній.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

37

## 6 ВИБІР МАТЕРІАЛУ КОРПУСУ

В якості матеріалу корпусу вибираємо авіаційний алюміній. Даний матеріал має гарну міцність, естетичність, він надзвичайно стійкий до утворення корозії, легкий, має підвищену теплопровідність, має високі показники втомної міцності та ударної міцності [7]. Він та його композиції широко застосовуються в автомобільній промисловості для виготовлення різних деталей та об'ємному конструюванню. Також є інший плюс, наші компоненти майже зовсім не гріються, але все тепло яке буде хоч воно і нещадно мале, воно буде відводиться за рахунок правильно підібраних компонентів та матеріалу корпусу. В таблиці 6.1 наведені характеристики даного авіаційного алюмінію.

Таблиця 7.1 – Характеристики авіаційного алюмінію

Характеристики	Авіаль	Одиниці виміру
Колір	Silver white	—
Горючість	660	°C
Твердість за системою Брінелля	20	НВ
Міцність на згин перпендикулярно шарам при н/у	$\leq 470$	МПа
Водопоглинання	$\leq 0,1\%$	—
Показник теплопровідності	343	Вт/м

Даний вид алюмінію має унікальні фізичні властивості. На даний момент розвитку технологій цей матеріал є найбільш затребуваним для виробництва багатьох виробів. В промисловості авіаційний алюміній виготовляється у вигляді листів які складаються з різних сплавів.

Тобто, підсумовуючи вище сказане, конструктивний матеріал корпус виготовлятиметься з міцного та легкого алюмінію.

## 7 КОРПУС

В середовищі Solid Works 2017 було створено корпус, було зроблено аналіз розміщення компонентів і було прийнято рішення, плату керування розмістити знизу, потім антену, а зверху модуль GSM, що полегшує встановлення SIM-карти та батарейки. Реальний прилад з акумулятором показано на рис. 7.1 – 7.3:

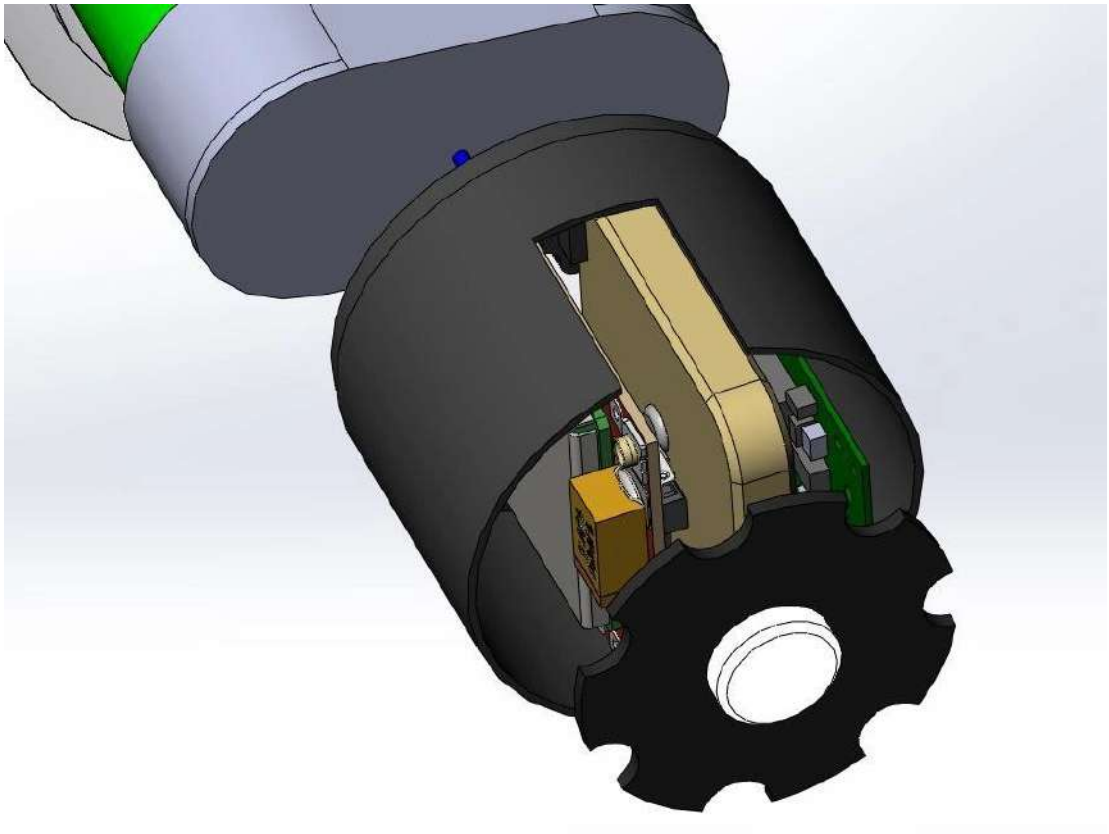


Рисунок 7.1 — Вигляд корпусу

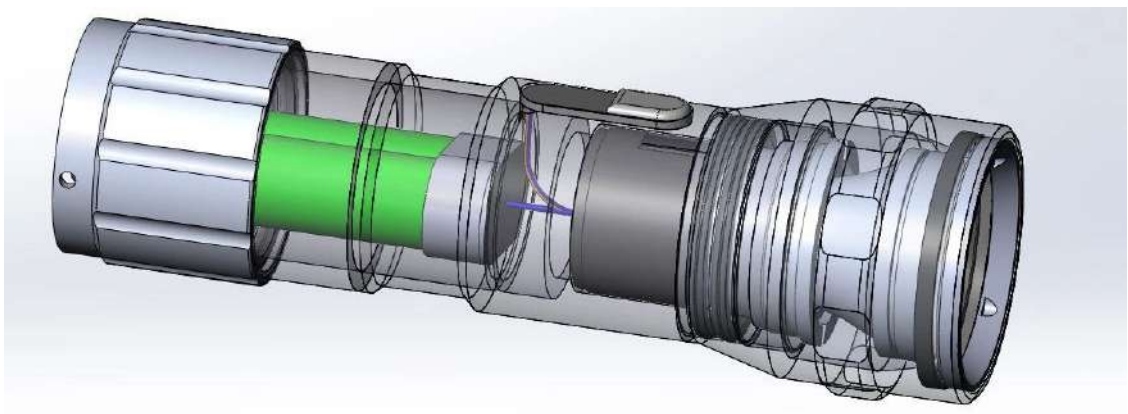


Рисунок 7.2 — Вигляд компонентів всередині

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

39

Як видно з рисунку, ліхтарик розкручується. У основному внутрішньому корпусі елементи кріпляться на болти та знаходяться в такому порядку. Плата керування потім модуль антени та GSM модуль. Такий порядок встановлення обґрунтовується тим що в GSM модуль потрібно вставити SIM – карту і це дозволяє з легкістю змінити її в будь-який момент. Також відкутивши задню частину ліхтаря ми можемо з легкістю замінити акумулятори.



Рисунок 7.3 — Вигляд корпусу

Отже, за схемою електричною принциповою була розроблена ДП. Програмні середовища Altium Designer та Solid Works дуже зручно підходять для проектування ДП, ДВ та корпусу на неї. За їх допомогою можна полегшити конструювання.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40



## 8 РОЗРАХУНКИ ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

### 8.1 Розрахунок резонансної частоти

Матеріал з якого виготовлена плата: FR4.

Вихідні дані:

- довжина плати  $a = 33,3$  мм;
- ширина плати  $b = 13,7$  мм;
- товщина плати  $h = 0,4$  мм;
- модуль пружності матеріалу  $E = 3,02 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>;
- густина матеріалу плати  $\rho = 1,85 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;
- коефіцієнт Пуассона  $\zeta = 0,136$ ;
- маса елементів на платі  $M = 0,005$  кг.

Формула для розрахунку частоти  $f_0$  має вигляд:

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

де  $\varphi(\beta)$  — функція;

$\beta = a/b = 2.43$  — коефіцієнт, залежний від співвідношення довжини і ширини плати;

$D$  — циліндрична жорсткість, Нм;

$m$  — приведена маса друкованої плати з елементами, кг.

Приведена маса друкованої плати

$$m_n = \rho h = 1,85 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,74 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

Приведена маса плати з деталями:

$$m = m_n + \frac{M}{ab} = 0,74 + \frac{0,005}{33,3 \cdot 10^{-3} \cdot 13,7 \cdot 10^{-3}} = 11,669 \text{ кг}$$

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

41

Циліндрична жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi^2)} = \frac{3,02 \cdot 10^{10} \cdot (0,4 \cdot 10^{-3})^3}{12(1 - 0,136^2)} = 0,16 \text{ Нм}$$

Значення функції  $\varphi(\beta)$  для кріплення плати в чотирьох точках:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,612 \frac{\xi}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1,612 \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}} = 3,14^2 \sqrt{\frac{1 + 1,612 \cdot \frac{0,136}{2,43} + \frac{1}{2,43^2}}{1 + 1,612 \cdot \frac{1}{2,43^3} + \frac{1}{2,43^6}}} = 10,46$$

Все необхідне для розрахунку значення резонансної частоти механічних коливань плати було розраховано, тож вона дорівнює:

$$f_0 = \frac{10,46}{2 \cdot 3,14 \cdot (33,3 \cdot 10^{-3})^2} \sqrt{\frac{0,16}{11,669}} = 1,7 \text{ кГц}$$

Отже керуючись вимогами ГОСТ 16019-2001 [8] можна зробити висновок що результат не попадає в проміжок резонансу даного типу апаратури, а отже прилад можна вважати стійким до синусоїдальних вібрацій.

## 8.2 Розрахунок надійності

Розрахунок надійності проводився з урахуванням даних приведених в методичних вказівках. Значення відмов компонентів наведено в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 — Розміри для елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	К-ть	Імовірність відмови $\lambda, \times 10^{-6} \text{ 1/Год}$
Резистор 0603 SMD	7	0,044
Конденсатор 1206 SMD	1	0,022
Конденсатор А	1	0,02
Діод 1206	1	0,034
Діод ВАТ6	1	0,1
Діод CPDV3V3A-HF	2	0,043
Транзистор А03401	1	0,065
Мікросхема Attiny13a	1	0,022

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

42

Імовірність відмов всього пристрою розраховується за формулою:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i N_i ,$$

де  $\lambda$  – імовірність відмови;  $N$  – кількість компонентів.

Отримане значення напрацювання на відмову дорівнює  $6.53 \cdot 10^4$  год, або 7,4 роки. Враховуючи правильну експлуатацію приладу ми отримали доволі непогане значення дієздатності приладу. Але пристрій швидше сяде.

### 8.3 Захист від вологи та пилу

Корпус у нас алюмінієвий та герметичний, щоб його відкрити та замінити сім карту, чи акумулятори потрібно відкрутити певну частину. Тому за звичайних умов пил, бруд чи вода не зможуть потрапити в всередину.

### 8.4 Розрахуток безперервної роботи пристрою від акумулятору

Щоб розрахувати кількість часу безперервної роботи пристрою від акумулятору нам потрібно знати скільки споживають наші компоненти. При мінімальній яскравості: Отже GMS модуль споживає 0.7 мА в режимі очікування, світлодіод на мінімальній яскравості споживає приблизно 5-7 мА, мікроконтролер при робочій частоті(1.2 МГц) споживає приблизно 1.2-1.5 мА. У нас 2 акумулятори з ємністю 3200 мАгод у сумі вийде 6400 мАгод. Потрібно врахувати коефіцієнт поправки роботи акумуляторів 0.7.

Час роботи акумулятора = Ємність акумулятора в mAh / струм навантаження пристрою на mA \* 0.70\* = 487 годин = 20 днів

При максимальній яскравості: світлодіод буде споживати 1.5 А, тоді ми отримаємо 3 години безперервної роботи.

Отже враховуючи результати можемо зробити висновки, що у порівнянні з аналогами мій прилад кращий за всі інші аналоги які я зміг знайти.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		43

## ВИСНОВКИ

Досліджуючи ринок було виявлено що аналогів до пристрою який створювався у дипломній роботі наразі дуже мало. А попит на такі пристрої великий, оскільки вони багатофункціональні.

Розрахунки показали, що резонансна частота приладу дорівнює 1,7 кГц, а отже за ГОСТ 16019-2001 пристрій стійкий до синусоїдальних вібрацій. Розрахунки надійності показали безвідмовна робота приладу складає 65300 год.

Напруга живлення 4.3 В, акумулятор ємністю 6400 мАгод. Світлодіод з потужністю 10 Вт. Розміри готового виробу складають 160x46x46 мм. Корпус герметичний та захищений.

Підібрана елементарна база, яка базується на якісних та водночас не дорогих, легких елементах. А також розроблена друкована плата. Запропонований загальний вигляд конструкції ліхтарика с GSM – модулем та підібрані матеріали з яких буде складатися плата.

Промодельована в SolidWorks конструкція, яка дозволяє розмістити компактно всі елементи в обмеженому середовищі.

Результатом проведеної роботи є конструкторська документація, а саме схема електрична принципова, складальне креслення друкованої плати, а також трасування друкованої плати.

Ліхтарі приблизно таких характеристик будуть коштувати 80-100\$ або більше. Ціна мого ліхтаря буде приблизно 40\$ якщо купляти всі деталі за оптовою ціною

Розроблений пристрій задовольняє вимогам технічного завдання.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		44

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Фонари: виды, принципы работы, критерии выбора — [Электронный ресурс] — <https://www.maxidom.ru/blog/kak-vybrat/fonari-vidy-printsipy-raboty-kriterii-vybora/>
2. Многофункциональный GPS трекер ліхтарик Reachfar RF-V20 — [Электронный ресурс] - <https://digital-world.in.ua/product/mnogofunkcionalnyj-gps-treker-7v1-rf-v20-treker-power-bank-f/>
3. Фонарик Mini GSM Wifi GPS трекер LK800 — [Электронный ресурс] - [https://aliexpress.ru/item/4000994218134.html?gatewayAdapt=glo2rus&sku\\_id=10000013252719258](https://aliexpress.ru/item/4000994218134.html?gatewayAdapt=glo2rus&sku_id=10000013252719258)
4. GPS-трекер ТК305 — [Электронный ресурс] — Режим доступа <https://mobile-data.com.ua/gps-track/tk-305/>
5. GSM-модуль SIM800L — [Электронный ресурс] — Режим доступа <https://arduino.ua/prod1665-gsm-modyl-na-sim800l>
6. GPS сигналізація, форум електроніки — [Электронный ресурс] — <https://vrtp.ru/index.php?showtopic=18581&st=720>
7. Современные типы Li-ion аккумуляторов — [Электронный ресурс] — Режим доступа [https://kit-e.ru/preview/pre\\_111\\_11\\_13\\_Liion\\_in\\_action.php](https://kit-e.ru/preview/pre_111_11_13_Liion_in_action.php)
8. ВИКОРИСТАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ — [Электронный ресурс] — <http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/c5e0a7a844eec022acafcd0432bc27beVikoristannya-alyuminiyevix-splaviv-v-aviacijnij-ta-raketno-kosmichnij-texnici.pdf>
9. Характеристики и свойства сплава авиационного алюминия — [Электронный ресурс] — <https://metalloy.ru/splavy/aviatsionnyu-alyuminiy>
10. Пассивные и активные элементы электрических цепей — [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/807-passivnye-i-aktivnye-jelementy.html>
11. ГОСТ 10316-78 – [Электронный ресурс] – режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/gost-10316-78>

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		45

12. Про подствольные фонари — [Электронный ресурс] — <http://www.siegtek.ru/podstvolnye-fonari.html>
13. РАЗБИРАЕМСЯ С ТАКТИЧЕСКИМИ ФОНАРЯМИ — [Электронный ресурс] — <https://www.nozhikov.ru/blogs/stati/razbiraemsiya-s-takticheskimi-fonaryami>
14. Статьи о светодиодах, драйверах для светодиодов — [Электронный ресурс] — <https://www.flashled.com.ua/articles>
15. Материалы для печатных плат | Основы электроакустики — [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://audioakustika.ru/node/1327>
16. Attiny13a datasheet — [Электронный ресурс] — <https://www.microchip.com/en-us/product/ATtiny13A>
17. Антенa GPDF254.A — [Электронный ресурс] — <https://www.taoglas.com/product/passive-dual-pin-gnss-patch-antenna/>
18. Работа с данными GPS — [Электронный ресурс] — [https://docs.qgis.org/3.10/ru/docs/user\\_manual/working\\_with\\_gps/index.html](https://docs.qgis.org/3.10/ru/docs/user_manual/working_with_gps/index.html)
19. GSM - [Электронный ресурс] — <https://en.wikipedia.org/wiki/GSM>
20. GSM (Global System for Mobile communication) — [Электронный ресурс] — <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/GSM>
21. Светодиод: устройство, принцип работы, преимущества — [Электронный ресурс] — <https://duray.ru/database/stati/svetodiod-ustroystvo-printsip-raboty-preimushchestva/>
22. Исследование влияния различных отражателей и рассеивателей на форму светового пучка — [Электронный ресурс] — <https://habr.com/ru/post/453018/>
23. GNSS antennas — [Электронный ресурс] — [https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/GNSS-Antennas\\_AppNote\\_%28UBX-15030289%29.pdf](https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/GNSS-Antennas_AppNote_%28UBX-15030289%29.pdf)
24. Охранное освещение — [Электронный ресурс] — <https://novolampa.ru/baza-znaniy/okhrannoe-osveshchenie/>
25. Что такое IoT — [Электронный ресурс] — <https://habr.com/ru/company/otus/blog/549550/>

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
						46
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту  
ст.викл. Головня В. М.

\_\_\_\_\_  
(дата) (підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри прикладної радіоелектроніки д.т.н., проф. Степанов М. М.

\_\_\_\_\_  
(дата) (підпис)

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

« Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ »

					РА81.412345.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 1. Назва та підстава для виконання

Назва дипломного проекту «Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ». Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури від

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022

## 2. Виконавці

Керівник дипломного проекту — ст.викл. Головня Вікторія Мілентіївна.  
Виконавець — студент групи РА-81 Антонов Іван Володимирович.

## 3. Мета розробки

Створення унікального для попередження та виявлення злочинів, розшуку осіб які переховуються від правоохоронних органів, запису судового процесу тощо.

## 4. Технічні вимоги

### 4.1. Склад приладу

4.1.1. Одна плата

4.1.2. Корпус

4.1.3. Акумулятор

### 4.2. Показники призначення

4.2.1. Напруга живлення, 3.3 – 5 В

4.2.2. Акумулятор з ємністю не менше, 3200 мАгод

4.2.3. Габаритні розміри приладу, не більше, 200x70x70 мм

4.2.4. Час безперервної роботи не менше, 120 год

4.2.5. Світлодіод з потужністю, 10 Вт

### 4.3. Вимоги до надійності

4.3.1. Середнє напрацювання на відмову, не менше, 30000 год

4.3.2. Пристрій повинен бути відновлюваний ремонтпридатний

4.3.3. Стійкість до резонансу за ГОСТ 16019-2001. Р6.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		48



#### **4.4. Вимоги до технологічності**

Пристрій не призначений для масового виробництва. Пристрій повинен містити герметичний корпус. Можна легко міняти акумулятор.

#### **4.5. Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації**

Коефіцієнт повторюваності має становити не менше 50%.

#### **4.6. Вимоги до безпеки обслуговування**

Можливість виймати плату з корпусу для подальшого ремонту.

#### **4.7. Естетичні та ергономічні вимоги**

Колір будь-який, з грип упором для кращої зручності.

#### **4.8. Умови експлуатації**

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 ТС4. У4.

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001. Р6. Носима, корпус повинен витримувати падіння та бути герметичним.

### **5. Вимоги до складових частин виробу, сировини і матеріалів**

Корпус повинен бути міцним і мати найменші можливі габарити. Повинен бути легко розбиратися, з можливістю заміни компонентів.

### **6. Вимоги до збереження комерційної таємниці**

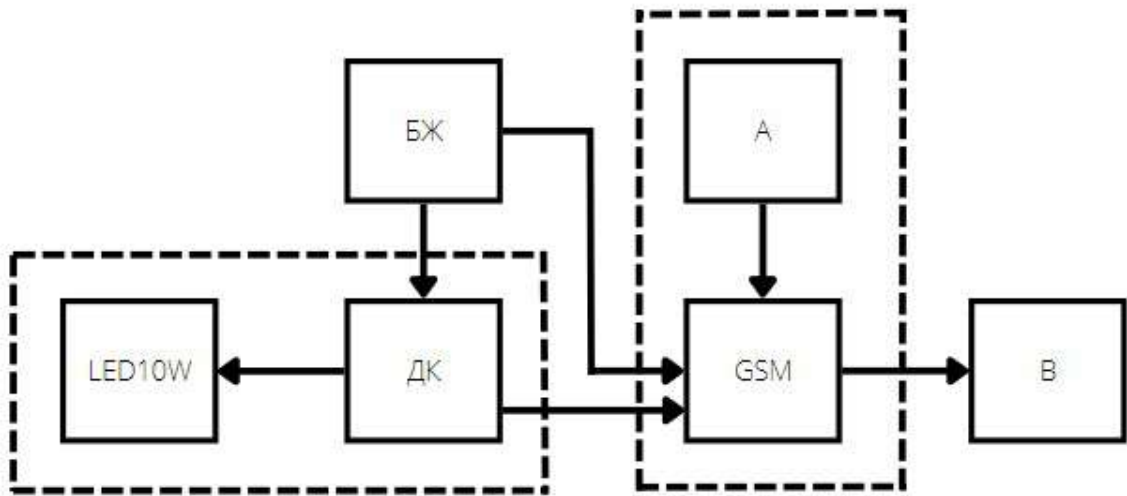
Розробка матеріалів за замовленням ТЗ повинна проводитись з урахуванням вимог дотримання комерційної таємниці.

### **7. Вимоги до розробки конструкторської і технологічної документації**

Конструкторська і технологічна документація повинна виконуватись відповідно до вимог ЕСКД.

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		49

## ДОДАТОК Б. СТРУКТУРНА СХЕМА



Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.412345.001 ПЗ

Лист

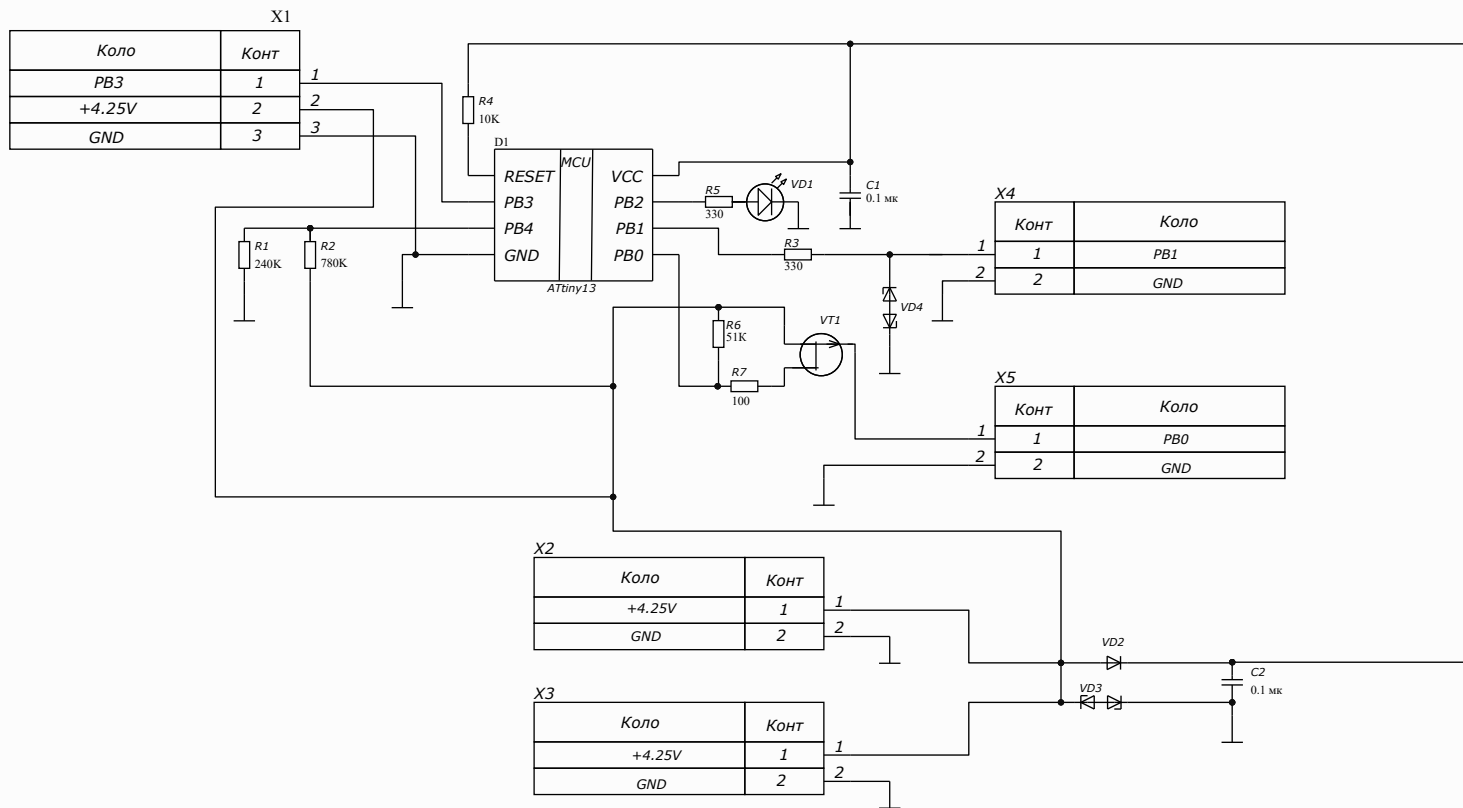
50

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4	РА81.412345.001.ТЗ	Завдання на дипломний проєкт	3	
2	A4	РА81.412345.001ПЗ	Пояснювальна записка	50	
3	A4	РА81.412345.002	Специфікація на пристрій	1	
4	A3	РА81.425543.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
5	A4	РА81.425543.001ПЕ	Перелік елементів	3	
6	A3	РА81.425543.002 СК	Складальний кресленик пристрою	1	
7	A3	РА81.425543.001СК	Складальний кресленик друкованої плати	1	
8	A4	РА81.425543.001	Специфікація на друкований вузол	2	
9	A3	РА81.755543.001	Друкована плата	1	

				<b>РА81.412345.002</b>	
	ПІБ	Підп.	Дата	Розробка ІОТ системи охорони об'єктів державних установ	Лист 1 Листів 1 КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф.ПРЕ,Гр. РА-81
Розробн.	Антонов				
Керівн.	Головня				
Н/контр.	Головня				
Зав.каф.	Степанов				

					<b>РА81.412345.001 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						51
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

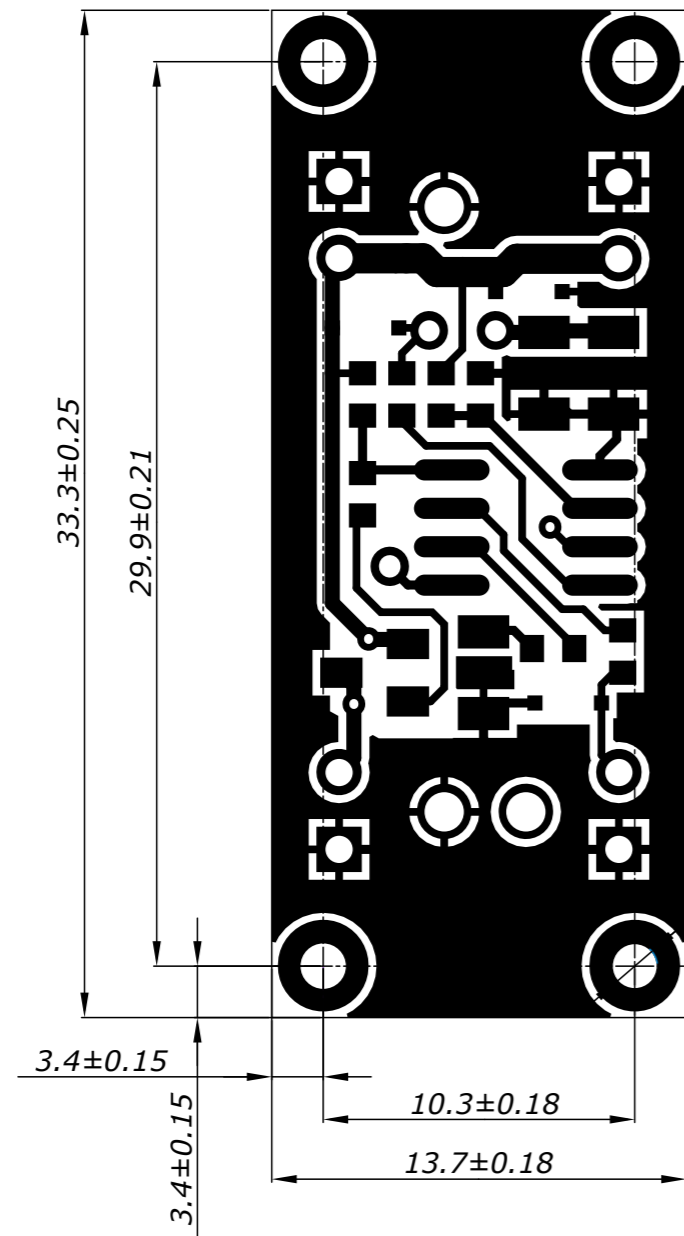


				<b>PA81. 425543. 001 E3</b>			
<b>Зм. Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>Ліхтар з GSM - модулем</b>  Схема електрична принципова	<b>Літ.</b>	<b>Маса</b>	<b>Масштаб</b>
Розроб.	Антонов						
Перев.	Головня						
Т. контр.							
<b>Н. контр.</b>					<b>РТФ, КПІ ім. І. Сікорського</b>		
Затв.	Головня						

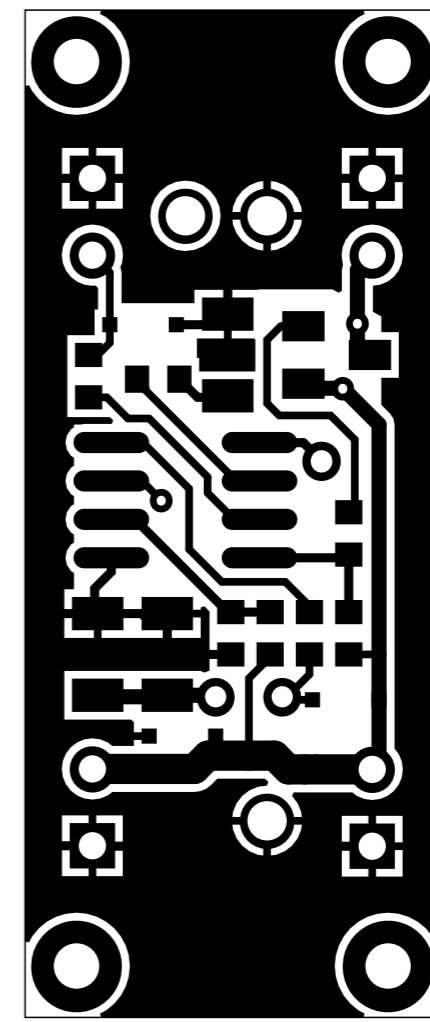
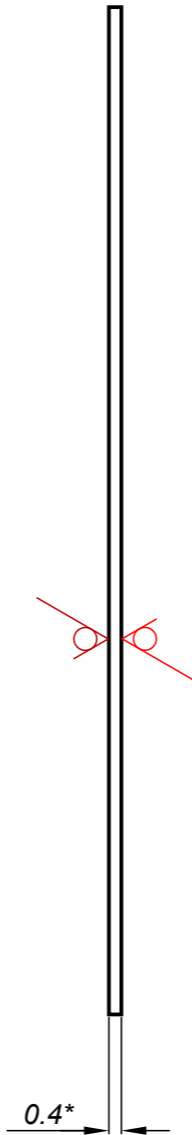
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			РА81. 425543.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A3			РА81. 425543.001 СК	Складальний кресленик		
A3			РА81. 425543.001 ПЕ	Перелік елементів		
				<u>Деталі</u>		
		1	РА81. 425543.001	Друкована плата		
				<u>Інші вироби</u>		
				Мікросхема Attiny13a	1	A3
				Конденсатор С1206В104К500NT- Hitano 0,1 мкФ ± 10%	1	C1
				Конденсатор Т491А104К050АТ 0,1 мкФ ± 10%	1	C2
				Резистор 0603 240 кОм ± 5%	1	R1
				Резистор 0603 780 кОм ± 1%	1	R2
				Резистор 0603 330 Ом ± 1%	2	R3,R5
				Резистор 0603 10 кОм ± 1%	1	R4
				Резистор 0603 51 кОм ± 5%	1	R6
				<b>РА81. 425543. 001</b>		
		№ докум.	Підп.	Дата		
Розробив	Антонов				Літ.	Арк.
Перев.	Головня					Аркушів
Т.конт						1
Н.конт						2
Затв.	Головня				КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ	
<b>Ліхтар с GSM - модулем</b>						

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Резистор 0603 100 Ом ± 1%	1	R7
				Діод 1206	1	VD1
				Діод BAT6	1	VD2
				Діод CPDV3V3A-HF	1	VD3, VD4
				Транзистор A03401	1	VT1
				GSM-модуль на базі SIM800L	1	X1
				Акумулятори LG ICR18650-E1	2	X2 X3
				Кнопка PBS-06	1	X4
				Светодиод Cree XM-L2 6500K U2 10W	1	X5
				GPDF254.A	1	Ант1
				Рефлекторний відбивач XML2	1	
				<u>Матеріали</u>		
				Припій SAC 305 ISO 9463:2014		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	РА81.425543.001	
					2	





Ø1.5±0.12  
4 отв.



1. \* Розміри для довід
2. Плату виготовити комбінованим позитивним метод
3. Клас точності 3 за ГОСТ 23751-
4. Координати отворів друкованої плати на машинному носії PA8 425543. T1M  
Топологія нижнього шару металізації трукованої плати наведена на машинному носії PA81. 425543.001.T2M  
Верхня захисна маска на машинному носії PA81. 425543.001.T3M Верхня захисна маска на машинному носії PA81. 425543.001.T4M Нижня захисна маска на машинному носії PA81. 425543.001.T5M Топологія верхнього шару шовкографії на машинному носії PA81. 425543.001.T6M
5. Інші технічні вимоги по ОСТ4 Г0.010.070.014

Перв. примен.	Страв. №	Подп. и дата	Ине. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ине. № подл.
---------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

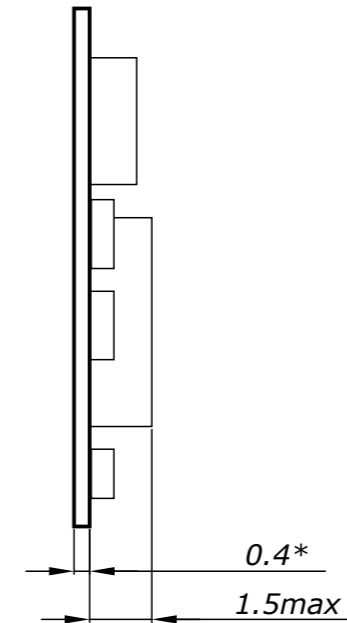
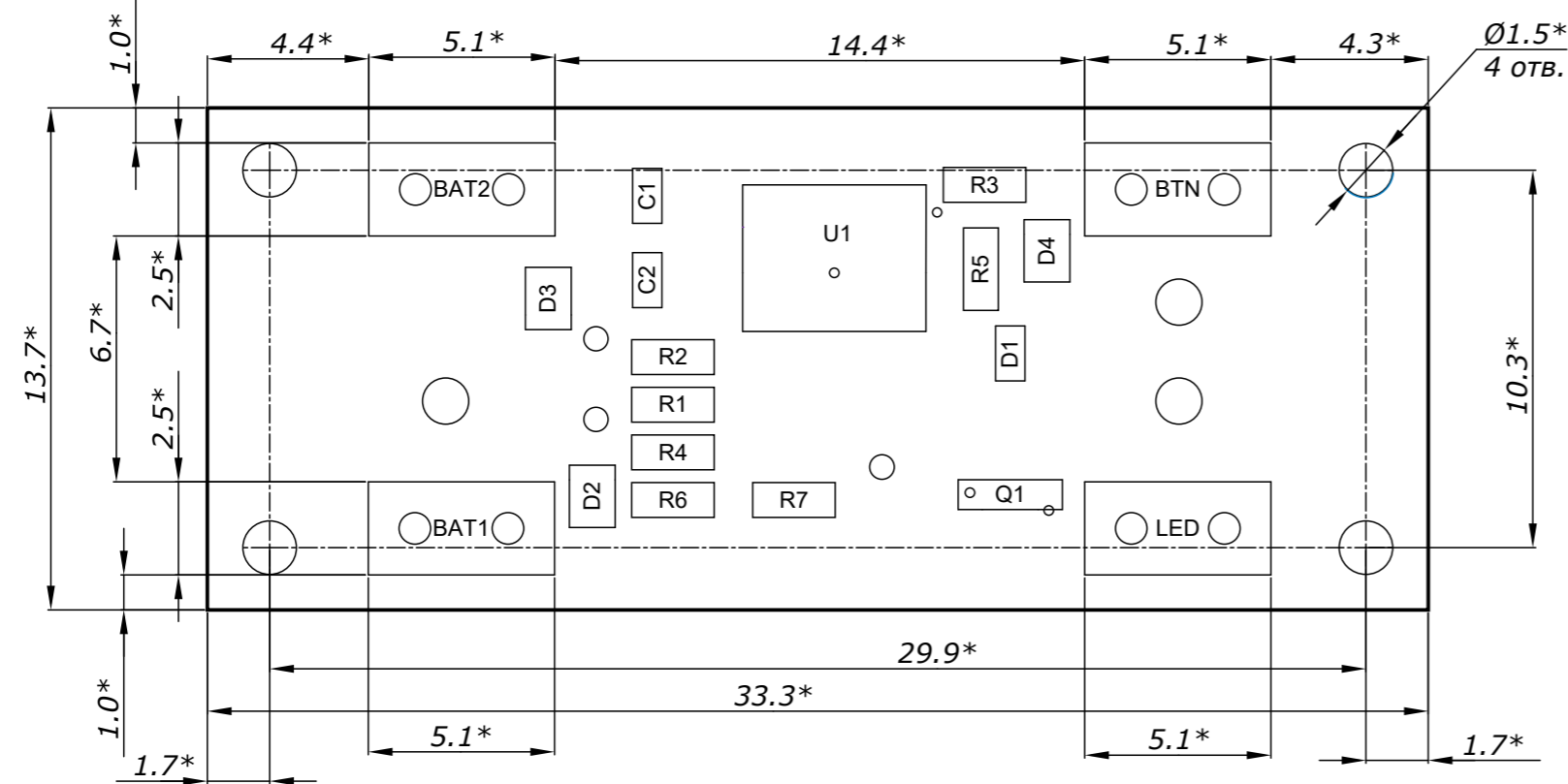
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Розроб.	Антонов			
Перев.	Головня			
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.	Головня			

<b>PA81. 755543. 001</b>			
<b>Ліхтар с GSM - модулем</b>	Лит.	Масса	Масштаб
			4:1
<b>Друкована плата</b>	Лист 1	Листів 1	
FR-4 35/35 - 0.4 ТУ И03.0107.008-94	НТУУ КПІ, РТФ		



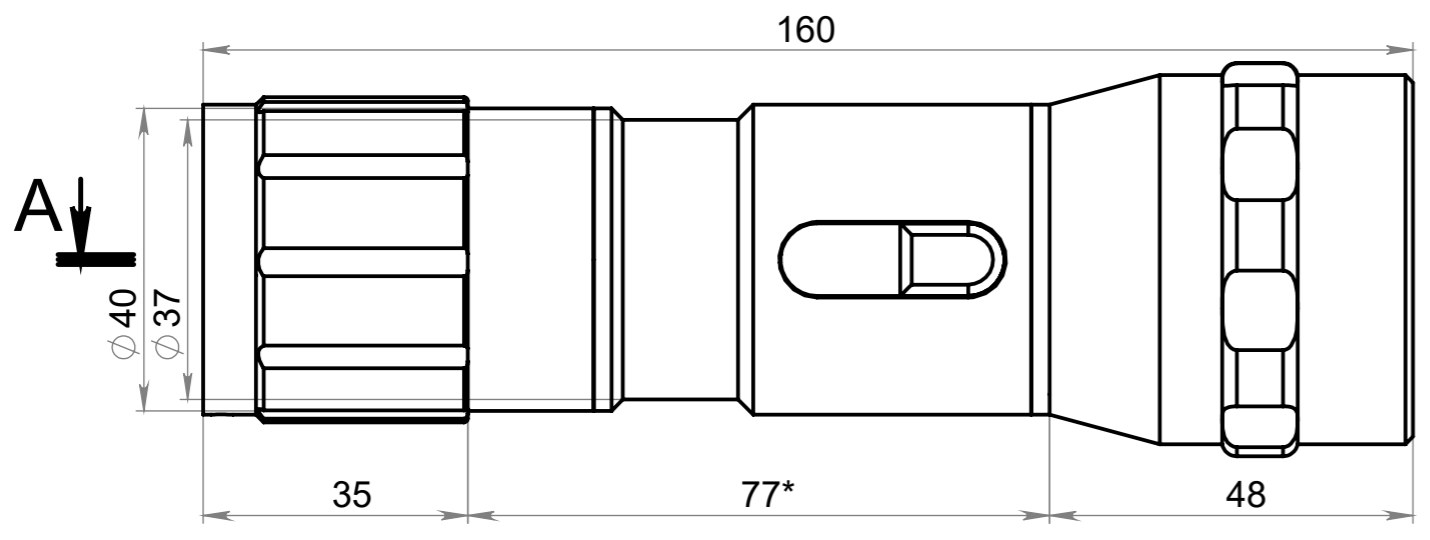
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			PA81.425543.001 СК	Складальний кресленик	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A3			PA81.425543.001 СК	Електронний модуль	1	
A3			PA81.425543.002 СК	Корпус	1	

№ докум.	Підп.	Дата	PA81.425543.001							
Розробив	Антонов			Ліхтар з GSM - модулем			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перев.	Головня							1	1	
Т.конт							КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ			
Н.конт										
Затв.	Головня									

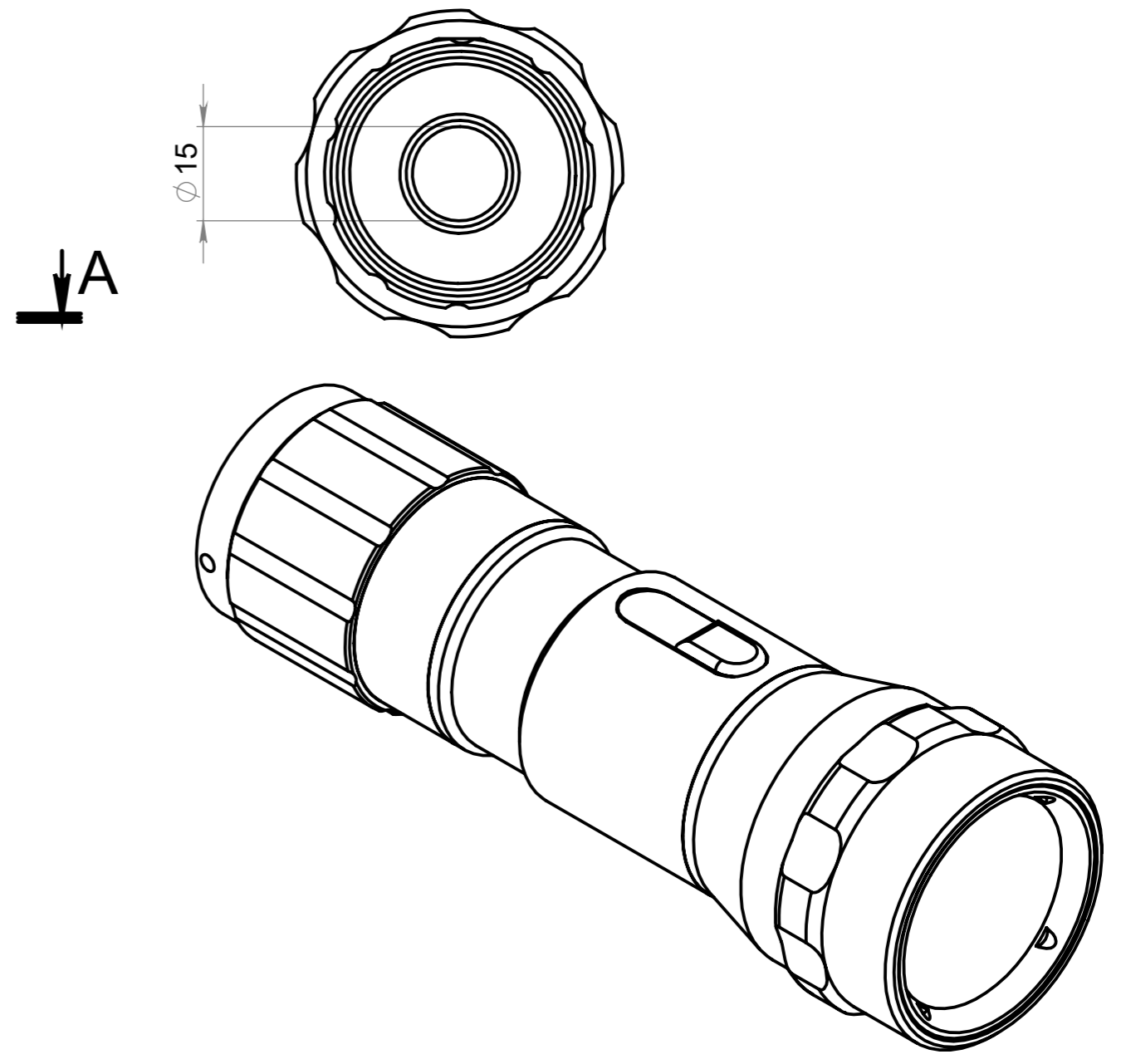
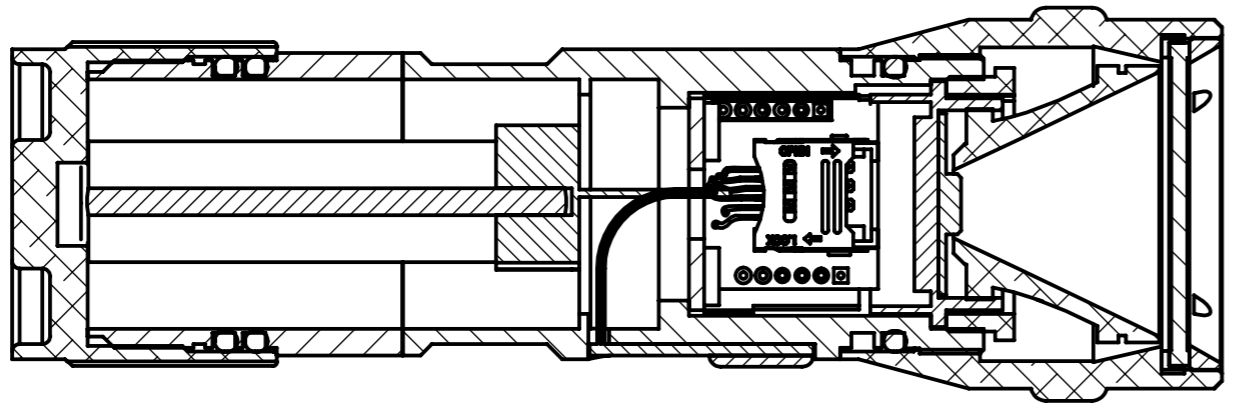


- \*Розміри для довідок
- Монтаж виконано відповідно до схеми електричної принципової PA81.425543.001 E3
- Позиційні позначення елементів показані умовно відповідно до схеми електричної принципової PA81.425543.001 E3
- SAC 305 ISO 9463:2014. Допускається для елементів поверхневого монтажу використання пасти припойної ПП-140 АУ70.033.013. ТУ
- Інші технічні вимоги по ОСТ4 Г0.010.070.015

					<b>PA81. 425543. 001 СК</b>		
					Ліхтар с GSM - модулем		
					Складальний кресленик		
					Літ.	Маса	Масштаб
							5:1
					Аркуш 1	Аркушів	1
					РТФ, КПІ ім. І. Сікорського		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Розроб.	Антонов						
Перевір.	Головня						
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.	Головня						



A-A



- \*Розміри для довідок
- Монтаж проводиться згідно схеми електричної принципової PA81.425543.0101E3
- Інші технічні вимоги по ОСТ4. ГО. 070.0

					<b>PA81. 425543. 002 СК</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Ліхтар з GSM – модулем Складальний кресленик	Лит.	Масса	Масштаб
Розроб.		Антонов І.						1:1
Перев.		Головня				Лист 1	Листів 1	
Т. контр.						РТФ,КПІ		
Н. контр.						ім. І. Сікорського		
Затв.		Головня						

Позн.	Найменування	Кіль.	Примітки
A3	Мікросхема Attiny13a	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	Конденсатор 1206 0,1 мкФ ± 10%	1	
C2	Конденсатор А 0,1 мкФ ± 10%	1	
	<u>Резистори</u>		
R1	Резистор 0603 240 кОм ± 5%	1	
R2	Резистор 0603 780 кОм ± 1%	1	
R3,R5	Резистор 0603 330 Ом ± 1%	2	
R4	Резистор 0603 10 кОм ± 1%	1	
R6	Резистор 0603 51 кОм ± 5%	1	
R7	Резистор 0603 100 Ом ± 1%	1	
	<u>Діоди</u>		
VD1	Діод 1206	1	
VD2	Діод ВАТ6	1	
VD3-VD4	Діод CPDV3V3A-HF	2	
	<u>Транзистор</u>		
VT1	Транзистор А03401	1	
X1	Підключення GSM-модуля до мікроконтролера	1	
X2-X3	Вихідна клемма щоб підключити акумулятори	2	
X4	Підключення до кнопки	1	
X5	Підключення до світлодіода 10В	1	

					<b>РА81. 425543. 001 ПЕ</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Антонов			<b>Ліхтар с GSM - модулем</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Головня					1	1
Реценз.						<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ</b>		
Н.Контр								
Затверд.		Головня						