

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

До захисту допущено:

В.о.зав. кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньою-професійною програмою «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіоелектронної техніки»
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
на тему: «GPS-GSM трекер»**

Виконав:

студент III курсу, групи РІ-зп91

Вінник Роман Леонідович

Прізвище, ім'я та по батькові



підпис

Керівник:

Доц., к.т.н. Адаменко Юлія Федорівна

Посада, науковий ступінь, вчене звання, Прізвище, ім'я та по батькові



підпис

Рецензент:

старш.викладач Булашенко Андрій Васильович

Посада, науковий ступінь, вчене звання, Прізвище, ім'я та по батькові

підпис

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

Студент _____



Київ – 2022 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	РІзп91.464116.001 ПЗ	Пояснювальна записка	40	
3	A3	РІзп91.464116.001 Е1	Схема структурна	1	
4	A2	РІзп91.464116.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
5	A4	РІзп91.464116.001 ПЕ	Перелік елементів	2	
6	A2	РІзп91.464116.002 СК	Складальний кресленик електронного модуля	1	
7	A4	РІзп91.464116.002	Специфікація на електронний модуль	3	
8	A3	РІзп91.758724.001	Друкована плата	1	

				РІзп91.464116.001	
	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн.	Вінник Р. Л.			Лист	Листів
Керівн.	Адаменко Ю. Ф.			1	1
Консульт.				КПП ім. Ігоря Сікорського Каф.ПРЕ, Гр. РІ-зп91	
Н/контр.	Попсуй В. І.				
Зав.каф.	Степанов М. М.				
				Відомість дипломного проєкту	

**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

Завідувач кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Віннику Роману Леонідовичу

1. Тема проєкту «GPS-GSM трекер», керівник проєкту Адаменко Юлія Федорівна доцент, к.т.н. затвержені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом проєкту 09 червня 2022 року
3. Вихідні дані до проєкту: Напруга живлення 3,7 В $\pm 10\%$, діапазон частот: 850/900/1800/1900 МГц, точність визначення GPS координат до 5м, працює від акумулятора.
4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз технічного завдання, аналіз існуючих технічних рішень, розробка схеми електричної принципової, розробка електронного модуля, огляд готової конструкції, розрахунки, що підтверджують працездатність, висновки, перелік джерел посилань.
5. Перелік графічного матеріалу Схема електрична структурна, схема електрична принципова, плата друкована, складальне креслення.
6. Дата видачі завдання 01 травня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Розробка та аналіз ТЗ	01.05.2022-03.05.2022	
2	Огляд наявних рішень	03.05.2022-04.05.2022	
3	Розробка структурної схеми	04.05.2022-06.05.2022	
4	Розробка електричної принципової схеми	06.05.2022-12.05.2022	
5	Вибір елементної бази	12.05.2022-22.05.2022	
6	Розробка друкованої плати	22.05.2022-24.05.2022	
7	Розробка конструкції приладу	24.05.2022-26.05.2022	
8	Проведення розрахунків, що підтверджують працездатність	26.05.2022-28.05.2022	
9	Оформлення текстової та графічної документації	29.05.2022-30.05.2022	

Студент



Роман Вінник

Керівник



Юлія Адаменко

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт на тему «GPS-GSM трекер» обсягом на 40 сторінок, що включають в себе 35 ілюстрацій, 1 таблицю, 7 додатків.

Метою роботи є розробка конструкції GPS-GSM трекера в якості протиугінної системи автомобіля для відстеження його місцезнаходження.

Публікація не передбачена.

Ключові слова: GPS-трекер, GSM-зв'язок, sim-картка, мікроконтроллер, друкована плата, друкований провідник, контактний майданчик.

ANNOTATION

Diploma project on "GPS-GSM tracker" of 40 pages, including 35 illustrations, 1 table, 7 applications.

The aim of the work is to develop the design of GPS-GSM tracker as an anti-theft system of the car to track its location.

Publication is not provided.



Keywords: GPS-tracker, GSM-connection, sim-card, microcontroller, printed circuit board, printed conductor, contact pad.

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «GPS-GSM трекер»**

Київ — 2022 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	3
Вступ.....	4
1 Аналіз Технічного завдання.....	5
2 Аналіз існуючих технічних рішень	6
3 Розробка схеми електричної принципової.....	12
3.1 Розробка схеми електричної структурної	12
3.2 Розробка схеми електричної принципової.....	13
3.3 Обґрунтування вибору елементної бази	15
3.3.1 Обґрунтування вибору GSM-модуля.....	15
3.3.2 Модуль GPS	15
3.3.3 Модуль Sim Card.....	16
3.3.4 Вибір пасивних елементів	17
3.3.5 Мікроконтролер	18
3.3.6 Регулятор напруги	19
3.3.7 Мікросхема «Годинник/календар»	19
3.3.8 Світлодіоди	20
3.3.9 Діоди.....	20
3.3.10 Транзистори	21
3.3.11 Кварцевий резонатор	21
3.3.12 Батарейка.....	22
3.3.13 Антена	22

					РІзп91.464116.001 ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Вінник Р. Л.	Адаменко Ю			Лім.	Лист	Листів
Перевірів	Адаменко Ю					1	40
Н. Контр.	Попсуй В. І.				GPS-GSM трекер РІ-зп91, РТФ		
Затвер-	Степанов						

4 Розробка електронного модуля	24
4.1 Аналіз технічних обмежень при проектуванні друкованої плати та електронного модуля	24
4.2 Розрахунки параметрів друкованого монтажу.....	25
4.2.1 Визначення габаритів друкованої плати	25
4.2.2 Розрахунок ширини друкованих провідників	26
4.3 Результати проектування	28
5 Огляд готової конструкції.....	31
6 Розрахунки, що підтверджують працездатність.....	33
6.1 Розрахунок надійності.....	33
6.2 Аналіз механічних навантажень	35
Висновки.....	37
Перелік джерел посилання.....	38
Додаток А Технічне завдання.....	41
Додаток Б Схема електрична структурна	44
Додаток В Схема електрична принципова.....	45
Додаток Г Перелік елементів.....	46
Додаток Д Плата друкована.....	48
Додаток Е Складальне креслення	49
Додаток Ж Специфікація електронний модуль.....	50

					Різп91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		2

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

GPS — Global Positioning System (Система глобального позиціонування)

GSM — Group Special Mobile (Глобальна система мобільного зв'язку)

SMD — Surface Mount Device (Прилад, що монтується на поверхню)

ДП — Друкована плата

ЕРЕ — Електрорадіоелементи

МК — мікроконтролер

САПР — Система автоматичного проектування і розрахунку

					<i>Різп91.464116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
						<i>3</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

На сьогоднішній день галузь супутникового моніторингу отримала широке застосування. Супутниковий моніторинг активно використовується в сферах логістики, в агросфері, для контролю транспорту, вантажу, для контролю за тваринами та персоналом.

Пристрої, які призначені для супутникового моніторингу рухомих об'єктів називаються GPS-трекерами.

Метою проекту є розробка GPS-трекера в якості протиугінної системи автомобіля. Трекер має повністю автономне живлення, не має дротових підключень, що дає змогу надійно заховати його. За рахунок низького енергоспоживання має довготривалий термін автономної роботи — 2 роки.

					<i>Різн91.464116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
						<i>4</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Відповідно до технічного завдання потрібно розробити GPS-GSM трекер для використання в якості протиугінної системи автомобіля.

Пристрій повинен бути ергономічним та автономним. Живиться від батареї, напругою 3,7 В, яка забезпечує до 2 років автономної роботи. Конфігурація корпусу забезпечує високу ергономічність.

Пристрій повинен бути легкорозбірним для зручного встановлення сім-картки та заміни батареї.

Корпус пристрою має ступінь захисту IP 33. Трекер передбачений для розміщення на бортовій системі легкового автомобіля.

Для повного функціонування пристрою повинен бути забезпечений якісний GSM зв'язок, та встановлений зв'язок із супутниками GPS.

					<i>РІЗп91.464116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
						<i>5</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

GPS-трекер призначений для відслідковування місцеположення та контролю рухомого об'єкта. Трекер використовує систему глобального позиціонування GPS, яка забезпечує вимірювання відстані, часу та визначення місцезнаходження в системі координат WGS 84. Дозволяє визначити місцезнаходження влюбій точці Земної кулі майже прилюбих погодних умовах. Можуть використовуватися для визначення розташування людей, тварин та транспорту [1].

Для визначення місцеположення людей використовуються персональні трекери. Можуть застосовуватися для встановлення місцезнаходження людей літнього віку, дітей, мобільного персоналу, для фіксування пройденого шляху (Рис. 2.1 — Персональний трекер).



Рисунок 2.1 — Персональний трекер

Для відслідковування місцеположення тварин можуть використовуватися компактні, надлегкі трекери, які кріпляться до нашійника (Рис. 2.2 — Трекер для тварин).



Рисунок 2.2 — Трекер для тварин

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						6
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

В автотранспорті використовуються трекери, які підключаються до бортової мережі. Застосовуються в сферах страхування, банкових сферах, лізингових компаніях для здійснення віддаленого контролю за транспортними засобами. Використовується в логістиці, для вантажного транспорту для контролю дисципліни водіїв, контролю палива, відслідковування руху по заданому маршруту. В агросфері використовуються трекери з можливістю підключення великої кількості різноманітних датчиків, для здійснення контролю витрат палива, для контролю роботи агрегатів, для систем точного землеробства (Рис. 2.3 — Трекер для автотранспорту з можливістю підключення зовнішніх датчиків). Найпоширеніше рішення, використання GPS-трекера — моніторинг легкових автомобілів. Встановлення трекера запобігає використанню нецільового транспортного засобу, підвищує безпеку утримання автопарку.



Рисунок 2.3 — Трекер для автотранспорту з можливістю підключення зовнішніх датчиків

Трекери з автономним живленням використовуються в якості протиугінної системи автомобіля. Відсутність дротових підключень дає можливість надійно заховати пристрій під обшивку автомобіля так, щоб він не був легкодоступним. За рахунок малої частоти передачі даних ускладнюється можливість виявлення спеціальними пристроями.

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
						7
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розглянувши вже існуючі аналоги можна виділити їх переваги та недоліки.

2.1 Автономний трекер Queclink GL300

Queclink — якісний багатофункціональний трекер (Рис. 2.4 — Queclink GL300). Має вбудовані датчики: датчик руху та датчик температури. Має функцію автоматичного сповіщення при зміні параметрів цих датчиків. Має цифрові входи для зовнішніх датчиків. Пристрій має дві механічні кнопки з можливістю програмування функцій (тревожна кнопка, встановлення контролю геозон, вимкнення живлення) [2].



Рисунок 2.4 — Queclink GL300

Переваги:

- великий функціонал;
- наявність внутрішніх датчиків;
- є можливість підключення зовнішніх датчиків;

Недоліки:

- невеликий термін автономної роботи;
- велика вартість.

2.2 Міні трекер GF-07

Трекер має мініатюрні розміри (35x20x14мм), менше сірникового короба (Рис. 2.5 — Міні трекер GF-07) Пристрій включає в себе запис звуку та повне підключення через смартфон. Легкий в використанні, має режим сигналізації. Живиться від акумулятора ємністю 400 мАг, який забезпечує автономну роботу на 7 днів [3].

					РІзп91.464116.001 ПЗ	Лис
						8
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 — Міні трекер GF-07

Переваги:

- невеликі розміри;
- великий функціонал;
- невелика вартість;

Недоліки

- малий термін автономної роботи.

2.3 Трекер ТК-915

Пристрій має невелику вагу (300г), має потужні неодимові магніти (Рис. 2.6 — Трекер ТК-915). Має вологозахищений корпус. Має безкоштовний додаток для IOS та Android. В пристрої зручне та швидке налаштування. Живиться від акумулятора 10000 мАг, здатний тримати заряд до 180 днів [4].



Рисунок 2.6 — Трекер ТК-915

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PIзп91.464116.001 ПЗ

Переваги:

- можливість кріпити за допомогою магнітів;
- має зручне налаштування через додаток;
- має волозахищений корпус.

Недоліки:

- має велику вартість;
- має великі габарити.

2.4 Teltonika FMP100

Трекер замаскований під блок живлення для зарядного пристрою, який вставляється в прикурювач автомобіля, тому він є легким та зручним для монтажу (Рис. 2.7 — Teltonika FMP100). Має Bluetooth 4.0 LE, що дає йому можливість зчитування даних із датчиків з Bluetooth Low Energy, використання гарнітури, оновлення ПЗ та конфігурації. Має резервний елемент живлення, ємністю 170 мАг, що забезпечує годину автономної роботи. Порт USB 2.0 дає змогу заряджання зовнішніх пристроїв струмом до 1 ампера. Є програмована кнопка, що може виконувати функцію тривожної кнопки. Має вбудований зу-мер для аудіосповіщень, який можна налаштувати на контроль перевищення швидкості в автоматичному режимі. Вбудований індикатор стану має можливість програмування режимів роботи. Має резервну пам'ять, на випадок, якщо трекер потрапить в умови, де відсутній зв'язок [5].



Рисунок 2.7 — Teltonika FMP100

Переваги:

- простота установки;
- можливість працювати з датчиками BLE;

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						10
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

— має резервну пам'ять;

— великий функціонал;

Недоліки:

— простий для виявлення;

— займає місце в роз'ємі прикурювача автомобіля.

Проаналізувавши ринок gps-трекерів, подібних за функціоналом, робимо висновок, що вони мають надто велику ціну, або малу автономність. Тому було прийняте рішення спроектувати пристрій, який задовольнятиме ці потреби.

					<i>Різн91.464116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
						<i>11</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

3.1 Розробка схеми електричної структурної

Структурна схема пристрою, який проектується зображена на рисунку 3.1.

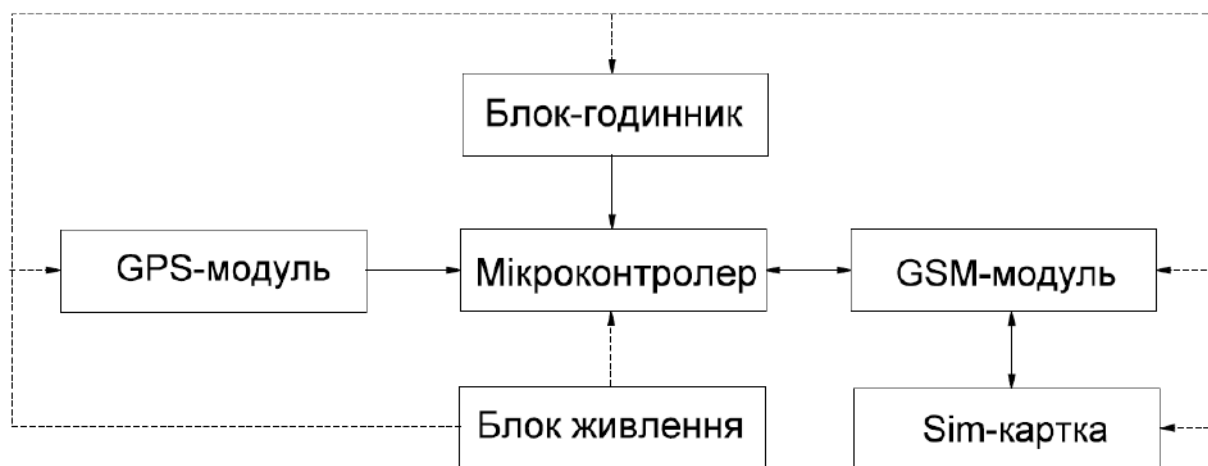


Рисунок 3.1 — Схема електрична структурна

Блок живлення живить всі функціональні блоки пристрою. Живлення пристрою здійснюються за допомогою батарейки.

GPS-модуль отримує координати з супутників та передає інформацію про місцезнаходження по UART.

GSM-модуль здійснює відправку координат користувачу за допомогою sms-команд. Також через нього здійснюється прийом команд від користувача.

Sim-картка потрібна для ідентифікації абонента в мережі.

Мікроконтролер забезпечує функціонування усіх систем пристрою. Забезпечує передачу даних від GPS-модуля до GSM. Здійснює керування транзисторними ключами, для комутації живлення GSM та GPS модулів.

Блок-годинник реалізований на мікросхемі годинника реального часу, має функцію будильника здійснює пробудження мікроконтролера із сплячого режиму, який реалізований для економії енергії.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІЗп91.464116.001 ПЗ

Лис
12

3.2 Розробка схеми електричної принципової

Перш ніж проектувати пристрій, необхідно розробити електричну принципову схему, використовуючи всі наявні вхідні дані (Рис. 3.2 — Схема електрична принципова).

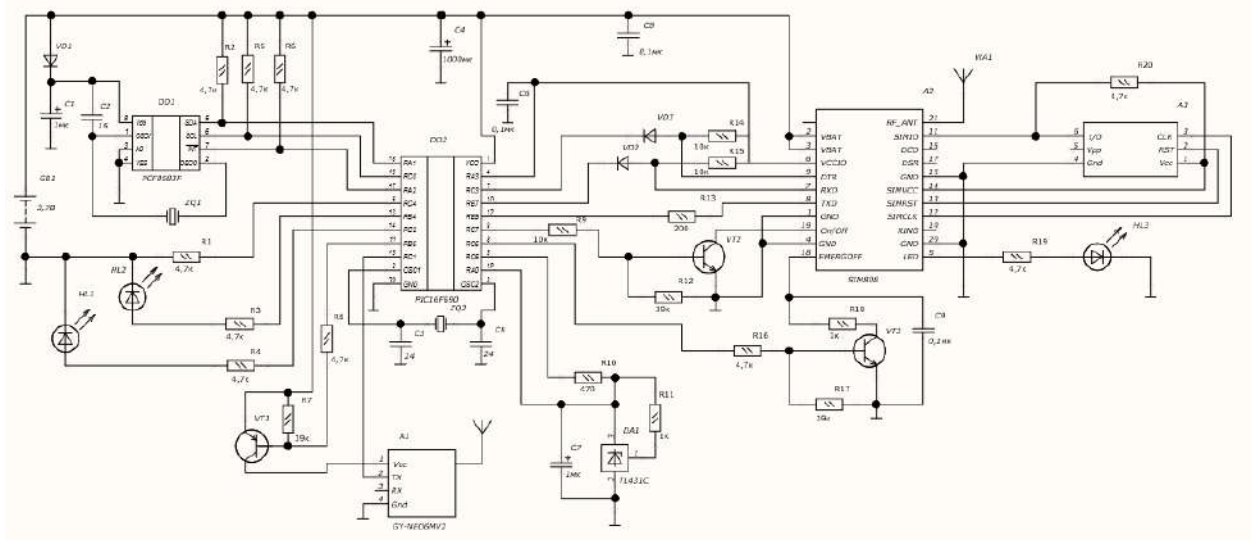


Рисунок 3.2 — Схема електрична принципова

Трекер живиться від батарейки GB1. Модуль А1 використовується для отримання координат із супутників. Транзистор VT1 та резистори R7, R8 являють собою схему транзисторного ключа, який комутує живлення модуля А1 для енергозбереження пристрою. Модуль А2 використовується з для зв'язку з користувачем, для відправки та отримання sms-повідомлень. Антена WA2 слугує для прийому та передачі gsm-сигнал. Для запобігання стрибків по струму встановлений конденсатор С4. Транзистор VT2 з резисторами R9, R12 включені в схему ключа для подачі імпульсу на контакт «On/Off» GSM-модуля для його включення. Тривалість імпульсу повинна бути не менше 300 мс. Схема транзистора VT3 з резисторами R16 – R18, та конденсатором С9 здійснює аварійне вимкнення GSM-модуля, у тому випадку, якщо модуль «зависає». Світлодіод НЗ індикує роботу GSM-модуля, резистор R19 зменшує рівень напруги на світлодіоді. Модуль А3 призначений для встановлення сім-картки, яка необхідна для ідентифікації абонента в мережі. Діоди VD2, VD3 та резистори R14, R15 встановлені для сполучення ліній вводу (RXD, DTR) з логічними рівнями високої напруги та запобігання їм пошкодження. Для запобігання

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІзп91.464116.001 ПЗ

Лис

13

пошкодження лінії TXD вона підключена до мікроконтролера через R13. Резистор R20 підтягує лінію послідовного інтерфейсу вводу/виводу I/O до лінії живлення сім-картки. Мікроконтролер DD2 керує усіма опціями пристрою. Він зв'язується з модулями A1 та A2 по протоколу UART. Оскільки МК має лише один фізичний UART, до якого підключений GSM-модуль для модуля GPS UART реалізований програмно, тому в GPS-модулі задіяна лише лінія TX. МК керує транзисторними ключами VT1 – VT3. Кварцевий резонатор ZQ2 разом з конденсаторами C3, C5 виконує роль вирівнювача частоти мікроконтролера. Світлодіоди HL1 та HL2 працюють індикаторами роботи МК. Конденсатори C6 та C8 виконують функцію блокувального конденсатора. HL1 індикуює роботу мікроконтролера, коли він знаходиться в «сплячому» режимі світлодіод не світиться. Світлодіод HL2 відображає помилки під час роботи пристрою. Резистори R3 та R4 обмежують напругу на світлодіодах. Резистор R1 «сапить» вивід мікроконтролера, яким керується увімкнення індикаторів, на масу. Мікросхема DD1 виступає в ролі годинника реального часу. Здійснює пробудження мікроконтролера в заданий час, по перериванню, яке генерується на лінії INT. Підстроювання ходу годинника здійснюється за допомогою ємності конденсатора C2. Кварцевий резонатор ZQ1 з частотою 32768Гц, задає часовий проміжок, який дорівнює 1 секунді. Резистори R2, R5, R6 здійснюють підтяжку ліній годинника SDA, SCL та INT для підтримки високого рівня сигналу. Діод VD1 та конденсатор C1 запобігають стрибку напруги на мікросхемі DD1. Мікросхема DA1, з резисторами R12, R14 та конденсатором C7 відіграє роль стабілізатора з керуючим виводом. Схема виконує функцію опорного джерела напруги мікроконтролера.

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
						14
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3 Обґрунтування вибору елементної бази

В спроектованому пристрої використовуються активні та пасивні компоненти. До активних елементів відносяться пристрої, які змінюють потужність сигналу. Пасивні — змінюють рівні сигналів по напрузі та струму, можуть змінювати форму сигналу. При виборі елементної бази необхідно врахувати характеристики виробу, що конструюється, умови експлуатації, конструктивні особливості, вартість.

3.3.1 Обґрунтування вибору GSM-модуля

Аналізуючи ринок, зупиняємося на виборі модуля SIM808, який цілком задовольняє вимоги пристрою. GSM-модуль потрібен для зв'язку користувача з пристроєм (Рис. 3.3 — GSM-модуль SIM808) [6].



Рисунок 3.3 — GSM-модуль SIM808

Має такі параметри:

- напруга живлення 3.4 – 4.4В;
- інтерфейс: UART;
- частоти GSM 850/900/1800/1900МГц.

3.3.2 Модуль GPS

GPS-модуль потрібен для встановлення координат та відправки їх користувачу. Модуль отримує інформацію, яка поступає із супутників, самостійно обробляє отриману інформацію та передає її по протоколу UART [7].

Зупиняємося на виборі модуля GY-NEO6MV2 (Рис. 3.4 — GPS-модуль GY-NEO6MV2).

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	Лис
						15
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.4 — GPS-модуль GY-NEO6MV2

Характеристики:

- напруга живлення 3-5В;
- обмін даними здійснюється через UART, швидкість за замовчуванням – 9600 біт/с;
- автономний GPS приймач, є вбудована EEPROM для збереження даних після вимкнення;
- підтримка SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN);
- швидкість оновлення місцезнаходження 5 Гц;
- температурний режим від – 40 до 85 °С.

3.3.3 Модуль Sim Card

Модуль Sim Card виконує роль гнізда сім-картки Micro Sim (Рис. 3.5 — Гніздо Micro Sim).



Рисунок 3.5 — Гніздо Micro Sim

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

3.3.4 Вибір пасивних елементів

Вибір конденсаторів

Для даного виробу було обрано керамічні smd-конденсатори типорозміром корпусу 1206, які можуть працювати в колах постійного, змінного та імпульсного струмів, мають невелику ціну (Рис. 3.6 — Керамічний конденсатор) [8].

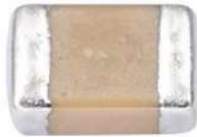


Рисунок 3.6 — Керамічний конденсатор

В якості поляризованих конденсаторів використані танталові SMD конденсатори з типорозміром корпусу типу А. Використовуються в ланцюгах живлення (Рис. 3.7 — Танталовий конденсатор).



Рисунок 3.7 — Танталовий конденсатор

Вибір резисторів

Для зменшення габаритів виробу було використано резистори поверхневого монтажу типорозміром корпусу 0402 (Рис. 3.8 — Резистор 0402).

					<i>РІЗп91.464116.001 ПЗ</i>	Лис
						17
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуються для обмеження струмів, напруг, задання робочої точки транзистора [9].



Рисунок 3.8 — Резистор 0402

3.3.5 Мікроконтролер

Для реалізації роботи пристрою добре підходить мікроконтролер PIC16F690 (Рис. 3.9 — Мікроконтролер PIC16F690). Мікроконтролер виконаний в корпусі SOIC-20 для поверхневого монтажу. Забезпечує функціонування пристрою за заданим алгоритмом (програмним кодом) [10].



Рисунок 3.9 — Мікроконтролер PIC16F690

Характеристики:

- напруга живлення: 2 – 5,5В;
- тип ядра: PIC;
- розрядність: 8 Біт;
- частота: 20МГц;
- робоча температура: – 40 – 85 ° С;
- розмір EEPROM: 256 Байт;
- об'єм RAM: 256 Байт;
- FLASH: 7 КБайт.

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
						18
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3.6 Регулятор напруги

В якості шунтуючого регулятора було використано TL431С (Рис. 3.10 — Регулятор напруги TL431) [11].



Рисунок 3.10 — Регулятор напруги TL431

Параметри:

- максимальна вихідна напруга: 36В;
- вихідна напруга: 2,495 В;
- струм катода: 1мА;
- тип виходу: регульований;
- допустиме відхилення: 2,2%.

3.3.7 Мікросхема «Годинник/календар»

Для керування пробудженням мікроконтролера з сплячого режиму використана мікросхема PCF8583, яка являє собою годинник реального часу з функцією будильника (Рис. 3.11 — Мікросхема PCF8583) [12].



Рисунок 3.11 — Мікросхема PCF8583

Характеристики:

- об'єм пам'яті: 240 Байт;
- формат часу: 12/24-годинний;
- напруга живлення: 2,5 – 6В;

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						19
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

- струм споживання: 10 – 50мкА;
- робоча температура – 40 – 85 ° С.

3.3.8 Світлодіоди

Для індикації роботи пристрою використані SMD світлодіоди Osram типорозміром корпусу 0402 (Рис. 3.12 — Світлодіоди 0402) [13].



Рисунок 3.12 — Світлодіоди 0402

3.3.9 Діоди

Для захисту від зміни полярності використовується діод SS14 в корпусі DO-214AC (Рис. 3.13 — Діод SS14) [14].



Рисунок 3.13 — Діод SS14

Характеристики:

- зворотня напруга: 40В;
- прямий струм: 1А;
- падіння напруги 0,5В;
- імпульсний струм: 40А.

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						20
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.10 Транзистори

В якості комутуючих ключів використовуються біполярні транзистори BC846B з n-p-n переходом та BC856B з p-n-p переходом в корпусі SOT-23 (Рис. 3.14 — Транзистори SOT-23) [15].



Рисунок 3.14 – Транзистори SOT-23

Параметри:

- напруга колектор-емітер: 65В;
- напруга колектор-база: 80В;
- струм колектора: 0,1А;
- частота: 100МГц;
- Н21: 450.

3.3.11 Кварцевий резонатор

В якості вирівнювача частоти використовується кварцовий резонатор АВМ7 (Рис. 3.15 — Кварцевий резонатор АВМ7) [16].



Рисунок 3.15 — Кварцевий резонатор АВМ7

					<i>РІЗп91.464116.001 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
						21
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3.12 Батарейка

Батарейка забезпечує живлення всього пристрою. В якості елемента живлення було обрано батарейку з типорозміром корпусу ER18505. (Рис. 3.16 — батарейка ER18505) [17].



Рисунок 3.16 — батарейка ER18505

Характеристики:

- номінальна напруга: 3,7 В;
- номінальна ємність 4000мАг;
- струм розряду: 120 мА;
- імпульсний струм розряду: 200мА;
- робоча температура: – 55 – 85 ° С.

3.3.13 Антена

Антена потрібна для прийому та передачі gsm-сигналу. За своїми технічними характеристиками та розмірами чудово підходить PC27 2G (Рис. 3.17 — антена PC27 2G) [18].

					<i>РІЗп91.464116.001 ПЗ</i>	Лис
						22
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.17 — антена PC27 2G

Параметри:

- імпеданс: 50Ом;
- поляризація: лінійна.
- діапазон частот: 850/900/1800/1900 МГц;
- коефіцієнт підсилення 0,4 дБ.

					РІзп91.464116.001 ПЗ	Лис
						23
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

4.1 Аналіз технічних обмежень при проектуванні друкованої плати та електронного модуля

В якості матеріалу друкованої плати було обрано фольгований склотекстоліт FR4. Він має високу механічну міцність, низькі втрати, термостійкість, високий поверхневий опір. Плата має мікросхеми, які мають малу відстань між виводами (0.2мм), тому задля компактності виробу на платі задіяна велика щільність розміщення елементів. В зв'язку з цим було обрано 4 клас точності [19].

ДП має 2 шари металізації, тому доцільно виготовляти її комбінованим позитивним методом. Формування рисунка провідників відбувається за допомогою гальванічного осадження міді з застосуванням фотошаблону. Захисний шар металу наносять на провідники та контактні майданчики. Зайвий шар фоторезисту видаляють, а оголений шар фольги стравлюють (Рис. 4.1 — Рисунок провідників верхнього шару, Рис. 4.2 — Рисунок провідників нижнього шару).

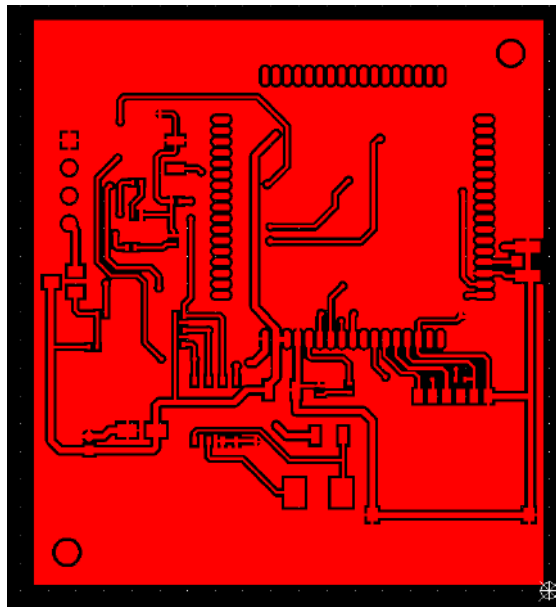


Рисунок 4.1 — Рисунок провідників верхнього шару

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІзп91.464116.001 ПЗ

Лис
24

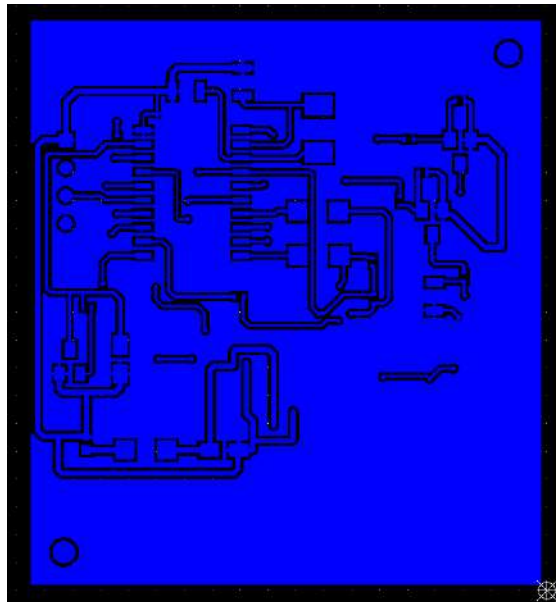


Рисунок 4.2 — Рисунок провідників нижнього шару

ABS-пластик забезпечує ударостійкість, високу стабільність, еластичність, стійкість до різного роду кислот, жирів, бензину. Незважаючи на невисокі електроізоляційні властивості ABS-пластик чудово підходить для виготовлення корпусу приладу.

4.2 Розрахунки параметрів друкованого монтажу

4.2.1 Визначення габаритів друкованої плати

Перед тим як трасувати плату, слід визначитися з площею плати, задати її контур та розмістити на ній компоненти.

Спочатку потрібно розрахувати необхідну площу для встановлення елементів, які розміщуються на платі. Для цього потрібно знайти суму встановлювальних площ всіх елементів згідно з вибраними варіантами їх встановлення.

Площа встановлюваних елементів розраховується за формулою:

$$S_{\text{елем}} = S_{\text{мг}} + 1,5 \cdot S_{\text{сг}} + 2 \cdot S_{\text{вг}} + S_{\text{кр}},$$

де $S_{\text{мг}}$ — площа малогабаритних елементів, $S_{\text{сг}}$ — площа середньогабаритних елементів, $S_{\text{вг}}$ — площа великогабаритних елементів, $S_{\text{кр}}$ — площа кріплень ДП.

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Розрахуємо площу малогабаритних ЕРЕ (ті, які мають кількість виводів не більше 2):

$$S_{\text{мг}} = 10 + 1,5 + 34,56 + 15,36 + 42 + 13,6 + 67,6 = 184,62 \text{ мм}^2.$$

Розрахуємо площу середньогабаритних ЕРЕ (кількість виводів від 3 до 8):

$$S_{\text{сг}} = 15,08 + 241,08 + 22 + 8,4 + 19,24 = 305,8 \text{ мм}^2.$$

Розрахуємо площу великогабаритних ЕРЕ (кількість виводів більше 8):

$$S_{\text{вг}} = 96 + 576 = 672 \text{ мм}^2.$$

Розрахуємо площу, яку займають кріпильні отвори:

$$S_{\text{кр}} = 12,56 \cdot 2 = 25,12 \text{ мм}^2.$$

Отже, площа встановлюваних ЕРЕ становить:

$$S_{\text{елем}} = 184,62 + 1,5 \cdot 305,8 + 2 \cdot 672 + 25,12 = 2016,94 \text{ мм}^2.$$

Для забезпечення оптимального розміщення ЕРЕ та їх провідників обираємо загальну оптимальну площу плати — 2494 мм².

4.2.2 Розрахунок ширини друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників слід враховувати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Проаналізувавши схему бачимо, що для сигнальних провідників $I_{\text{max}} = 0,1\text{А}$, а для силових $I_{\text{max}} = 0,25\text{А}$.

Розрахуємо ширину провідників для сигнальних ліній.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у вузькому місці:

$$t_1 V_S = t_{\text{min}} D_S + |\Delta t_{\text{нос}_S}| = 0,2 \text{ мм},$$

де $t_{\text{min}} D_S$ — мінімальна ширина, згідно класу точності (0,15 мм), $\Delta t_{\text{нос}_S}$ — допуск на ширину провідника (– 0,05 мм).

Для розрахунку ширини друкованого провідника у широкому місці ширина $t_{\text{min}} D_S$ обирається класом точності на 1 менше (0,25 мм), аналогічним чином допуск $\Delta t_{\text{нос}_S}$ (– 0,1 мм).

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у широкому місці:

$$t_1 \text{Ш}_S = t_{\text{min}} D_S + |\Delta t_{\text{нос}_S}| = 0,35 \text{ мм}.$$

Мінімально допустима ширина провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						26
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t2_S = \frac{l_S \cdot I_{max_S} \cdot \rho}{h_S \cdot U_{жив_S} \cdot 0,03} = 5,991 \cdot 10^{-3} \text{ мм},$$

де ρ — питомий опір провідника = $0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, l_S — довжина провідника = 0,038 м, h_S — товщина фольги = $50 \cdot 10^{-3}$ мм, $U_{жив_S}$ — прикладена напруга = 3,7 В, I_{max_S} — максимальний струм = 0,05 А.

Мінімально-допустима ширина провідника з урахуванням допустимого рівня струму на ньому:

$$t3_S = \frac{I_{max_S}}{h_S \cdot j_S} = 0,071 \text{ мм},$$

де j_S — допустима щільність струму в провіднику = $20 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$.

Проведемо аналогічні розрахунку для силових ланцюгів.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у вузькому місці:

$$t1V_p = t_{min}D_p + |\Delta t_{нос_p}| = 0,2 \text{ мм},$$

де $t_{min}D_p$ — мінімальна ширина, згідно класу точності для силових ланцюгів = 0,255 мм, $\Delta t_{нос_p}$ — допуск на ширину провідника (– 0,05 мм).

Для розрахунку ширини друкованого провідника у широкому місці обираємо $t_{min}D_p$ за класом точності нижче — 0,45мм, а допуск $\Delta t_{нос_p}$ — (– 0,1 мм).

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у широкому місці для силових ліній:

$$t1Ш_p = t_{min}D_S + |\Delta t_{нос_S}| = 0,55 \text{ мм}.$$

На силових лініях значення струму I_{max_p} може сягати 0,2А. Мінімально допустима ширина провідника для силових ліній з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%):

$$t2_p = \frac{l_p \cdot I_{max_p} \cdot \rho}{h_p \cdot U_{жив_p} \cdot 0,03} = 0,131 \text{ мм}.$$

Мінімально-допустима ширина провідника силової лінії з урахуванням допустимого рівня струму на ньому:

$$t3_p = \frac{I_{max_p}}{h_p \cdot j_p} = 0,2 \text{ мм}.$$

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						27
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Рекомендована ширина для прокладання провідників: 0,35 мм для сигнальних ліній та 0,55 для силових. В місцях, де неможливо провести провідник такої ширини допускається звужити до 0,2 мм сигнальні провідники, та до 0,3 мм силові.

Найменша номінальна відстань між двома провідниками становить:

$$S_{min} = S_m + \Delta t_{во} = 0,25 \text{ мм},$$

де S_m — мінімально допустима відстань між сусідніми провідниками = 0,15 мм, $\Delta t_{во}$ — допуск на ширину провідника (верхнє відхилення) = 0,1 мм.

Розрахунок мінімальної відстані у вузькому місці для прокладання провідників між контактними майданчиками:

$$L = \frac{D_1 + D_2}{2} + N \cdot t_{min} + S_{min} \cdot (N + 1) + T = 2 \text{ мм},$$

де D_1 та D_2 — діаметри контактних майданчиків, які дорівнюють 1,5 мм, N — кількість провідників = 1, T — розміщення центрів осей = 0,05 мм, t_{min} — ширина провідника = 0,2 мм.

Розрахунок діаметру перехідного отвору, згідно таблиці класів точності:

$$d = H \cdot \gamma = 0,375 \text{ мм},$$

де H — товщина діелектрика, γ — відношення діаметру найменшого з отворів металізації до товщини друкованої плати.

Приймаємо діаметр перехідного отвору 0,4 мм.

4.3 Результати проектування

В зв'язку з тим, що в схемі є мікросхеми в великою кількістю виводів та задля збільшення щільності монтажу плата виконана двосторонньою (Рис. 4.3 — вигляд рисунка плати зверху, Рис. 4.4 — вигляд рисунка плати знизу).

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						28
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

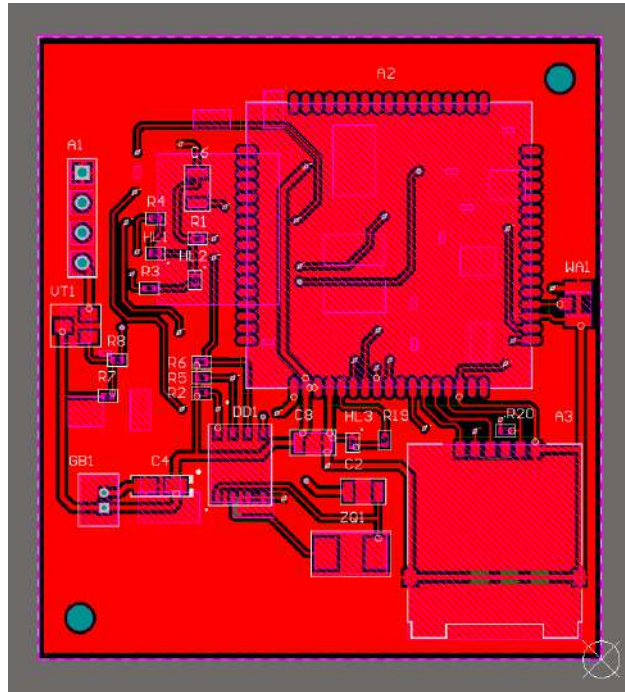


Рисунок 4.3 — Вигляд рисунка плати зверху

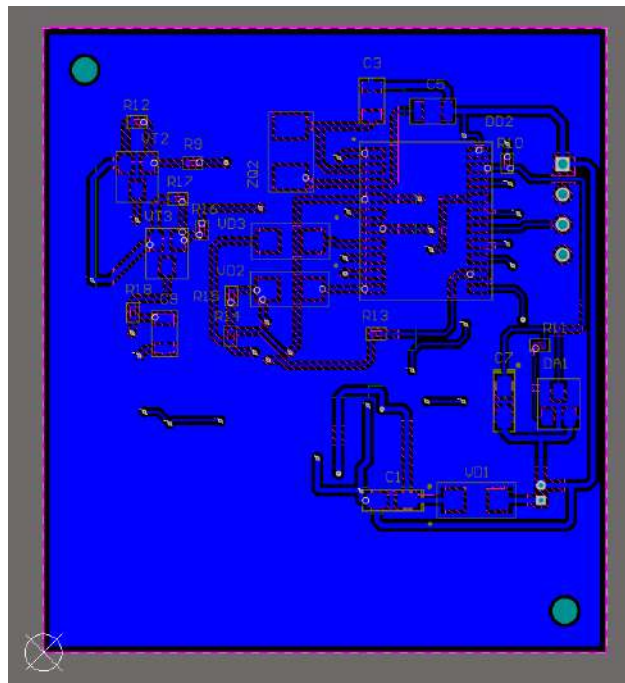


Рисунок 4.4 — Вигляд плати знизу

Всі елементи розміщені згідно зв'язків на схемі електричній принциповій, якомога ближче один до одного так, щоб друкований провідник був якомога коротшим, і щоб на одному друкованому провіднику було якомога менше перехідних отворів. (рис. 4.5 — вигляд плати в об'ємі зверху, рис. 4.6 — вигляд

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІЗп91.464116.001 ПЗ

плати в об'ємі знизу). Для зручності встановлення елементів на платі нанесено маркування.

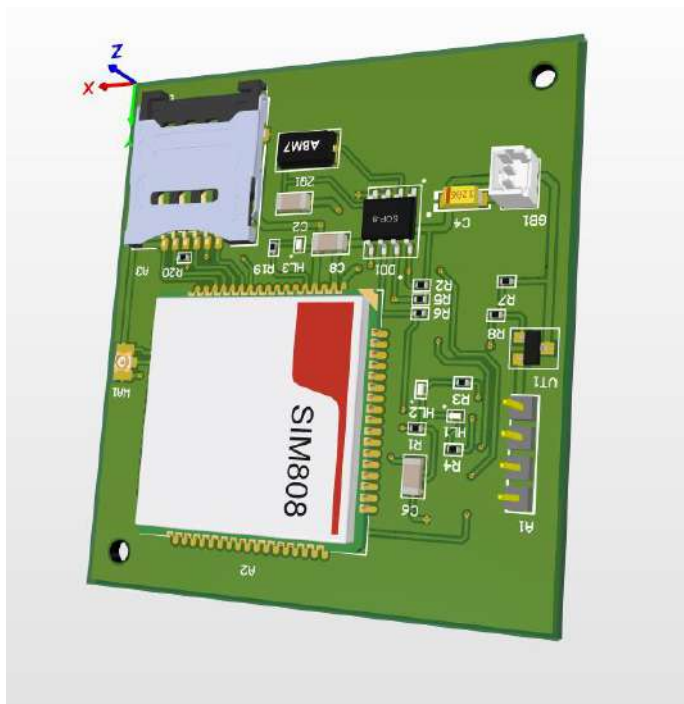


Рисунок 4.5 — Вигляд плати в об'ємі зверху

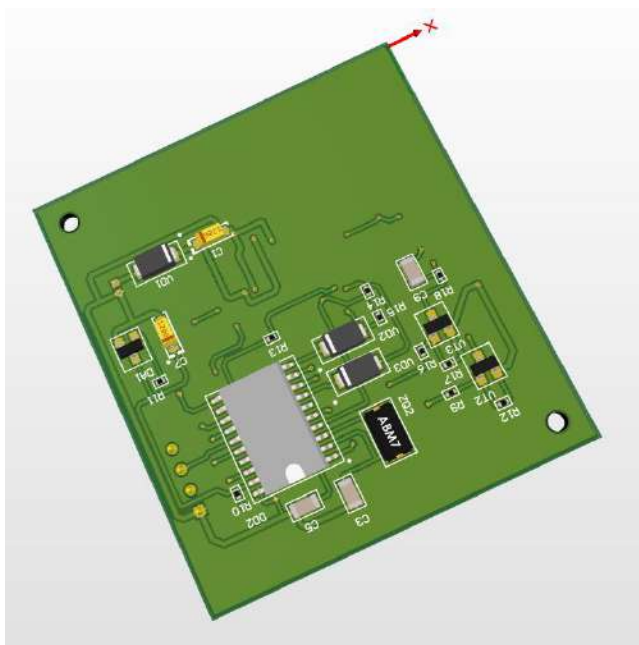


Рисунок 4.6 — Вигляд плати в об'ємі знизу

Всі роз'єми та гнізда на платі розміщені так, що їх було зручно підключати в корпусі. На платі передбачена діагностична індикація, тому світлодіоди розміщені зверху плати, щоб їх можна було побачити не знімаючи плати.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІЗП91.464116.001 ПЗ

Лис
30

5 ОГЛЯД ГОТОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Розроблений GPS-GSM трекер має корпус з розмірами 73x52x31 мм. Матеріалом корпусу обрано ABS-пластик. В корпусі не передбачено засоби зовнішньої індикації та роз'єми. Корпус має скруглені грані задля ергономічності та зручності монтажу (Рис. 5.1 — корпус пристрою).



Рисунок 5.1 — Корпус пристрою

Всередині пристрою міститься електронний модуль, батарейка та антена (Рис. 5.2 — Вигляд зсередини корпусу).

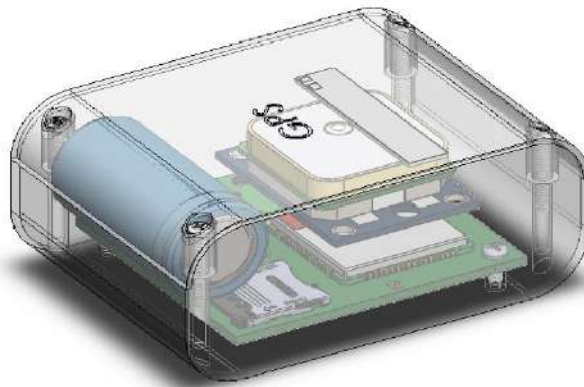


Рисунок 5.2 — Вигляд зсередини корпусу

Оскільки передбачається, що пристрій повинен розбиратися, корпус має з'ємну кришку, яка кріпиться за допомогою чотирьох самонарізних гвинтів (Рис. 5.3 — верхня кришка пристрою, вигляд зсередини).

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						31
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

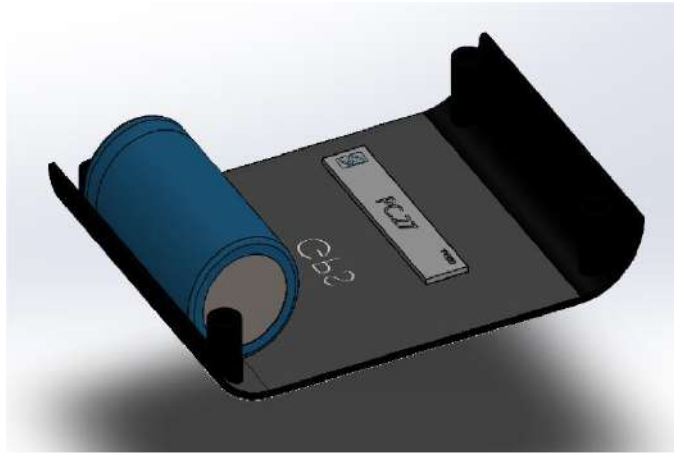


Рисунок 5.3 — Верхня кришка пристрою

Батарейка та GSM-антена закріплюються в кришці корпусу за допомогою двостороннього скотчу. Передбачається зміна батарейки, тому вона підключена до плати за допомогою роз'єму.

Плата кріпиться до корпусу за допомогою самонарізних гвинтів на спеціальні стійки. (Рис. 5.4 — Пристрій в розібраному вигляді).

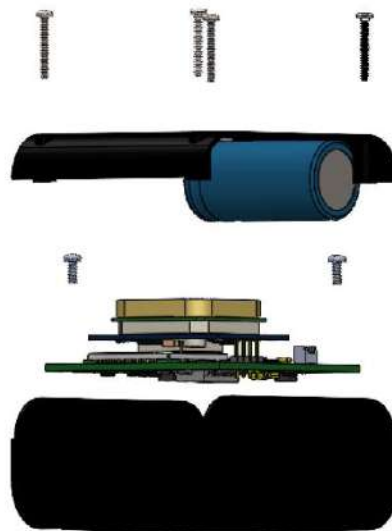


Рисунок 5.4 — Пристрій в розібраному вигляді

Модуль GPS встановлюється на плату за допомогою гребінки таким чином, щоб антена була зверху. Плата в корпусі закріплена так, щоб гніздо сімкартки було зверху, для її зручного встановлення.

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

6 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

6.1 Розрахунок надійності

Надійність характеризує здатність пристрою зберігати працездатність протягом встановленого часу [20].

Для розрахунку надійності існують певні умови:

- відмова будь-якого елемента призводить до відмови пристрою загалом;
- відмови елементів — випадкові та цілком взаємозалежні події;
- інтенсивності відмов ($\lambda\theta$) або потоки відмов ($\omega\theta$) постійні та не залежать від часу ($\lambda\theta = \text{const}$, $\omega\theta = \text{const}$).

Розрахунок надійності складових пристрою приведений в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 — Значення інтенсивності відмов та поправних коефіцієнтів

Назва елемента	N_j , шт	Інтенсивність відмов для нормальних умов, λ_{0i} , 10^{-6} 1/год	кн	a_i	Інтенсивність відмов групи в реальних умовах, $\lambda_j = N_j a_i \lambda_{0i}$, 10^{-6} , 1/год
Резистори	20	0,4	0,5	0,42	3,36
Світлодіоди	3	0,8	0,5	0,3	0,72
Конденсатори керамічні	6	0,7	0,7	0,25	1,05
Конденсатори полярні танталові	3	0,5	0,5	0,42	0,63
Мікросхеми	3	1	0,5	0,85	2,55
Транзистори біполярні	3	1	0,5	0,35	1,05
Кварцеві резонатори	2	1	0,02	0,2	0,4

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

РІЗп91.464116.001 ПЗ

Лис
33

Продовження таблиці 6.2

Назва елемента	N_j , шт	Інтенсивність відмов для нормальних умов, λ_{0i} , 10^{-6} 1/год	кн	a_i	Інтенсивність відмов групи в реальних умовах, $\lambda_j = N_j a_i \lambda_{0i}$, 10^{-6} , 1/год
Діоди	3	1,05	0,36	0,4	1,26
Роз'єми	3	0,5	0,5	0,5	0,75
Антена	1	0,36	0,8	0,6	0,216
Модулі	2	0,88	0,5	0,85	1,49
Батарея однорозрядна	1	7,2	0,2	0,5	3,6
Плата друкована	вно1	0,5	0,5	0,03	0,015
Пайки з'єднувальні	176	0,3	0,5	0,05	2,64

Інтенсивність відмов усього пристрою розраховується за формулою:

$$\lambda_p = K_E \sum_{i=1}^k \lambda_i = 51,3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}},$$

де K_E — коефіцієнт поправки, який залежить від умов експлуатації пристрою, в нашому випадку в автотранспортних засобах, тому дорівнює 2,6, k — кількість елементів.

Розрахуємо час безвідмовної роботи:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_p} \approx 19493 \text{ год.}$$

Отже, час безвідмовної роботи пристрою складає 2 роки, 2 місяці, 19 днів та 4 години, що цілком задовольняє вимоги ТЗ.

Розрахуємо ймовірність безвідмовної роботи протягом 1000 годин роботи:

$$P(1000) = e^{-\lambda_p \cdot t} = 0,94.$$

Отже, ймовірність безвідмовної роботи GPS-трекера становить 94%.

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						34
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

Зобразимо графік надійності пристрою на рис. 5.1.

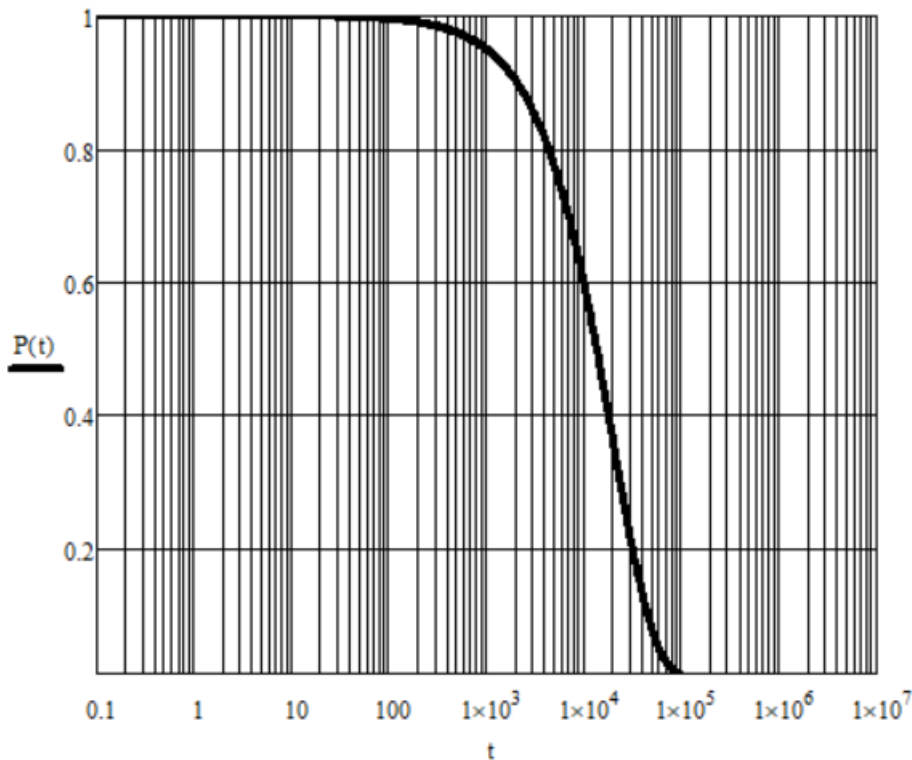


Рисунок 6.1 — Графік надійності

6.2 Аналіз механічних навантажень

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла спираючись на вихідні дані:

- довжина плати $a = 0,052$;
- ширина плати $b = 0,047$;
- товщина плати $h = 1,5 \cdot 10^{-3}$.

В якості матеріалу плати обраний склотекстоліт FR4 50/50 1,5мм, який — має такі параметри:

- модуль пружності $E = 3,02 \cdot 10^{10}$ Н/м²;
- щільність $\rho = 2,05 \cdot 10^3$ кг/м³;
- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,22$;
- маса встановлених елементів $M = 0,1$ кг.

Розрахуємо приведену масу друкованої плати:

$$m_n = \rho \cdot h = 3,075 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

Розрахуємо приведену масу плати з деталями:

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	Лис
						35
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = \frac{m_n \cdot M}{a \cdot b} = 125,818 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

Циліндрична жорсткість буде дорівнювати:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi)} = 8,926 \text{ Нм}.$$

Обчислимо значення функції $\varphi(\beta)$ для кріплення в чотирьох точках:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{\xi + 1}{\beta + \beta^2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{\beta^3 + \beta^6}}} = 8,677,$$

де β — співвідношення ширини і довжини плати $\frac{a}{b} = 1,1$.

Розрахуємо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2\pi a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} = 136 \text{ Гц}.$$

Аналізуючи розрахунки, робимо висновок, що резонансна частота $f_0 = 136$ Гц значно більша за максимально допустиму ($f_0 = 60$ Гц), тому даний тип кріплення цілком підходить для даного виробу [21].

					РІЗП91.464116.001 ПЗ	Лис
						36
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Було спроектовано GPS-GSM трекер, який призначений для встановлення на автотранспортні засоби. Серед переглянутих аналогів має більший час автономної роботи та меншу вартість.

Використовуючи САПР Altium Designer була розроблена конструкція друкованої плати, проведено трасування друкованих провідників.

Було підібрано якісну елементну базу, яка відповідає технічним характеристикам та електричним параметрам пристрою та розроблено електронний модуль.

У середовищі SolidWorks було розроблено конструкцію корпусу пристрою, який забезпечує високу ергономічність та привабливий зовнішній вигляд.

Було проведено розрахунки надійності пристрою, які показали, що його час безвідмовної роботи цілком задовольняє поставлені вимоги. Розрахунок віброміцності показав, що пристрій цілком відповідає технічним вимогам.

					<i>РІЗп91.464116.001 ПЗ</i>	Лис
						37
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сайт інтернет-магазину з продажу GPS-трекерів — [Електронний ресурс] — URL: <https://rozetka.com.ua/gps-trekeri/c4669231/> (Дата звернення 27.05.22).
2. Автономний трекер Queclink GL300 Сайт виробника. URL: <https://www.queclink.com/> (Дата звернення 27.05.22).
3. Міні трекер GF-07 — [Електронний ресурс] — URL: <https://thesmart.com.ua/ua/p1259914005-mini-gsm-treker.html> (Дата звернення 27.05.22).
4. Трекер ТК-915 — [Електронний ресурс] — URL: <https://700.com.ua/ua/p575682794-915-gps-treker.html> (Дата звернення 27.05.22).
5. Teltonika FMP100 Сайт виробника — [Електронний ресурс] — URL: <https://teltonika-gps.com/product/fmp100/> (Дата звернення 27.05.22).
6. Технічні характеристики GSM-модуля — [Електронний ресурс] — URL: <https://arduino.ua/prod1586-crowtail-gprs-gsm-gps-modul-na-sim808-v1-1-ot-elecrow> ((Дата звернення 27.05.22).
7. Технічні характеристики GPS-модуля GY-NEO6MV2 — [Електронний ресурс] — URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/gps-modul-gy-neo6mv2_125757.html (Дата звернення 27.05.22).
8. Сайт інтернет-магазину, в якому міститься опис технічних характеристик конденсаторів — [Електронний ресурс] — URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog/tantalovye-smd/74> (Дата звернення 28.05.22).
9. Опис технічних характеристик резисторів — [Електронний ресурс] — URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog/0402/384> (Дата звернення 28.05.22).

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	<i>Лис</i>
						38
<i>Зм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

10. Даташит на мікроконтроллер — [Електронний ресурс] — URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Pic16f690%20datasheet&gclid=Cj0KCQjwzLCVBhD3ARIsAPKYTcQ2nahWVJA4iE-UvW5tCfSjwaBcabEoxzTBeatIHwSi7s0AgSfNi-YaAgL3EALw_wcB (Дата звернення 28.05.22).
11. Даташит на регулятор напруги — [Електронний ресурс] — URL: <https://www.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/pdf/435511/HTC/TL431C.html> (Дата звернення 28.05.22).
12. Даташит на таймер — [Електронний ресурс] — URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Pcf8583%20datasheet&gclid=Cj0KCQjwzLCVBhD3ARIsAPKYTcTCAo-zOfO3GbXEJ_WpIn8o73C_EplF62ImkoRq1RrUYdVnzC2OSgQaAsT6EALw_wcB (Дата звернення 28.05.22).
13. Сторінка інтернет-магазину з інформацією про світлодіоди – [Електронний ресурс] – URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog/svetodiody-vidimogo-spektra-smd/447> (Дата звернення 28.05.22).
14. Даташит на діоди — [Електронний ресурс] — URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ss14%20datasheet&gclid=Cj0KCQjwzLCVBhD3ARIsAPKYTcS8gMm-AinkUqnQwjsX3NgkHK4DFqm50ASWs71vSW5R4IMc9pAc9S4aAhHTEALw_wcB (Дата звернення 28.05.22).
15. Даташит на транзистори — [Електронний ресурс] — URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Bc846b%20datasheet&gclid=Cj0KCQjwzLCVBhD3ARIsAPKYTcTzpzlBau9aXtLN9_JpZfXBsZkCXhtyfraqLcOHthl6XR2Sd85qUNMaAsweEALw_wcB (Дата звернення 28.05.22).
16. Сторінка, яка містить інформацію про технічні характеристики кварцевих резонаторів — [Електронний ресурс] — URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=ABM7-8.000MHZ-D2Y-T> (Дата звернення 28.05.22).

					РІЗп91.464116.001 ПЗ	Лис
						39
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Характеристики батарейки — [Електронний ресурс] — URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=ER18505-3.6V> (Дата звернення 28.05.22).
18. Параметри антени — [Електронний ресурс] — URL: <https://www.mouser.in/ProductDetail/Taoglas/PC27.07.0100A?qs=WUa1z%2FNV9%252B30qigNCUgxBA%3D%3D> (Дата звернення 28.05.22).
19. Фізико-теоретичні основи конструювання електронних апаратів / Зінковський Ю. Ф. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 56с.
20. Розрахунок надійності — [Електронний ресурс] — URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2276> (Дата звернення 01.06.22).
21. Методика розрахунку віброміцності плати — [Електронний ресурс] — URL: <https://kivra.kpi.ua/wpcontent/uploads/file/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf> (Дата звернення 01.06.22).

					<i>Різп91.464116.001 ПЗ</i>	Лис
						40
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1 НАЗВА ТА ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проєкту «GPS-GSM трекер.

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою прикладної радіоелектроніки від 1 травня 2022 року.

2 ВИКОНАВЕЦЬ

Виконавець дипломного проєкту — Вінник Роман Леонідович.

3 МЕТА ВИКОНАННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою виконання дипломного проєкту є проектування GPS-GSM трекера для охоронної системи автомобіля.

Його призначення — відслідковування місцеположення автомобіля на випадок його викрадення.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Вимоги призначення виробу

- Пристрій повинен бути автономним;
- Напруга живлення: 3,7 В \pm 10%;
- Діапазон частот: 850/900/1800/1900МГц;
- Точність визначення GPS координат до 50м;
- Пристрій повинен надсилати координати про місцеположення за допомогою sms-повідомлень.

4.2 Вимоги життєздатності і стійкості до зовнішніх впливів та чинників

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 УХЛ-2. УХЛ — макрокліматич-

ний район з помірним та холодним кліматом. Для експлуатації в приміщеннях (об'ємах) зі штучно регульованими кліматичними умовами.

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001, В4. Встановлюється в автомобілях, на мотоциклах, у сільськогосподарській, дорожній та будівельній техніці.

4.3 Вимоги надійності

Час безвідмовної роботи не менше 17520 годин, або 2 років.

4.4 Вимоги до конструкції виробу

Пристрій повинен бути легкорозбірним задля можливості встановлення сім-картки та заміни батарейки. Повинен мати якомога компактнішу конструкцію для зручності монтажу. Вага не повинна перевищувати 0,1 кг.

4.5 Вимоги до ергономіки та зовнішнього вигляду

Прилад повинен мати якомога меншу продовгуватість, форма має нагадувати куб з зализаними кутами.

4.6 Вимоги до сировини та матеріалів

Для виготовлення пристрою повинні використовуватися матеріали, які відповідають діючим стандартам та ТУ.

5 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ ТА МАРКУВАННЯ


Маркування наноситься у вигляді позначень на корпусі. Пакування здійснюється за вимогами ДСТУ 4171-2003. Консервація виробу не передбачена.

6 ВИМОГИ РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Документація оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015. Має включати в себе графічну та текстову інформацію, а саме:

- Пояснювальну записку;
- Схему електричну структурну;
- Схему електричну принципову;
- Перелік елементів;
- Специфікацію;
- Креслення друкованої плати;
- Складальне креслення.

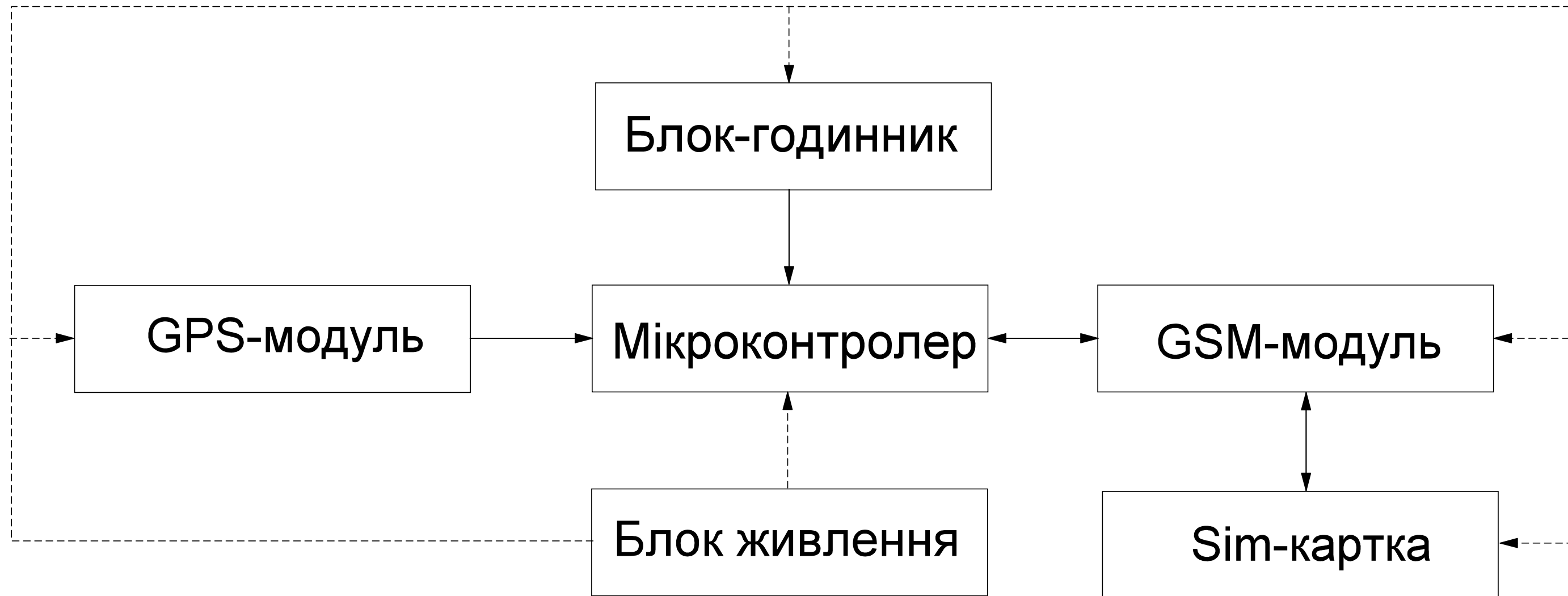
Виконавець

_____  _____ Р. Л. Вінник

Керівник

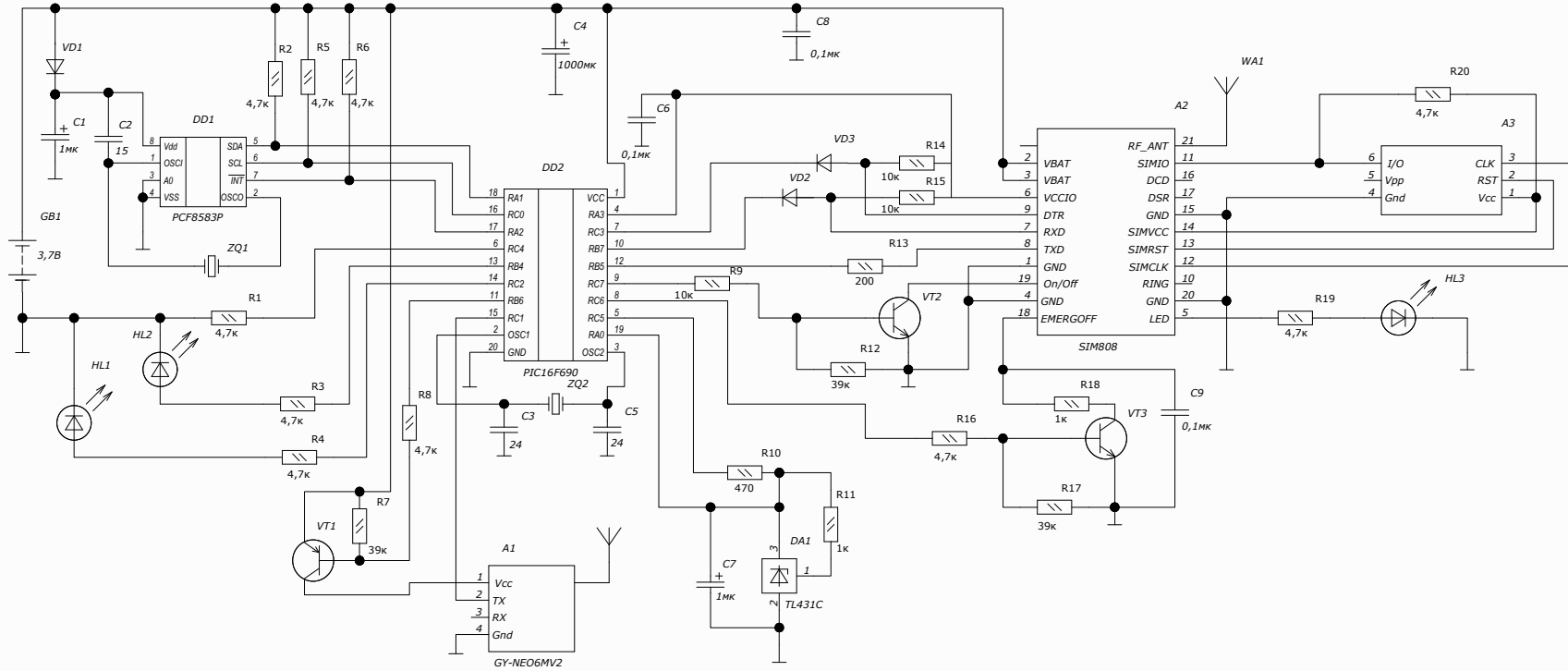
_____  _____ доцент Ю.Ф. Адаменко

ДОДАТОК Б
СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА СТРУКТУРНА



					РІзп91.464116.001 Е1			
					GPS-GSM трекер	<i>Лім</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
	<i>Розробив</i>	Вінник Р. Л.	<i>[Signature]</i>		Схема електрична структурна	<i>Аркуш</i>		<i>Аркушів</i>
	<i>Перевірів</i>	Адаменко Ю.	<i>[Signature]</i>					
	<i>Т. контр.</i>							
	<i>Реценз.</i>							
	<i>Н. контр.</i>	Попсуй В. І.				РІ-зп91, РТФ		
	<i>Затв.</i>	Степанов						

ДОДАТОК В
СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА



				PIзп91.464116.001 E3		
Эм. Лист	№ докум.	Підпис	Дата	GPS-GSM трекер Схема електрична принципова		
Розроб.	Вінник Р.Л.	<i>[Signature]</i>				
Перев.	Адаменко Ю.	<i>[Signature]</i>				
Т. контр.						
Н. контр.	Полсуй В. І.			Лист 1	Листів 1	PI-зп91, РТФ
Затв.	Степанов М.					

ДОДАТОК Г
ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітки
A1	Модуль GPS GY-NEO6MV2	1	
A2	Модуль GSM SIM808	1	
A3	Модуль Sim Card	1	
<u>Конденсатори</u>			
C1	MER 16B 1мкФ ± 10%	1	
C2	TSL 100B 15пФ ± 1%	1	
C3	TSL 100B 24пФ ± 1%	1	
C4	MER 16B 1000мкФ ± 10%	1	
C5	TSL 100B 24пФ ± 1%	1	
C6	EHR 100B 0,1мкФ ± 10%	1	
C7	MER 16B 1мкФ ± 10%	1	
C8,C9	EHR 100B 0,1мкФ ± 10%	2	
<u>Мікросхеми</u>			
DA1	TL431C ST	1	
DD1	PCF8583P Toshiba	1	
DD2	PIC16F690 MCRCH	1	
HL1 - HL3	Світлодіоди SMD 0402 Osram	3	

РІзп91.464116.001 ПЕ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Вінник Р.Л.			
Перевір.	Адаменко			
Реценз.				
Н. Контр	Полсуй В. І.			
Затверд.	Степанов			
GPS-GSM Трекер			Лім.	Арк.
Перелік елементів			1	2
РІ-зп91, РТФ				

ДОДАТОК Д
ПЛАТА ДРУКОВАНА

Перв. застосування

Довідк. №

Підп. і дата

Зам. інв. №

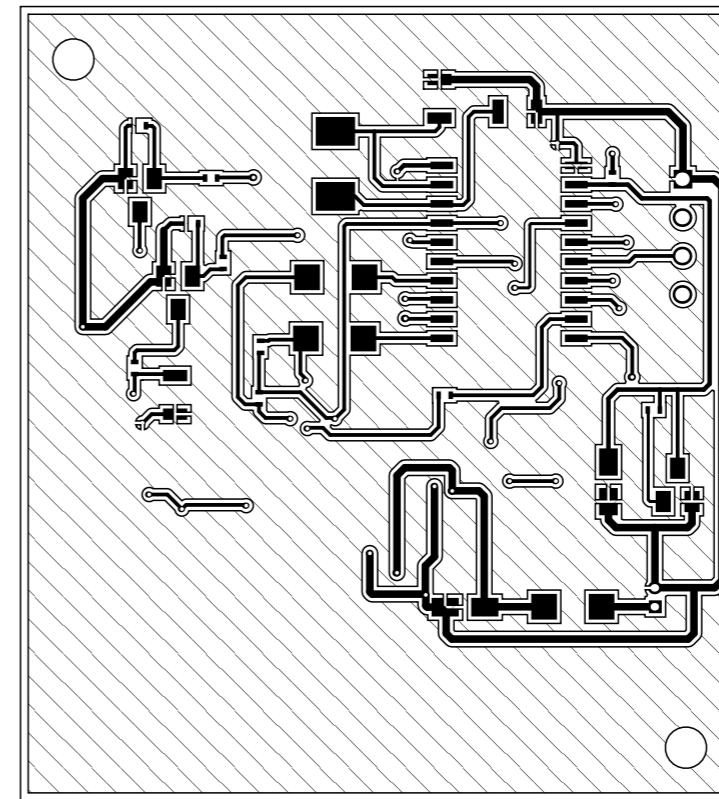
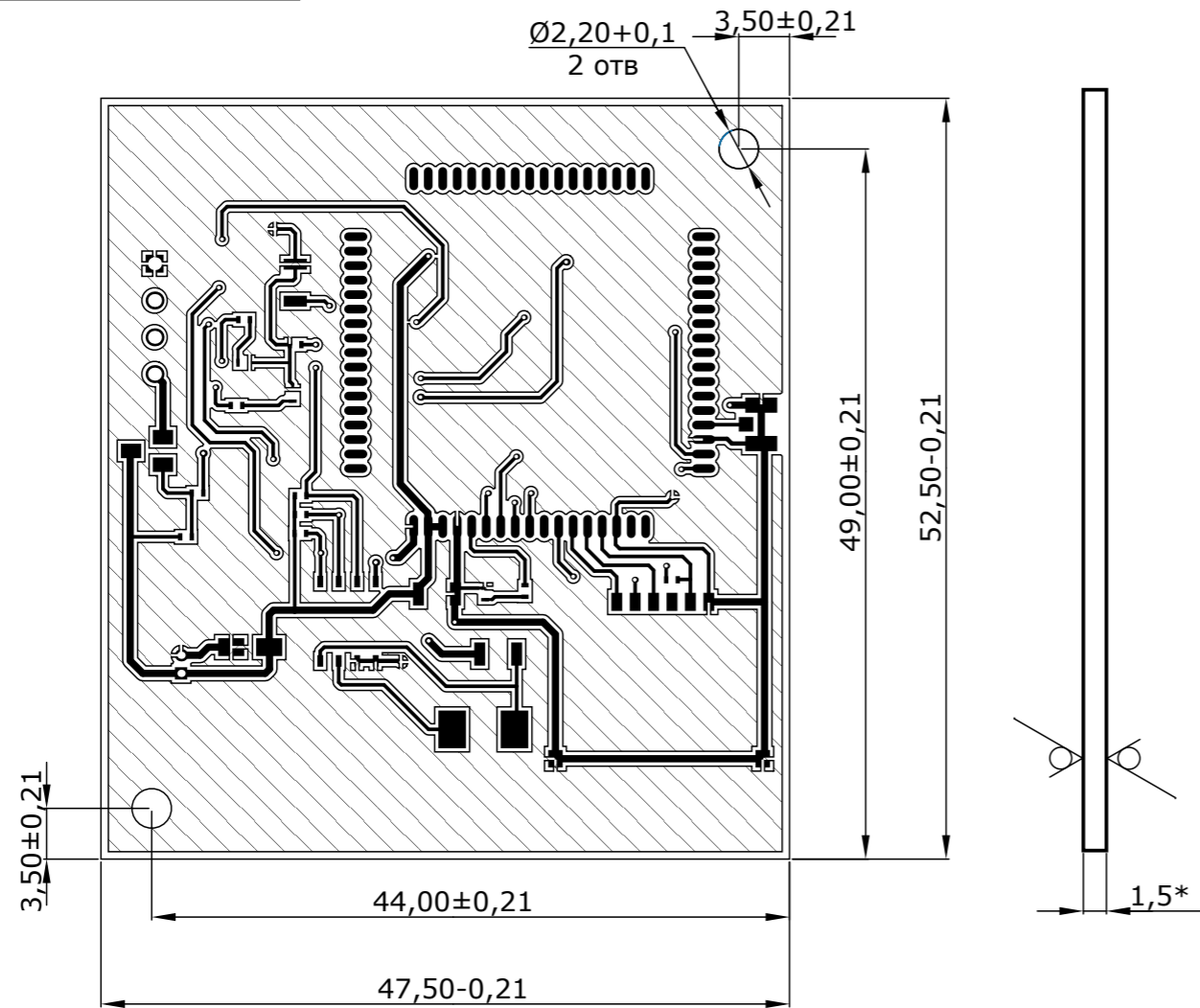
Інв. № ориг.

Підп. і дата

Інв. № ориг.

Plzn91.758724.001

Ra 6,3



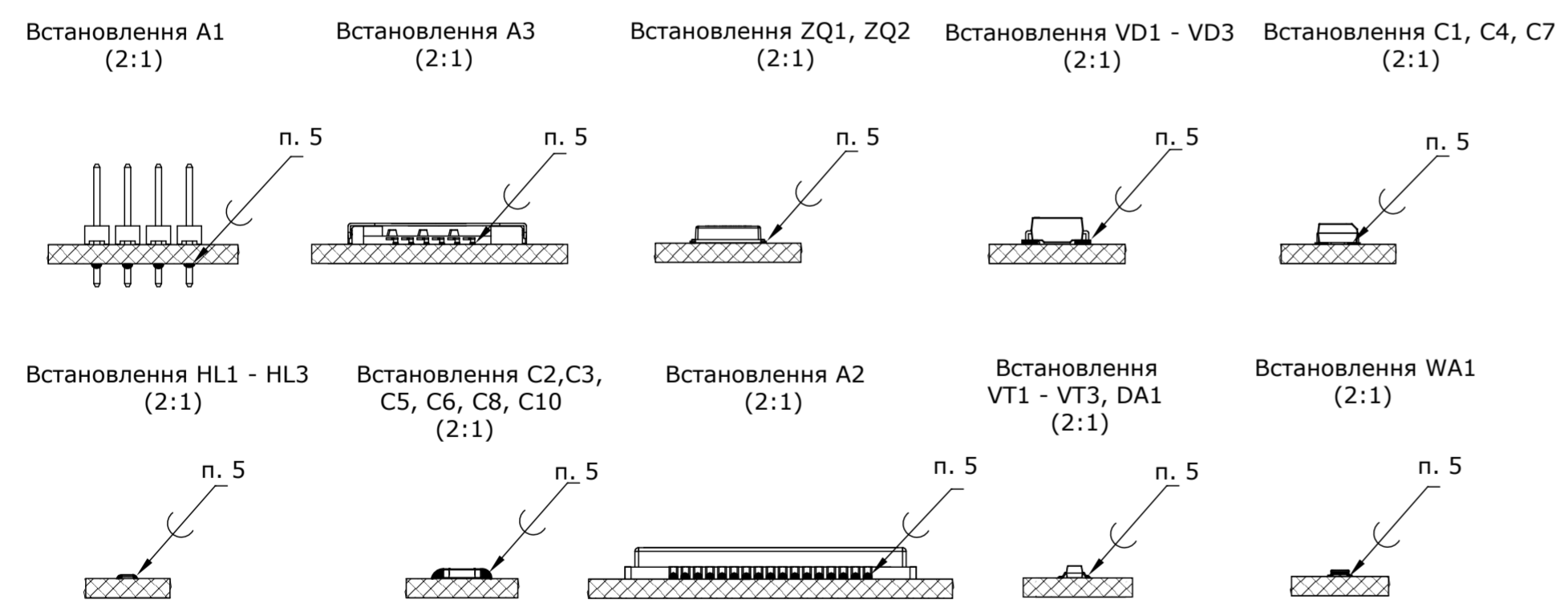
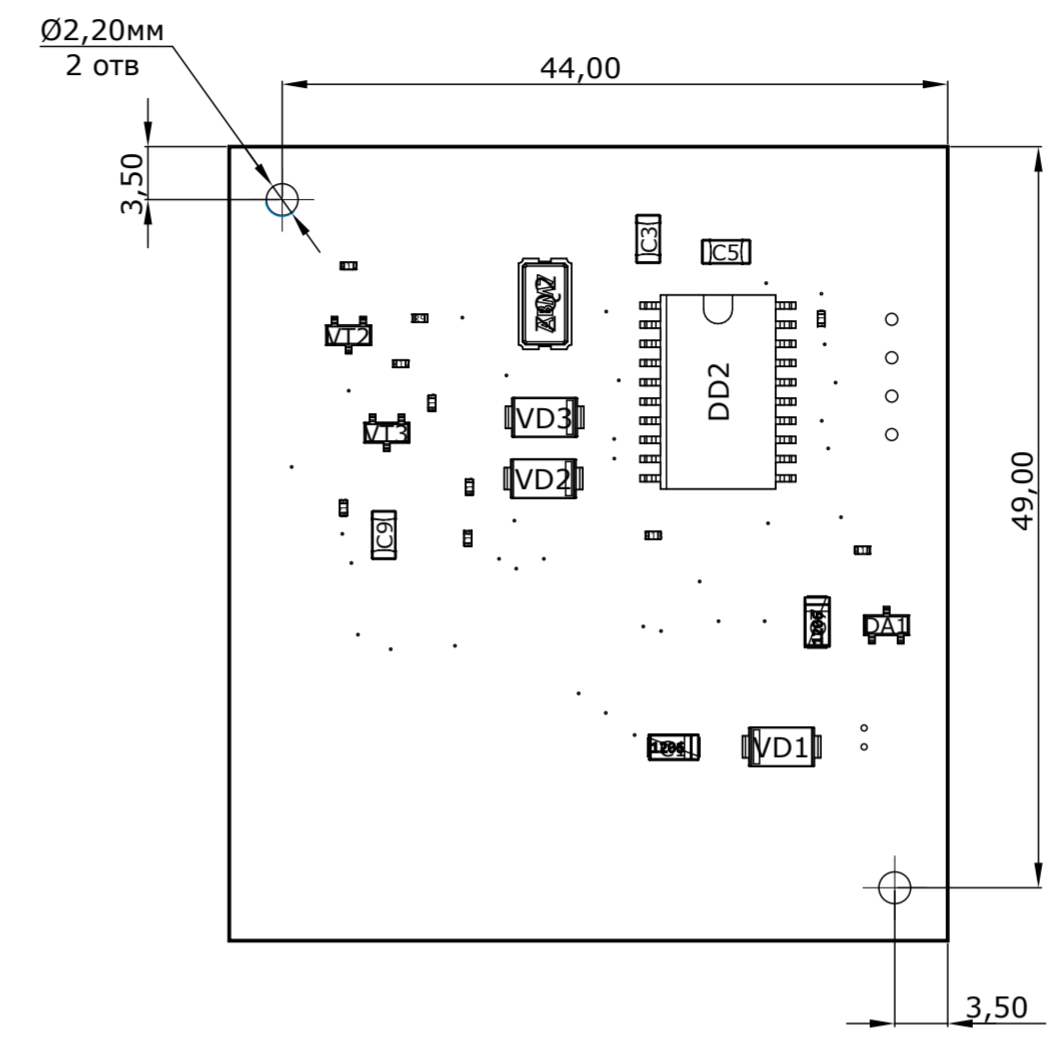
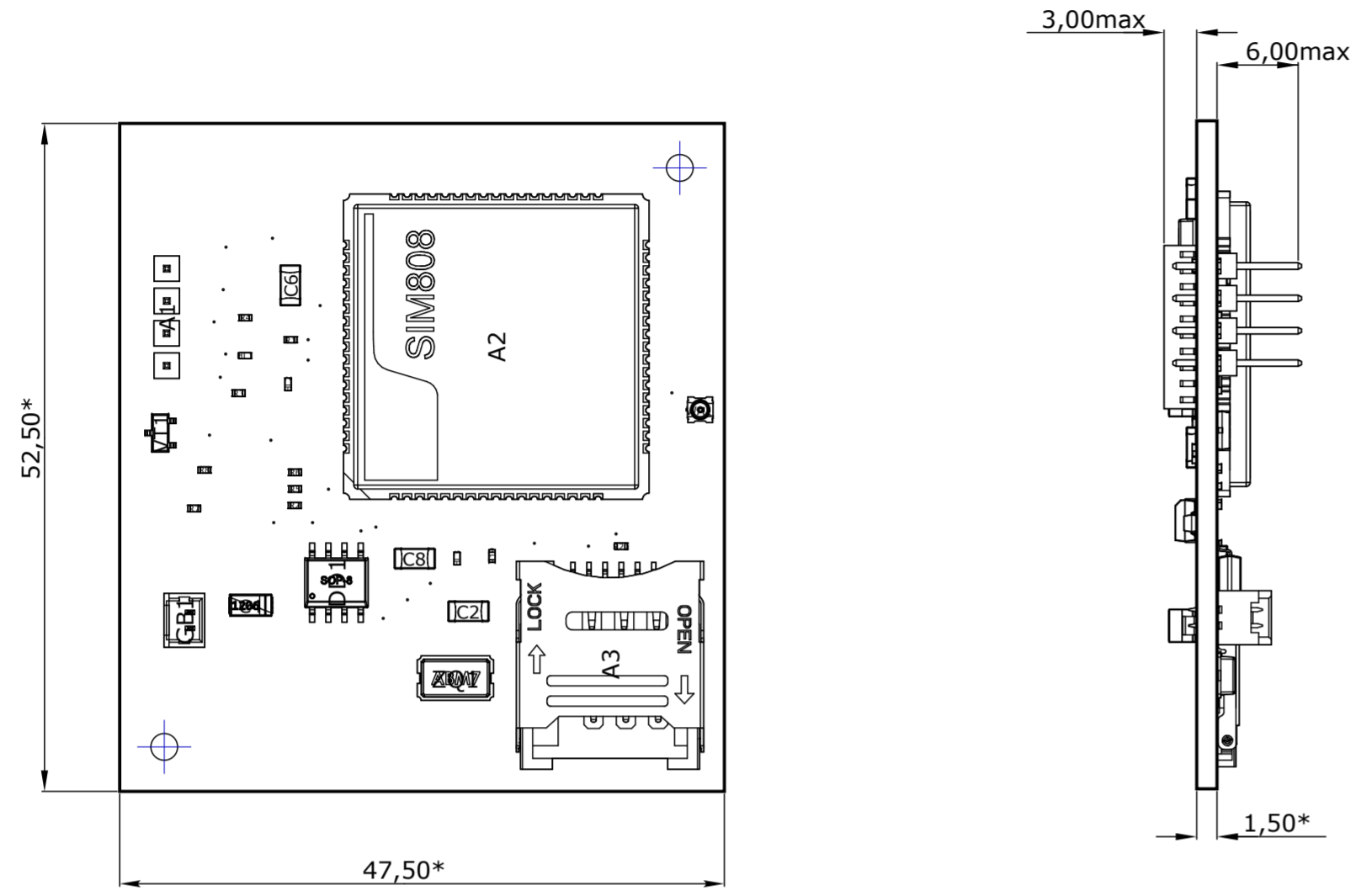
- * Розміри для довідок.
- Плату виготовити комбінованим позитивним методом.
- Клас точності друкованої плати 4 згідно ГОСТ 23751-86.
- Параметри друкованого рисунку:
 - Ширина силових провідників 0,5мм (в широкому місці), 0,25 (в вузькому місці);
 - Ширина сигнальних провідників 0,25мм (в широкому місці), 0,2(в вузькому місці);
 - Зазор між металізацією 0,2мм.
- Координати отворів друкованої плати наведена на машинному носії NC Drill
 Топологія верхнього шару друкованої плати наведена на машинному носії PCB1.GTL
 Топологія нижнього шару друкованої плати наведена на машинному носії PCB1.GBL
 Верхня захисна маска наведена на машинному носії PCB1.GTP
 Нижня захисна маска наведена на машинному носії PCB1.GBP
 Топологія верхнього шару шовкографії наведена на машинному носії PCB1.GTO
 Топологія нижнього шару шовкографії наведена на машинному носії PCB1.GTO
- Інші технічні вимоги за ОСТ4 ГО.010.070.014

				Plzn91.758724.001		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лім.	Маса	Масштаб
Розроб.	Вінник Р. Л.	<i>[Signature]</i>				2:1
Перевір.	Адаменко	<i>[Signature]</i>				
Т. контр.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Н. контр.	Попсуй В. І.			FR4 50/50 1,5 IPC 4101/21		PI-зп91, РТФ
Затв.	Степанов					

Копіював

Формат А3

ДОДАТОК Е
СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ



1. Розміри для довідок*
2. Монтаж виконувати згідно схеми електричної принципової .
3. Позиційні позначення елементів показані умовно.
4. Встановлювати елементи згідно ГОСТ 29137-91
DA1, DA2 встановлювати згідно варіанту 360;
елементи A1 - A3, C1 - C9, DA1, HL1 - HL3, R1 - R20, VD1 - VD3, VT1 - VT3, WA1
встановлювати згідно кресленюку.
5. Паяти припоєм SAC 305 ISO 9453:2014. Допускається для елементів поверхневого монтажу використання пасти припойної ПП-140 АУ70.033.013 ТУ.

Перв. примен.
Справ. №
Підп. та дата
Взам. інв. №
Інв. №
Інв. № подл.
Підп. та дата
Інв. № подл.

Зм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Вінник Р.Л.		
Перев.	Адаменко Ю		
Т. контр.			
Н. контр.	Попсуй В. І.		
Затв.	Степанов М.		

РІзп91.464116.002 СК

GPS-GSM трекер

Складальний кресленик

Літ.	Маса	Масштаб
1		2:1
Лист	1	Листів 1

РІ-зп91, РТФ

Формат А2

ДОДАТОК Ж
СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ЕЛЕКТРОННИЙ МОДУЛЬ

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A2			РІзп91.464116.002 СК	Складальне креслення		
A3			РІзп91.464116.001 Е1	Схема електрична структурна		
A2			РІзп91.464116.001 Е3	Схема електрична принципова		
A4			РІзп91.464116.001 ПЕ	Перелік елементів		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	РІзп91.758724.001	Плата друкована		
				<u>Інші вироби</u>		
				Діоди SS14 Vishay	3	VD1-VD3
				Конденсатори		
				TSL 100B 15пФ ± 1%	1	C2

					РІзп91.464116.002			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп	Дата				
Розробив	Вінник Р. Л.				GPS-GSM Трекер Електронний модуль	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Адаменко						1	3
Т.конт						РІ-зп91, РТФ		
Н.конт	Попсуй В. І.							
Затверд.	Степанов							

