

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки.  
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів  
(повне найменування кафедри)

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка конструкції індикатора режиму акумулятоної батареї

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи РТ-118сп

Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Радіоелектронні апарати та засоби

Ошкін Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Поспеева І.Є.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Зеленьова Т.Я.

(прізвище та ініціали)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки,  
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
 Кафедра інформаційних технологій електронних засобів  
 Ступінь вищої освіти бакалавр  
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
(код і найменування)  
 Освітня програма (спеціалізація) Радіоелектронні апарати та засоби  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. зав. Каф. ІТЕЗ Огренич Є.В.,

канд.техн. наук

« 28 » 05 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

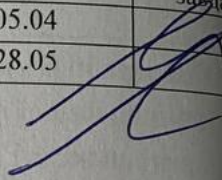
Ошкіна Данила Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема проекту (роботи) Розробка конструкції індикатора режиму акумуляторної батареї  
 керівник проекту (роботи) Поспеева Ірина Євгеніївна, ст. викладач, кафедри інформаційних технологій електронних засобів  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
 затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» квітня 2021 року №161
- Строк подання студентом проекту (роботи) 7 червня 2021 року
- Вихідні дані до проекту (роботи): схема електрична принципова, умови експлуатації: кліматичне виконання УХЛ, група експлуатації IV по ГОСТ 11478-82, тип виробництва- крупносерійне. Забезпечити експлуатаційні вимоги, технологічність, тепловий режим, надійність, вимоги до ергономіки та естетики, ремонтпригодність
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Вступ, 2 аналіз назначення і принцип дії переговорного пристрою, 3 аналіз технічних вимог, 4 забезпечення технічних вимог, 5 обґрунтування вибору конструкції, 6 опис конструкції, 7 проведення конструкторських розрахунків, 8 Висновки
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Схема електрична принципова, складальне креслення пристрою складальне креслення плати, деталіровка.



## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

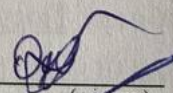
Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконав завдання
Розділи 1-3	Поспеева І.Є., ст. викладач	05.04	
Нормоконтроль	Поспеева І.Є., ст. викладач	28.05	

7. Дата видачі завдання «26» квітня 2021 року.

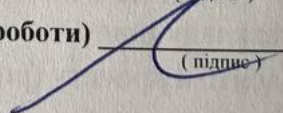
## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітки
1	Аналіз схеми електричної і вибір ЕРЕ	1 тиждень	Виконано
2	Ескіз компонування виробу з урахуванням вимог експлуатації (установка на об'єкті)	2 тиждень	Виконано
3	Ескізний варіант плати	3 тиждень	Виконано
4	Розробка детального креслення плати, складального креслення плати	4 тиждень	Виконано
5	Виконання конструкторських розрахунків	5 тиждень	Виконано
6	Виконання складального креслення приладу, деталіровки	6 тиждень	Виконано
7	Написання пояснювальної записки	7 тиждень	Виконано
8	Пошук помилок і доопрацювання проєкту	8 тиждень	Виконано
9	Захист	9 тиждень	Виконано

Студент

  
 (підпис)

Керівник проєкту (роботи)

  
 (підпис)
Ошкін Д.В.  
(прізвище та ініціали)Поспеева І.Є.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: с.53 , Рис 13.,Табл 1. ,Джерела 26.

Об'єкт розробки - індикатор режиму акумуляторної батареї

Мета роботи - розробити частковий комплект конструкторської документації на виготовлення індикатора режиму акумуляторної батареї, яке виготовляється при великосерійному типі виробництва і експлуатується в кліматичних умовах УХЛ 1.1. Набути навичок з конструювання радіоелектронних пристроїв, в загальному, і вибору конструктивних рішень для виробництва індикатора режиму акумуляторної батареї.

ІНДИКАТОР РЕЖИМУ, КОНСТРУКЦІЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ,  
ІНТЕНСИВНІСТЬ ВІДМОВ, НАПРУГА, ПЛАТА.

## ЗМІСТ

Завдання на дипломний проект.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Призначення і принцип дії індикатора режиму акумуляторної батареї .....	8
2 Технічні вимоги до індикатора режиму акумуляторної батареї .....	11
2.1 Експлуатаційні вимоги .....	11
2.2 Вимоги технологічності .....	13
2.3 Вимоги забезпечення теплового режиму .....	14
2.4 Вимоги забезпечення захисту від вологи.....	17
2.5 Вимоги захисту від механічних впливів.....	18
2.6 Вимоги ремонтпридатності .....	19
2.7 Вимоги ергономіки та естетики .....	20
3 Особливості smd резисторів .....	21
3.1 Загальні відомості про smd резистори.....	21
3.1.1 Підлаштовуючі smd резистори.....	21
3.2 Спосіб установки smd резисторів.....	22
3.3 Характеристики smd резисторів.....	23
3.4 Розміри і позначення smd резисторів.....	24
3.4.1 Позначення за допомогою трьох цифр.....	24
3.4.2 Позначення за допомогою чотирьох цифр.....	24
3.4.3 Позначення за допомогою цифр і букв.....	24
3.5 Переваги та недоліки smd резисторів.....	25
3.5.1 Переваги smd резисторів.....	25
3.5.2 Недоліки smd резисторів.....	25
4 Вибір елементної бази.....	26
4.1 Конденсатори.....	26
4.2 Резистори.....	28
4.3 Світлодіоди.....	30
4.4 Клавійний перемикач.....	31

4.5 Мікросхеми.....	32
5 Забезпечення технічних вимог .....	34
5.1 Забезпечення експлуатаційних вимог .....	34
5.2 Забезпечення вимог технологічності .....	35
5.3 Забезпечення теплового режиму .....	35
5.4 Забезпечення захисту від вологи .....	37
5.5 Забезпечення захисту від механічних впливів.....	39
5.6 Забезпечення вимог ремонтпридатності .....	39
6 Обґрунтування вибору конструкції .....	41
7 Опис конструкції .....	44
8 Конструкторський розрахунок .....	45
8.1 Розрахунок надійності .....	45
8.2 Розрахунок радіатора .....	48
Висновки .....	50
Перелік джерел посилань .....	51
Додаток А.....	54

## ВСТУП

У більшості сучасних автомобілів і мотоциклів відсутній прилад, за показаннями якого водій міг би судити про напругу бортової мережі. Оскільки в різних режимах роботи обладнання вона змінюється в досить широких межах, потреба в точному вимірі її значення, як правило не потрібна. Досить простого трьох-чотирьох порогового світлового індикатора, здатного показати лише те, що поточне значення напруги знаходиться у вузькій зоні між двома граничними. До таких пристроїв пред'являються такі вимоги:

- робота на будь-яких автомобілях і мотоциклах з номінальною напругою мережі 12 В постійного струму;
- маса не більше 0.5 кг;
- висока ремонтпридатність;
- забезпечення зручності зчитування інформації;
- можливість регулювання основних параметрів пристрою без вдавання до допомоги ремонтних служб при виході цих параметрів за рамки допустимих значень.

Метою даного кваліфікаційного проекту є розробка конструкції та комплекту конструкторської документації до пристрою, який в найбільш повній мірі задовольняє перерахованим параметрам. В даний час є розробки аналогічних пристроїв. Однак даний пристрій на додаток до функцій «вольтметра» показує, заряджається акумуляторна батарея в той чи інший момент або розряджається. Такий пристрій дозволяє діагностувати несправність незабаром після її виникнення, ще до аварійного зниження напруги бортової мережі [1].

## **1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП ДІЇ ІНДИКАТОРА АКАМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ**

Пропонований пристрій дозволяє візуально контролювати як напруга бортової мережі транспортного засобу, так і процес зарядки - розрядки акумуляторної батареї. Індикатор може працювати на будь-яких автомобілях і мотоциклах з номінальною напругою ланцюга 12 В постійного струму. Пристрій містить два індикатори - напруги на трьох жовтих світлодіодах і зарядки з двома світлодіодами червоного і жовтого світла світіння. Коли напруга бортової мережі нижче 12,5 В (не більше 11,5 В), світить один світлодіод індикатора напруги, при 12,5 ... 15 В - два, понад 15 В - три. У разі живлення бортової мережі від акумуляторної батареї, т.ч. Вона розряджається, спостерігаються спалахи "червоного" світлодіоди індикатора зарядки. Як тільки бортова мережа переходить на живлення від генератора (батарея заряджається), колір спалахів змінюється на зелений. Імпульсний режим роботи індикатора зарядки обраний для того, щоб під час руху не плутати індикатори проектора.

Прилад має знаходитися на відкритому повітрі, в тому числі і в умовах руху (в салоні автомобіля, на мотоциклі) - IV група експлуатації по ГОСТ 11478-88, категорія виконання - УХЛ 1.1 по ГОСТ 15150-69, для експлуатації на відкритому повітрі (вплив сукупних кліматичних факторів для даного макрокліматичного району). Оскільки пристрій не відноситься до класу професійної радіоапаратури, додаткові заходи захисту від кліматичних впливів у вигляді повної герметизації не передбачається. Використовується часткова герметизація ЕРЕ, передбачена їх конструкцією, а також у вигляді покриття плати захисним лаком. Пристрій розрахований на рядового користувача і робота з ним повинна викликати ніяких труднощів.

Принципова схема індикатора режиму акумуляторної батареї приведена в документації (НУЗП 467845.009 ЕЗ).

Індикатор напруги складається з трьох порогових пристроїв на інверторах DD1.1-DD1.6, і трьох вхідних ділянок напруги R2-R4, трьох



вхідних підсилювачів струму на транзисторах VT4-VT6 і трьох світлодіодів HL1-HL3, службовців навантаженням підсилювачів струму. Підлаштовуючими резисторами R2-R4 встановлюють пороги включення світлодіодів. Для того, щоб виключити нестійкість світіння світлодіодів поблизу порога перемикавання, інвертори DD1.1DD1.3 шунтовані конденсаторами C3-C5.

Індикатор зарядки складається з діодного датчика струму VD1 VD2, вузла визначення полярності, в який входять транзистори VT2, VT3 і елементи DD2.1, DD2.2, підсилювачів струму на транзисторах VT7, VT8 з навантаженням - світлодіодами HL4, HL5 - і генератора інфранизьких частоти на елементах DD2.3, DD2.4 з вихідним комутатором на транзисторі VT9.

Підключається індикатор до плюсового висновку акумуляторної батареї і до реле-регулятора. Тумблер SA1 служить вимикачем індикатора.

Визначник полярності встановлює, в який бік тече струм через датчик - в сторону батареї (зарядка) або в сторону реле-регулятора і бортової мережі (розрядка). При розрядці на датчику струму (на відкритому діоді VD2) створюється падіння напруги близько 0,35 В плюсом до батареї. Ця напруга докладено до емітерний переходу транзисторів VT2, VT3.

При цьому транзистор VT3 закривається, а VT2 - відкривається. В результаті на виході елемента DD2.2 буде низький рівень, а на виході DD2.1 - високий. Тому буде відкритий транзистор VT7 і включений "червоний" світлодіод HL4. Транзистор VT8 закритий.

Струм через світлодіод HL4 і транзистор VT7 може протікати тільки тоді, коли відкрито комутуючий транзистор VT9. А він відкривається періодично під дією імпульсів, що надходять від постійно діючого генератора DD2.3, DD2.4. Внаслідок цього світлодіод виробляє світлові імпульси.

Якщо відбувається зарядка батареї, то напрямок струму через датчик змінюється на протилежне, відповідно змінюється полярність падіння напруги на ньому (на що відкрився діод VD1; VD2 закривається). В цьому випадку відкритий транзистор VT3, а VT2 закритий, обидва елементи - DD2.1 і DD2.2 - перемикаються і блимає "зелений" світлодіод HL5.

Для живлення мікросхем і світлодіодів індикатора передбачений параметричний стабілізатор R1 VD3 з підсилювачем струму на транзисторі VT1. Вихідна напруга стабілізатора - 7 ... 8 В.

Індикатор напруги являє собою три однакових каналу. Підлаштовуючий резистор R2 встановлений в таке становище, що інвертор DD1.1 переключається з одиничного стану в нульове при збільшенні напруги батареї до 11,5 В. На виході інвертора DD1.4 виникає високий рівень, відкривається транзистор VT4 і включається світлодіод HL1.

При подальшому збільшенні напруги батареї світлодіод продовжує світити. Він згасне тільки тоді, коли напруга батареї стане нижче 11,5 В.

Світлодіод HL2 включиться тоді, коли напруга перевищить 12,5 В, а HL3 - 15 В. Ці пороги включення встановлюються підлаштовуючими резисторами R3, R4. При напрузі 15 В і більше будуть світити всі три світлодіода.

## 2 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ІНДИКАТОРУ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

### 2.1 Експлуатаційні вимоги

Експлуатаційні вимоги до індикатора режиму акумуляторної батареї обумовлюються тим, що пристрій відноситься до IV групи експлуатації по ГОСТ 11478-88, має експлуатуватися на відкритому повітрі, в тому числі і в умовах руху (в салоні автомобіля, на мотоциклі) при впливі сукупних кліматичних факторів для даного макрокліматичного району, категорія виконання - УХЛ 1.1 по ГОСТ 15150-69.

До індикатора режиму акумуляторної батареї пред'являються наступні експлуатаційні вимоги:

- прагнути забезпечити масу, що не перевищує 0,5 кг;
- прагнути забезпечити габаритні розміри, що не перевищують 300x150x50 мм;
- висока ремонтпридатність;
- зручність користування;
- живлення від мережі 12 В постійної напруги;
- виключити використання у виробі дорогих або рідко використовуваних компонентів;
- можливість регулювання основних параметрів пристрою без вдавання до допомоги ремонтних служб при виході цих параметрів за рамки допустимих значень;
- робочі значення температури повітря при експлуатації (верхнє значення +40 °С, нижнє значення -60 °С, середнє значення + 10 °С), граничні робочі значення (верхнє значення + 45 °С, нижнє значення -60 °С)
- випробування на міцність при впливі синусоїдальної вібрації, Гц: діапазон частот від 10 до 150 включно:
  - а) амплітуда віброприскорень 19,6 м / с<sup>2</sup>;

б) число циклів кочення частоти в кожному положенні апаратури 20;  
 - випробування на міцність при впливі механічних ударів одиночної дії:

а) прискорення 147 (15) м / с<sup>2</sup>;

б) тривалість ударного імпульсу 11 мс;

в) число ударів в кожному напрямку 3;

-випробування на міцність при впливі механічних ударів багаторазової

дії:

а) прискорення 98 (10) м / с<sup>2</sup>;

б) тривалість ударного імпульсу 16 мс;

в) частота ударів 60-120 удар. / хв .;

г) число ударів в кожному експлуатаційному положенні не менше 5±1;

- випробування на міцність при падінні:

а) висота падіння 1000мм;

б) число падінь з кожного положення 2;

- випробування на вплив підвищеної температури середовища:

а) робоча підвищена температура 40 °С;

б) тривалість 2 год;

в) гранична підвищена температура 55 °С;

г) тривалість 2 год;

- випробування на вплив зниженої температури середовища:

а) гранична підвищена температура -40 °С;

б) тривалість 2 год .;

- випробування на вплив зниженого атмосферного тиску:

а) атмосферний тиск 70кПа або 525 мм. рт. ст.

б) температура 25±10 °С;

в) тривалість 96 год .;

- випробування на вплив вологості 93% при 25 °С, тривалість 96 год.

- випробування на вплив пилу:

а) робоча підвищена температура 40 °С

б) відносна вологість, не більше 50%



в) концентрація пилу в повітрі  $2 \pm 1 \text{ г / м}^3$

г) швидкість циркуляції повітря 0.5-1 м / с

В процесі експлуатації основні параметри пристрою повинні зберігатися в межах допустимих значень при цьому повинна бути забезпечена можливість швидкої і легко контролюваною налаштування пристрою при відхиленні будь-яких параметрів від норми.

## 2.2 Вимоги технологічності

Для оптимізації витрат при виробництві, експлуатації, ремонті з урахуванням заданих показників якості необхідно, щоб індикатор був високотехнологічним.

Можна виділити ряд рекомендацій по збільшенню технологічності:

- бажано не використовувати або обмежити використання оригінальних EPE;
- забезпечити шляхом високого коефіцієнта заповнення за обсягом розміри і форму корпусу, які полегшать виготовлення прес-форми;
- прагнути виключити наявність додаткових екранів і екрануючих елементів за рахунок правильної компоновки елементів на платі;
- використовувати типові або добре відпрацьовані на даному підприємстві технологічні процеси;
- обмежити, а краще виключити застосування великогабаритних EPE, які неминуче призведуть до наявності об'ємного монтажу та ручної пайки і ручній установці на плату;
- використовувати односторонній монтаж плати для підвищення автоматизації;
- використовувати автоматизовану установку і пайку EPE;
- використовувати матеріали, які володіють відносною дешевизною, а так само не викликають алергічних реакцій у користувача і піддаються вторинній переробці;

- максимальна надійність всіх елементів при збереженні прийнятної вартості;

Обґрунтований вибір квалітета точності, шорсткості поверхні, установчих і технологічних баз;

- конструктивна й функціональна взаємозамінність вузлів, мінімізація числа підстроюваних і регулювальних елементів;

- контролездатність та інструментальна доступність елементів, деталей і вузлів, особливо при автоматизованому й механізованому виготовленні;

- підвищення застосовності (серійності) виробу і його складових частин за допомогою стандартизації й уніфікації.

Багато вимог до технологічності суперечать іншим вимогам до виробу, тому необхідно вибрати оптимальний варіант рішення.

А також пошук нових конструкторських рішень буде виправданий у тому випадку, якщо при цьому досягається нова якість виробу, або ж стара забезпечується при менших витратах. У загальному випадку буде виправдана максимальна наступність, тобто буде застосовуватись стандартні і уніфіковані деталі і вузли, що дозволяє одержати значні переваги, серед яких:

- велике скорочення термінів і вартості проектування;
- скорочення на підприємстві номенклатури застосовуваних деталей і складальних одиниць, збільшення застосовності й масштабу виробництва;
- виключення розробки нового спеціального оснащення і спеціального устаткування для кожного нового варіанта МРТС;
- створення спеціалізованих виробництв стандартних і уніфікованих складальних одиниць для централізованого забезпечення підприємств;
- спрощення обслуговування й ремонту МРТС, тобто поліпшення експлуатаційної технологічності конструкції.

### **2.3 Вимоги забезпечення теплового режиму**

Розрізняють декілька типів елементів, теплонавантажених та тепловиділяючих (тобто такі, при функціонуванні яких виділяється тепло) і

тепмокритичні (тобто такі, для яких верхня межа припустимої температури порівняно невисока). Основну ж увагу уділяють елементам які є одночасно тепловиділяючими і термокритичними (міцні транзистори, тиристори, деякі типи мікросхем).

Забезпечення теплового режиму теплонавантажених елементів грає дуже важливу роль при експлуатації виробу

Механізми за рахунок яких буде здійснюватись перенос тепла від нагрітих елементів до холодних: теплопровідність, теплове випромінювання і теплова конвекція.

Процес передачі теплоти теплопровідністю характерний для твердих тіл і полягає у обміні кінетичною енергією на атомно-молекулярному рівні.

**Теплове випромінювання** являє собою передачу теплової енергії у вигляді електромагнітних коливань від випромінюючого тіла до поглинаючого тіла в середовищі з більш низькою температурою.

**Теплопередача конвекцією** має місце в середовищі газу чи рідини, що стикається з нагрітими чи охолодженими поверхнями твердого тіла. Розрізняють конвекцію вільну (природну) і примусову. Вільна конвекція має місце при нагріванні часток середовища, що знаходяться в безпосередньому контакті з нагрітим тілом, їх природному переміщенні нагору в силу зміни щільності середовища й заміні холоднішими, у результаті чого відбувається безупинне перемішування середовища.

**Примусова конвекція** відбувається за рахунок примусового руху середовища за допомогою технічних засобів (вентиляторів тощо).

Є також різні пристрої, які застосовують ці типи, наприклад радіатор, він для розсіювання теплого повітря використовує теплопровідність, тобто на нього встановлюють елементи, які будуть нагріватись при своїй інтенсивній роботі, а він у свою чергу бере на себе частину тепла, яке вони виділяють, та розсіює його у просторі; при цьому він, як правило, знаходиться у тісному контакті з самими елементами для кращої ефективності.

Основною перевагою радіатора являється те що він у відмінності від різних систем охолодження не видає ніякого шуму при своїй роботі.

А к недолікам можна віднести те що він не дуже ефективний на відміну інших систем, тобто його слід ставити тільки у ті пристрої де елементи не будуть дуже сильно перегріватись.

Є і інші системи охолодження наприклад кулер або перфораційні отвори та інші, але ж я у даній конструкції взяв за основу радіатор на який будуть встановлюватись елементи які будуть сильно нагріватись при роботі.

Для забезпечення теплового режиму елементів їх необхідно встановити на радіатор. До виробу пред'являються такі вимоги:

- висока теплопровідність матеріалу радіатора;
- площа поверхні повинна бути необхідною і достатньою для забезпечення теплового режиму елементів; для її обчислення необхідний розрахунок;
- забезпечувати максимальну площу зіткнення з поверхнею радіатора;
- якщо на одному радіаторі розташовано більше одного елемента, необхідно встановлювати їх на ізоляційну прокладку;
- елементи повинні мати хороші теплові контакти з поверхнею радіатора;
- температура нагрітої зони поблизу елементів не повинна перевищувати допустиму для даного елемента (обумовлену в ТУ на елемент).



## 2.4 Вимоги до захисту від вологи

На електрорадіоелементи можуть впливати різні зовнішні впливи і одним із них є волога, вона може виводити із строю майже будь-яку техніку, навіть яка більш менш захищена від неї.

Вона може як викликати відмови у пристрою так і зовсім повну несправність ( поломку ) прибору, все це із за того що органічний матеріал із якого і складається плати зволожується це приводить до збільшення діелектричної проникності ( $\epsilon$ ) і втрат ( $\text{tg}\delta$ ); зменшенням об'ємного опору, електричної і механічної міцності; зміною геометричних розмірів і форми (викривленням при видаленні вологи після набрякання); зміною властивостей мастил. Це призводить до збільшення ємності (в тому числі паразитного), зменшення добротності контурів, зниження пробивної напруги і появи відмов РЕМ.

Для забезпечення надійності функціонування РЕЗ при впливі вологи потрібно застосовувати вологозахисні конструкції, які поділяють на дві групи: монолітні і порожнисті. Монолітні оболонки складають нерозривне ціле з захищається вузлом. Монолітні оболонки виконуються з органічних матеріалів. Зазвичай компоненти з таким захистом призначені для використання в негерметичних наземних РЕЗ, і в цьому випадку доводиться вживати додаткових заходів для забезпечення вологозахисту електричних з'єднань (наприклад, лакувати друковані плати).

Порожні вологозахисні оболонки дозволяють звільнити захищаються компоненти від механічного контакту з оболонкою, що забезпечує роботу в більш широкому діапазоні температур і виключає хімічну взаємодію оболонки і захищається компонента. Порожні оболонки, особливо з неорганічних матеріалів, забезпечують більш високу надійність вологозахисту, але мають значні габарити, масу, вартість. Найбільш ефективним є використання порожніх оболонок для групової герметизації безкорпусних компонентів в складі блоку.

## 2.5 Захист від механічних впливів (вібрацій та лінійних прискорень)

Захист від зовнішніх впливів пристрою, це одне із головних пунктів при конструюванні пристроїв, ці впливи характеризуються: діапазоном частот, амплітудою, прискоренням, часом дії коливань.

Якісно усі види механічних динамічних впливів поділяються на вібраційні (вібрації), ударні (удари), інерційні (лінійні прискорення).

Так як наша конструкція буде транспортною тобто буде переїжджати с одної точки у іншу, тому в таких пристроях слід звернути увагу на захист від коливань ( вібрацій ) та лінійних прискорень

Вібрації –коливання конструкції, викликані періодичним знакоперемінним впливом. Вібраціям діють на апаратуру, розміщену на транспортних засобах (бортова), у виробничих приміщеннях. На стаціонарну апаратуру вібрації впливають у процесі транспортування. Крім того, джерелами вібрацій можуть бути складові частини самого виробу, наприклад, електродвигуни, механічні перетворювачі.

Лінійні прискорення - можна розглядати як окремих випадок ударного впливу, коли удар одиночний, а його тривалість велика. Найчастіше вони спостерігаються в бортовій апаратурі.

В результаті же впливів вібрацій, лінійних прискорень та ударів на МРТС можуть виникати такі ушкодження:- порушення герметичності внаслідок руйнування паяних, зварених і клейових швів і появи тріщин у металевоскляних спаях;

- повне руйнування корпусу МРТС чи окремих його частин унаслідок механічного резонансу чи втоми;

- обриви монтажних зв'язків, у тому числі зовнішніх висновків мікросхем;

- відшарування друкованих провідників;

- відриви навісних ЕРЕ;

- розшарування багатшарових друкованих плат;

- поломка (розтріскування) керамічних і ситалових підкладок;
- тимчасовий чи остаточний вихід із ладу роз'ємних і нероз'ємних електричних контактів;
- зсув положення органів настроювання й керування;
- ослаблення чи вихід із ладу механічних вузлів (кріплень окремих елементів конструкції, саморозгвинчування, поломка несучих конструкцій);
- виникнення (збільшення) паразитних зв'язків;
- зміна параметрів напівпровідникових приладів;
- збій цифрових пристроїв.

Методи для захисту можна розділити на такі групи:

- зменшення інтенсивності джерел механічних впливів (шляхом їхнього балансування, зменшення зазорів, віброізоляції самого джерела механічних впливів);
- зменшення параметрів впливів, що передаються від джерела до МРТС (шляхом його віброізоляції, демпфірування, усунення резонансів і т.і.);
- підвищення міцності й жорсткості компонентів і вузлів конструкції.

Методи першої групи використовують фахівці з двигунів. Методи другої й третьої груп використовують конструктори МРТС.

## **2.6 Вимоги ремонтпридатності**

Для забезпечення ремонтпридатності необхідно забезпечити наступне:

- легкість розтину корпусу пристрою при необхідності ремонту та неможливість його випадкового відкриття під час транспортування або роботи;
- використання, по можливості, стандартних деталей;
- легкодоступність підлеглих до ремонту елементів;
- легкість контролю параметрів роботи;
- легкість і швидкість заміни поламаних елементів;
- необхідність невеликого числа контрольних приладів для ремонту, бажано - не більше 2..3.

Бажано, щоб всі електроелементи були приблизно рівні по надійності, оскільки це дозволить скоротити кількість профілактичних оглядів або ремонтів до мінімуму.

## **2.7 Вимоги ергономіки та естетики**

Для забезпечення зручності користування індикатором велика увага приділяється питанням ергономіки і естетики. Даний індикатор застосовується на автомобілі або мотоциклі і важливо, щоб його зовнішній вигляд не відволікав водія від приладів, необхідних для безпеки руху, але в той же час йому було зручно в будь-який момент отримати інформацію з індикатора. Для збільшення цих показників можна виділити деякі рекомендації:

- чіткість перемикання режимів роботи;
- зручність установки індикатора на об'єкті;
- зручність підключення до об'єкта;
- зручність зчитування інформації - зручна компоновка індикаторної панелі;
- колірне рішення повинне забезпечувати престижний вигляд пристрою і гармоніювати з об'єктом установки;
- забезпечення естетичного вигляду без значного погіршення технологічності.



## **3 ОСОБЛИВОСТІ SMD РЕЗИСТОРОВ ( ПІДЛАШТОВУЮЧИХ )**

### **3.1 Загальні відомості про smd резистори**

SMD - англійська аббревіатура, що позначає Surface Mounted Device, тобто - пристрій, що монтується на поверхню. В цілому, під SMD розуміється метод нанесення компонентів на друковану плату, який ще називають поверхневим. Йому протиставляється класичний метод - наскрізний монтаж, коли ніжки елементів протягується в отвори монтажної плати і фіксуються в них.

Вироби цієї категорії випускають у відкритому і закритому варіантах виконання. Деякі моделі оснащують герметичним корпусом для тривалого збереження працездатності в умовах підвищеного рівня вологості (пилового забруднення атмосфери).

#### **3.1.1 Підлаштувувачі SMD резистори**

Єдиний стандарт типорозмірів для підлаштувувачів резисторів відсутній. Виробники самостійно визначають систему маркування, стверджують правила спеціальними нормативами

SMD має на увазі установку прямо на струмопровідні доріжки плати. Такий підхід дозволив значно заощадити місце на платі, зменшити розмір компонентів і, в цілому, здешевити і автоматизувати процес монтажу. Проте, на практиці часто зустрічається гібрид обох технологій - формування розводки і поверхневого.

Застосовують їх для ефективного рішення таких задач:

- обмеження струму;
- підтяжка портів введення-виведення;
- включення в конструкцію смугових фільтрів низьких і високих частот;
- розподіл напруги.

### 3.2 Спосіб установки smd резисторів

Здійснюється дана процедура за допомоги технології поверхневого монтажу.

Нижче наведені етапи монтажу деталей на плату в серійному і масовому виробництві.

Етап 1. На платі розміщують невеликі прокладки зі срібла або золота, свинцево-олов'яні пластини, на яких будуть закріплюватися SMD-компоненти.

Етап 2. За допомогою машини на підготовлені монтажні майданчики наноситься паяльна паста і суміш, що складається з флюсу і припою.

Після підготовки друкованої плати в пристрій (Pick-машину) подаються компоненти в лотках, на рулонах стрічки або в трубках. Потім машини розміщують їх на платі. Продуктивність обладнання може досягати 60 000 елементів на годину.

Етап 3 зібрана плата надходить в піч з температурою, достатньою для розплавлення припою.

Етап 4 після вилучення з печі плати охолоджують і очищають від розсіяних частинок припою.

Етап 5 плата проходить візуальний контроль якості, в ході якого визначають відсутні деталі і ступінь очищення.

Розробка і впровадження технології поверхневого монтажу (SMD) дозволили автоматизувати процес складання плат і прискорити його, зробити простіше, дешевше і ефективніше. На практиці може зустрічатися гібрид технологій поверхневого і наскрізного монтажу.

При застосуванні резисторів з поверхневим монтажем, позитивно позначається на масі і розмірах радіоелектронних пристроїв, на їх частотних параметрах.

### 3.3 Характеристики smd резисторів

Такі мініатюрні резистори прекрасно підходять для поверхневого монтажу. Маркування дозволяє дізнатися типорозмір, потужність і опір виробу.

За формою SMD -резистори бувають прямокутними, квадратними, круглими, овальними, профіль – досить низький. Низькопрофільні елементи розміщуються на платі дуже компактно і суттєво економлять корисну площу.

SMD-резистори класифікують по ряду параметрів, основні з яких наведені нижче.

**Номінальний опір.** Ця величина вимірюється при певних параметрах зовнішнього середовища, найважливішим з яких є температура. Зазвичай номінальним вважається опір, виміряний при температурі  $+20^{\circ}\text{C}$  і нормальному атмосферному тиску.

**Допуск на номінальний опір.** Можливі допуски - від 0,05 до +5%. Найбільш популярні та доступні за ціною деталі з допусками  $\pm 1\%$  і  $\pm 5\%$ . Більш точні моделі доводиться попередньо замовляти, і коштують вони значно дорожче менш точних аналогів.

Температурний коефіцієнт зміни опору (ТКС). Цей параметр характеризує оборотне відносна зміна опору деталі при коливанні температури на  $1^{\circ}\text{C}$ . Температурні зміни деталі можливі через перепади температури навколишнього серед або саморозігріву резистора. Одиниця виміру цієї величини - ppm. Сучасні SMD-резистори виробляють з ТКС, значення якого знаходиться в межах  $\pm 5 \dots \pm 200$  ppm. Якщо для складання схеми використовуються деталі одного виробника, то значення їх номінальних опорів і ТКС ближче один до одного, ніж це відображено в паспорті на кожну деталь. Тому використання деталей одного виробника дозволяє поліпшити точність схеми як при постійній температурі, так і при її змінах. Потужність розсіювання.

### 3.4 Розміри і позначення

SMD-резистори мають компактні розміри. Найменший типорозмір може бути всього  $0,4 \times 0,2$  мм. Тому від стандартної кольорового маркування вирішили відмовитися. Замість неї зараз використовується три різних типи позначень: 3 цифри, 4 цифри і 2 цифри і буква.

#### 3.4.1 Позначення за допомогою трьох цифр

В даному випадку дві перші є мантисою, а третя - ступенем, до якого потрібно звести число 10 для отримання множника. Добуток являє собою значення опору.

Наприклад, на резисторі варто 312. 31 - підстава, 2 - ступінь числа 10. В результаті, виходить нехитра вираз  $31 \cdot 10^2$  або  $31 \cdot 100 = 3100$  Ом.

#### 3.4.2 Позначення за допомогою чотирьох цифр

Маркування з чотиризначних числах не відрізняється методом розшифровки. Просто застосовуються вони для резисторів з точністю в 1%. Наприклад, 7920 означатиме всього 792 Ом, так як  $10^0 = 1$ , і після множення отримуємо 792. Або використовуючи більш просту методику - після 792 потрібно додати 0 нулів, тобто жодного.

#### 3.4.3 Позначення за допомогою цифр і букв

При цьому зустрічається два види позначень: спочатку цифри, потім буква і навпаки. Перший варіант використовується для маркування елементів з точністю 1% з номінального ряду E96. Другий зустрічається на компонентах з точністю 2%, 5% і 10% з номінальних рядів E12 і E24.

Отже, перші дві цифри позначають код, згідно з яким з таблиці 3.1 потрібно знайти відповідну мантису. Буква - це ступінь десяти. Варіантів тут небагато і є хоч якась логіка: S або Y дають  $10^{-2}$ , R або X -  $10^{-1}$ .

Потім за наростанням: A -  $10^0$  або 1, B -  $10^1$ , C -  $10^2$  і так далі.

### **3.5 Переваги та недоліки SMD резисторів.**

#### **3.5.1 Переваги SMD резисторів**

К перевагам можна віднести такі пункти:

- Мініатюрність пристрою.
- Мають невеликі контакти, припаяні до поверхні свого корпусу.
- Відсутність необхідності робити отвори в друкованій платі.
- Більш ефективне використання всієї плати.

#### **3.5.2 Недоліки SMD резисторів**

Головними недоліками SMD резисторів можна вважати те що у даних резисторів є обмеження по потужності, тому ними неможливо повністю замінити звичайні резистори.

## 4 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

На основі аналізу схеми електричної принципової були обрані наступні елементи.

### 4.1 Конденсатори

У якості конденсатора C1 пропонується обрати танталовий smd-конденсатор типу 3528-21 TAJB336M016RNJ AVX у корпусі B case (33мкф  $\pm 10\%$  16В), рисунок корпусу якого наведений на рис. 4.1.

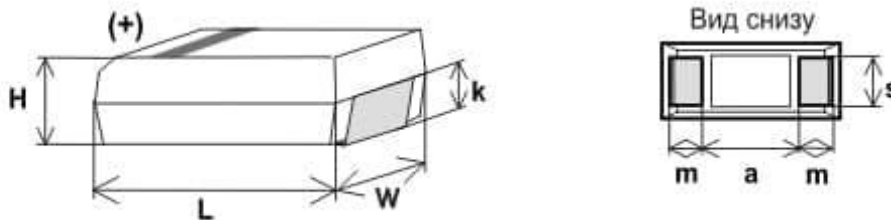


Рисунок 4.1 – Конденсатор TAJB336M016RNJ AVX

Розшифровка і позначення, та основні технічні характеристики конденсатора:

- 1411- типорозмір корпусу він відповідає потужності 33мкф;
- серія: TAJ;
- фірма: AVX;
- тип корпусу: 3528-21;
- номінал: 33мкф;
- точність:  $\pm 10\%$ ;
- робоча напруга 16В;
- діапазон робочих температур:  $-55 \dots + 85^\circ\text{C}$ ;
- тип монтажу: SMD 3528-21;
- довжина корпусу L: 3,5мм;
- ширина (діаметр) корпусу W(D): 2,8 мм.

Вибір цього конденсатора виходив з того що він був оптимальним вибором як за ємністю так і по іншим його характеристикам, тому конденсатор TAJB336M016RNJ AVX 33мкф в повній мірі відповідає заявленим вимогам.

У якості конденсаторів С3, С5 пропонується обрати керамічний smd-конденсатор типу X7R CL05B225KP5NNNC (2,2мкФ  $\pm 10\%$  10В), рисунок корпусу якого наведений на рис. 4.2.

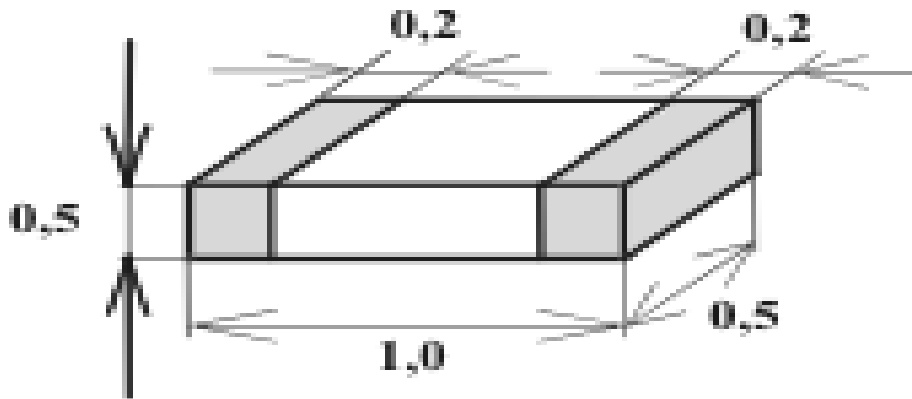


Рисунок 4.2 - керамічний конденсатор CL05B225KP5NNNC

Розшифровка і позначення, та основні технічні характеристики:

- серія: CL;
- фірма: Samsung
- тип діелектрика: X7R
- тип корпусу: Серсар 0402
- номінал: 2,2мкф;
- точність:  $\pm 10\%$ ;
- робоча напруга: 10В;
- діапазон робочої температури:  $-55 \dots + 85^{\circ}\text{C}$ ;
- тип монтажу: 0402;
- довжина корпусу L: 1,0мм;
- ширина (діаметр) корпусу W(D): 0,5 мм.

Вибір цього конденсатора виходив з того що ці конденсатори оптимальні для нормальної роботи приладу та досить мініатюрні, тому габарити приладу будуть на порядок меншими.

## 4.2 Резистори

У якості резисторів R2,R4 пропонується обрати підлаштовувачий резистор smd-резистор ST-32ETA 104 (100кОм), рисунок корпусу якого наведений на рис.4.3.

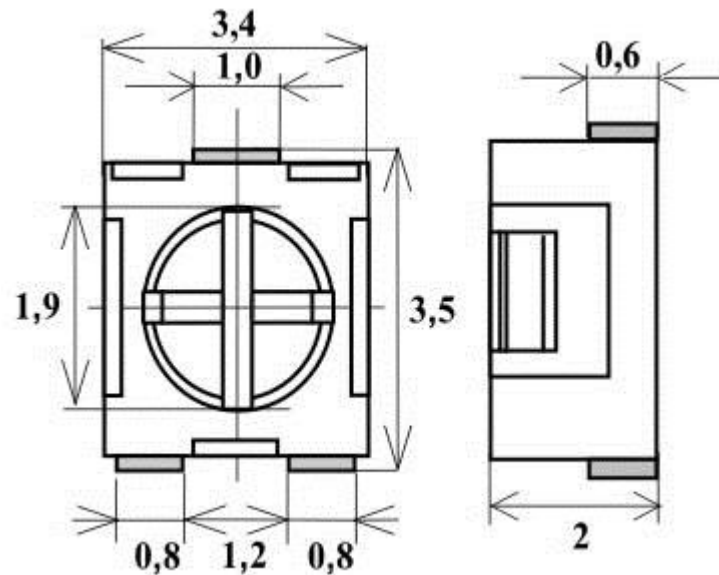


Рисунок 4.3 - Підлаштовувачий резистор ST-32ETA 104

Розшифровка і позначення, та основні технічні характеристики:

- серія: ST-32;
- фірма: Nides;
- максимальна робоча напруга: 200В;
- допуск:  $\pm 20\%$ ;
- номінал: 100кОм;
- потужність: 0.125W, 1/8W;
- діапазон робочої температури:  $-55 \dots + 125^{\circ}\text{C}$ ;
- опір: 100к;
- оборот підлаштовуючаого резистора:  $250^{\circ}$ ;
- тип монтажу: Surface Mount;
- тип виводів: J Lead;
- довжина корпусу L: 0,134мм;



– ширина (діаметр) корпусу  $W(D)$ : 0,079 мм.

Данні резистори були обрані із за їх надійності та стабільності при інтенсивній роботі, також він захищений від попадання вологи за рахунок спеціальної конструкції резистора.

У якості резистора R1 пропонується обрати керамічний smd-резистор RC0805JR-7R5 7 (,5 кОм  $\pm$ 5% 0,125W), рисунок корпусу якого наведений на рис.4.4.

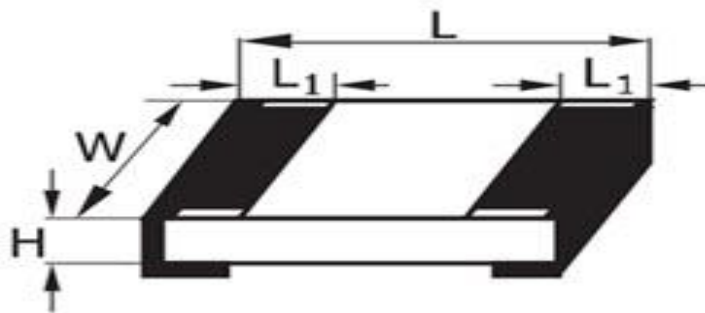


Рисунок 4.4 - Резистор RC0805JR-7R5 7

Розшифровка і позначення, та основні технічні характеристики:

- виробник: Hitano;
- потужність: 0,125Вт;
- номінал: 7,5 кОм;
- точність:  $\pm$ 5%;

Цей резистор було обрано із за його технічних характеристик які були оптимальні для нормальної роботи .

### 4.3 Світлодіоди

У якості Світлодіодів HL1,HL3 було обрано АЛ307Д а. АО. 336. 076 ТУ, рисунок корпусу якого наведений на рис.4.5.

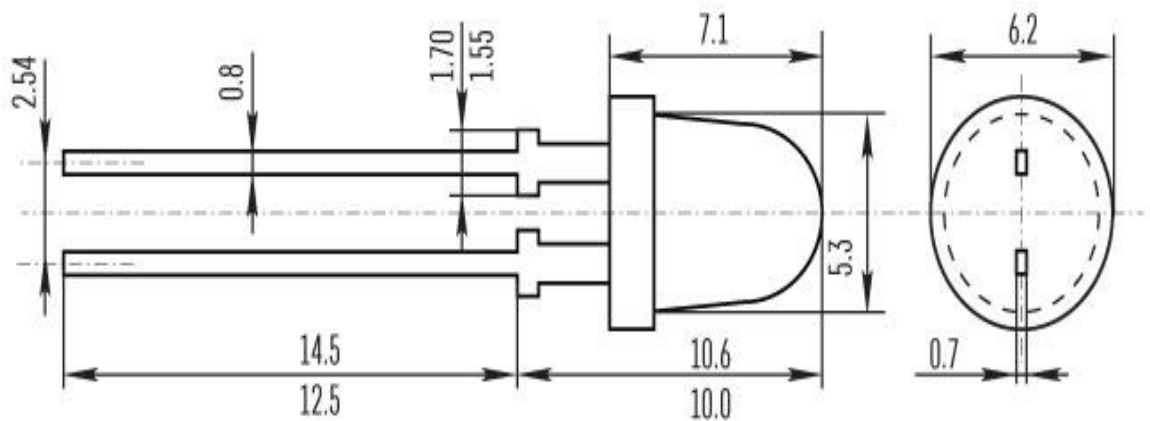


Рисунок 4.5 - Світлодіод АЛ307Д

Таблиця 4.1- технічні характеристики світлодіодів HL1,HL3

тип type	Колір світіння emission color	Колір корпусу case color	Довжина хвилі wave-length nm	Сила світла luminous intensity min lv, mcd	Прямий струм forward current If, mA	Пряма напруга forward voltage max Vf, V	Кут angle 2φ 50%lv deg.
АЛ307 БМ	Червоний red	Червоний з диспергатором red diffused	655	0,9	10	2,0	50
АЛ307 КМ				2,0			
АЛ307 ЛМ				6,0			

#### 4.4 Клавiшний перемикач

У якості перемикача SA1 пропонується обрати перемикач R53-5ВВЕТ-G , рисунок корпусу якого наведений на рис.4.6.

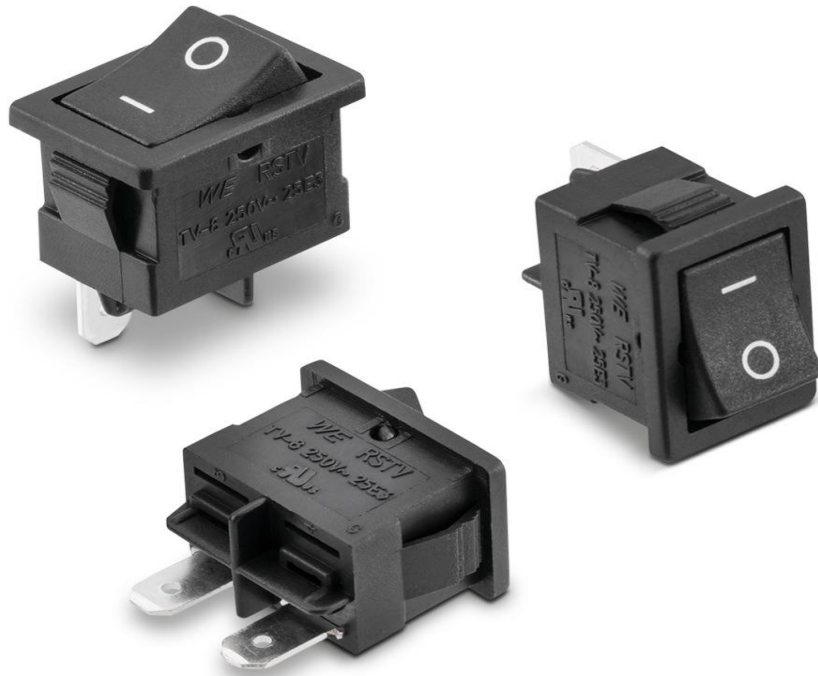


Рисунок 4.6 – Клавiшний перемикач R53-5ВВЕТ-G

Основні технічні характеристики:

- комутований струм: 16 Ма;
- номінальна напруга: 250В;

Перемикач був обраний із за його зручності у використанні, також він відповідає нормам естетики.

## 4.5 Мікросхеми

У якості мікросхеми було обрано DD1 пропонується обрати мікросхему К561ЛН2, рисунок корпусу якого наведений на рис.4.7.

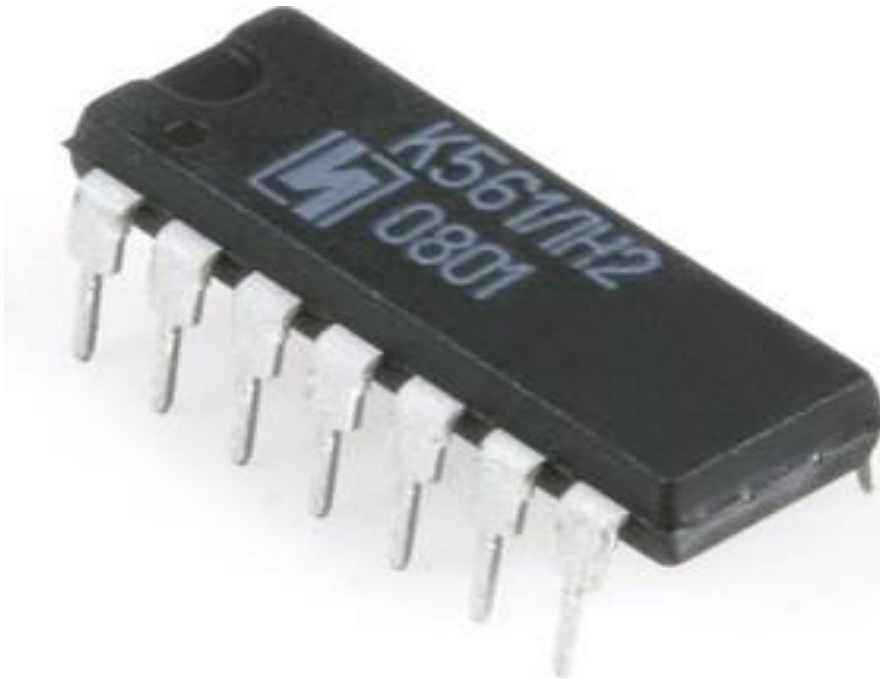


Рисунок 4.7 – Мікросхема К561ЛН2

Основні технічні характеристики:

- корпус: DIP-14;
- вхідна напруга лог. "0": від 1,5 – 4В;
- вхідна напруга лог "1": від 3,6 - 7,2В;
- вихідна напруга при лог. "0": від 0,95- 2,9 В;
- вихідна напруга при лог. "1": від 3,6 – 7,2В;
- напруга живлення: від 3 - 18В;
- робочій діапазон температур: -40оС..+85°С;

У якості мікросхеми DD2 було обрано К561ЛА7, рисунок корпусу якого наведений на рис.4.8.



Рисунок 4.8 – Мікросхема К561ЛА7

Основні технічні характеристики:

- напруга живлення: від 3 – 18В;
- максимальна напруга лог. "0": <2.9В;
- мінімальна напруга лог "1": >7.2В;
- споживання струму при лог. "0":15mA;
- споживання струму при лог. "1":30mA;
- вихідний струм: 42mA;
- робочій діапазон температур: -40oC..+85°C;

## 5 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ

### 5.1 Забезпечення експлуатаційних вимог

В індикаторі не застосовуються конденсатори великої ємності та інші великогабаритні елементи. Більша кількість елементів має масу не більше 5 м Корпус, кришка виконані з алюмінієвого сплаву, щільність якого становить 2,65 г / м<sup>3</sup>. Це, а так само високий коефіцієнт об'ємного заповнення, забезпечує масу виробу, що не перевищує 0,15 кг, і габаритні розміри корпусу 150 x 80 x 23 мм

Оскільки індикатор встановлюється на мотоциклі або автомобілі, то плату виготовляємо з склотекстоліту, так як він забезпечує кращу якість паяних з'єднань, механічну міцність і вологостійкість. Всі дискретні елементи схеми герметизовані (або частково герметизовані), сама ж плата і провідники покривається захисним лаком для підвищення стійкості до атмосферних і механічних впливів.

Форма корпусу обрана таким чином, що забезпечується надійна установка його на об'єкт експлуатації - в місці кріплення передбачені амортизатори для зменшення впливу механічних впливів на індикатор.

Конструкція корпусу виконана так, що при знятті кришки є повний доступ до всіх елементів конструкції, це полегшує заміну елементів при виході їх з ладу, що забезпечує високий рівень ремонтпридатності.

Для елементів, що знаходяться на передній панелі передбачена часткова герметизація. Світлодіоди встановлюються в ковпачках. Між перемикачем і корпусом встановлена прокладка ущільнювача.

Щоб дроту не перегиналися і не перетирали, передбачена установка втулок в отвори корпусу, з яких виходять дроти.

## 5.2 Забезпечення вимог технологічності

В індикаторі застосована стандартна елементна база.

Форма корпусу обрана як компроміс між вимогами до технологічності (а, отже, і до вартості) і до ергономіки, оскільки вони є взаємовиключними.

Всі елементи розміщені на одній стороні плати, що дозволяє застосувати групову пайку хвилею. В індикаторі не застосовуються елементи, що виключають використання будь-яких відпрацьованих на підприємстві-виробнику технологічних процесів або можуть бути використані ручної установки на плату. Таким чином, використовуються, в основному, типові і добре відпрацьовані технологічні процеси.

Налаштування готових індикаторів проводиться в розробленій логічній послідовності за допомогою підлаштувальних резисторів.

## 5.3 Забезпечення теплового режиму

Нормальним тепловим режимом МРТС називають такий режим, коли при зміні у визначених межах зовнішніх температурних впливів забезпечується зміна параметрів і характеристик конструкції, схем, компонентів, матеріалів у межах, зазначених у ТУ.

Існує два основні способи охолодження:

а) Природне повітряне охолодження будується за двома схемами: із герметичним і перфорованим корпусом і є найпростішим і надійнішим способом охолодження, не вимагає витрат додаткової енергії, однак забезпечує охолодження при невеликих питомих потужностях розсіювання. Цей режим роботи характерний для МРТС, що працюють у полегшеному режимі. За рахунок раціонального використання перфорація кількість тепла, що відводиться, може бути збільшене приблизно на 30%, а перегрів усередині блоку зменшений на 20%.

б)Примусова вентиляція може відводити до 60...80% тепла, що виділяється в блоці. Робить це за допомогою різних допоміжних пристроїв таких як турбін, витяжок та інші.

Ці допоміжні пристрої встановлюються у ті прибори в яких теплонавантажених елементів досить багато, тому турбіни або витяжки постійно викачують тепле повітря із прибору не даючи йому досить сильно нагрівати елементи

Для забезпечення теплового режиму тепло навантажених елементів їх встановлюють на радіатори Їх використовують у тих випадках коли нагріті зони мають дуже малу площу, що не дозволяє ефективно використовувати механізми передачі теплоти від елементів у навколишнє середовище. Тому для цих цілей беруть за основу різні типи радіаторів, серед який можна виділити три основні типи.

Три основних типів радіаторів :

1) пластинчасті радіатори мають форму пластин, кутових, Т- та П - подібних профілів. Вони є найменш ефективними, однак найпростіші у виготовленні (виготовляються з листового матеріалу штампуванням).

2) ребристі – бувають як однобічні так і двобічні – є більш ефективними в порівнянні з пластинчастими, однак складніші у виготовленні (виготовляються литтям або механічною обробкою);

3) штирові й голчасті – найефективніші, але і найскладніші у виготовленні (виготовляються за допомогою лиття).

Слід зазначити, що ребристі й штирові радіатори ефективні при конвекційному теплообміні. При випромінюванні ж внутрішні поверхні ребер і штирів віддають теплоту не в навколишнє середовище, а на сусідні поверхні, тому не виконують функцію збільшення охолоджуваної поверхні. Однак, вважаючи, що механізм випромінювання при температурах до 100°C має не дуже велику частку в загальному балансі теплопередачі, цим фактором зневажають.



Оскільки в індикаторі є теплонавантажені елементи (діоди VD1, VD2), то для них необхідно здійснити тепловідвід.

Ці елементи встановлюються на корпус, проте їх необхідно встановлювати на слюдяну прокладку. Корпус індикатора виконаний з алюмінієвого сплаву і виконує функцію тепловідведення.

Цих заходів досить для забезпечення теплового режиму елементів (див. Розрахунки п.6.2)

#### **5.4 Захист від механічних впливів**

На даний час існує різні прийоми які використовують для того щоб захистити пристрій від різних механічних впливів ( ударів, вібрацій, лінійних прискорень), ці методи дозволяють зменшити ризик розхитування контактів або виходу із строю деяких компонентів. Методи захисту від механічних впливів:

- методом буде віброізоляція здійснюється шляхом установки між МРТС і підставою пружних опор, що утворюють разом із конструкцією МРТС складну коливальну систему, яка має властивості демпфірування і частотної селекції механічних коливань.

- Метод демпфірування полягає в поглинанні механічних коливань за рахунок тертя в матеріалі конструкції пружної опори (гума, поролон, вібропоглинаюче покриття).

- Метод частотної селекції механічних коливань полягає в тому, що система віброізоляції в зарезонансній області є фільтром нижніх частот, а при збігу власної резонансної частоти системи й частоти зовнішніх впливів переходить у резонансний режим. Це необхідно враховувати при виборі системи амортизації для заданого діапазону частотних впливів.

Конструктивно віброізоляція на різних приладах, реалізується за допомогою амортизаторів чи використанням вібропоглинаючих прокладок. В останньому випадку зменшуються габарити й маса виробу. При розробці

систем віброізоляції габарити, маса, вартість, надійність і умови експлуатації виступають як обмеження.

Також є методи які направлені на підвищення жорсткості і міцності конструкції:

Підвищення міцності конструкції (під міцністю розуміють навантаження, яке конструкція може витримати без залишкових деформацій і руйнування). Можливості цього методу обмежені, оскільки збільшення міцності (за рахунок уведення додаткових перегородок, ребер жорсткості, точок кріплення, ускладнення профілю і т.і.) звичайно супроводжується нарощуванням маси, а це приводить до зростання динамічних навантажень.

Відстроювання механічної системи від частоти вібрації шляхом зміни її власної частоти  $f_0$  за рахунок жорсткості чи маси МРТС без її розв'язки від носія. Такий підхід часто використовується при конструюванні МРТС першого структурного рівня;

Установка МРТС на пружні опори (амортизатори) з одночасним відстроюванням власної частоти амортизаційної системи від діапазону частот вібраційного впливу. Цей спосіб вібророзв'язки МРТС є основним при конструюванні МРТС другого і третього рівнів;

При відсутності технічних можливостей відстроювання власної частоти механічної системи від частоти зовнішнього впливу з метою зменшити амплітуду коливань при резонансі застосовують демпфірування – зменшення добротності механічної системи за рахунок уведення дисипативного елемента. Цей метод у ряді випадків використовується в сукупності з попереднім.

### **5.5 Забезпечення вимог ремонтпридатності**

Для доступу до всіх елементів конструкції досить зняти кришку корпусу.

Всі елементи, встановлені на платі з склотекстоліту, легкодоступні, є необхідна стандартна маркування. Склотекстоліт, до того ж забезпечує можливість декількох перепайок.

Використовуються тільки стандартні ЕРЕ.

При виході з ладу одного з електрорадіоелементів потрібно локалізувати і замінити що вийшов з ладу елемент. Після локалізації що стало непридатним елемента його заміна здійснюється вручну шляхом випоювання і установки нового. Після цього проводиться підстроювання підлаштовуючих резисторів для установки інтервалів напруги для світіння світлодіодів.

В індикаторі зведено до мінімуму використання різних типів радіоелементів - застосовані 2 типу конденсаторів і всього два типи резисторів, що призводить до того, що багато елементів мають рівну надійність, що дозволить скоротити кількість профілактичних оглядів або ремонтів до мінімуму

### **5.6 Забезпечення вимог ергономіки та естетики**

Виконання ергономічних вимог в індикаторі звернуто велику увагу. Маса виробу відносно невелика - близько 0,15 кг, що значно спрощує процес установки індикатора на об'єкт експлуатації. Це досягнуто за рахунок досить високого коефіцієнта об'ємного заповнення, а також вибору компактних і легких радіоелементів. Як матеріал для виготовлення корпусу застосований сплав алюмінію. Для забезпечення естетичного вигляду зовнішня поверхня корпусу покрита емаллю МЛ-165 сріблястого кольору.

Корпус являє собою паралелепіпед, вузька сторона якого є передньою панеллю. На цій стороні є вушка, на які встановлені амортизатори.

Установка корпусу на об'єкт така, яка виключає наявність консолі. При цьому передня панель не знаходиться в полі зору водія, не відволікає його уваги від інших приладів.

На передній панелі індикатора режиму акумуляторної батареї розташовані з ліво направо: «зелений» світлодіод, три «жовтих» світлодіода і «червоний» світлодіод, перемикач «вкл.». Комбінація «зелений» світлодіод, три «жовтих» світлодіода - «заряд»; комбінація три «жовтих» світлодіода, «червоний» світлодіод - «розряд». На бічній панелі індикатора - клемма – «\_ I \_»; на задній - провід «реле» і провід «+ бат» з втулками під них. Таке розташування органів індикації і з'єднання обумовлено прагненням забезпечення зручності і наочності (для світлодіодів) при експлуатації пристрою.

Чорні написи на сріблястому корпусі індикатора створюють контрастність, крім того, виконані увігнутих шрифтом запобігають стирання.

## 6 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ

Для виготовлення пристрою можуть бути запропоновані кілька типів конструкції корпусу. Кожна з них має деякі переваги перед іншими, але так само вносить свої недоліки. Тому вибір конструкції повинен проводитися на підставі глобального аналізу всіх можливих варіантів і знаходження кращого компромісного рішення. Нижче розглянуті переваги і недоліки різних конструкцій.

Розглянемо конструкцію 1, представлену на рисунку 6.1. У ній передбачається кріплення корпусу на об'єкт горизонтально за допомогою скоби, яка кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів. При цьому установка виконується дуже зручно. Необхідні додаткові елементи (скоба, кріпильні вироби), які збільшують масу виробу, призводять до збільшення розмірів. До того ж розташування проводів і клеми в нижній частині корпусу не дозволяє бачити написи на корпусі. Ця конструкція не є прийнятною.

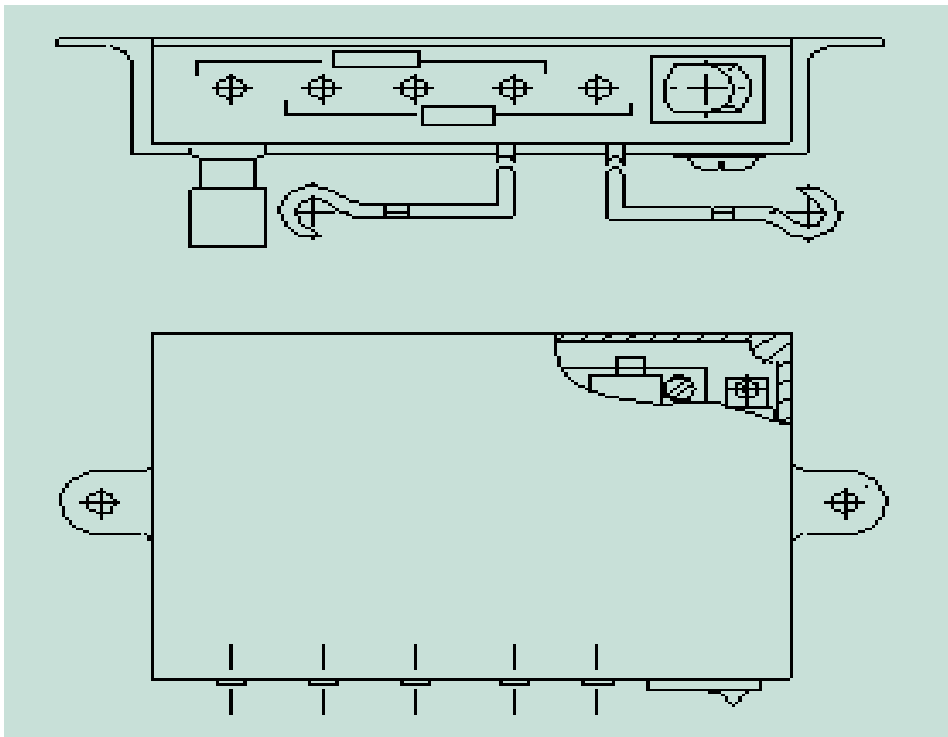


Рисунок 6.1 - Конструкція 1

Деякі недоліки наведеної конструкції усунені в конструкції 2– рисунок 6.2.

У ній передбачена установка індикатора на об'єкт за допомогою металевих засувок, виконаних з пружної сталі.

Дана конструкція дозволяє дуже легко встановити індикатор, бо не потрібні додаткові елементи кріплення. Однак ця конструкція передбачає додаткові елементи кріплення засувок до корпусу, що збільшує масу і ускладнює конструкцію корпусу. До того ж не передбачається захист від механічних впливів.

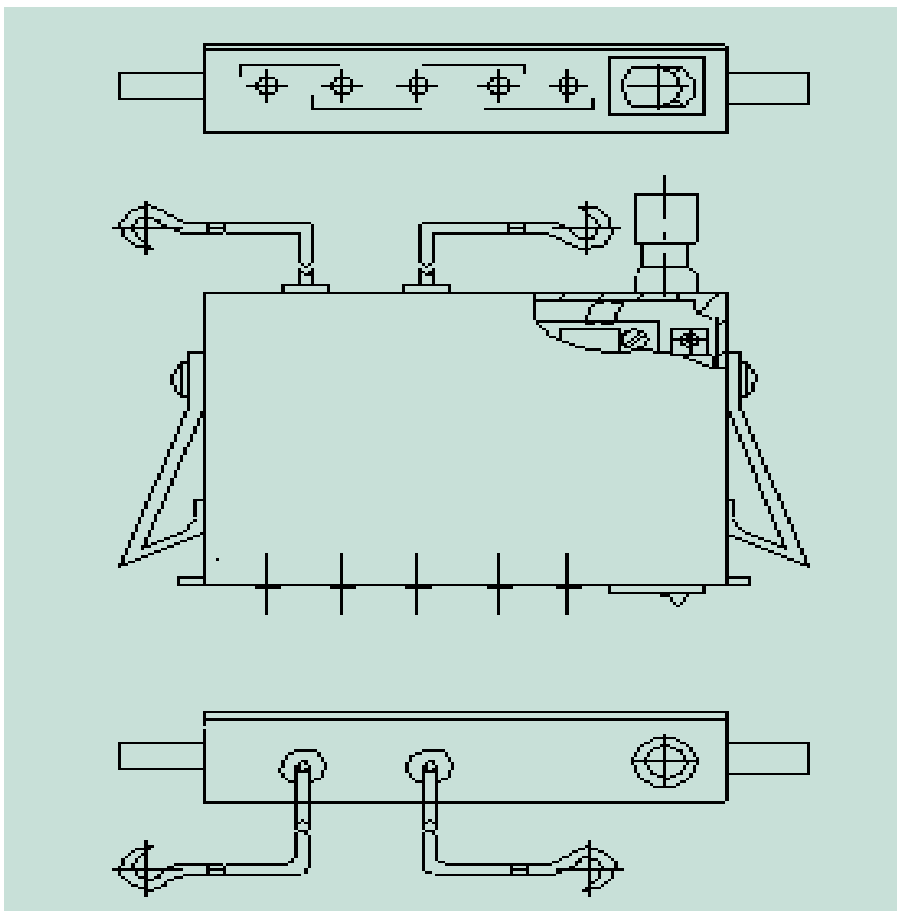


Рисунок 6.2 – Конструкція 2

Всі перераховані вище недоліки усуваються на конструкції 3- рисунок 6.3.

Та ній є вушка з отворами по обидва боки передньої панелі.

В отвори вушок встановлені амортизатори для того, щоб захистити індикатор від механічних впливів, що виникають при русі автомобіля або мотоцикла. При цьому конструкція встановлюється вертикально, що дозволяє

виключити консольні кріплення. До того ж вушка відливаються на корпусі, що спрощує конструкцію, не потрібні додаткові елементи кріплення.

Однак необхідні кріпильні деталі при установці індикатора на об'єкт.

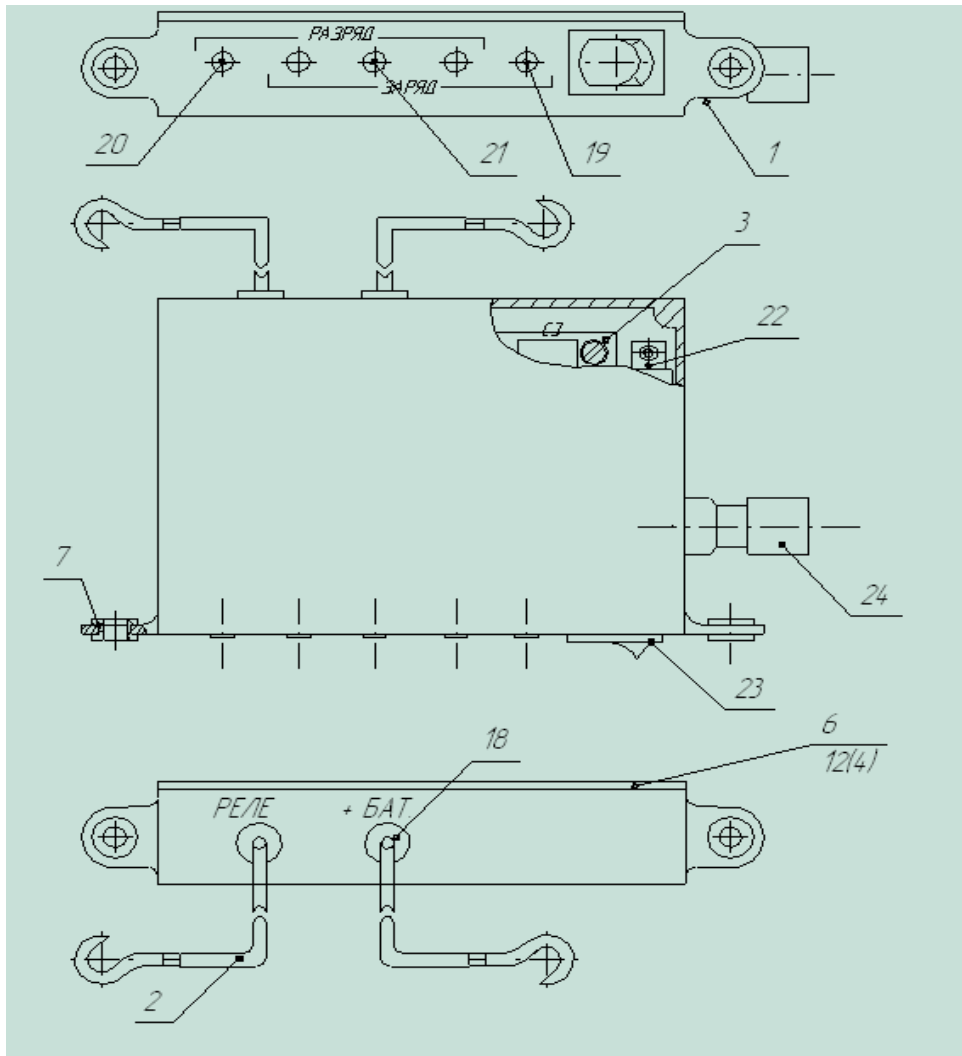


Рисунок 6.3 - Конструкція 3

Виходячи з усіх перерахованих вище міркувань, знаходимо найбільш доцільним застосування останньої конструкції. Вона найбільш повно задовольняє вимогам, перерахованим в попередньому розділі цієї ПЗ.

## 7 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ

Індикатор режиму акумуляторної батареї має форму паралелепіпеда з розмірами 150 x 80 x 23.

Пристрій складається з корпусу поз.1 і кришки поз.6, яка кріпиться до корпусу за допомогою чотирьох гвинтів поз. 12. Корпус виготовляється методом лиття під тиском з алюмінієвого сплаву АЛ2 і має вушка, призначені для кріплення індикатора на об'єкт установки. Кришка виготовляється з алюмінієвої стрічки. Основна маса елементів встановлена на плату поз.3, яка кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів поз. 10 і шайб поз.16. На вушках є амортизатори поз. 7, призначені для усунення механічних впливів на індикатор.

На корпус через ізоляційну прокладку і ізоляційні втулки встановлені діоди VD1, VD2 за допомогою гвинтів поз. 11, шайб поз. 15 і гайок поз. 13. Корпус служить тепловідводом для діодів. Розрахунок наведено в п. 8.2.

На передній панелі індикатора зліва направо розташовуються п'ять світлодіодів, що визначають заряд або розряд батареї, і перемикач клавiшний «вкл.» поз. 23, що дозволяє включати або вимикати індикатор.

На задній панелі розташовуються провід «реле» і провід «+ бат» поз. 2 зі втулками поз. 18, призначені для підключення пристрою до реле-регулятора і плюсового висновку акумуляторної батареї. Втулки призначені для того, щоб дроти не перетирали і не перегиналися.

На бічній поверхні є клема «I» поз. 24.



## 8 КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРАХУНКИ

### 8.1 Розрахунок надійності

Розрахунок надійності проводиться з метою з'ясувати, чи достатня час зможе працювати пристрій без поточного або профілактичного ремонту. Виходячи з результатів розрахунку надійності, можна обчислити приблизну тривалість роботи, наприклад, в роках, що буде також підставою для призначення гарантійного терміну експлуатації. Зазвичай виробник дає гарантію на термін, який менше розрахункового. Це обумовлено тим, що виробник намагається уникнути гарантійного обслуговування, а значить і великих витрат на утримання сервісних відділів. Крім того, розрахунок надійності може показати, що прилад абсолютно не готовий до запуску у виробництво в зв'язку з дуже коротким середнім терміном експлуатації. При цьому у виробника виникає необхідність створювати об'ємні пакети ЗІП до кожного пристрою, містити велику кількість сервісних центрів по ремонту і т. П. Складності, що призводять до різкого зростання вартості виробів. У цьому випадку застосовуються різні заходи щодо підвищення надійності: застосування більш досконалої елементної бази, заміна деяких схемотехнічних рішень для виключення найменш надійних елементів, передбачається експлуатація у сприятливих режимах і ін.

Методика розрахунку полягає в тому щоб, знаючи інтенсивність відмови кожного конкретного елемента визначити загальну інтенсивність відмови у всьому пристрої.

Інтенсивність відмови у всьому пристрої обчислюється за формулою 8.1.

$$\lambda = k * \sum_{i=1}^m \lambda_{oi} * n_i \quad (8.1)$$

где k – поправочний коефіцієнт;

m – число груп елементів;

$n_i$  – число i-х елементів;

$\lambda_{oi}$  - інтенсивність відмови i-го елемента.

Напрацювання на відмову (середній час до першої відмови) визначається за формулою (8.2).

$$T = \frac{1}{\lambda} \quad (8.2)$$

Розрахункові дані і результати розрахунку заносяться в таблицю 8.1.

Будується графік залежності ймовірності безвідмовної роботи системи від часу у інтервалі часу від 0 до  $3T$ . При цьому ймовірність безвідмовної роботи системи обчислюється за формулою 8.3.

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (8.3)$$

Графік наведений на рис. 8.1.

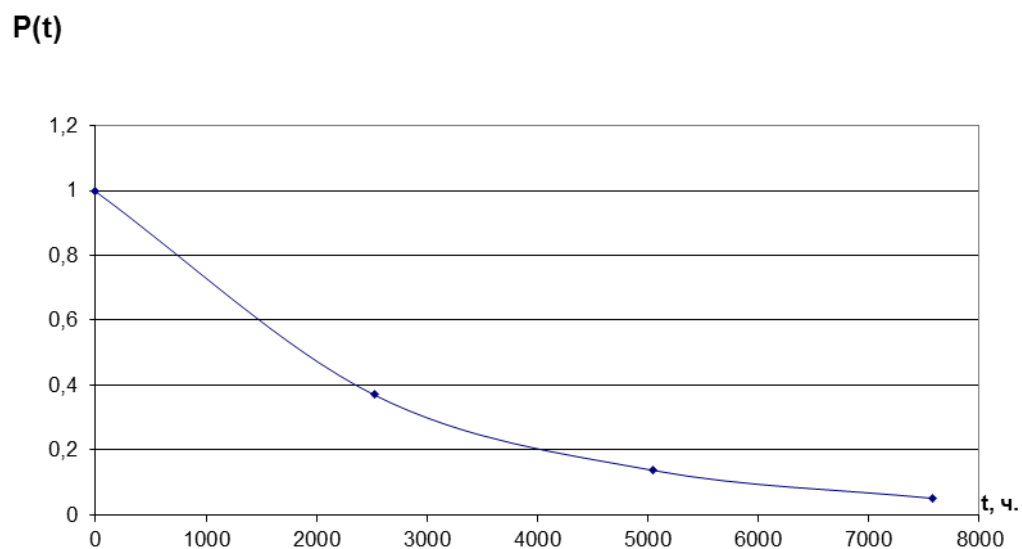


Рисунок 8.1- Графік ймовірності безвідмовної роботи системи від часу

Таблиця 8.1-Результати розрахунку надійності.

Елемент	Елемент Позначення	Кількість, n	$\lambda_i$ , 1/год	$\lambda_i \cdot n$ , $10^{-6}$ 1/год
Конденсатори танталові	C1, C7	2	4,00E-06	8
Конденсатори керамічні	C2...C6	5	0,7 E-06	3,5
K561ЛН2	DD1	1	6,00E-08	0,06
K561ЛА7	DD2	1	6,00E-08	0,06
АЛ307Д	HL1...HL3	3	1,20E-07	0,36
АЛ307А	HL4	1	1,20E-07	0,12
АЛ307В	HL5	1	1,20E-07	0,12
Резистори постійні	R1, R5...R22	19	2,00E-08	0,38
Резистори підлаштування	R2...R4	3	5,00E-06	15
КД2994а	VD1, VD2	2	4.70 E-06	9,4
Д814А	VD3	1	2.4E-06	2,4
КТ315А	VT4...VT9	6	3.1E-06	18,6
КТ961А	VT1	1	3.5 E-06	3,5
ГТ 309А	VT2, VT3	2	4.3 E-06	8,6
Перемикач клавiшний DR-72	SA1	1	2.0E-06	2
Пелюстки		11	2,00E-08	0,22
Пайка друкована		118	1,50E-07	17,7
Пайка об'ємна		30	3,00E-07	9
Інтенсивність відмов	3,96 E-04			
Напрацювання на відмову, Т, год	2524,74			
Час роботи, год/нед	14			
Час роботи, год/рік	730			
Термін роботи, років	3,46			

Пристрій призначений для побутового використання, тому як такого робочого дня не має. Припустимо, що середній час його роботи в добу становить близько двох годин. Як видно з розрахунків, при такій роботі,

пристрій буде працювати в середньому не менше 3 років. Крім того, такий термін експлуатації дозволить виробнику встановити на свій пристрій гарантійний термін експлуатації 1 рік, оскільки ймовірність відмови за цей термін мала.

## 8.2 Розрахунок радіатора

Забезпечення теплового режиму пристрою необхідно, тому що при його порушенні виникають умови при яких значно знижуються експлуатаційні характеристики виробу.

Оскільки в конструкції є теплонавантажені елементи, то для них необхідна наявність радіатора.

Вихідними даними для розрахунку радіатора є

- тип охолоджуваного елемента - діоди КД 2994А;
- потужність розсіювання  $P = 20$  Вт;
- вид охолодження - повітряний, при вільній конвекції;
- умови експлуатації (температура навколишнього середовища - для даного кліматичного виконання  $t_c = 45$  °С);
- допустимий перегрів  $Dt = 50$  °С
- тип виробництва - крупносерійним.

До того ж в конструкції є шлюдяная прокладка, товщиною 0.15 мм, яка має тепловий опір  $R_r = 0,4$  °С / Вт

Складаємо спрощену теплову модель - рис.8.2.

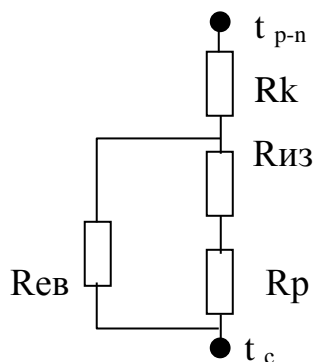


Рисунок 8.2 – Теплова модель елемента на радіаторі

Тепловий опір для діодів складають  $R_{pk} = 1 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$

Температура корпусу  $t_k = 95 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Розрахуємо допустиму тепловий опір радіатора по формулі (8.1)

$$R_{p\text{доп}} = \frac{t_k - P_{\text{min}} * (R_{nk} + R_{uz}) - t_c}{P_p} \quad (8.1)$$

Для системи, яка має кілька п /п приладів на одному радіаторі:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{\text{mini}}$$

Задаємося коефіцієнтом тепловіддачі і визначаємо площу радіатора по формулі (8.2):

$$S = \frac{1}{\alpha * R_{p\text{доп}}} \quad (8.2)$$

Для природного охолодження прийняти  $\alpha = 4..10 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ К})$

Таким чином отримуємо  $R_{p\text{доп}} = 0,55 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$

Розрахункова площа радіатора становить  $S = 227.27 \text{ см}^2$

Площа корпусу становить  $400 \text{ см}^2$ . Звідси видно, що розміри корпусу дозволяють встановити теплонавантажені елементи на корпус, виконаний з алюмінію сплаву.

Це виключило наявність радіатора і тим самим дозволило зменшити габарити і масу виробу, зменшити матеріалоемність і трудомісткість його виробництва.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання даного кваліфікаційного проекту було розроблено частковий комплекс конструкторської документації на виготовлення індикатора режиму акумуляторної батареї. Так само було проведено розрахунок надійності. Дані розрахунку показують, що пристрій має досить високу надійність. Термін його роботи становить приблизно 3 роки.

Було проведено розрахунок теплового режиму елементів, який показав, що дана конструкція забезпечує виконання вимог забезпечення теплового режиму.

Пристрій відповідає експлуатаційним вимогам, вимогам технологічності, ремонтпридатності, ергономіки та естетики за умов крупносерійного виробництва.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. А. Ледянкін. Індикатор режиму акумуляторної батареї - журнал «Радіо», 2017 р., №6 с.42, 43.
- 2 Конспект лекцій з дисципліни "Основи проектування електронної апаратури" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Поспеева І.Є., Фурманова Н.І., – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 78 с.
- 3 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Основи проектування електронної апаратури" частина 1, для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання/ Уклад.: Поспеева І.Є., Фурманова Н.І., Щурова Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
- 4 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Основи проектування електронної апаратури" частина 2, для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання/ Уклад.: Поспеева І.Є. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 46 с.
- 5 ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 ЄСКД. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT) [Текст]. – Чинний від 2007–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 9 с.
- 6 ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT) [Текст]. – Чинний від 2007–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.
- 7 ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT) [Текст]. – Чинний від 2007–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 23 с.

8 ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2014–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2014. – 42 с.

9 ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 Єдина система конструкторської документації. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь [Текст]. – Чинний від 2014–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2014. – 30 с.

10 ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2013–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2013. – 30 с.

11 ДСТУ 3943-2000 Дизайн і ергономіка. Склад, виклад та зміст документації [Текст]. – Чинний від 2001–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 38 с.

12 ДСТУ 3944-2000 Дизайн і ергономіка. Правила виконання дизайн-ергономічних робіт під час розроблення та поставлення продукції на виробництво [Текст]. – Чинний від 2001–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 31 с.

13 ДСТУ 7655:2014 Вироби електронної техніки. Загальні вимоги щодо надійності та методи випробування [Текст]. – Чинний від 2014–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2014. – 9 с.

14 ДСТУ 8216:2015. Вироби електронної техніки. Класифікація за умовами застосування та вимоги стійкості до зовнішніх впливових чинників [Текст]. – Чинний від 2017–01–04. – К.: Держспоживстандарт України, 2017. – 11 с.

15 ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Технические требования и методы испытаний в части механических и климатических воздействий [Текст]. – Взамен ГОСТ 11478-83; введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 44 с.

16 ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия



климатических факторов внешней среды [Текст]. – Введ. 1971-01-01. – М.: Стандартиформ, 2006. – 60 с.

17 Ольшевський, С.В. Конструювання радіоелектронних засобів [Текст]: конспект лекцій за курсом / С.В. Ольшанський. - К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2014. - 199 с.

18 Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання [Текст]: навчальний посібник / [Є.М. Травніков, В.С. Лазебний, Г.Г. Власюк та ін.); за загальною редакцією В.С. Лазебного. – К.: «КАФЕДРА», 2015. – 285 с.: іл.

19 Ганжа, С.М. Основи конструювання електронних засобів [Текст]: підручник / С.М. Ганжа. – Луганськ.: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2011. – 491 с.

20 Нікольський, О.І. Ергономіка і дизайн мікроелектронної апаратури [Текст]: навч. посіб. / О.І. Нікольський. – Вінниця.: Вінниц. держ. техн. ун-т., 2000. – 124 с.

21 Матвійків, М.Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв [Текст]: підручник / М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. - 496 с.

22 Електронні компоненти для друкованого монтажу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.smd.com/>

23 Навчальне проектування радіоелектронних апаратів [Текст]: навч. посіб. / М.І. Хіль, О.П. Арушанов, С.М. Ганжа, Є.П. Герасименко. – Луганськ.: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, Технол. ін-т., 2011. - 227 с.

24 Задерейко, О.В. Конструювання і технологія радіоелектронної апаратури [Текст]: навч. посіб. / О.В. Задерейко, Л.І. Панов, О.В. Циганов. – К.: Наука і техніка, 2007. - 122 с.

25 Digi Key: каталог товарів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.digikey.com/>

26 Конструирование печатных плат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7072167/page:5/>

## ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Презентація до дипломного проекту на тему:  
**Розробка конструкції індикатора режиму  
акумуляторної батареї**

Виконав:  
студент групи РТ-118сп

Д.В. Ошкін

Керівник:  
ст. викладач.

І. Є. Поспеєва

## Об'єкт розробки, мета роботи

**Об'єкт розробки** - індикатор режиму акумуляторної батареї

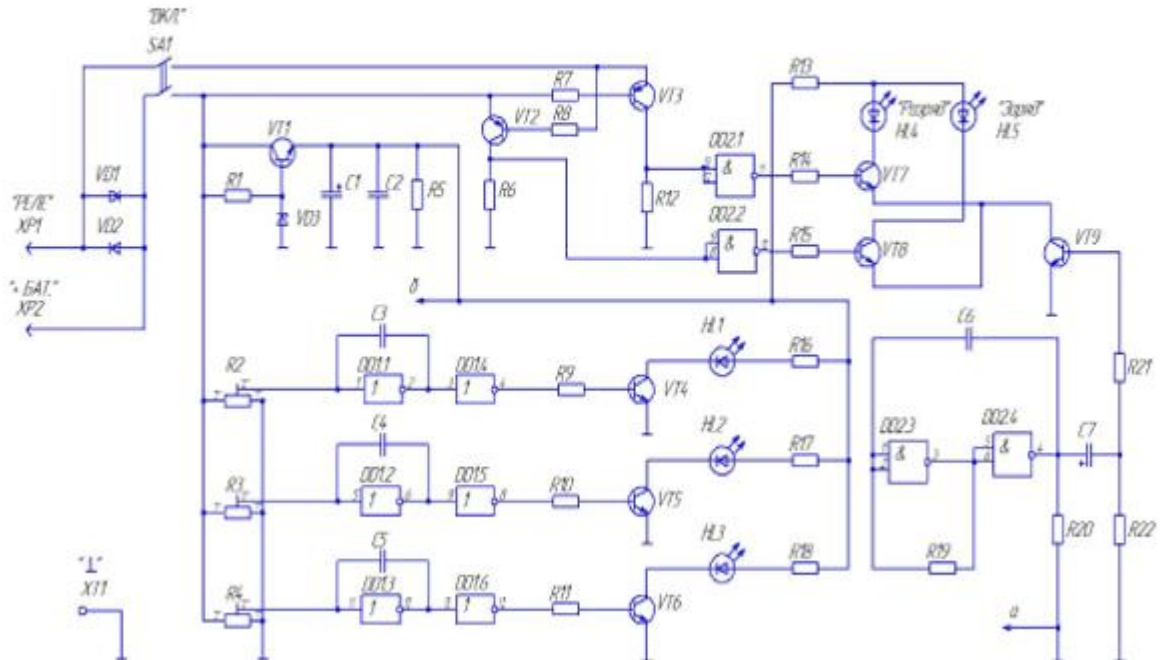
**Мета роботи** - розробити комплект конструкторської документації на виготовлення індикатора режиму акумуляторної батареї, яке виготовляється при крупносерійному типі виробництва і експлуатується в кліматичних умовах УХЛ 1.1. Набути навичок з конструювання радіоелектронних пристроїв в загальному, і вибору конструктивних рішень для виробництва індикатора режиму акумуляторної батареї.

### ПРИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ІНДИКАТОРУ

У більшості сучасних автомобілів і мотоциклів відсутній прилад, за показаннями якого водій міг би судити про напругу бортової мережі. Оскільки в різних режимах роботи обладнання вона змінюється в досить широких межах, потреба в точному вимірі її значення, як правило не потрібна. Досить простого трьох-чотирьох порогового світлового індикатора, здатного показати лише те, що поточне значення напруги знаходиться у вузькій зоні між двома граничними значеннями. До таких пристроїв пред'являються такі вимоги:

- робота на будь-яких автомобілях і мотоциклах з номінальною напругою мережі 12 В постійного струму;
- маса не більше 0.5 кг;
- висока ремонтпридатність;
- забезпечення зручності зчитування інформації;
- можливість регулювання основних параметрів пристрою без вдавання до допомоги ремонтних служб при виході цих параметрів за рамки допустимих значень.

## Схема електрична принципова індикатору акумуляторної батареї

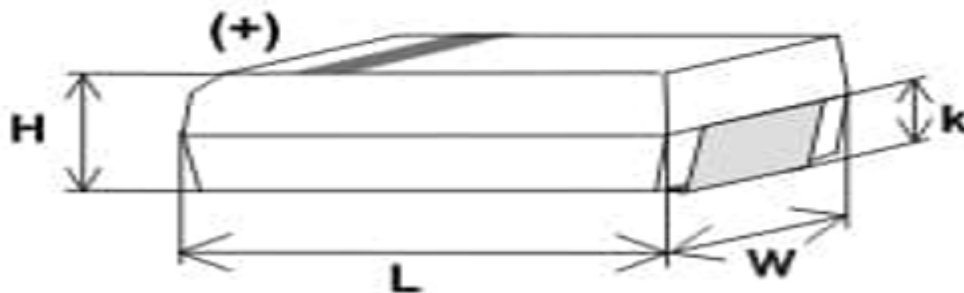


## Вибір елементної бази

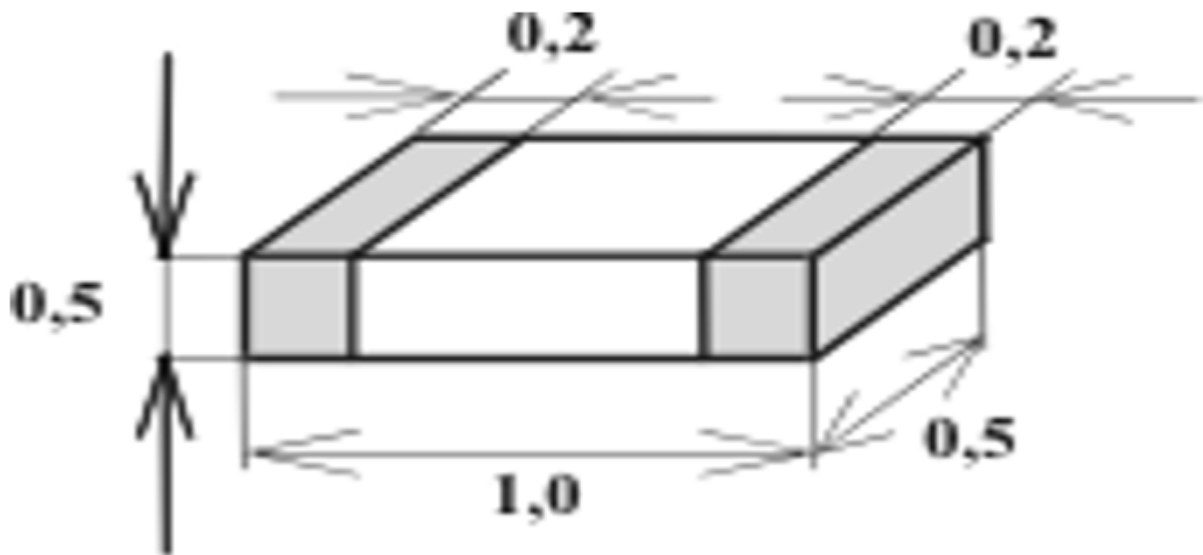
Обрані пасивні елементи для поверхневого монтажу (smd)

### Конденсатори

Танталовий конденсатор: C1 TAJB336M016RNJ AVX у корпусі В case, типу 3528-21

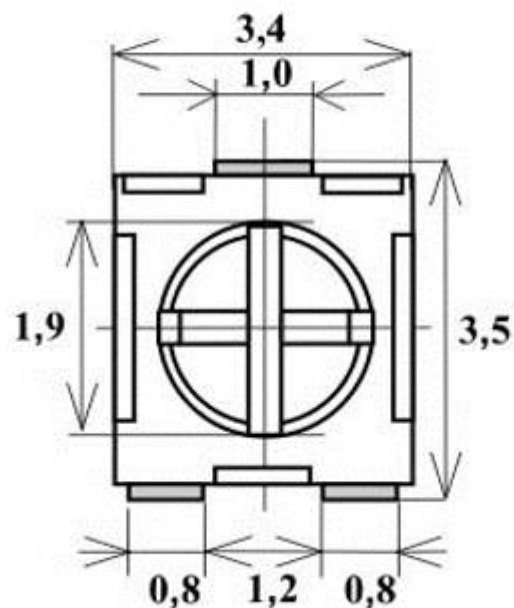


Керамічні конденсатори: C3, C5 CL05B225KP5NNNC,  
типу X7R

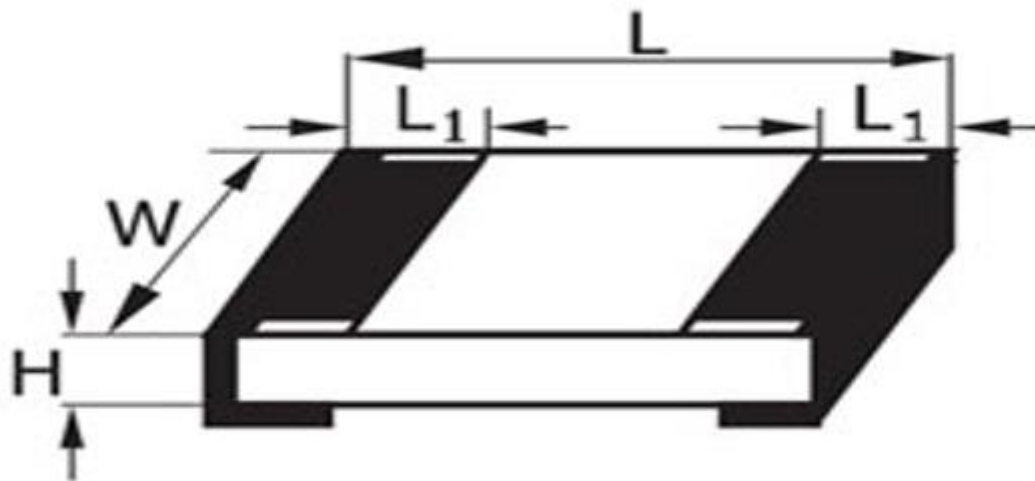


## Резистори

Резистори R2,R4 - підлаштовуючі smd-резистори ST-32ETA  
104



Резистор R1 - керамічний smd-резистор RC0805JR-7R5



Перемикач SA1 – клавiшний типу R53-5BBET-G



## Особливості SMD елементів

SMD - англійська аббревіатура, що позначає Surface Mounted Device, тобто - пристрій, що монтується на поверхню.

В цілому, під SMD розуміється метод нанесення компонентів на друковану плату, який називають поверхневим; при цьому елементи встановлюють на контактні площинки, які є продовженням струмопровідних доріжок плати.

Вироби цієї категорії випускають у відкритому і закритому варіантах виконання. Деякі моделі оснащують герметичним корпусом для тривалого збереження працездатності в умовах підвищеного рівня вологості (пилового забруднення атмосфери).

Застосування елементів з поверхневим монтажем, позитивно позначається на масі і розмірах радіоелектронних пристроїв, на їх частотних параметрах.

## Переваги та недоліки SMD резисторів

До переваг smd резисторів можна віднести такі пункти:

- мініатюрність пристрою;
- невеликі контакти, припаяні до поверхні свого корпусу;
- відсутність необхідності робити отвори в друкованій платі;
- більш ефективне використання площини плати.

Головними недоліками SMD резисторів можна вважати те що у них є обмеження по потужності.

## **ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

### **Експлуатаційні.**

Розроблений прилад належить до 4 групи експлуатації за ДСТУ 11478-88, тобто апаратура працює в приміщеннях і на відкритому повітрі. Кліматичне виконання УХЛ 1.1 за ДСТУ 15150-69. В конструкції даного пристрою застосовується стандартна ЕРЕ з низькою інтенсивністю відмов, яка забезпечує надійну працездатність пристрою протягом гарантованого терміну служби при впливі на нього несприятливих кліматичних факторів.

## **ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

### **Забезпечення нормального теплового режиму**

Для забезпечення теплового режиму елементів їх необхідно встановити на радіатор. До виробу пред'являються такі вимоги:

- висока теплопровідність матеріалу радіатора;
- площа поверхні повинна бути необхідною і достатньою для забезпечення теплового режиму елементів; для її обчислення необхідний розрахунок;
- забезпечувати максимальну площу зіткнення з поверхнею радіатора;
- якщо на одному радіаторі розташовано більше одного елемента, необхідно встановлювати їх на ізоляційну прокладку;
- елементи повинні мати хороші теплові контакти з поверхнею радіатора;
- температура нагрітої зони поблизу елементів не повинна перевищувати допустиму для даного елемента (обумовлену в ТУ на елемент).



## ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### Вимоги до захисту від вологи

Для забезпечення надійності функціонування РЕЗ при впливі вологи застосовують вологозахисні конструкції, які поділяють на монолітні і порожнисті. Монолітні оболонки складають нерозривне ціле з вузлом. Компоненти з таким захистом призначені для використання в негерметичних наземних РЕЗ, і в цьому випадку доводиться вживати додаткових заходів для забезпечення вологозахисту електричних з'єднань (наприклад, лакувати друковані плати)

Порожні вологозахисні оболонки дозволяють звільнити компоненти від механічного контакту з оболонкою, що забезпечує роботу в більш широкому діапазоні температур і виключає хімічну взаємодію оболонки і захищається компонента.

Порожні оболонки забезпечують більш високу надійність вологозахисту, але мають значні габарити, масу, вартість.

## ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### Захист від механічних впливів (вібрацій та лінійних прискорень)

Оскільки індикатор акумуляторної батареї відноситься до IV групи експлуатації, при його проектуванні слід урахувати захист від механічних впливів - вібраційних (вібрації), ударних (удари) та інерційних (лінійні прискорення).

- Методи які використовують для захисту від механічних впливів:
- зменшення інтенсивності джерел механічних впливів (шляхом їхнього балансування, зменшення зазорів, віброізоляції самого джерела механічних впливів);
  - зменшення параметрів впливів, що передаються від джерела до об'єкту (шляхом його віброізоляції, демпфірування, усунення резонансів і т.ін.);
  - підвищення міцності й жорсткості компонентів і вузлів конструкції.

## Технічні вимоги

### Вимоги до ремонтопридатності

Для забезпечення ремонтопридатності необхідно забезпечити наступні заходи:

- легкість розтину корпусу пристрою при необхідності ремонту та неможливість його випадкового відкриття під час транспортування або роботи;
- використання, по можливості, стандартних деталей;
- легкодоступність підлеглих до ремонту елементів;
- легкість контролю параметрів роботи;
- легкість і швидкість заміни поламаних елементів;
- необхідність невеликого числа контрольних приладів для ремонту, бажано - не більше 2..3.

Бажано, щоб всі електроелементи були приблизно одного рівня надійності, оскільки це дозволить скоротити кількість профілактичних оглядів або ремонтів до мінімуму.

## Технічні вимоги

### Вимоги до ергономіки та естетики

Даний індикатор застосовується на автомобілі або мотоциклі і важливо, щоб його зовнішній вигляд не відволікав водія від приладів, необхідних для безпеки руху, але в той же час йому було зручно в будь-який момент отримати інформацію з індикатора.

Для збільшення цих показників можна виділити деякі рекомендації:

- чіткість перемикачів режимів роботи;
- зручність установки індикатора на об'єкті;
- зручність підключення до об'єкта;
- зручність зчитування інформації - зручна компоновка індикаторної панелі;
- колірне рішення повинне забезпечувати престижний вигляд пристрою і гармоніювати з об'єктом установки;
- забезпечення естетичного вигляду без значного погіршення технологічності.

## Розрахунок радіатора

Метою розрахунків радіатора являється, розрахунок площі необхідної для забезпечення нормального теплового режиму теплонавантажених елементів, режиму, та вибір виконання радіатора.

Тип охолоджуваного елемента: діод КД 2994 А,  
потужністю 20 Вт.

Спосіб охолодження – вільна повітряна конвекція.

Розрахункова площа, необхідна для охолодження елемента  
 $S=227,3 \text{ см}^2$ .

Висновок: У якості радіатора рекомендовано використовувати корпус апарата зі сплаву Al2 площею 400  $\text{см}^2$ .

## Розрахунок надійності

**Мета розрахунку:** визначення інтенсивності відмов пристрою та напрацювання на відмову.

**Метод розрахунку:** наближений розрахунок надійності за середньогруповою інтенсивністю відмов.

### Результати розрахунку

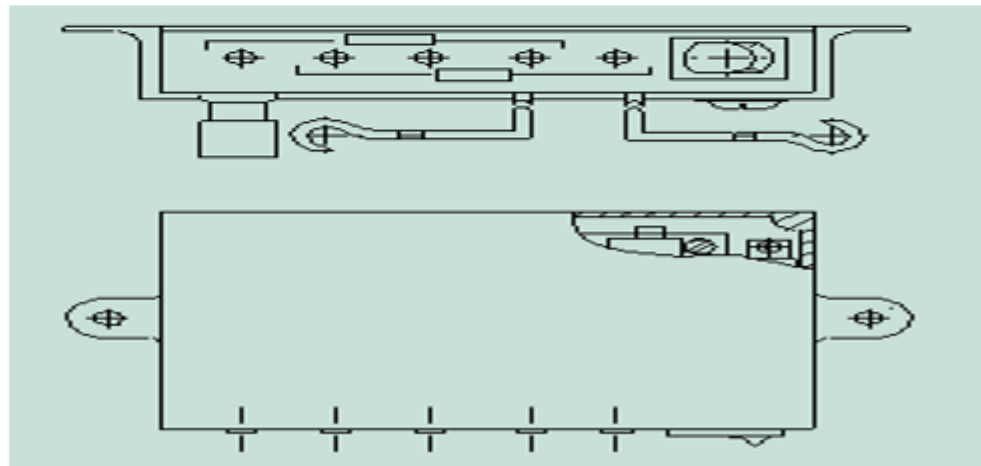
Інтенсивність відмов:  $3.96 \times 10^{-4} \text{ 1/год}$ ;

Напрацювання на відмову: 2524,74 год;

Рекомендуємий гарантійний термін роботи: 3,5 роки.

## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ

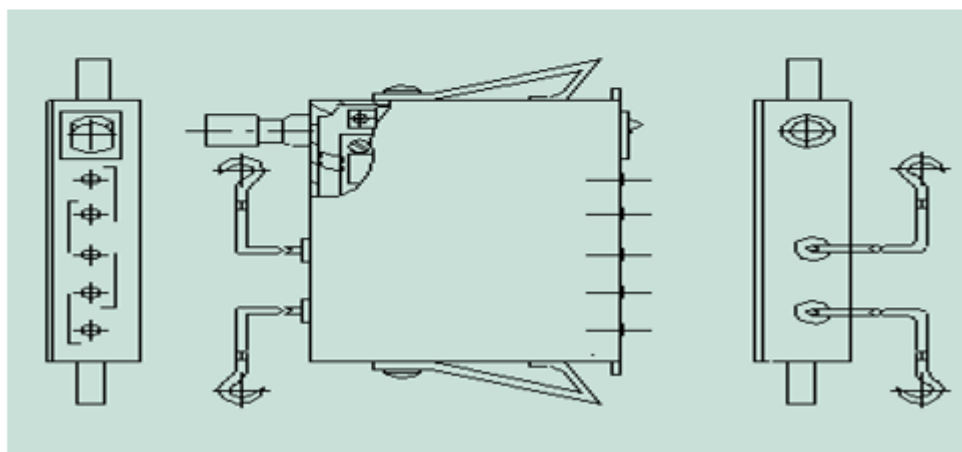
Конструкція 1. У ній передбачається кріплення корпусу на об'єкт горизонтально за допомогою скоби, яка кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів. При цьому установка виконується дуже зручно. Необхідні додаткові елементи (скоба, кріпильні вироби) збільшують масу та габаритні розміри виробу. Розташування проводів і клеми в нижній частині корпусу не дозволяє бачити написи на корпусі. Ця конструкція не є прийнятною.



## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ

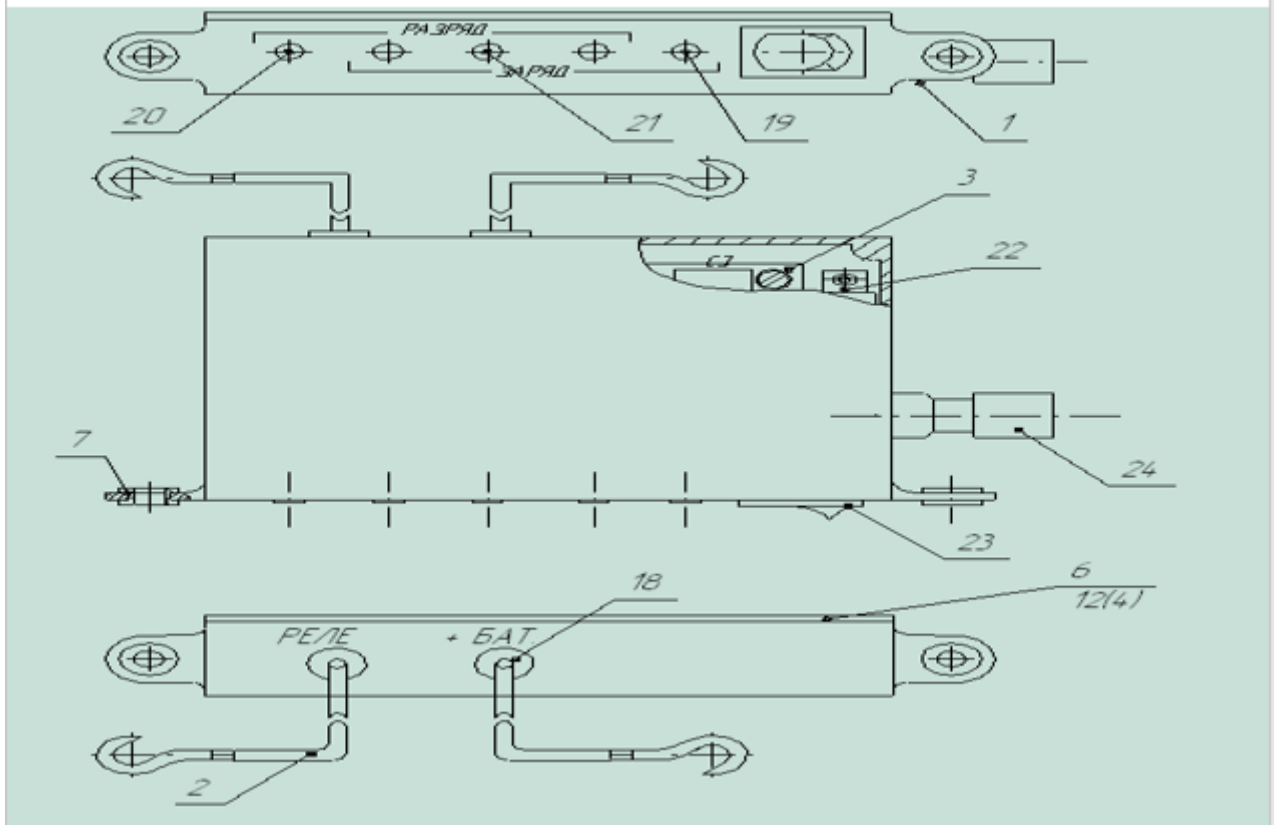
Деякі недоліки наведеної конструкції усунені в конструкції 2. У ній передбачена установка індикатора на об'єкт за допомогою металевих засувок, виконаних з пружної сталі.

Дана конструкція дозволяє дуже легко встановити індикатор, бо не потрібні додаткові елементи кріплення. Однак ця конструкція передбачає додаткові елементи кріплення засувок до корпусу, що збільшує масу і ускладнює конструкцію корпусу. До того ж не передбачається захист від механічних впливів.



## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ

Усі перераховані недоліки усуваються у конструкції 3.



На ній є вушка з отворами по обидва боки передньої панелі, в отвори яких встановлені амортизатори для захисту індикатору від механічних впливів, що виникають при русі автомобіля або мотоцикла.

При цьому конструкція встановлюється вертикально, що дозволяє виключити консольні кріплення. До того ж вушка відливаються на корпусі, що спрощує конструкцію, не потрібні додаткові елементи кріплення. Однак необхідні кріпильні деталі при установці індикатора на об'єкт.

Виходячи з усіх перерахованих вище міркувань, знаходимо найбільш доцільним застосування останньої конструкції. Вона найбільш повно задовольняє вимогам, перерахованим в попередньому розділі цієї ПЗ.

## Висновок

В результаті виконання даного дипломного проекту було розроблено комплекс конструкторської документації на виготовлення індикатора режиму акумуляторної батареї. Так само було проведено розрахунок надійності. Дані розрахунку показують, що пристрій має досить високу надійність. Термін його роботи становить приблизно 3 роки.

Було проведено розрахунок теплового режиму елементів, який показав, що дана конструкція забезпечує виконання вимог забезпечення теплового режиму.

Пристрій відповідає експлуатаційним вимогам, вимогам технологічності, ремонтпридатності, ергономіки та естетики за умов крупносерійного виробництва.