Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Шевчук С.П. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Хвостівська Л.В. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Паляниця Ю.Б. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Дунець В.Л. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) Яворська Є.Б. (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шевчуку Степану Петровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «*24*» *05* 2023 року № *4/7-575*

2. Термін подання студентом завершеної роботи *23.06.2023 р.*

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: Діапазон вимірювання радіаційного поля – 1-5000 Дф; Робочий діапазон радіочастот 315-915 МГц; Максимальна швидкість передачі даних по радіоканалу 500 біт/с; Максимальна швидкість передачі даних до електромережі – 1440 біт/с

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
   1. Основна частина
   2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

   Висновки

   Список використаних джерел

   Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
   1. Структурна схема приладу
   2. Схема електрична принципова приладу
   3. Друкований вузол приладу
   4. Плата друкована приладу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності,			
основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 01.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	*01.03.2023*	*Виконано*
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних	*14.03.2023*	*Виконано*
	матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3	Розробка структурної схеми приладу	*25.03.2023*	*Виконано*
4	Розробка схеми електричної принципової приладу	*10.04.2023*	*Виконано*
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	*21.04.2023*	*Виконано*
6	Вибір компонентної бази для розроблюваного приладу	*01.05.2023*	*Виконано*
7	Компоновка друкованого вузла приладу	*15.05.2023*	*Виконано*
8	Створення допоміжної документації	*27.05.2023*	*Виконано*
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	*02.06.2023*	*Виконано*
	праці		
10	Нормоконтроль	*05.06.2023*	*Виконано*
11	Перевірка роботи на антиплагіат	*06.06.2023*	*Виконано*
12	Попередній захист КР	*07.06.2023*	
13	Захист КР	*23.06.2023*	

Студент _____ Шевчук С.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Хвостівська Л.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАс-41. // Тернопіль, 2023 р. // с.-71, рис.-50, табл.-13, бібліог.–16, додат.-3.

Ключові слова: ПРИЛАД, ДИСТАНЦІЙНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ РАДІАЦІЙНОГО ПОЛЯ, СХЕМА СТРУКТУРНА, СХЕМА ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА, ПЛАТА ДРУКОВАНА, ДРУКОВИЙ ВУЗОЛ, P-CAD.

В роботі описано стадії проектування приладу для дистанційного визначення рівня радіаційного поля під час яких отримано схему структурну та схему електричну принципову. Базуючись на проектованій схемі електричній принциповій та проведених розрахунках її вузлів здійснено процес обирання компонентної бази приладу. Засобами САПР P-CAD розроблено друкований вузол приладу та друковану плату.

Технічні параметри приладу: діапазон вимірювання радіаційного поля – 1-5000 Дф; робочий діапазон радіочастот 315-915 МГц; максимальна швидкість передачі даних по радіоканалу 500 біт/с; частотний діапазон передачі по електромережі – 868-915 МГц; максимальна швидкість передачі даних до електромережі – 1440 біт/с; максимальна швидкість лічення – 4000 імп/с; розрядність цифрових даних в схемі – 8 Біт; flash-пам'ять приладу – 32 кБайт; живлення приладу – мережа 220 В з частотою струму 50Гц.

ANNOTATION

Theme of qualification work: «Device for Remote Determination of the Level of the Radiation Field». Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RAs-41 group. // Ternopil, 2023 // Pages.-71, fig.-50, tables -13, bibliog. – 16, appendix-3.

Key words: DEVICE, REMOTE DETERMINATION OF RADIATION FIELD LEVEL, SCHEME STRUCTURAL, PRINCIPAL ELECTRICAL SCHEME, PRINTED BOARD, PRINTED UNIT, P-CAD.

The work describes the stages of designing a device for remote determination of the level of the radiation field, during which the structural scheme and the electrical principle scheme were obtained. Based on the designed electrical principle scheme and the calculations of its nodes, the process of choosing the component base of the device was carried out. The printed assembly of the device and the printed circuit board were developed using CAD P-CAD tools.

Technical parameters of the device: radiation field measurement range – 1-5000 Df; operating range of radio frequencies 315-915 MHz; the maximum speed of data transmission over the radio channel is 500 bps; frequency range of power transmission – 868-915 MHz; the maximum speed of data transmission to the power grid is 1440 bps; the maximum counting speed is 4000 imp/s; bit rate of digital data in the scheme – 8 bits; device flash memory – 32 KB; the power supply of the device is a 220 V network with a current frequency of 50 Hz.

Зміст

Вступ 7

1 Основна частина 8

1.1 Аналіз завдання на роботу 8

1.1.1 Актуальність теми роботи 8

1.1.2 Аналіз інформації 13

1.2 Проектування структурної схеми приладу 15

1.3 Проектування схеми електричної принципової пристрою та її параметричний синтез 18

1.4 Вибір та обґрунтування компонентної бази приладу 36

1.5 Виготовлення друкованої плати 32

1.6 Розрахунок показника надійності приладу 48

1.7 Технологічний процес виготовлення плати приладу 53

1.8 Висновки до розділу 1 58

2 Охорона праці та безпека життєдіяльності 59

2.1 Захист від іонізуючих випромінювань. Допустимі рівні іонізуючого випромінювання 59

2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру з врахуванням особливостей регіону, що проводиться на промисловому об’єкті 62

2.3 Висновок до розділу 2 67

Висновки 68

Список використаних джерел 69

Додатки 71

					ШСП 2.000.001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчук С.П.			Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля	Літ.	Арк. 6 / Аркушів 71
Перевір.		Хвостівська Л.					
Консультант						ТНТУ, ФПТ, гр. РАс-41	
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.					
Затверд.		Дунець В.Л.			Пояснювальна записка		

Вступ

Будь-які дози радіаційного випромінювання, які поглинаються людським організмом протягом певного інтервалу часу та їх перевищення допустимого рівня є небезпечними для людини. Наслідки такого поглинання проявляються замасковано, зокрема наслідки від поглинання проявляються через декілька років, десятиліть або навіть в поколіннях у вигляді онкологічних захворювань, генетичних ураженнях та інших. Збільшення рівня опромінення призводить до важких наслідків, які призводять до появи порушень, які спричиняють смерть в лічені дні або години.

Ринок електроніки містить великий асортимент приладів для безпровідного вимірювання рівня радіаційного випромінювання, зокрема ДРГ-01Т1, Ecotest МКС-05 «ТЕРРА», RADEX РД 1503, КВАРТЕКС РД 8901 та інші.

Існуючим приладам є характерні показники високих цін або низької споживчою якості. Тому є необхідність розробки приладу для дистанційного визначення рівня радіаційного поля, який функціонально забезпечив би своє автономне функціонування як складової одиниці автоматизованих систем вимірювання та характеризувався би низьким показником вартості у порівнянні до існуючих аналогів.

1 Основна частина

1.1 Аналіз завдання на роботу

1.1.1 Актуальність теми роботи

Ринок електроніки налічує широкий арсенал приладу для визначення рівня радіаційного поля, які виготовляють такі фірми як ПП «НВПП «Спаринг-Віст Центр», ВАТ «RADEX», ПВКП «АНАЛІТ-СЕРВІС», «BELLA», ТОВ «БРИЗ» та інші.

ВАТ «RADEX» виготовляє радіоактивний індикатор RADEX РД 1503, який наведено на рис. 1.1 [10].

Рисунок 1.1 – Радіоактивний індикатор RADEX РД 1503 [10]

Прилад забезпечує оцінювання рівня потужності амбієнтної дози γ-випромінювання людьми в побуті (будівельні матеріали, продукти харчування, ґрунт та інші), а також змогу щодо використання з джерелом іонізуючого випромінювання. Також прилад забезпечує виявлення забруднених об'єктів β-активними радіонуклідами.

Функціонально прилад забезпечує підрахунок кількості γ і β - частинок при використанні лічильника Гейгера-Мюллера впродовж 40 сек та візуалізує відображає покази в мкР/г або мкЗв/г на дисплеї рідкокристалічного типу. Процедура реєстрації частинок супроводжується сигналом звуку, що організовує режим «Пошук». Прилад має такі функції: варіація розмірностей значень та порогу спрацьовування звукового індикатора, уточнення показів при збільшенні часового проміжку вимірювання, вимкнення звукового індикатора, ввімкнення підсвічування дисплею.

Вартість приладу – 2000 грн.

ПВКП «АНАЛІТ-СЕРВІС» виготовляє вимірювач ДРГ-01Т1, який представлено на ринку, та його наведено на рис. 1.2 [11].

Рисунок 1.2 – Вимірювач ДРГ-01Т1 [11]

Технічні характеристики вимірювача ДРГ-01Т1 зведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики ДРГ-01Т1

Характеристика	Показник
Межі вимірювання рівня потужності експозиційної дози:	
• режим “Пошук”	100,0 мкР/г - 100,0 Р/г
• режим “Вимірювання”	10,0 мкР/г - 10,0 Р/г
Енергетичний діапазон γ - випромінювання	0,05 - 3,0 меВ
Час вимірювання	
• режим “Пошук”	2,5 сек
• режим “Вимірювання”	25 сек
Конструкційне виконання	Металічний корпус
Живлення	«Крона»
Габарити	175х90х55 мм
Маса	0,6 кг

Вартість – 2000 грн.

ПП «НВПП «Спаринг-Віст Центр» виробляє прилад Ecotest МКС-05 «ТЕРРА» [12] для вимірювання рівня радіації, який представлено на рис.1.3.

Рисунок 1.3 – Ecotest МКС-05 «ТЕРРА» [12]

Призначення приладу:

– Процес вимірювання рівня потужності еквівалентних дози випромінювання γ - та рентгенівського.

– Процес вимірювання густини поверхні потоку β-частинок.

– Процес вимірювання дози (Ед) γ- та рентгенівського випромінювання.

– Вимірювання параметру часу накопиченості дози.

– Вимірювання реальних часових відліків (год.).

Особливість приладу:

– Наявність 5 не корельованих вимірних каналів з візуалізацією інформації почергового на єдиний РК-індикатор.

– Інтегрований γ -, β Гейгера-Мюллера лічильник.

– Оцінювання γ-фону впродовж 10 сек.

– Автоматизоване віднімання γ-фону під час вимірювання β забруднення.

– Процес усереднення результату вимірювання зі змогою ручних або автоматичних його переривань.

– Автоматизоване вибирання інтервалу та діапазону вимірювання.

– Сигналізація (звукова) зареєстрованих γ-кванта або β-частинки зі змогою її відключень.

– Звук сигналізації щодо перевищення заданих програмно порогових рівнів.

– Змога підсвічувати цифровий індикатор.

– Типорозмір живлення - ААА.

Технічні характеристики дозиметра:

– Діапазон вимірювання та основні відносні похибки:

  – потужність амбієнтної еквівалентої дози γ- і рентгенівського випромінювання, $0,1,9\,999; 15\%$;

  – густина потоку бета-частинок ($^{90}Sr\,^{90}Y$), $10.100\,000; 20\%$;

– Енергетичний діапазон вимірювання:
  – γ- і рентгенівського випромінювання, 0,05,3,0; 25%;
  – β –випромінювання, 0,5,3,0;
– Показник дискретності програмування рівнів порогу: - (потужність дози - доза - густина потоку), 0,010,0010,01;
– Часовий інтервал вимірювання, 1,70;
– Проміжок часу неперервного функціонування при нововстановлених елементах живлення, 2 000;
– Робочі температури –20,+50;

Вартість – 19000 грн.

ТОВ «БРИЗ» виготовляє вимірювач радіоактивності КВАРТЕКС РД (Quartex) 8901, який представлено на рис. 1.4 [13].

Рисунок 1.4 – Прилад КВАР ТЕКС (Quartex) 8901 [13]

Прилад КВАРТЕКС РД 8901 призначено для проведення оперативних оцінювань рівня забруднення джерелами γ-квантів та β -часток побутових предметів, твердих/рідких продуктів харчування, матеріалів для будівництва та оточуючого середовища.

Прилад здатен застосовуватися в режимі пошуку задля детектування радіаційних джерел.

Прилад КВАРТЕКС РД 8901 розроблено у відповідності до Положення щодо метрологічного статусу, порядку розробки, постановки на виробництво і перевірки приладів радіометричних/дозиметричних для населення, ГОСТ 15.001-88 і 01.М1.МПК00.000Т0 .

Технічні характеристики приладу КВАРТЕКС РД 8901 наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики КВАРТЕКС РД 8901

Характеристика	Параметр
Тип давача	СБМ-20
Діапазони	0-999 мкР/г
	0,1-1,25 МеВ
Цикл процесу вимірювання	32±1 с
Відносна похибка вимірювання	<30%
Температурний режим	від -45 до +55 C^0
Живлення	9 В
Час неперервного функціонування	150 год.

1.1.2 Аналіз інформації

На підґрунті проведеного аналізу існуючих приладів для вимірювання рівня радіаційного випромінювання, можна стверджувати про вагомий розвиток цієї галузі. Існуючі прилади дають змогу оперативно визначити показник рівня радіаційного випромінювання в межах зони забруднень.

Однак існуючим приладам для дистанційного визначення рівня радіаційного поля є характерним високий показник вартості як в розрізі їх компонентів так і цілого приладу, тому проектування нового приладу є актуальним завданням задля його здешевлення із збереженням необхідного функціоналу.

Встановлено, що проектуючий прилад класифіковано як наземний клас апаратури з переносної групи використання та підгрупи професійної. Зазначена класифікація приладу для вимірювання рівня радіаційного поля передбачає його експлуатацію в закритому приміщенні з регулярним опалення за наявності природньої вентиляції при відсутності кондиціонера.

Умови експлуатації приладу наступні:

- Температура від -55 до +125°С;
- Вологість до 80% за температури +25°С;
- атмосферний тиск від 80 до 100кПа;

Проектуючий прилад за електробезпекою маю відповідати стандарту ГОСТ 5044-92 та повинен бути виконаний у відповідності до захисту I класу. За ступенем захисту при ураженнях електрострумом прилад відносено до класу В з непотрібним заземленням.

Щодо надійності компоненти приладу необхідно підібрати так, що їх термін служби був максимальним при мінімальній їх інтенсивності відмови.

Умови зберігання необхідно здійснити у відповідності до стандарту ГОСТ 15150-82 за групи зберігання «Л» в сухому і циклічно-провітрюваному приміщені при вологості до 80% та температурі від +1 ^{O}С до +40^{O}С за відсутності будь якого пару, кислот, газу та пилюку у повітрі аби уникнути корозійних процесів.

При врахуванні електричних параметрів приладу констатовано, що схема електрична має відповідати таким технічним параметрам:

– Діапазон вимірювання радіаційного поля – 1-5000 Дф.
– Робочий діапазон радіочастот 315-915 МГц;
– Максимальна швидкість передачі даних по радіоканалу 500 біт/с;
– Частотний діапазон передачі по електромережі – 868-915 МГц;
– Максимальна швидкість передачі даних до електромережі – 1440 біт/с;
– Максимальна швидкість лічення – 4000 імп/с

– Розрядність цифрових даних в схемі – 8 Біт
– Flash-пам'ять приладу – 32 кБайт;
– Час встановлення робочого режиму не перевищує 3 с;
– Живлення приладу – мережа 220 В з частотою струму 50Гц;
– Потужність споживання не перевищує 0,5Вт;
– Час встановлення робочого режиму повинен не перевищує 0,1 хв
– Можливість підключення до зовнішнього радіомодему
– Можливість підключення до ПК із інтерфейсом RS-232C;

При врахуванні сформованих вимог проектований прилад буде повністю відповідати апріорним вимогам та цілком задовольнити потреби споживача.

1.2 Проектування структурної схеми приладу

Первинним етапом проектування схеми принципової електричної (СПЕ) приладу для вимірювання рівня радіаційного випромінювання є аналіз та проектування його схеми структурної (СС). Аналіз СС забезпечує проектування вузлів приладу, встановлення їх зв’язків, пошук способів їх узгодження, визначення точності та швидкості їх взаємодії.

Результат проектування СС приладу наведено на рис.1.5, як структурно складається з таких блоків: 1 - рідкокристалічний індикатор, 2 - інтерфейс RS-232, 3 – клавіатура, 4 – мікроконтролер, 5 - звуковий індикатор, 6 - світловий індикатор, 7 - транзисторний ключ, 8 - перетворювач напруги, 9 - формувач імпульсів, 10 - лічильник Гейгера, 11 – стабілізатор, 12 - подільник напруги, 13 – радіомодем, 14 - вузол узгодження, 15 - ВЧ-Фільтр, 16 – антена, 17 – модем, 18 – лінійний драйвер ЛЕП, 19 - перетворювач напруги, 20 – електромережа, 21 - перетворювач напруги, 22 – випрямляч, 23 – фільтр, 24 – стабілізатор.

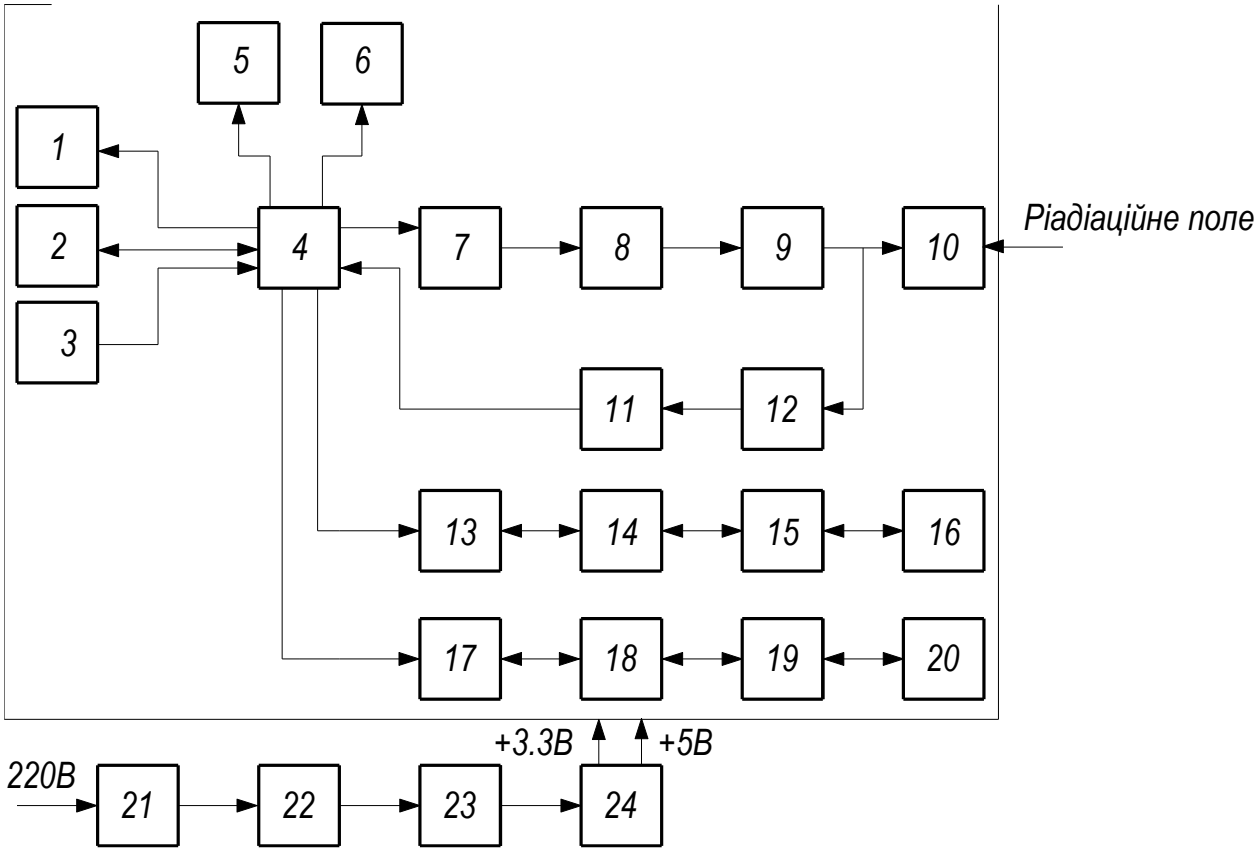


Рисунок 1.5 – Структурна схема приладу

Мікроконтролер 4 генерує короткі імпульси тривалістю 5-10 мксек, які поступають через транзисторний ключ 7 на перетворювач напруги 8, який перетворює напругу з нижчого рівня (3-5В) в вищу, порядку 440...450 В, яку необхідно для роботи лічильника Гейгера 10. Підвищена за рівнем напруга подається на формувач імпульсів 9, який заряджається і формує короткий імпульс з підвищеною напругою для лічильника Гейгера 10. Кожна іонізуюча частина, яка збуджує лічильник Гейгера, стає причиною короткого лавино образного розвиваючого розряду. Виникаючі на навантаженні лічильника, імпульси напруги поступають на подільник напруги 12, який понижує напругу від 440...450В до 3...5В. Понижений імпульс напруги подається на вхід мікроконтролера 4 через стабілізатор напруги 11. За допомогою програми, яка прошита в пам’яті мікроконтролера відбувається процес підрахунку кількості імпульсів, які видає лічильник Гейгера 10, і за допомогою рідкокристалічного індикатора (РКІ) 1 видає значення рівня

радіації. Також кожна частинка яка проходить через лічильник Гейгера 10 буде супроводжуватися звуковим індикатор 5, у вигляді звукового тікання.

За допомогою клавіатури 3 задаються основні режими, параметри роботи приладу. За допомогою інтерфейсу RS-232C 2 даний прилад можна підключити до ПК.

Радіозв'язок з даним приладу здійснюється за допомогою прийомо-передавача, який реалізований на радіомодемі 13 (моделює та демодулює сигнал), вузлі узгодження 14 (узгоджує коло виходу радіомодему із коло ВЧ-коливання), ВЧ-фільтрі 15 (пропускає ВЧ коливання та подавлює низькочастотні коливання) та антени 16 (випромінює та детектує ВЧ-коливання). В процесі радіозв'язку здійснюється процес передачі/прийому керуючих сигналів та даних про стан рівня радіації.

З метою організації швидкісної локальної мережі в межах певного об'єкту без необхідності прокладання додаткових кабелів та створення радіозавад при роботі із радіоканалом введено у схему структурну прийомо-передавач по електромережі 220В із максимальною швидкість прийому/передачі даних 1440 біт/сек. Процес прийому та передачі даних електромережі 220 В реалізовано на модемі 17 (моделює/демоделює дані, лінійному драйвері ЛЕП 18 (керує процесом прийому та передачі даних), перетворювачі напруги 19 (перетворює напругу з низької в високу 220В і на оборот).

Живлення усіх структурних блоків приладу здійснюється блоком живлення, який реалізований на перетворювачі напруги 21 (понижує напругу з високої в нижчу), випрямлячі 22 (випрямляю напругу із змінної в постійну), фільтрі 23 (згладжує пульсації напруги) та стабілізаторі 24 (забезпечує стабільність вихідної напруги).

1.3 Проектування схеми електричної принципової пристрою та її параметричний синтез

З урахуванням вище сформульованих вимог щодо розробки структурної схеми приладу розроблено його схему електричну принципову, яку відображено на кресленні ШСП 2.000.001 Е3. Опишемо принцип роботи розробленої схеми електричної принципової.

Давачем радіації BD1 в вимірювачі є лічильник Гейгера типу СБМ20, який чутливий до α- і жорсткому γ-випромінюванню. Його реакція на дійсний радіаційний фон - імпульси струму, які слідують без видимого порядку із середньою швидкістю Na=20-25 імп/хв. Швидкість лічення в лічильниках Гейгера лінійно зв'язана з рівнем радіації.

Так, на десятикратне збільшення його рівня лічильник СБМ20 відреагує десятикратним збільшенням швидкості і лічення - до Nрад =200...250 імп/хв. Пряма пропорційність перетворення Nрад <->Dрад почне порушуватися лише при дуже значних рівнях радіації, з появою більшого числа імпульсів, які розділенні дуже малим, за межами дозволеної можливості лічильника, часовим інтервалом. В паспорті лічильника звичайно вказують Nmax - максимальну швидкість лічення. Для лічильника СБМ20 Nmax=4000 імп/с. І якщо він збереже лінійність перетворення Nрад <->Dрад хоча би до 2000 імп/с, то по швидкості лічення можна буде числено оцінювати радіаційні поля в діапазоні Dрад =(1...5000) Dф - більш чим достатньо для побутового приладу.

Мікроконтролер DD2 із збільшеним об'ємом Flash-пам'яті, який зображений на рис. 1.6, генерує короткі імпульси тривалістю 5...10 мкс, які поступають через транзисторний ключ на перетворювач напруги (рисунок 1.7).

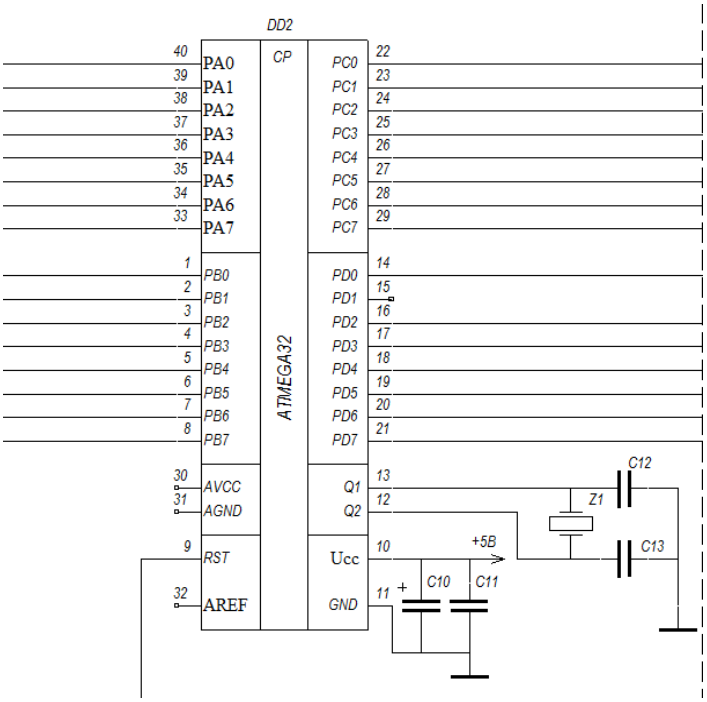


Рисунок 1.6 – Мікроконтролер

Перетворювач реалізований на трансформаторі Т2, який перетворює напруги з нижчого рівня (3-5В) в вищу, порядку 440...450 В з метою забезпечення роботи лічильника Гейзера BD1.

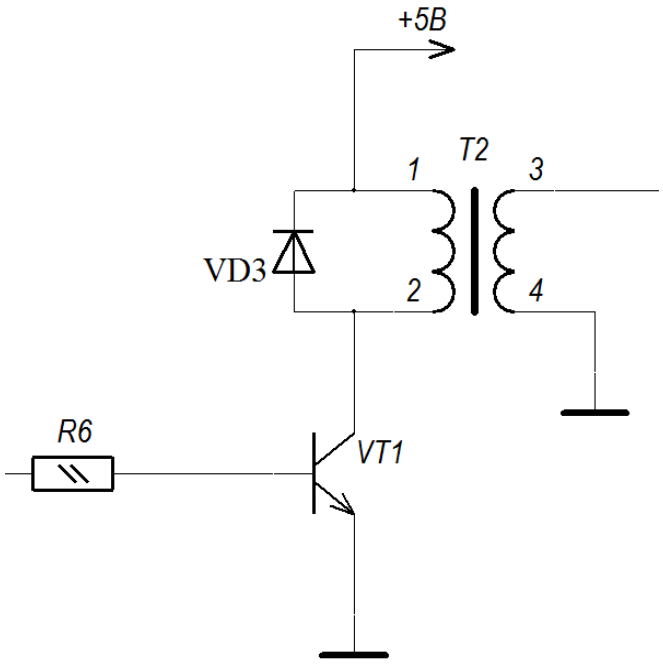


Рисунок 1.7 – Транзисторний ключ та вузол перетворювача напруги

Підвищена за рівнем напруга подається на формувач імпульсів, який складається з вторинної обмотки трансформатора Т2, діодів VD4, VD5 і конденсатора С33 (рис. 1.8), який заряджається через діоди і конденсатор.

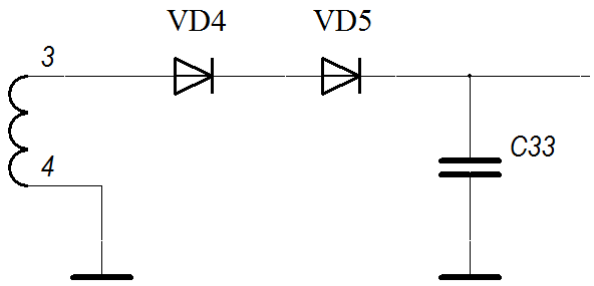


Рисунок 1.8 – Вузол формувача імпульсів

Кожна частина іонізації, яка збуджує лічильник Гейгера, стає причиною короткого лавино образного розвиваючого розряду. Виникаючий на навантаженні лічильника, імпульси напруги поступають на подільник напруги R13 і R16, який понизить напругу від 440...450В до 3...5В. Понижений імпульс напруги подається на вхід мікроконтролера DD2. За допомогою програми, яка прошита в пам’яті мікроконтролера підрахує кількість імпульсів, який видає лічильник Гейгера BD1, і за допомогою рідкокристалічного індикатора, який підключений до роз’єму X1 (рис.1.9), видасть значення радіації.

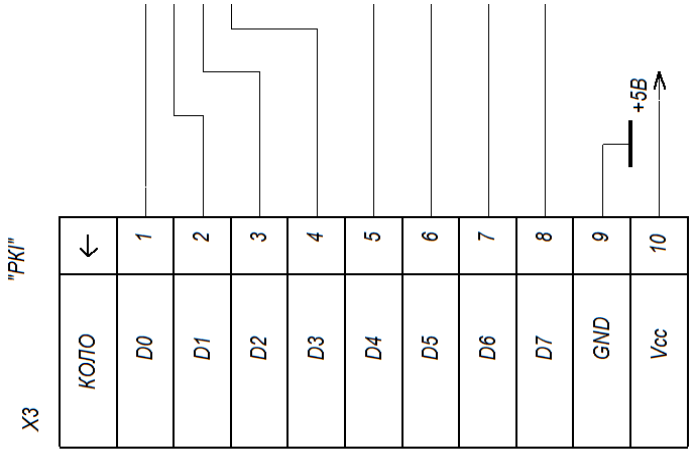


Рисунок 1.9 – Рідкокристалічний індикатор

Також кожна частинка яка проходить через лічильник буде відтворюватися звуковим індикатор (рис. 1.10), у вигляді звукового тікання, який реалізовано на транзисторному ключі VT3.

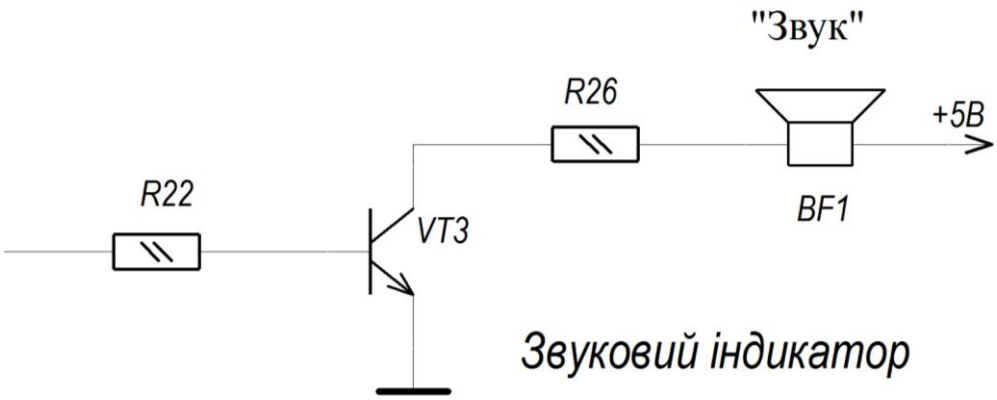


Рисунок 1.10 – Вузол звукової індикації

За допомогою клавіатури (рис. 1.11) задаються основні режими, параметри функціоналу приладу.

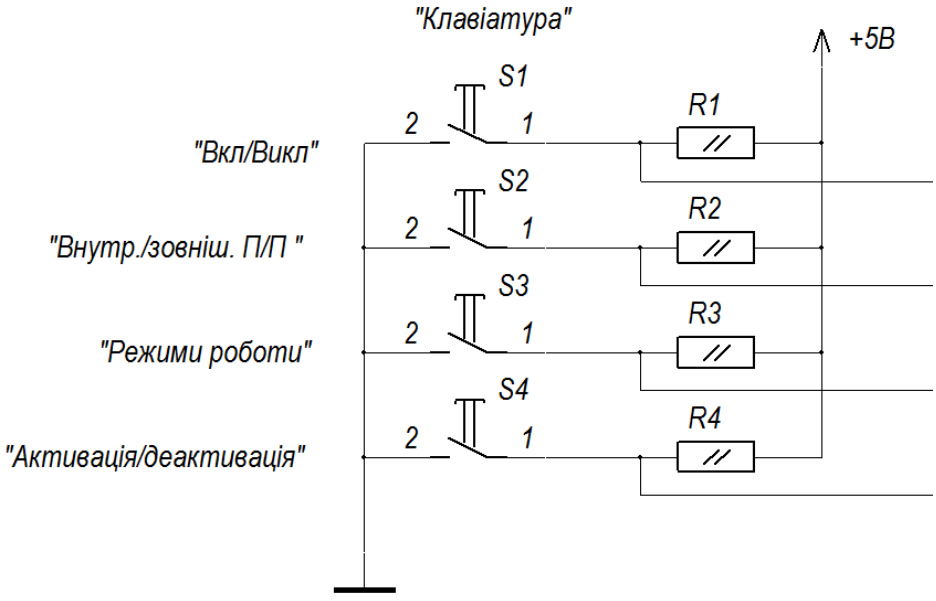


Рисунок 1.11 – Клавіатурний вузол

При використанні інтерфейсу RS-232C (рис. 1.12) забезпечується підключення приладу до ПК та периферійного радіомодему, ядром якого є мікросхема DD1 для гальванічної розв’язки.

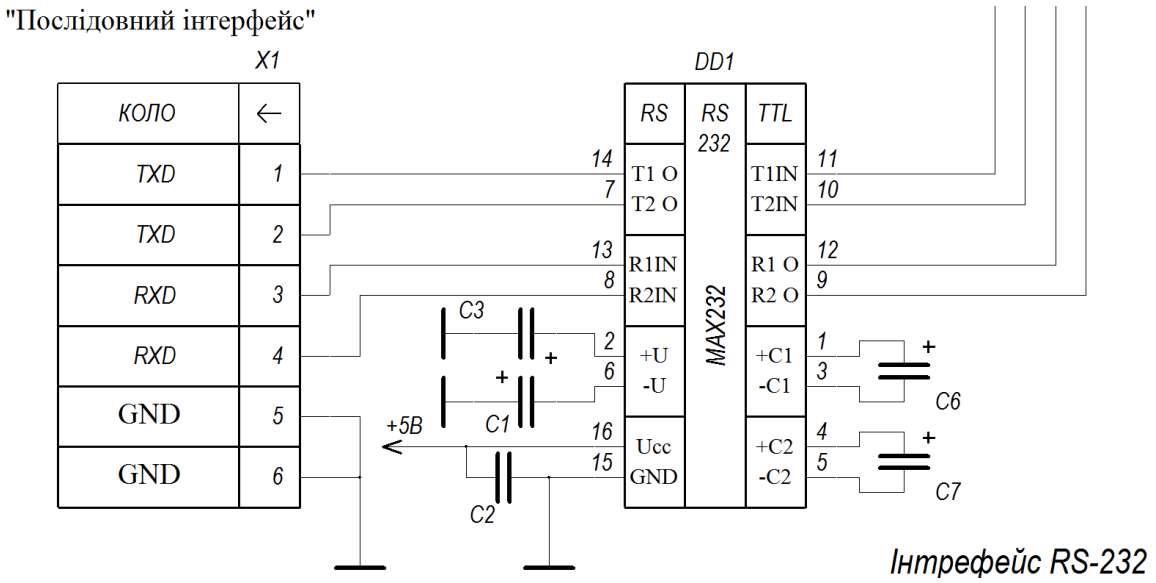


Рисунок 1.12 – Інтерфейс RS-232C

Радіозв’язок з приладом здійснюється за допомогою вузла модернізованого прийомо-передавача, до складу якого входять модулятор/демодулятор (рисунок 1.13), вузол узгодження (рисунок 1.14), ВЧ-фільтр (рисунок 1.15) і антена (рисунок 1.16).

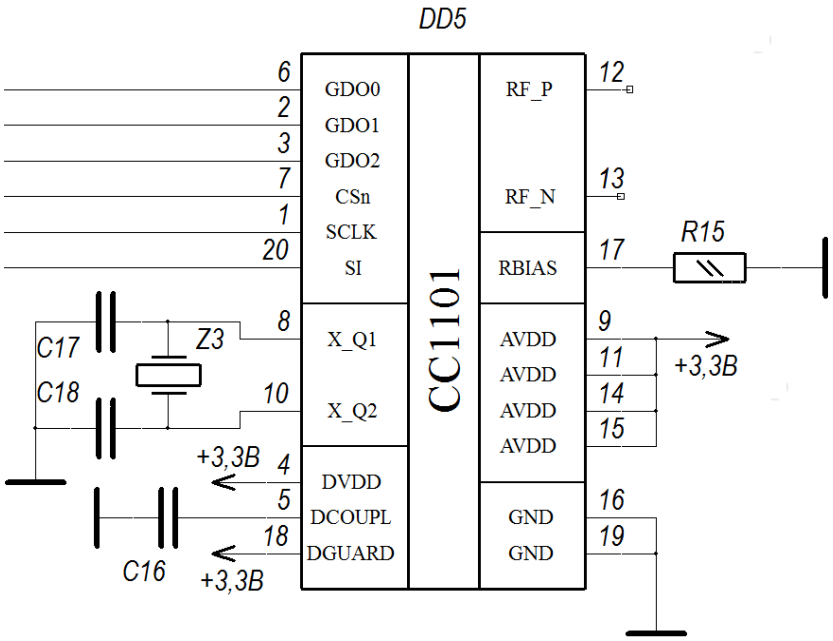


Рисунок 1.13 – Вузол модуляції/демодуляції

Мікросхема модуляції/демодуляції CC1101 організовує швидкість передавання даних по радіоканалу в межах 56,8-500 біт/сек, що є оптимальною задля оперативності щодо прийняття рішень при контролі рівня радіаційного забруднення.

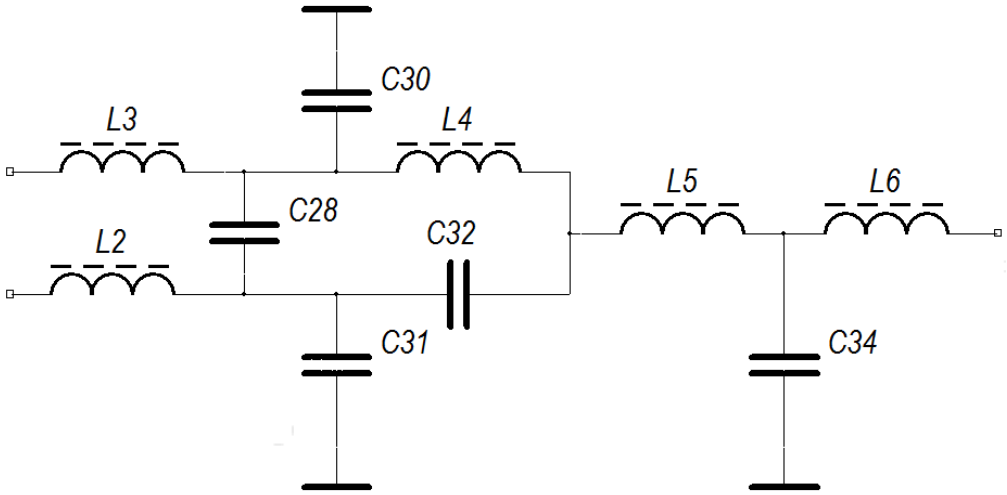


Рисунок 1.14 – Вузол узгодження

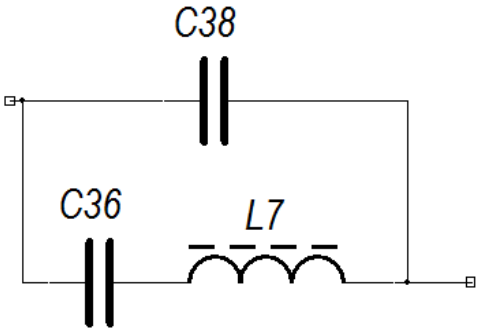


Рисунок 1.15 – Вузол ВЧ-фільтрації

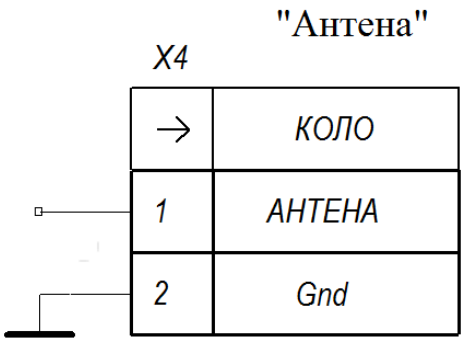


Рисунок 1.16 – Роз’єм для підключення антени

При прийомі даних (дані керування та дані про рівень радіації) сигнал прийнятий антеною, яка підключена до роз'єму X3 (рис.1.16), поступає на вхід фільтра (рис. 1.15) налаштованого на необхідну частотну смугу пропускання в якій дані передаються і приймаються. З виходу ВЧ-фільтра (рис. 1.15) сигнал поступає на вхід модулятора/демодулятора (рис. 1.13), через вузол узгодження (рис. 1.14), який узгоджує вихід фільтра з входом модулятора/демодулятора. А при передачі даних з приладу сигнал з виходу мікроконтролера поступає на антену, через вузол узгодження та фільтр.

Мікросхема CC1101 є багатоканальним трансивером з високим ступенем інтеграції, яка спеціально призначена для проектування безпровідних пристроїв з малим енергоспоживанням. CC1101 призначається для роботи в діапазонах ISM з частотою 315, 433, 868 і 915 МГц. CC1101 є покращеною версією трансивера CC1100 і сумісний з ним з програмування та регістрів. CC1101 володіє поліпшеними радіочастотними характеристиками, більш економічний і вимагає невеликого числа зовнішніх компонентів. Апаратна підтримка безлічі функцій для передачі даних дозволить прискорити проектування і домогтися незначною завантаження мікроконтролера навіть при роботі на більших швидкостях.

Регістри модулятора/демодулятора під час читання даних перебувають в станах, які наведено на рис. 1.17, а під час запису – на рис. 1.18.

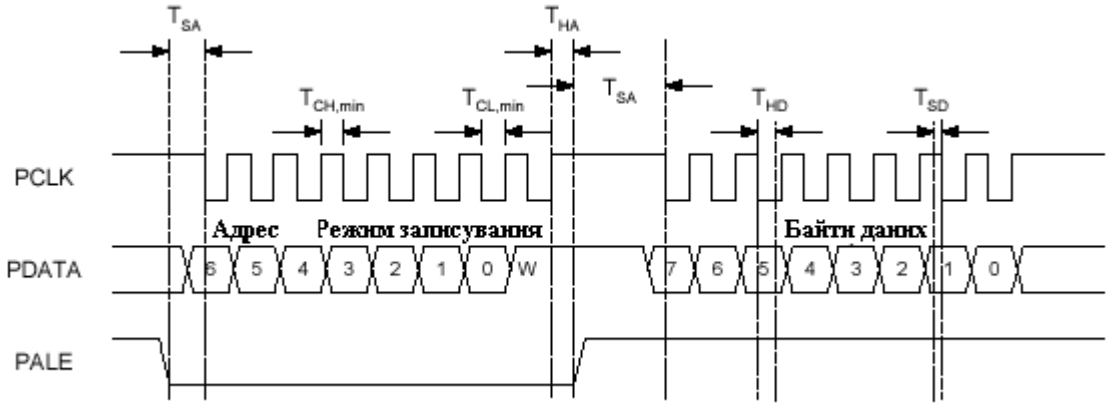


Рисунок 1.17 – Діаграма стану регістру під час запису

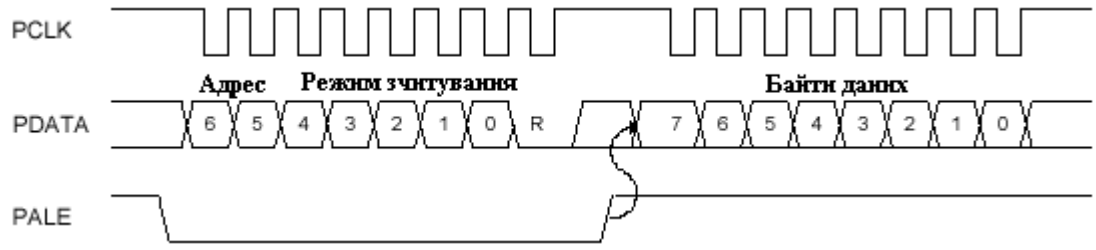


Рисунок 1.18 – Діаграма стану регістру під час читання

Процес приймання та передавання даних через радіоканал візуалізується світловим блиманням світлодіода Н2, який наведено на рис. 1.19.

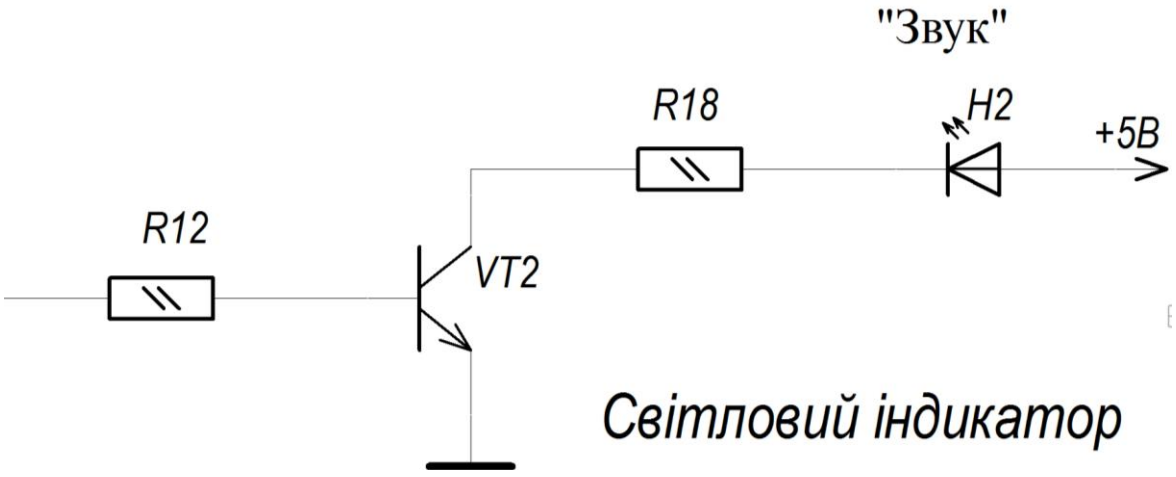


Рисунок 1.19 – Вузол світлодіодної візуалізації

Коли недостатня відстань передавання даних при використанні внутрішнього вузла прийомо/передавача по радіоканалу є передбаченою комутація зовнішнього радіомодему при використанні інтерфейсу RS-232C (рис. 1.12). Таке підключення організує збільшення відстані передавання даних.

Для організації швидкісної локальної мережі в межах певного об’єкту без необхідності прокладання додаткових кабелів та створення радіозавад при роботі із радіоканалом введено у схему структурну прийомо-передавач по електромережі 220В. Процес прийому/передачі даних по електромережі

220 В реалізовано на базі модему DD3 (моделює/демоделює дані для електромережі (рис.1.20), лінійного драйвера ЛЕП DD3 (рис.1.21) (керує процесом прийому та передачі даних), перетворювача напруги Т3 (перетворює напругу з низької в високу 220В) (рис. 1.22).

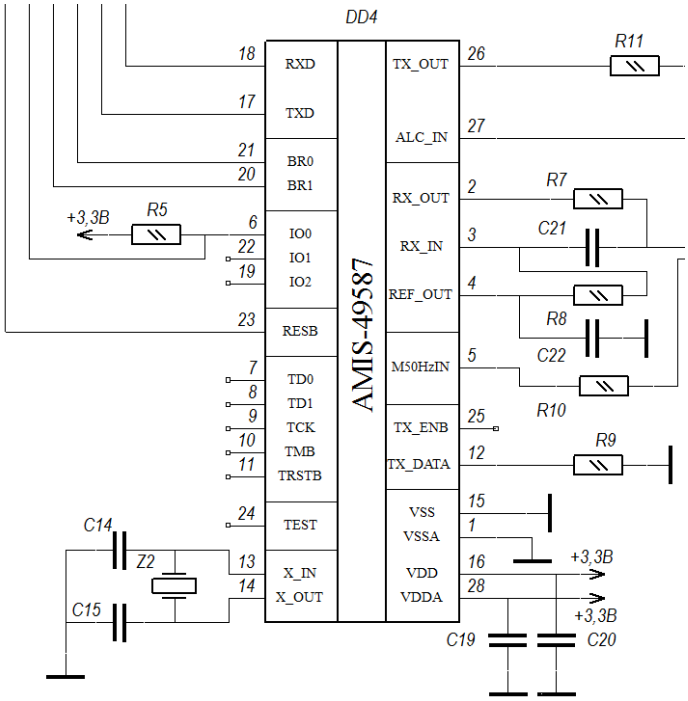


Рисунок 1.20 – Модем

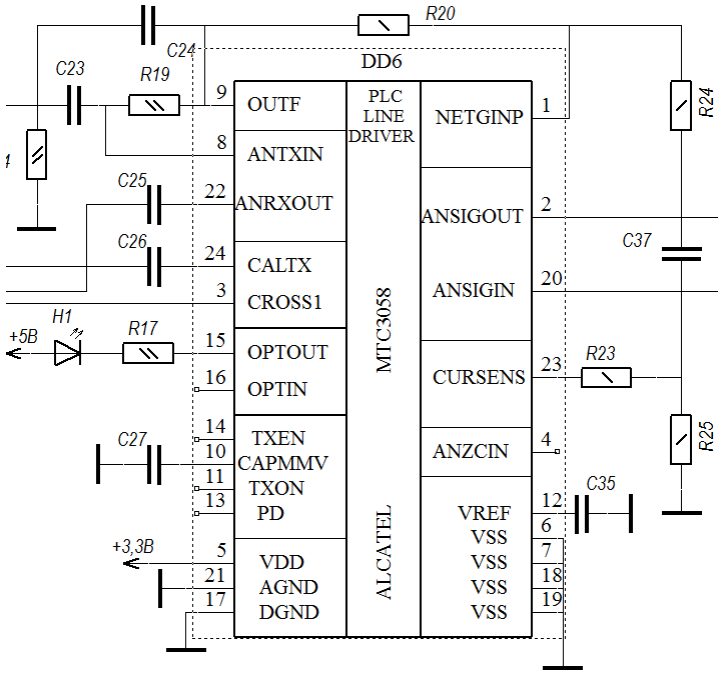


Рисунок 1.21 – Лінійний драйвер

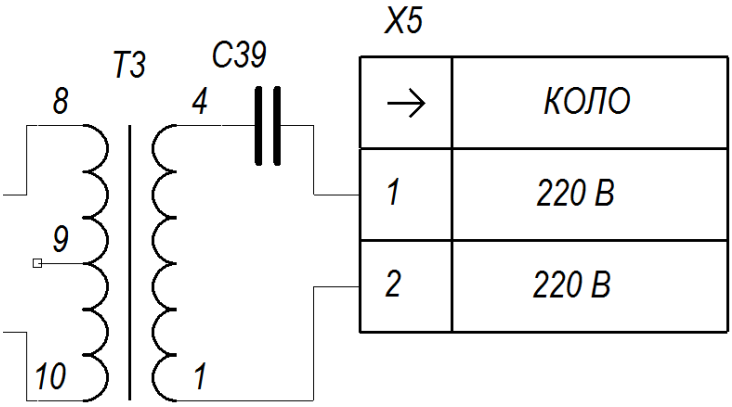


Рисунок 1.22 – Перетворювач напруги

Живлення всіх електричних вузлів забезпечується вузлом живлення (рис. 1.23).

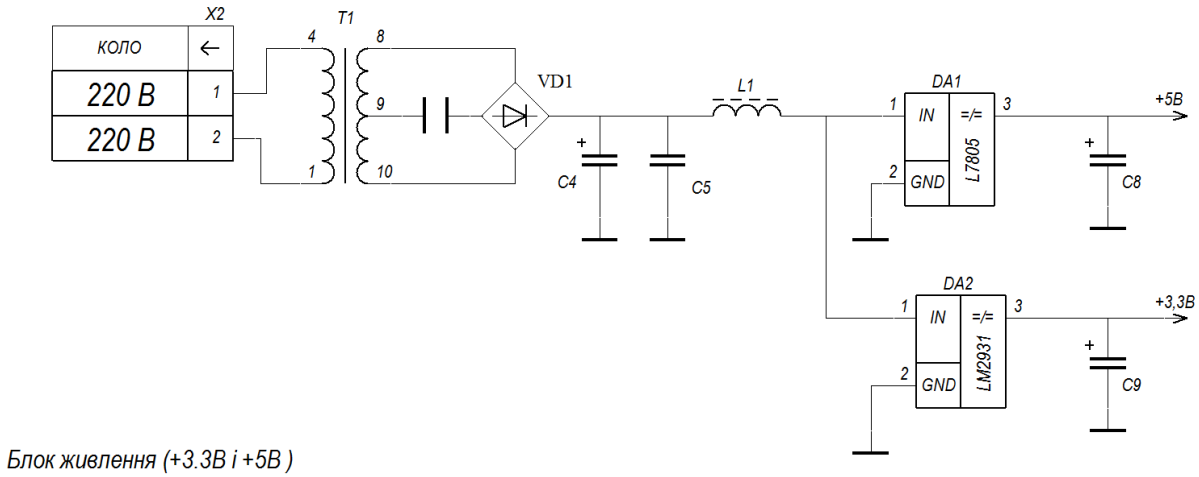


Рисунок 1.23 – Вузол живлення

Розрахунок вузла індикації і звукового індикатора

Схема електрична принципова містить 1 вузол світлової індикації та 1 вузол звукової індикації, які є ідентичними за функціональністю та структурою. Ці вузли функціонують в режимі ключа та реалізовані на транзисторах біполярних типу p-n-p, які включено за схемою зі спільним емітером, в колі навантаження якого увімкнено світлодіодний компонент H2, а в інший індикатор - динамік BF1 (рис.1.24).

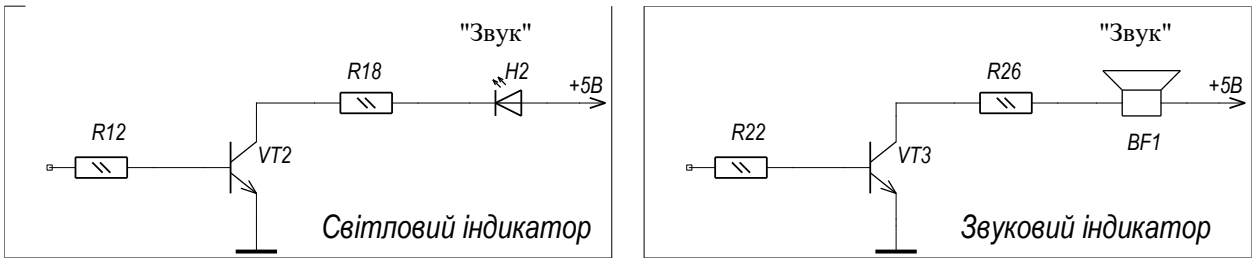


Рисунок 1.24 – Вузли світлової та звукової індикації

Для розрахунку використано один електричний вузол до складу якого входять компоненти, зокрема резистори R12 та R18, транзистор VT2 і світлодіодний компонент H2.

Значення струму світлодіода H2 складає приблизно 5мА, відповідно за напруги живлення 5В падіння напруги на VT2 складає 0,4В та падіння напруги на світлодіодному компоненті складає 2В. З урахування сказаного значення опору резисторі R18 рівне:

$$R18 = \frac{U_{ж} - U_{світлодіода} - U_{VT3}}{I_{світлодіода}}, \qquad (1.1)$$

де $I_{світлодіода}$ – необхідне значення струму світлодіодного компонента H2;

$U_{ж}$ – значення напруги живлення;

$U_{світлодіода}$ –рівень падіння напруги на світлодіодному компоненті H2,

$$R18 = \frac{5B - 2B - 0{,}4B}{0{,}010A} = 260\,Ом.$$

Обчислене значення приведено до ряду стандартних опорів, зокрема $R18 = 270$ Ом.

Для визначення опору резистора R12 здійснено розрахунок значення струму бази VT2 з формули:

$$I_{бVT2} = \frac{I_{K.VT2}}{\beta_{VT2}}, \qquad (1.2)$$

де $I_{K.VT2}$ – значення струму в колекторному колі транзисторного компонента VT2;

$I_{K.VT2} = I_{світлодіода} = 10\,\text{мА}$;

β_{VT2} – коефіцієнт транзисторного підсилення за струмом, $\beta_{VT2} = 600$,

$$I_{бVT2} = \frac{0{,}010A}{600} = 16{,}6 \text{ мкА}.$$

Рекомендовано обрати значення струму двічі від розрахованого, а саме $I_{бVT2} = 33{,}2\,\text{мкА}$.

Значення опору резистора R12 рівне:

$$R12 = \frac{U_{ВИХ.МК}}{I_{бVT2}}, \qquad (1.3)$$

де $U_{ВИХ.МК}$ – напруга на виході порта мікроконтролера при величині струму 33,2 мкА у відповідності до паспортних даних рівна 3 В,

$$R12 = \frac{3}{33{,}2 \cdot 10^{-6}} = 90{,}4\,\text{кОм};$$

Прийнято значення рівні $R12 = 91$ кОм при врахуванні значень стандартних рядів.

За результатами розрахунку прийнято такі номінали та марки компонентів:

– компоненти VT2 і VT3 марки КТ3102Б

– компоненти R12 і R22 з опорами 91 кОм, а компоненти R18 і R26 – 270 Ом.

При врахуванні того, що напруга живлення світлодіодного компонента є достатньою для живлення динаміка, тому процедуру вибору параметрів резисторів та транзисторів є коректною.

Розрахунок вузла живлення

Схемотехнічна реалізація вузла живлення подана рис 1.25.

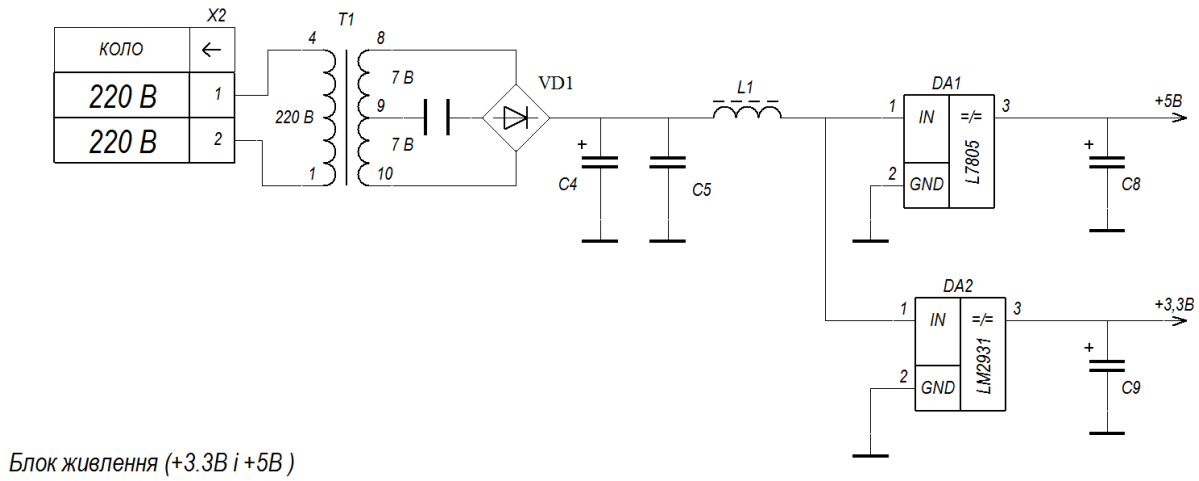


Рисунок 1.25 – Схема вузла живлення приладу

Оскільки базовим компонентом вузла живлення є трансформаторний компонент Т1, тому його розрахуємо.

Розрахункові вхідні дані: $U_1 = 220$ В; $U_2 = 7$ В; $I_2 = 0{,}1$ А; $f = 50$ Гц.

При частоті f_0 = 50 Гц варто застосовувати тороїдальний тип конструктивного виконання магнітопроводу. Для такого конструктивного виконання магнітопроводу є допустиме значення перегріву обмотки 50-55 C^0 за температури середовища експлуатації 20 C^0.

Типова потужність напряму є залежною від виконання схеми:

$$P_Г = \frac{\sum P_2}{2 \times \psi}(\sqrt{2+1}), \qquad (1.4)$$

де $P_Г$ – типова потужність;

$\sum P_2$ - загальна вихідна потужність;

ψ - коефіцієнт:

$$\psi = \cos\varphi \times \eta \quad . \tag{1.5}$$

Для трансформатора $\psi = \eta$, де η – ККД МП обирається залежно від $\sum P_2$.

Загальна вихідна потужність рівна:

$$\sum P_2 = U_2 I_2 + U_3 I_3. \tag{1.6}$$

Підставлення у формулу значень U_2, I_2 дало змогу обчислити

$$\sum P_2 = 7 \cdot 0{,}1 = 0{,}7 \text{ Вт.}$$

При вибраному магнітопроводі з сталі 3423 при товщині стрічки δ = 0.08 мм, визначено: $\eta \approx 0.9$.

Типова потужність:

$$P_Г = \frac{\Sigma P_2}{\eta}(\sqrt{2}+1) = \frac{0{,}7}{0.9}(\sqrt{2}+1) = \ 1{,}87 \text{ Вт.}$$

Магнітопровід марки ОЛ32/50-25 з параметрами:

$B_m = 0{,}35T$;

$j = 3{,}2 \ \ A/_{мм^2}$;

$k_н = 1{,}1$;

$k_c = 0{,}85$;

$l_c = 12{,}9 \ \ см^2$;

$S_c k_c = 0{,}575 \ \ см^2$;

$S_o = 8{,}0 \ \ см^2$;

$S_o S_c = 5{,}7 \ \ см^4$;

$G_c = 339 \ \ г$;

$k_o = 0{,}20$;

$k_{сх} = 2{,}08$.

Кількість витків/вольт ЕРС, яка індукується в обмотках трансформатора рівна:

$$W_o = \frac{10^4}{4B_m f S_c k_c} = \frac{10^4}{4 \cdot 0{,}35 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}575} = 2{,}48447209.$$

Втрати напруги на обмотці рівна:

$$u_{k.a} = 0.01 j \rho k_{сх} W_0 l_W, \qquad (1.7)$$

де $\rho = 0{,}02$ Ом м/мм^2;

$k_{сх}$ - коефіцієнт, який враховує особливості виконання конструкції трансформатора;

$u_{k.a} = 0.01 \cdot 3{,}2 \cdot 2{,}08 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}02 \cdot 0{,}1 = 0{,}0003328 \ \ мВ$, $u_k = u_{k.a}$.

Кількість витків (W_1 - первинна, W_2 - вторинна):

$$W_1 = W_0 U_1 \left(1 - \frac{u_k}{2}\right), \qquad (1.8)$$

$$W_2 = W_0 U_2 \left(1 + \frac{u_k}{2}\right), \tag{1.9}$$

$$W_1 = W_0 U_1 \left(1 - \frac{u_k}{2}\right) = 275 \text{ витків},$$

$$W_{21} = W_0 U_{31} \left(1 + \frac{u_k}{2}\right) = 25004 \text{ витка}.$$

Струм для ходу холостого рівний (активна складова):

$$I_{oa} = \frac{P_c}{U_1}, \tag{1.10}$$

де $P_c \approx P_{y\partial} G_c$;

$P_{y\partial}$ = 1.33 Вт/кг,

$$P_c \approx P_{y\partial} G_c = 1.33 * 0.339 = 0.454 \text{ Вт},$$

$$I_{oa} = \frac{P_c}{U_1} = \frac{0.454}{110} = 0.0041 \text{ А}.$$

Струм для ходу холостого рівний (реактивна складова):

$$I_{op} = \frac{H_m l_c}{W_1}, \tag{1.11}$$

де H_m – велична напруженості МП:

$$I_{op} = \frac{H_m l_c}{W_1} = 0.023 \text{ А}.$$

Струм для ходу холостого рівний:

$$I_{ox} = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0p}^2} = 0.0233 \text{ А}.$$

Струм трансформатора (первинна обмотка):

$$I_1 = k_{np1}\sqrt{\left(\frac{\sum P_2}{\eta U_1}\right)^2 + I_{ox}^2}, \qquad (1.12)$$

де $k_{np\,1} = 1{,}1$,

$$I_1 = 1\sqrt{\left(\frac{10}{0.9\times 110}\right)^2 + 0{,}0233^2} = 0{,}103658 \text{ А}.$$

Величина перерізу та діаметру для дроту і-ої обмотки рівна:

$$q_i = I_i / j, \qquad (1.13)$$

$$d_i = 1.13\sqrt{q_i}. \qquad (1.14)$$

Первинна обмотка:

$$q_1 = I_1 / j = \frac{0.10365}{3{,}2} = 0{,}0323 \text{ мм}^2 \quad d_1 = 1.13\sqrt{0.0323} = 0.2030 \text{ мм}.$$

Вторинна обмотка:

$$q_2 = I_2 / j = \frac{0{,}023326465}{3{,}2} = 0{,}007 \text{ мм}^2 \quad d_2 = 1.13\sqrt{0.007} = 0.0945 \text{ мм}.$$

Первинна обмотка - дріт ПЕВ-2 ($q_1 = 0.03464$ *м*м^2, $d_1 = 0{,}21$ мм і $d_{із1} = 0{,}25$ мм).

Вторинна обмотка - дріт ПЕВ-2 ($q_2 = 0{,}00785$ *м*м^2, $d_1 = 0{,}09$ мм і $d_{із1} = 0{,}12$ мм)

Рівень перегрівання котушок ТМП тороїдального типу рівний:

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_ђ \left[1 + \frac{n_-}{n_ђ}\sqrt{\frac{\nu + 0.6}{1 + 0.2\nu\frac{n_-}{n_ђ}}}\right]}, \qquad (1.15)$$

де

$$\nu = \frac{P_c}{P} = \frac{0.454}{10} = 0.0454,$$

α_m - тепловіддаючий коефіцієнт складається з суми коефіцієнту променевипускання $\alpha, Вт/см^2{}^0$С та коефіцієнта тепловіддачі конвекції $\alpha_k, Вт/см^2{}^0$С:

$$\alpha_m = \alpha_k + \alpha., \qquad (1.16)$$

де

$$\alpha = 0.9\text{A}\left(\frac{T_П - T_C}{h}\right)\sqrt{\frac{H}{Hm}} \times 10^{-4} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ Вт/см}^2 \ {}^0\text{C},$$

де $T_п$ - поверхнева температура котушки;

$T_с$ - температура середовища;

$A = 0{,}7 - 0{,}9\ Вт/м^{7/4}{}^0$С;

H і H_m - напруженість МП коли H=H$_m$,

$$\alpha = \frac{\varepsilon_0 \left[\left(\frac{T_П + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_C + 273}{100} \right)^4 \right]}{T_П - T_C} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ Вт/см}^2 \ {}^0\text{C},$$

де ε_0 - рівень чорноти;

$C_0 = 5.67$,

$$\Delta T_k = \frac{P_c + P_k}{\alpha_m n_ђ \left[1 + \frac{n_-}{n_ђ} \sqrt{\frac{\nu + 0.6}{1 + 0.2\nu \frac{n_-}{n_ђ}}} \right]} = 12.27 \ {}^0\text{C}.$$

Отже, обчислене значення температури перегрівання не перевищує допустиме.

1.4 Вибір та обґрунтування компонентної бази приладу

Розробка конструкції друкованої плати передбачає підбір корпусів до відповідних компонентів електричної схеми принципової приладу. При виборі компонентів вникають помилки:

- Грубого характеру, що виявляють при першому ввімкненні приладу;
- Помилки, що зменшують експлуатаційні часові характеристики.

Перший тип помилки призводить до витрат та порушення функціонування приладу через її налагодження, проте є дуже безпечними, оскільки відразу проявляються.

Найпростішими компонентами пасивного типу приладу є резистори, конденсатори, діоди та стабілітрони. На першому етапі обрано резистори постійні марки MF-12 при показнику відхилення $\pm 5\%$. Особливо звернуто

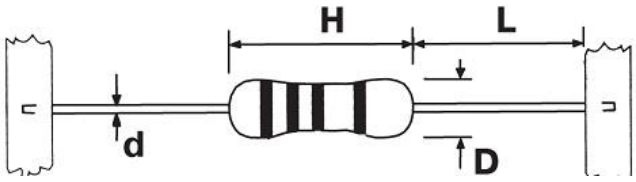
увагу показник допустимої потужності, показники безвідмовності, вартість та інші.

Обрано 26 резисторів постійних із показниками, які відображено в табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Обрані резистори

Резистор	Тип, потужність, значення номіналу, відхилення
R1-R4	MF-12-0.125-10кОм±5%
R5	MF-12-0.125-1кОм±5%
R6, R12	MF-12-0.125-91кОм±5%
R7	MF-12-0.125-82кОм±5%
R8, R10	MF-12-0.125-39кОм±5%
R9	MF-12-0.125-1МОм±5%
R11	MF-12-0.125-22,6кОм±5%
R13	MF-12-0.125-3МОм±5%
R14	MF-12-0.125-2,2кОм±5%
R15	MF-12-0.125-56кОм±5%
R16	MF-12-0.125-180кОм±5%
R17, R18	MF-12-0.125-270Ом±5%
R19	MF-12-0.125-16,5кОм±5%
R20, R23	MF-12-0.125-1кОм±5%
R21	MF-12-2-1МОм±5%
R22	MF-12-0.125-91кОм±5%
R24	MF-12-0.125-1,66кОм±5%
R25	MF-12-0.125-2Ом±5%
R26	MF-12-0.125-270Ом±5%

Конструктивне виконання резисторів MF-12 наведено на рис.1.26.



D = 2 ± 0,5

L = 3,8 ± 0,5

H = 28 ± 3

d = 0,56 ± 0,05

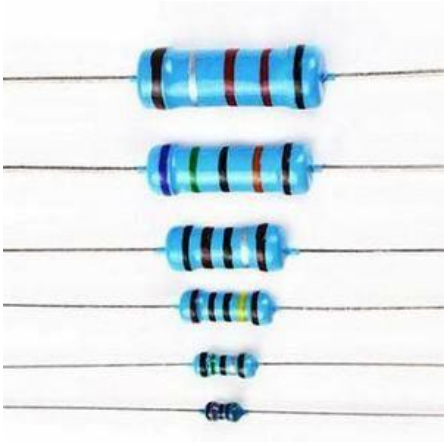


Рисунок 1.26 – Конструктивне виконання MF-12

Після резисторів було вибрано конденсатори. Перш за все тип конденсаторів вибиралося, виходячи із призначення його в блоці, потім вибирали конкретний екземпляр по електричним параметрам і проводити підбір конденсатора по іншим параметрам.

Для приладу обрано конденсатори керамічного типу CC4 (31 шт.) та електролітичного типу ECAP-GS (8 шт.), які зведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Параметри обраних конденсаторів

Конденсатор	Параметри
1	2
C1,C3	ECAP GS-1мкФ±20% 50В
C2, C11	CC4 1 мкФ±5% 50В NPO
C4, C10	ECAP-GS 10мкФ±20% 50В
C5	CC4-10мкФ±5% 50В NPO
C6, C7	ECAP-GS 1мкФ±20% 50В
C8, C9	ECAP-GS 100мкФ±20% 50В
C12-C15	CC4 27пФ±5% 50В NPO
C16	CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO

Продовження табл. 1.5

1	2
C17, C18	CC4 27пФ±5% 50В NPO
C19, C20	CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO
C21, C22	CC4 560пФ±5% 50В NPO
C23	CC4 325пФ±5% 50В NPO
C24	CC4 32пФ±5% 50В NPO
C25, C26	CC4 1мкФ±5% 50В NPO
C27, C35	CC4 2,2мкФ±5% 50В NPO
C28, C30	CC4 6,8пФ±5% 50В NPO
C29, C33	RD15 NPO 2200пФ±5% 500В
C31, C38	CC4 220пФ±5% 50В NPO
C32	CC4-12пФ±5% 50В NPO
C34	CC4 6,8пФ±5% 50В NPO
C36	CC4 47пФ±5% 50В NPO
C37	CC4 1нФ±5% 50В NPO
C39	CC4 0.47мкФ±5% 50В NPO

Конструктивне виконання CC4 наведено на рис.1.27, а ECAP GS – на рис.1.28.

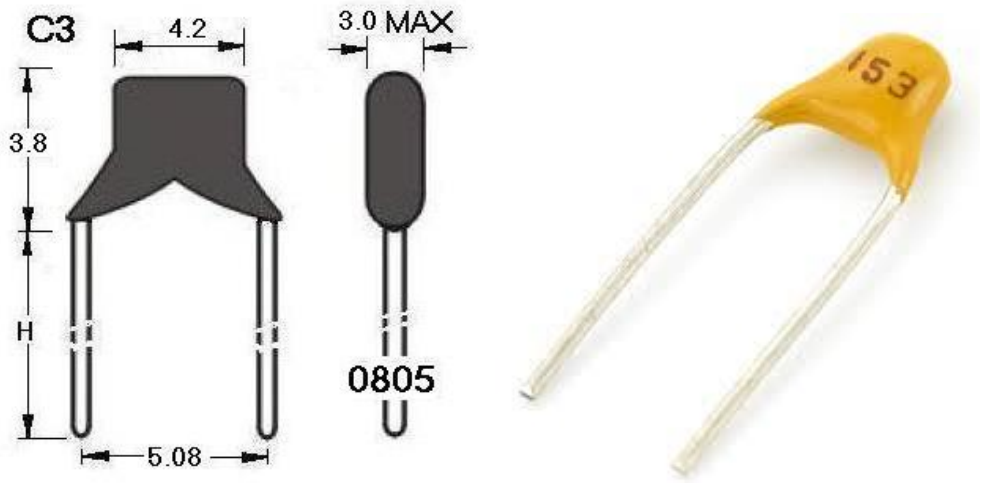
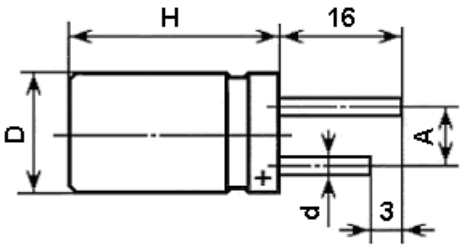


Рисунок 1.27 – Конструктивне виконання CC4



Ємність конденсатора	D	H	A	d
10 мкФ	6	13	2,5	0,5
50 мкФ	7,5	15	2,5	0,5
2000 мкФ	18	45	7,5	0,8

Рисунок 1.28 – Конструктивне виконання ECAP GS

В подальшому обрано 2 марки діодів 1N4148 та BAY89, стабілітрон марки BZX79C5V6 та 1 діодний міст марки DB105. Дані обраних діодних компонентів наведено в табл. 1.6-1.9.

Таблиця 1.6 – Дані діоду 1N4148

Діод	$U_{звор.}$,В	$I_{пр.}$ max, А	$I_{звор.}$max, мкА	Ємність
VD3	100	0,2	25	4 пФ

Таблиця 1.7 – Дані діоду BAY89

Діод	$U_{звор.}$,В	$I_{пр.}$ max, А	$I_{.вих}$ max, А	$F_d$max, кГц
VD4,VD5	500	2	0,25	100000

Таблиця 1.8 – Дані стабілітрона BZX79C5V6

Діод	Pd, мВт	Ізвор.max, мкА	Uстаб, В	Диф. опір, Ом
VD2	500	1 при 2В	5,6	40

Таблиця 1.9 – Дані діодного моста DB105

Діоди	$U_{звор.}$,В	$I_{пр.}$ max, А	$I_{звор.}$max, мкА	$F_d$max, кГц
VD1	600	1	125	5

Конструктив діоду 1N4148 наведено на рис.1.29, BAY89 – на рис.1.30, стабілітрона BZX79C5V6 – на рис. 1.31 та діодного моста DB105 – на рис.1.32.

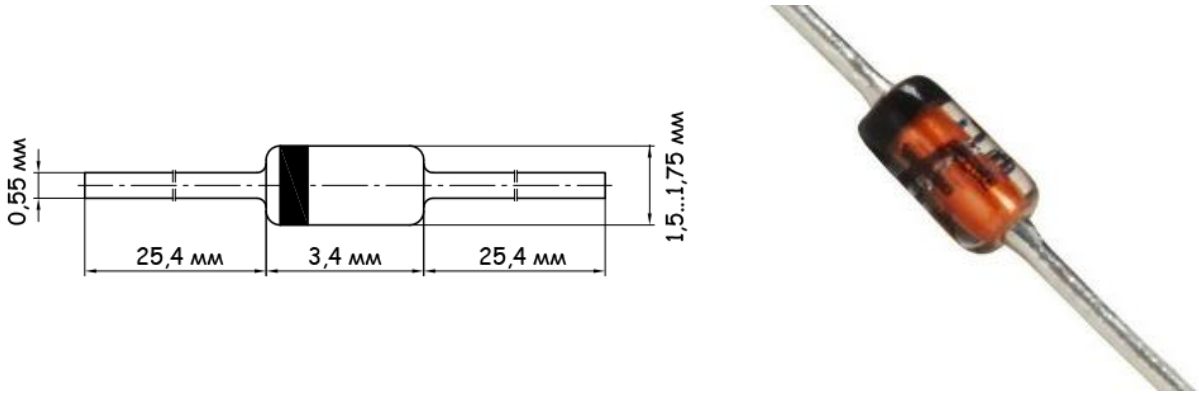


Рисунок 1.29 – Конструктив діоду 1N4148

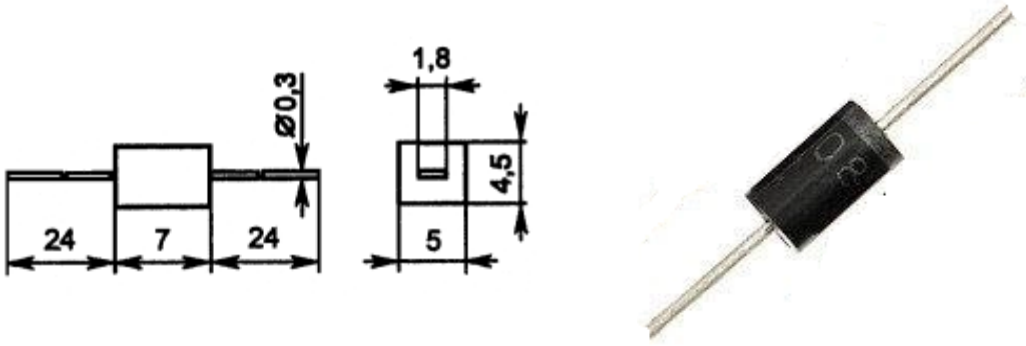


Рисунок 1.30 – Конструктив діоду BAY89

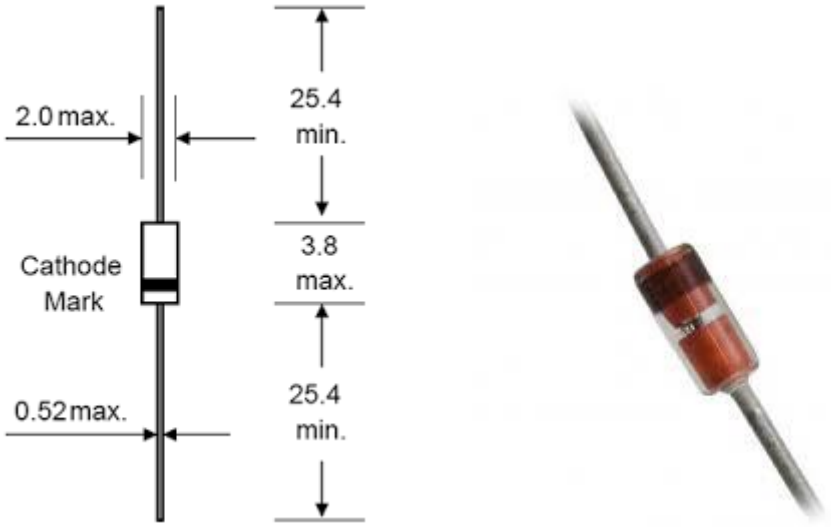


Рисунок 1.31 – Конструктив діоду BZX79C5V6

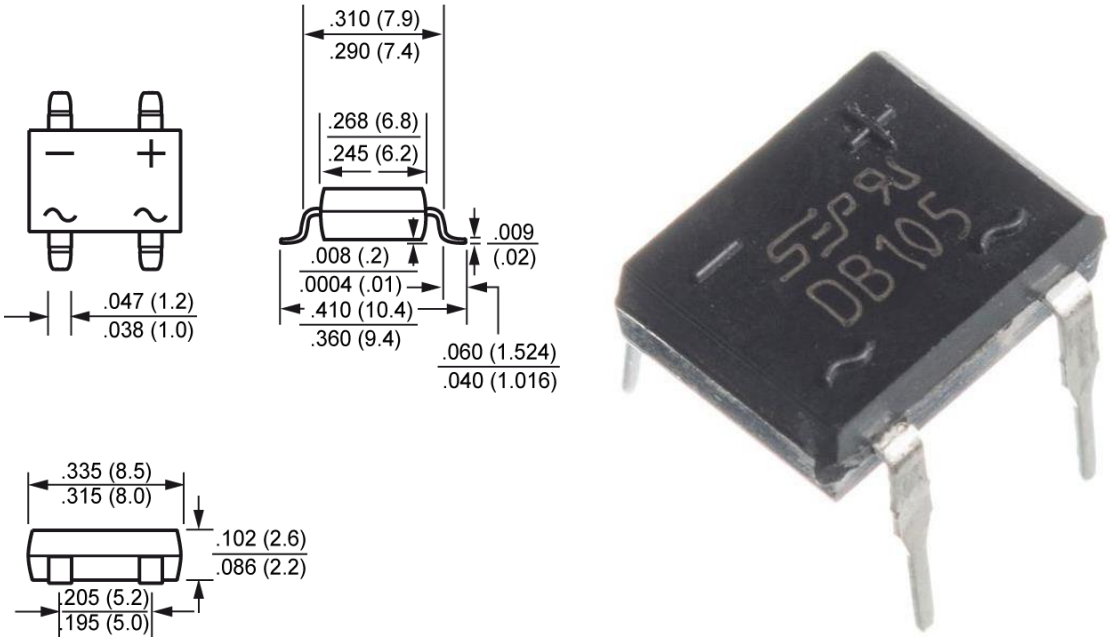


Рисунок 1.32 – Конструктив DB105

Обрані вище компоненти є пасивними. Активні на відміну від пасивних мають здатність до регулювання струму за допомогою сигналів керування (струм, напруга, світло). Серед активних компонентів виділено транзистори та оптопари.

Для приладу обрано транзистор BC547 (3 шт.) конструктив якого наведено на рис.1.33.

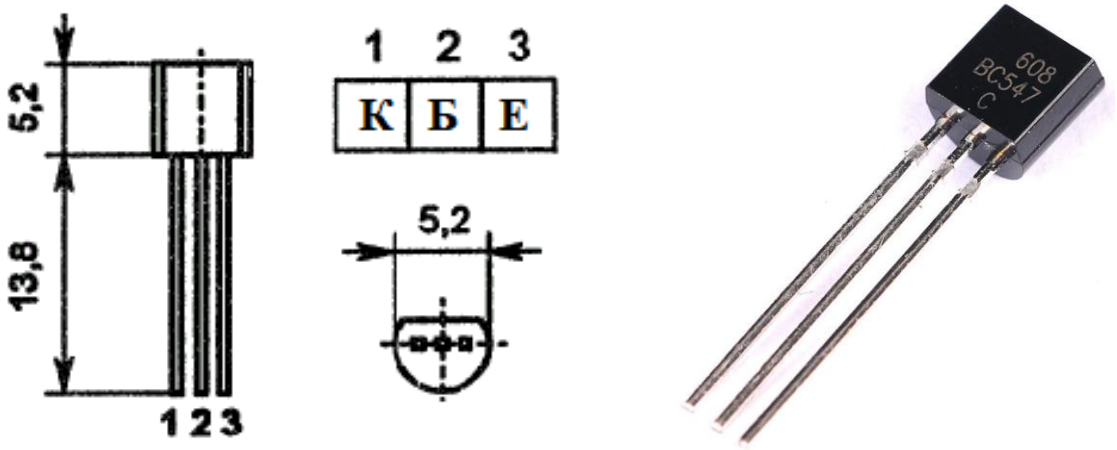


Рисунок 1.33 – Конструктив BC547

В подальшому обрано мікросхеми, які переважно виконують функції стабізаторів, підсилювачів, модуляторів/демодуляторів, контролерів та програмуючих елементів із наявністю внутрішньої пам’яті.

Найголовніша мікросхема приладу - це мікроконтролер DD2, яку обрано шляхом аналізу існуючих (табл.1.10).

Таблиця 1.10 – Параметри мікроконтролерів

Тип процесора	Напруга живлення, В	Оперативна пам'ять, Байт	Тактова частота, мГц	Кількість часових таймерів	Кількість контактів	Flash пам'ять, Кбіт
ATmega16	2.7-5.5	0.5	16	1	32	16
ATmega32	2.7-5.5	1	16	1	32	32
ATmega64	2.7-5.5	2	16	2	53	64

На підставі аналізу мікроконтролерів (табл. 1.10) констатовано, що ATmega32 з програмуючим AVR ядром оснащено достатньою довжиною бітів необхідних для забезпечення виконання заданих апріорно функцій приладу. Також цей мікроконтролер є дешевим та маж достатню кількість портів вводу/виводу задля забезпечення керування більшою кількості вузлів приладу.

ATMEGA32 є 8-розрядним високошвидкісним мікроконтролером AVR. В своєму програмному арсеналі має 130 команд швидких за виконанням в один цикл. В своєму арсеналі мікроконтролер має 8-разрядний регістр та керуючий регістр периферійним вузлом.

Контролер функціонує на частоті 16 МГц з пам’яттю Flash 64 Кбайт, оснащений двоцикловим помножувачем, має енергонезалежну пам’ять та здатний здійснювати 100000 циклів записування та стирання.

Передбачено в мікроконтролері синхронне записування та читання. Здатний здійснювати сканування периферичних вузлів у відповідності до стандарту JTAG. Інтегровано периферію, два 16-ти розрядні

таймери/лічильники, лічильник з реальним часом, восьми канальний 10-ти розрядний АЦП та 7 каналів диференційних.

В контролері передбачено програмуючий таймер з окремо інтегрованим генератором, вмонтовано компаратор аналогового типу. Діапазон робочої напруги від 4,5 до 5,5 В при робочій частоті діапазону 0-16 МГц.

Також обрано мікросхеми, які наведено в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Обрані мікросхеми

Позначення на схемі	Назва	Функція
DA1	L7805	Процес стабілізації
DA2	LM2931	Процес стабілізації
DD1	MAX232	Процес опторозв’язки
DD3	DS1812D-5	Процес скидання зависаючих операцій мікроконтролера
DD4	AMIS-4987	Драйвер лінійний
DD5	CC1101	Процес модуляції/демодуляції
DD6	MTC3058	Процес модуляції/демодуляції

Конструктивне виконання CC1101 наведено на рис.1.34, DS1812D-5 - на рис.1.35, , AMIS-4987 – на рис.1.36, MAX232 – на рис.1.37 та LM2931 – на рис.1.38.

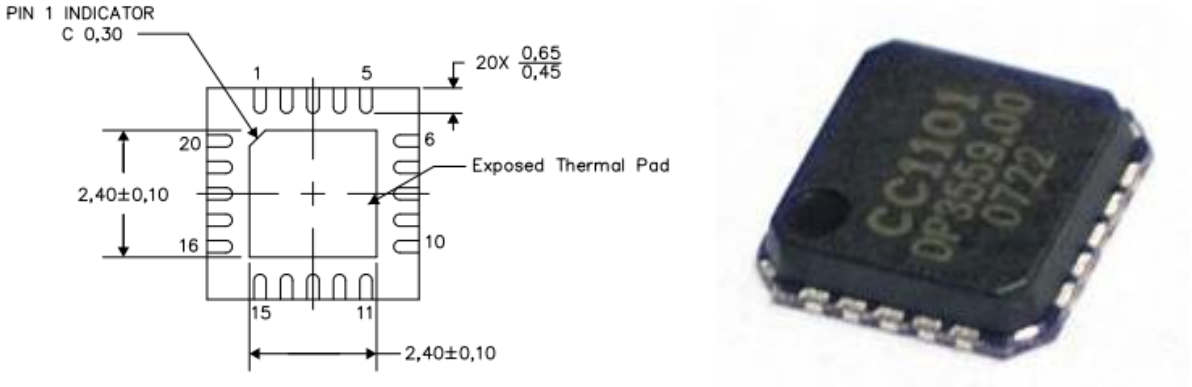


Рисунок 1.34 – Конструктивне виконання CC1101

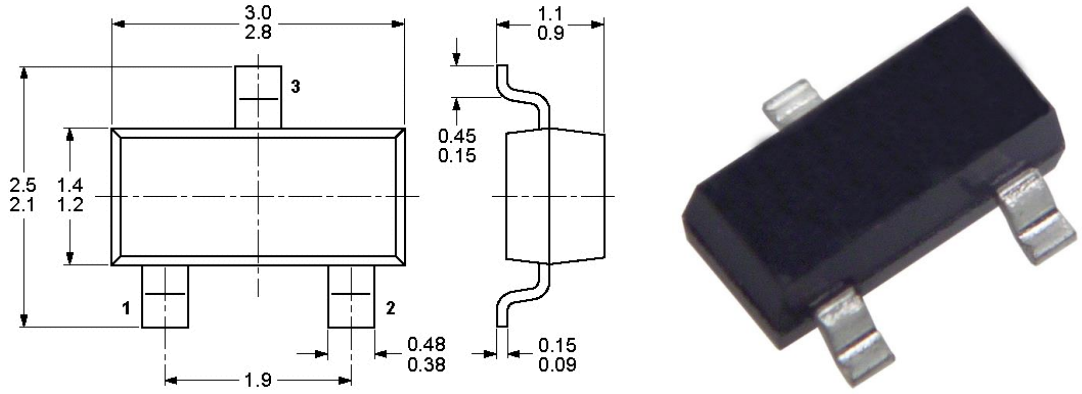


Рисунок 1.35 – Конструктивне виконання DS1812D-5

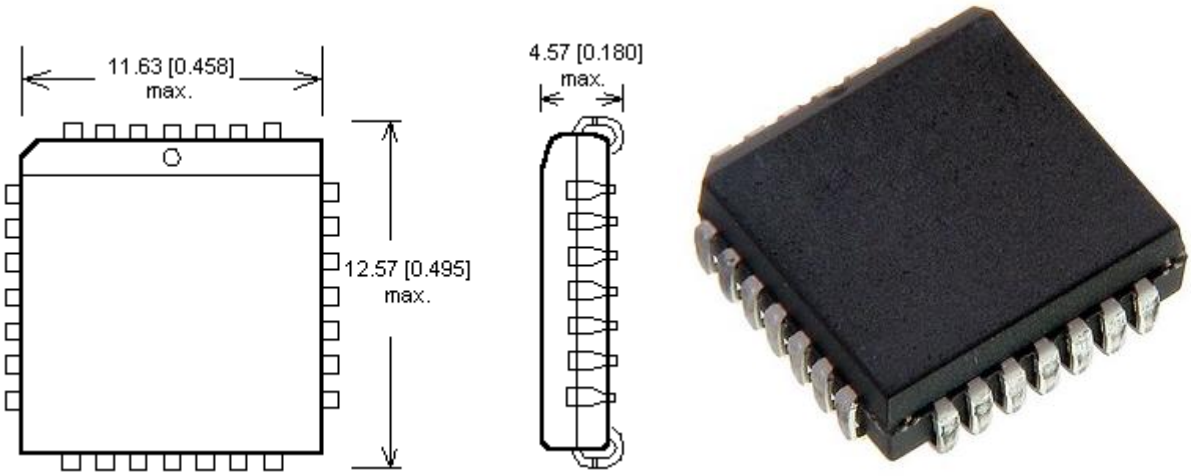


Рисунок 1.36 – Конструктивне виконання AMIS-4987

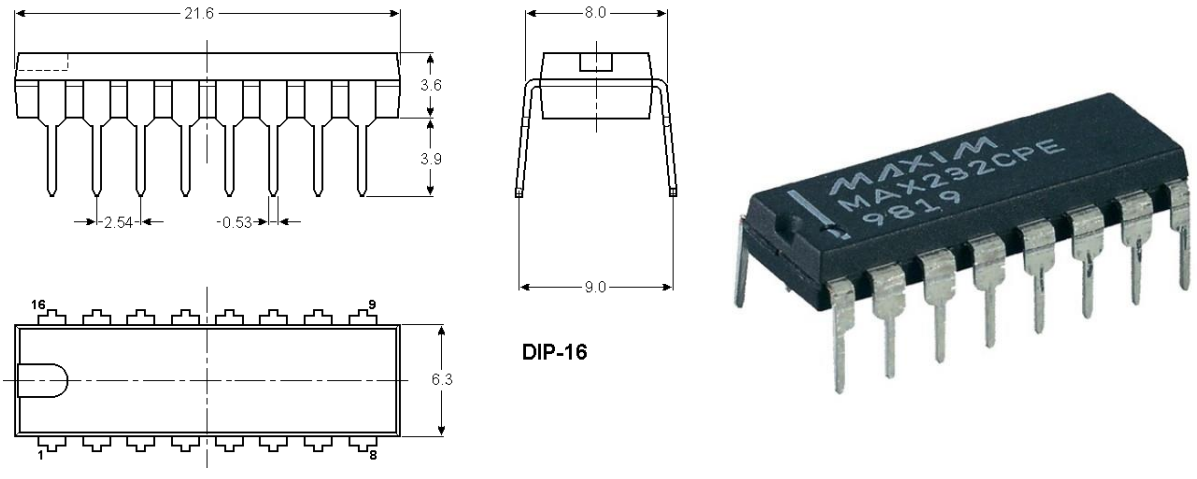


Рисунок 1.37 – Конструктивне виконання MAX232

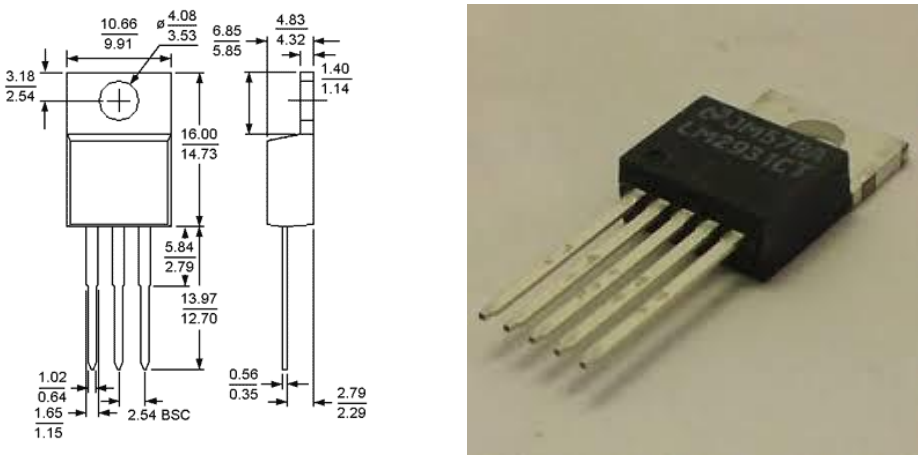


Рисунок 1.38 – Конструктивне виконання LM2931

Також обрано світлодіодні компоненти H1-H2 типу GNL-5013 LRD-B (рис.1.39), трансформатори ТП 121 (рис.1.40) та ТОТ21 (рис.1.41), резонатори кварцові Z1-Z2 типу НС-49S-4,032мГЦ (рис.1.42).

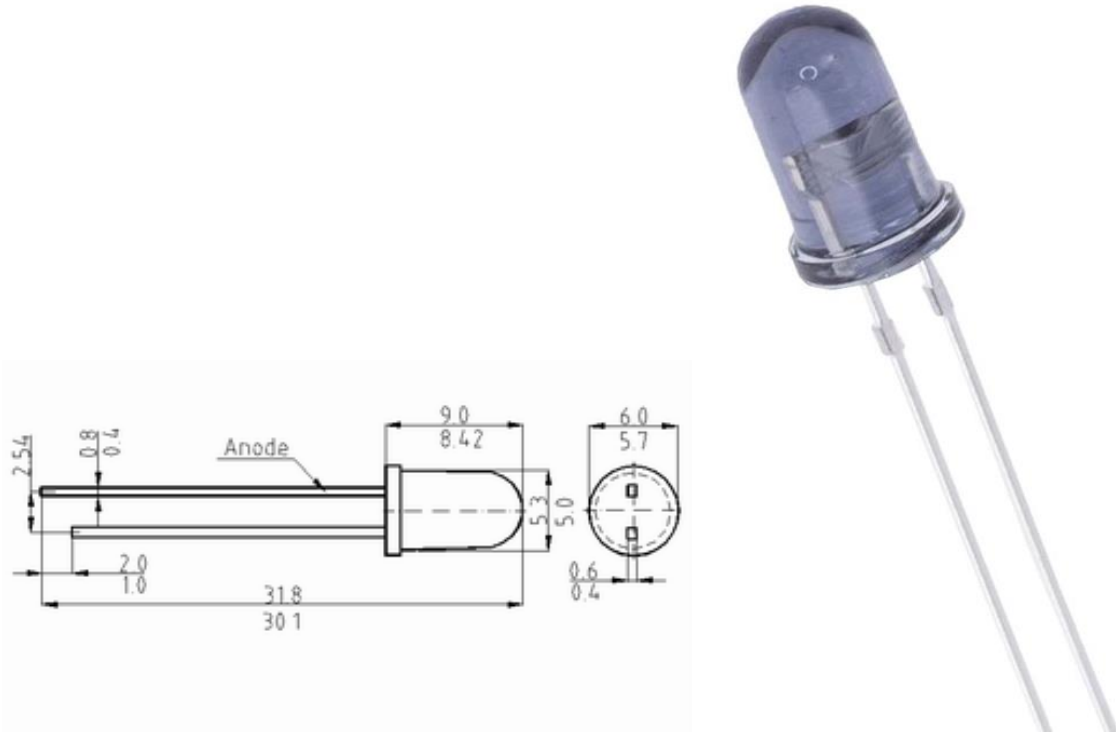


Рисунок 1.39 – Конструктивне виконання GNL-5013 LRD-B

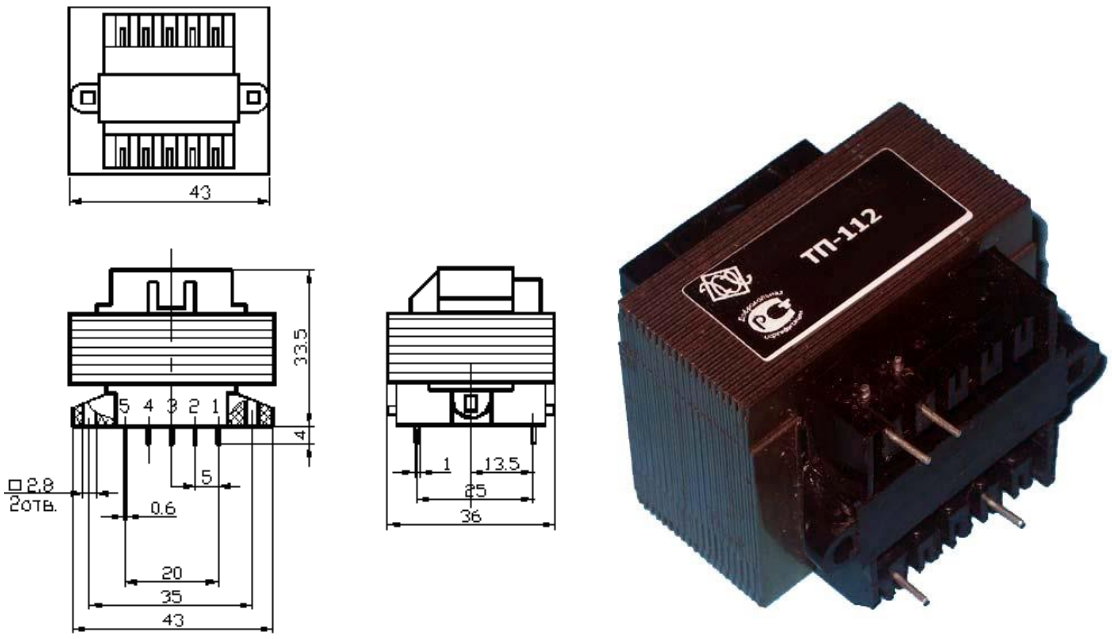


Рисунок 1.40 – Конструктивне виконання трансформатора ТП 121

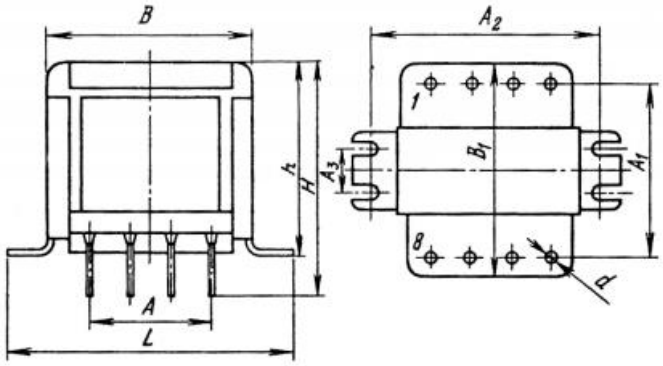


Рисунок 1.41 – Конструктивне виконання трансформатора ТОТ21

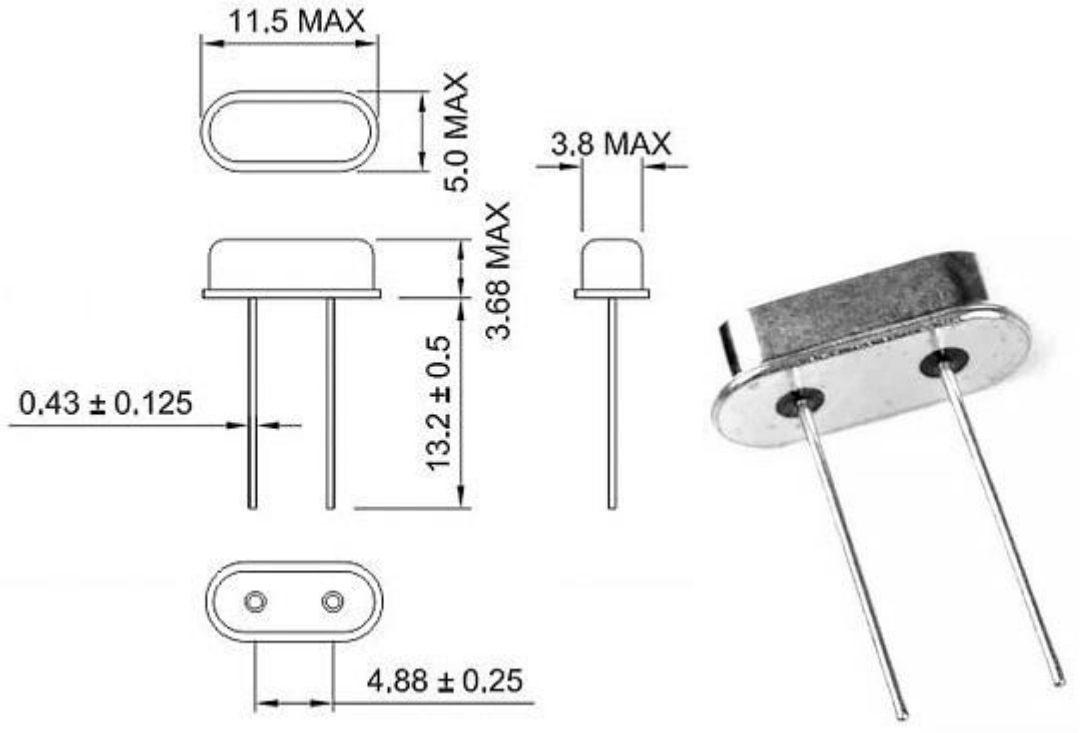


Рисунок 1.42 – Конструктивне виконання резонатора HC-49S-4,032мГЦ

Вибір активних і пасивних компонентів є ітераційним процесом, проте пріоритет надається завжди пасивним елементам. Для вибору елементної бази проектуючого приладу було використано довідники, що забезпечують повне уявлення про всі доступні компоненти, а також були використані описи серійних виробів і рекламні матеріали.

Обрані компоненти пояснюються їх вигідною ціною, високою надійністю, компактними розмірами та невеликою вагою. Крім того, вони мають стандартизований та уніфікований формат, що полегшує процес ремонтних робіт та замін.

1.6 Розрахунок показника надійності приладу

Проведено умовне розбивання схеми електронної приладу на 6 функціональних складових (елементів) (ФЕ1-ФЕ6) (рис.1.43).

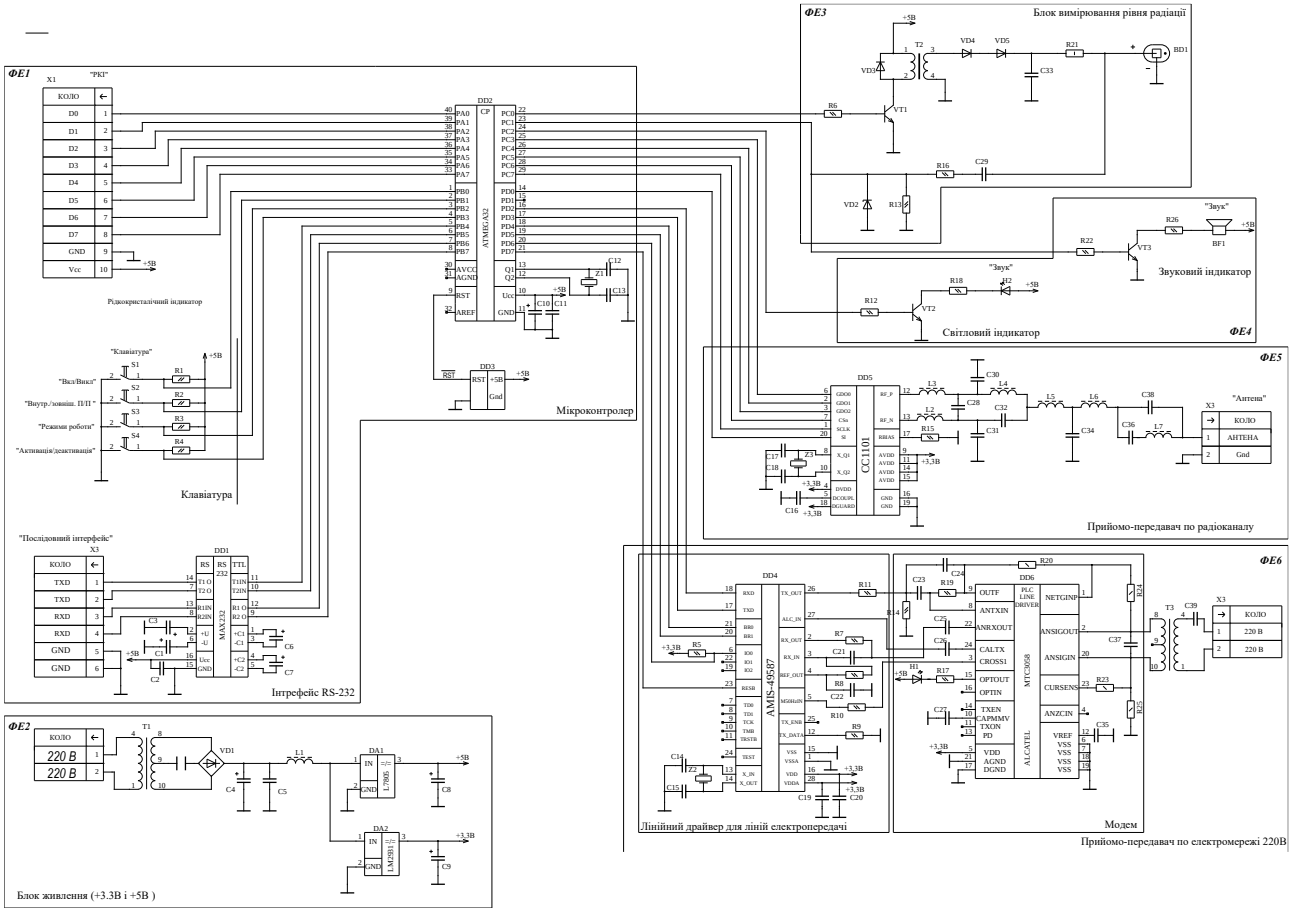


Рисунок 1.43 – Виділені ФЕ на схемі приладу

Для усіх ФЕ підраховано число типів елементів (табл.1.12).

Середні показники сумарної інтенсивності відмови при врахуванні типу компонентів та сумарної середньої інтенсивності відмови для окремих ФЕ обчислюються з формул:

$$\overline{\lambda}_{\Sigma} = N_{ТИП} \cdot \overline{\lambda}_{ТИП}, \qquad (1.17)$$

$$\lambda_{i\phi\phi\Sigma} = \sum_{i=1}^{m_i} \lambda_{ТИП\Sigma j}, \qquad (1.18)$$

де *N*тип – загальна чисельність типів компонентів у *n*-му ФЕ.

Нормований коефіцієнт для усіх ФЕ визначено з формули:

$$K_i = \frac{\overline{\lambda}_{i\phi\phi\Sigma}}{\sum_{i=1}^{m_i} \overline{\lambda}_{i\phi\phi\Sigma}}, \qquad (1.19)$$

де m – к-ть ФЕ.

Враховуючи показник ймовірності безвідмовної роботи для всього приладу ($P_з$ = 0,99) та задану тривалість безперервної роботи ($t_з$=8000 год), визначено інтенсивність відмови (λ) за допомогою закону експоненціального розподілу при використанні співвідношень:

$$\lambda_з = -\frac{\ln P_з}{t_з}, \qquad (1.20)$$

$$\lambda_з = -\frac{0{,}01}{8000} = 1{,}25 \cdot 10^{-6}\ (1/\text{год}).$$

За допомогою наступних формул визначено нормоване значення інтенсивності ($\lambda_{iз}$) та показник ймовірності безвідмовної роботи ($P_{iз}(t_з)$) для кожного ФЕ приладу:

$$\lambda_{iз} = \lambda_з \cdot K_i, \qquad (1.21)$$

$$P_{iз}(t_з) = e^{-\lambda_{iз} t_з} \approx 1 - \lambda_{iз} t_з, \qquad (1.22)$$

Результати розрахунків занесено в табл. 1.12

Таблиця 1.12 – Розраховані показники

Тип компонента	Інтенсивність відмови середня x10^{-6} 1/год	К-сть компонентів						Середня інтенсивність відмови x10^{-6} 1/год					
		ФЕ1	ФЕ2	ФЕ3	ФЕ4	ФЕ5	ФЕ6	ФЕ1	ФЕ2	ФЕ3	ФЕ4	ФЕ5	ФЕ6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Мікросхеми інтегральні аналогові	0,024	–	2	–	–	–	–	0	0,048	0	0	0	0

Продовження табл.1.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Аналогово-цифрові схеми	0,033	3	–	–	–	1	2	0,099	0	0	0	0,033	0,066
Конденсатори керамічні	0,44	1	1	2	–	10	14	0,44	0,44	0,88	0	4,4	6,16
Конденсатори електролітичні	0,1	4	3	–	–	–	–	0,4	0,3	0	0	0	0
Резистори	0,04	4	–	4	4	1	12	0,16	0	0,16	0,16	0,04	0,48
Діод	1,8	–	–	3	–	–	–	0	0	5,4	0	0	0
Стабілітрон	1,8	–	–	1	–	–	–	0	0	1,8	0	0	0
Діодний міст	2,2	–	1	–	–	–	–	0	2,2	0	0	0	0
Світлодіод	0,06	–	–	–	1	–	1	0	0	0	0,06	0	0,06
Дроселі	0,1	–	1	–	–	6	–	0	0,1	0	0	0,6	0
Трансформатори	0,1	–	1	1	–	–	1	0	0,1	0,1	0	0	0,1
Транзистори	0,3	–	–	1	2	–	–	0	0	0,3	0,6	0	0
Роз'єм	2,5	2	1	–	–	1	1	5	2,5	0	0	2,5	2,5
Кварцевий резонатор	1,9	–	–	–	–	1	–	0	0	0	0	1,9	0
Динамік	0,09	–	–	–	1	–	–	0	0	0	0,09	0	0
Лічильник Гейгера	2	–	–	1	–	–	–	0	0	2	0	0	0
Перемикач	1,2	4	–	–	–	–	–	4,8	0	0	0	0	0
Пайки	0,001	50	27	29	18	40	66	0,05	0,027	0,029	0,018	0,04	0,066
$\lambda_{ФЕ\Sigma}\cdot 10^{-6}$ 1/год								10,949	5,715	10,669	0,928	9,513	9,432
								47,206					
K_i, $\lambda_{ФЕ\Sigma}\cdot 10^{-6}/\Sigma$ ($\lambda_{ФЕ\Sigma}\cdot 10^{-6}$)								0,232	0,121	0,226	0,019	0,202	0,2
$\lambda_{iз}\cdot 10^{-6}$ 1/год								0,289	0,152	0,283	0,246	0,252	0,25
$P_{iз}(t_з)$								0,998	0,999	0,998	0,999	0,998	0,998

Для знаходження довірчих оцінок інтенсивності відмов використовуються такі формули:

$$\lambda_H = \lambda_{ФЕ} - 1.65\cdot\sigma_\Sigma \quad (1.23)$$

$$\lambda_B = \lambda_{ФЕ} + 1.65\cdot\sigma_\Sigma \quad (1.24)$$

σ_Σ - СКВ для сумарної інтенсивності,

$$\lambda_H = \lambda_{ФЕ} - 1.65\cdot\sigma_\Sigma = 47{,}206 - 1{,}65\cdot 7{,}044 = 35{,}52\cdot 10^{-6}\ (1/\text{год})$$

$$\lambda_B = \lambda_{ФЕ} + 1.65\cdot\sigma_\Sigma = 47{,}206 + 1{,}65\cdot 7{,}04 = 58{,}76\cdot 10^{-6}\ (1/\text{год})$$

Після проведення розрахунків є змога побудова графіку ймовірності безвідмовної роботи ($P(t_p)=\exp(-\lambda\cdot t_p)=1-\lambda\cdot t_p$) для інтенсивності відмов системи ($\lambda_н$) та відмов функціональних елементів ($\lambda_в$) на інтервалі від 0 до $t_з$ Потім ми можемо порівняти ці графіки з заданим рівнем надійності ($P_з$):

$$P(t_p)=\exp(-\lambda\cdot t_p). \qquad (1.25)$$

На рис. 1.44 зображено графік, що відображає залежність ймовірності безвідмовного функціонування приладу від інтенсивності відмови на інтервалі від 0 до $t_з$.

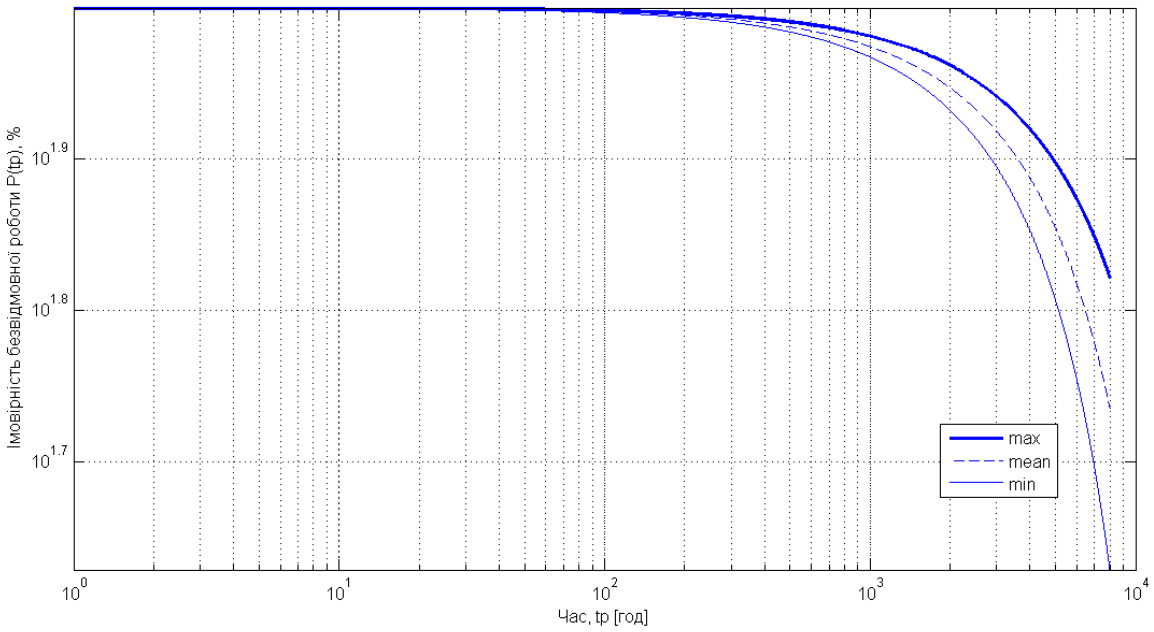


Рисунок 1.44 – Залежність $P(t_p)$ від часу

Отже, на основі графічної залежності $P(t_p)$ від часу встановлено, що max значення інтенсивності відмови $\lambda=\lambda\max$ призводить до досягнення max ймовірності безвідмовної роботи (ТЗ) протягом зазначеного часу функціонування $t_з$. За даними графіка також встановлено, що ймовірність безвідмовного функціонування ТЗ залишається на рівні > 0,9 впродовж 2000 год.

1.7 Технологічний процес виготовлення плати приладу

Основними показниками рівня друкованої плати (ДП) є діаметр міжшарового переходу та ширина провідника. Розвиток ДП спрямований до зменшення ширини провідника (рис.1.45) та збільшення числа переходів між шарами через розмірне їх зменшення та застосування контактних площадок поверхневого виду для комутації компонентних виводів.

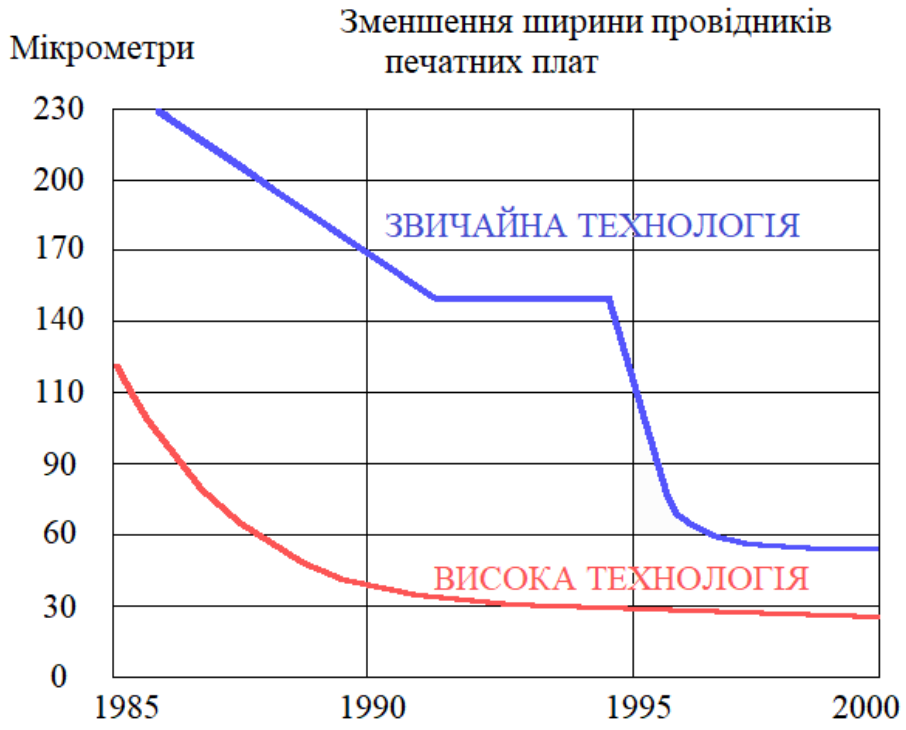


Рисунок 1.45 – Зменшення ширини провідника ДП

Існує два способи отримання провідних малюнків на ДП: субтрактивний та адитивне формування. Субтрактивна технологія полягає у видаленні мідної фольги шляхом травлення малюнку захисного у фоторезисті або металорезистом, нанесеного на гальванічно сформовані провідники на діелектричній основі. На рис. 1.46-1.48 показані різні варіанти отримання провідного малюнка з використанням субтрактивної технології і фоторезисту. У першому варіанті (рис. 1.46) провідний малюнок формується через процес травлення фольги з мідного матеріалу на поверхні

діелектричної основи за захисним малюнком у фоторезисті при виготовленні одно- та двосторонніх шарів ДП.

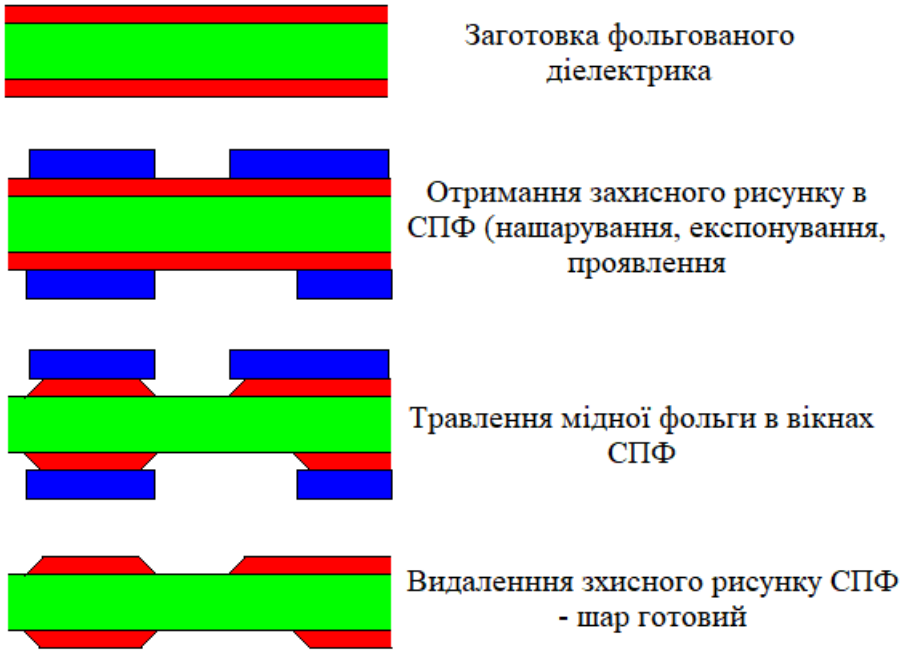


Рисунок 1.46 – Технологічна послідовність виготовлення шарів субтрактивним методом при використанні сухого плівкового фоторезисту

У другому варіанті (рис. 1.47) провідний малюнок з двосторонніми шарами та переходами між шарами формується через процедуру травлення фольги мідного матеріалу з гальванічно осадженим шаром міді за захисним зображенням схеми та захисними завісками над отворами, які є металізовані, у плівковому фоторезисті. Цей процес, відомий як "тентинг" або метод утворення завісок над отворами, включає свердління отворів у фольгованій діелектричній основі, хімічну металізацію отворних стінок та електролітичне мідне нанесення до заданої товщини (35-40 мкм) усередині отворів і на поверхні ДП. В подальшому наноситься фоторезист для одержання малюнку захисного схеми та завісків над отворами, які є металізовані.

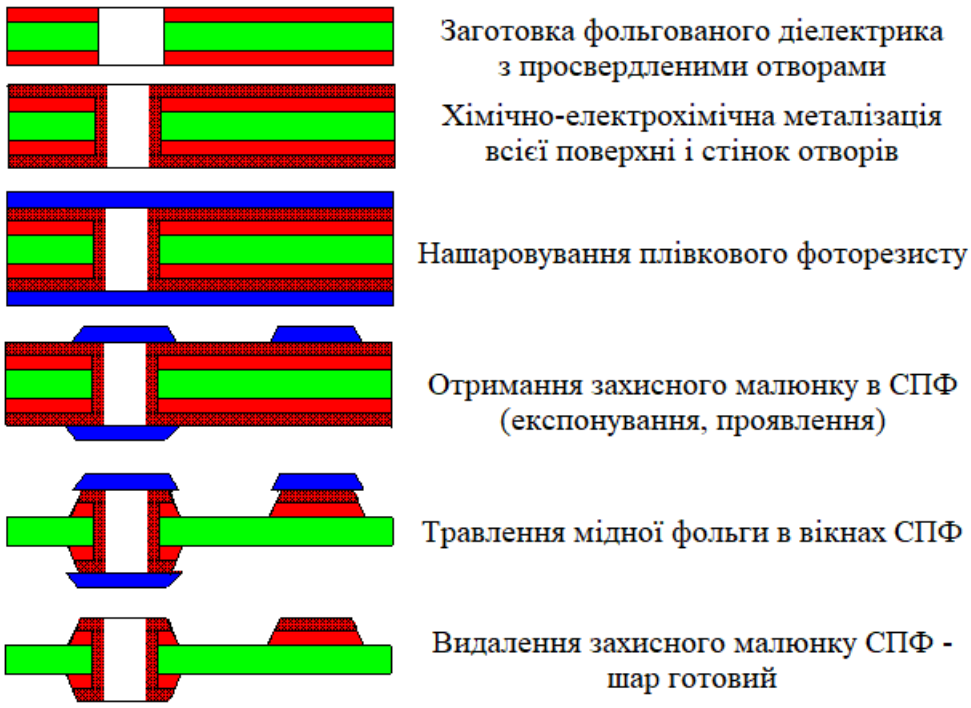


Рисунок 1.47 – Технологічна послідовність виготовлення шарів методом "Тентинг" при використанні сухого плівкового фоторезисту

По одержаному захисному зображенню в плівковому фоторезисту здійснюють процес мідного травлення з пропущеними місцями схеми. В цьому процесі застосовуються особливості плівкового фоторезиста щодо нашаровування на свердленні підкладки без попадання в отвори та утворювати захисні шари над отворами, які є металізованими.

Останній варіант (рис.1.48) використовується для отримання шарів ДП через процедуру витравлювання провідного малюнка на металорезисті, що покриває поверхню провідників з мідного матеріалу, які сформовано у рельєфі фоторезиста плівкового типу та стінок отворів металізованих. Аналогічно до 2-го варіанту, фоторезист плівкового типу наноситься на підкладки фольгованого виду, які пройшли етап отворного свердління та металізацію отворних стінок та поверхні фольги завтовшки 5-7 мкм. Під час фотолітографії здійснюється формування рельєфного захисту в місцях фольгової поверхні металізованої, який потім видаляється через процес

травлення.

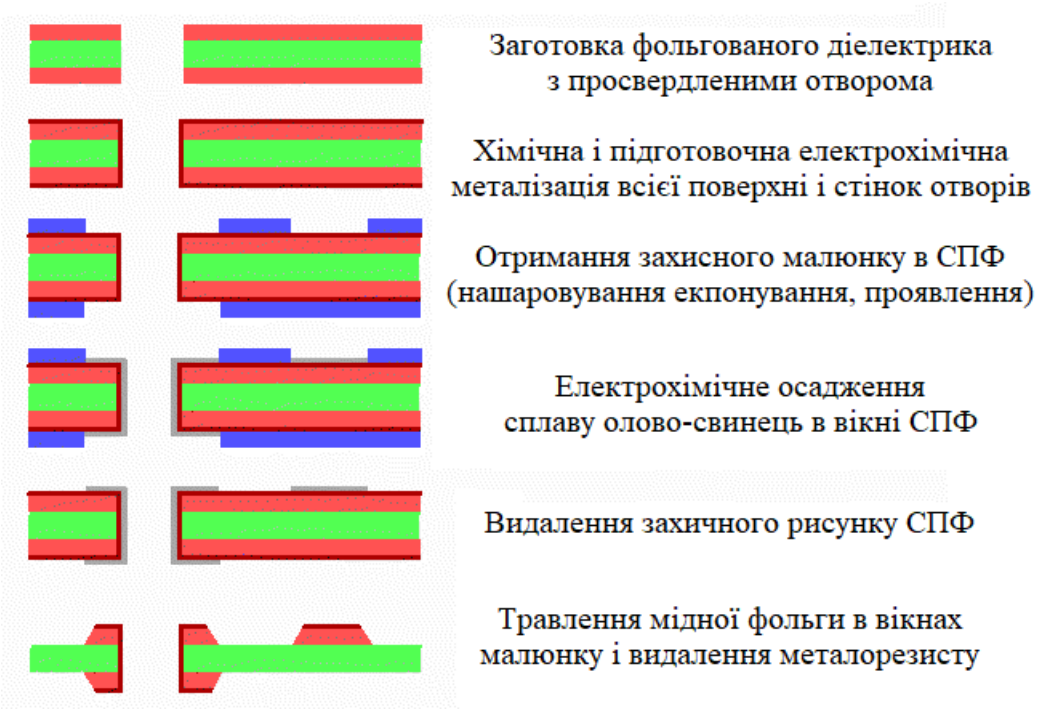


Рисунок 1.48 - Технологічна послідовність виготовлення шарів субтрактивним методом при використанні металорезисту (олово-свинець)

Провідний малюнок створюється шляхом послідовного осадження міді та металорезиста на малюнок звільнених місць у рельєфі фоторезиста плівкового виду та поверхню отворних стінок. Після того як видалено рельєф плівкового фоторезиста незахищені шари міді піддаються витравленню. Поперечний переріз провідників, який формується шляхом травлення захисним зображенням у фоторезисті, має трапецієподібну форму з великою основою, яка розташована на діелектричній поверхні.

Аналіз вимірів ширини ліній після процесу травлення фольги з мідного матеріалу по захисному зображенню в фоторезисті плівкового виду показує, що інтервал розкиду значень збільшується зі збільшенням товщини фольги.

З вище наведених відомостей випливає, що при виготовленні друкованих елементів за субтрактивною технологією необхідно враховувати ефект завуження провідників. Завуження виникає в процесі травлення фольги

з мідного матеріалу і є наслідком розкиду розмірів ширини фольги на різних товщинах.

Для компенсації ефекту звуження необхідно у розміри зображень на фотошаблоні вводити величину звуження, тобто до номінального значення ширини провідника додавати величину звуження. З вище наведених даних можна стверджувати такі висновки:

- в період травлення фольги завтовшки 5 мкм відхилення ширини складає приблизно 7 мкм. Тому для одержання провідника друкованого завтовшки, наприклад, 10 мкм, на фотошаблоні варто вказувати ширину близько 10 мкм з врахуванням звуження близько 7 мкм.

- в період травлення фольги завтовшки 20 мкм відхилення складає 30 мкм. В такому випадку для одержання провідника друкованого завтовшки, наприклад 50 мкм, на фотошаблоні варто вказувати ширину 50 мкм + 30 мкм при врахуванні звуження.

- оскільки під час травлення фольги завтовшки 35 мкм відхилення сягає приблизно 50 мкм, тому для одержання ширини друкованого провідника, наприклад 100 мкм, на фотошаблоні варто вказати значення ширини 100 мкм + звуження на рівні 50 мкм.

Введення величини звуження у розміри зображень на фотошаблоні допоможе скомпенсувати ефект звуження і отримати друковані елементи з бажаною провідниковою шириною.

Використання субтрактивної технології має свої обмеження щодо дозволу ширини провідників і проміжків. Зазначені обмеження залежать від товщини провідників і варіюються від 50 мкм до 200 мкм.

Для отримання логічних шарів з металізованими переходами та більш щільним друкованим малюнком, використовується третій варіант субтрактивної технології - травлення по металорезисту. У цьому випадку використовується діелектрик фольгований тонкомірно товщиною 5-9 мкм. Металізація стінок отворів та поверхні фольги проводиться на мінімально

можливу товщину 8-10 мкм.

Для отримання зображень у плівковому фоторезисті використовуються тонкі плівкові фоторезисти з високим показником роздільної здатності та гальваностійкістю. Попередня підготовка поверхні підкладки перед нашаруванням плівкового фоторезисту здійснюється хімічним способом, щоб уникнути пошкодження невеликої товщини фольги та металізованого шару.

Під час нашарування фоторезисту, рекомендується використовувати спеціально підібраний режим, зокрема низьку швидкість нашарування приблизно 0,5 м/хв та температуру нагрівання валків близько 115 градусів Цельсія з допуском ±5 градусів.

1.7 Висновки до розділу 1

Після аналітичного огляду відомих приладів для дистанційного визначення рівня радіаційного поля було здійснено аналіз теми дослідження, що показав актуальність проектування нового приладу. Результати цього аналізу вказали на шляхи для проектування приладу, що дозволило розробити структурну електричну схему та принципову електричну схему.

Для забезпечення процесу апріорного обирання компонентної бази приладу, включаючи резистори, конденсатори, діоди, транзистори, мікросхеми, котушки, роз'єми та кварц, були проведені розрахунки вузлів принципової електричної схеми.

Також був описаний технологічний процес виготовлення друкованої плати приладу, і були наведені результати розрахунку надійності приладу.

2 Охорона праці та безпека життєдіяльності

2.1 Захист від іонізуючих випромінювань. Допустимі рівні іонізуючого випромінювання

Відповідно до Закону України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (4004-12) наказом МОЗ від 02.02.2005 №54 (із змінами (z0098-21) від 17.12.2020 №2935) затверджено державні санітарні правила "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України" (https://zakon.rada.gov.ua/go/z0552-05).

У відповідності до закону іонізуюче (електромагнітне, корпускулярне) – це випромінювання, що при взаємодії з речовиною безпосередньо або непрямо викликає іонізацію та збудження її атомів і молекул.

Заходи захисту від іонізуючих випромінювань використовуються на підприємствах і, як правило, потребують проведення цілого комплексу різноманітних захисних заходів, що залежать від конкретних умов роботи з джерелами випромінювань і, передусім, від типу джерела випромінювання.

Захист від іонізуючих випромінювань може здійснюватися шляхом використання наступних принципів:

– використання джерел з мінімальним випромінюванням шляхом переходу на менш активні джерела, зменшення кількості ізотопа;

– скорочення часу роботи з джерелом іонізуючого випромінювання;

– віддалення робочого місця від джерела іонізуючого випромінювання;

– екранування джерела іонізуючого випромінювання.

Екрани можуть бути пересувні або стаціонарні, призначені для поглинання або послаблення іонізуючого випромінювання. Екранами можуть

бути стінки контейнерів для перевезення радіоактивних ізотопів, стінки сейфів для їх зберігання.

Альфа-частинки екрануються шаром повітря товщиною декілька сантиметрів, шаром скла товщиною декілька міліметрів. Однак, працюючи з альфа-активними ізотопами, необхідно також захищатись і від бета- або гамма-випромінювання.

З метою захисту від бета-випромінювання використовуються матеріали з малою атомною масою. Для цього використовують комбіновані екрани, у котрих з боку джерела розташовується матеріал з малою атомною масою товщиною, що дорівнює довжині пробігу бета-частинок, а за ним — з великою масою.

З метою захисту від рентгенівського та гамма-випромінювання застосовуються матеріали з великою атомною масою та з високою щільністю (свинець, вольфрам).

Для захисту від нейтронного випромінювання використовують матеріали, котрі містять водень (вода, парафін), а також бор, берилій, кадмій, графіт. Враховуючи те, що нейтронні потоки супроводжуються гамма-випромінюванням, слід використовувати комбінований захист у вигляді шаруватих екранів з важких та легких матеріалів (свинець-поліетилен).

Дієвим захисним засобом є використання дистанційного керування, маніпуляторів, роботизованих комплексів.

В залежності від характеру виконуваних робіт вибирають засоби індивідуального захисту: халати та шапочки з бавовняної тканини захисні фартухи, гумові рукавиці, щитки, засоби захисту органів дихання (респіратор „Лепесток"), комбінезони, пневмокостюми, гумові чоботи.

Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації в навколишньому середовищі.

Допустимі рівні іонізуючого випромінювання регламентуються „Нормами радіаційної безпеки НРБ 76/87" та „Основними санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання" ОСП 72/87.

У НРБУ-97 виділяють три категорії осіб щодо ризику іонізуючого опромінення:

– категорія А – персонал, який безпосередньо працює з радіоактивними речовинами;

– категорія Б – персонал, що безпосередньо не працює із радіоактивними речовинами, але за умови розміщення їх на робочих місцях або місцях проживання може потрапити під дію опромінення;

– категорія В – все населення країни.

Для осіб категорій А і Б НРБУ-97 встановлюють ліміти ефективної й еквівалентної доз за календарний рік. Обмеження опромінення категорії В (населення) здійснюється введенням лімітів річної ефективної та еквівалентної доз для критичних груп осіб категорії Б. Остання означає, що значення річної дози опромінення осіб, що входять до критичної групи, не повинно перевищувати ліміту дози, встановленого для категорії В (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Ліміти доз опромінення

Ліміти доз, мЗв·рік$^{-1}$	Категорія опромінених осіб		
	А	Б	В
Ліміт ефективної дози	20	2	1

Для вимірювання дози іонізуючого випромінювання та її потужності використовують дозиметри. Основною складовою будь-якого дозиметра є детектор — пристрій, що слугує для реєстрації іонізуючого випромінювання. Залежно від типу детектора розрізняють іонізаційний, люмінесцентний та інші види дозиметрів. Так, в іонізаційних дозиметрах детектором є лічильник

Гейгера-Мюллера, дія якого ґрунтується на властивості радіоактивного випромінювання значно збільшувати провідність газів. Датчик лічильника Гейгера-Мюллера — це скляний циліндр, який зазвичай заповнюють розрідженим інертним газом.

Залежно від призначення дозиметри ділять на три групи:

• кишенькові прилади для індивідуального дозиметричного контролю;

• переносні прилади групового дозиметричного і радіаційно-технологічного контролю;

• стаціонарні прилади для дозиметричного і радіаційно-технологічного контролю.

Проектований прилад забезпечує процес дистанційного вимірювання рівня іонізуючого випромінювання, що є актуальним щодо застосування у сфері охорони праці.

2.2 Комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру з врахуванням особливостей регіону, що проводиться на промисловому об’єкті

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру класифікують за ознаками, які наведено на рис. 2.1.

На території України можливе виникнення практично всього спектра небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження.

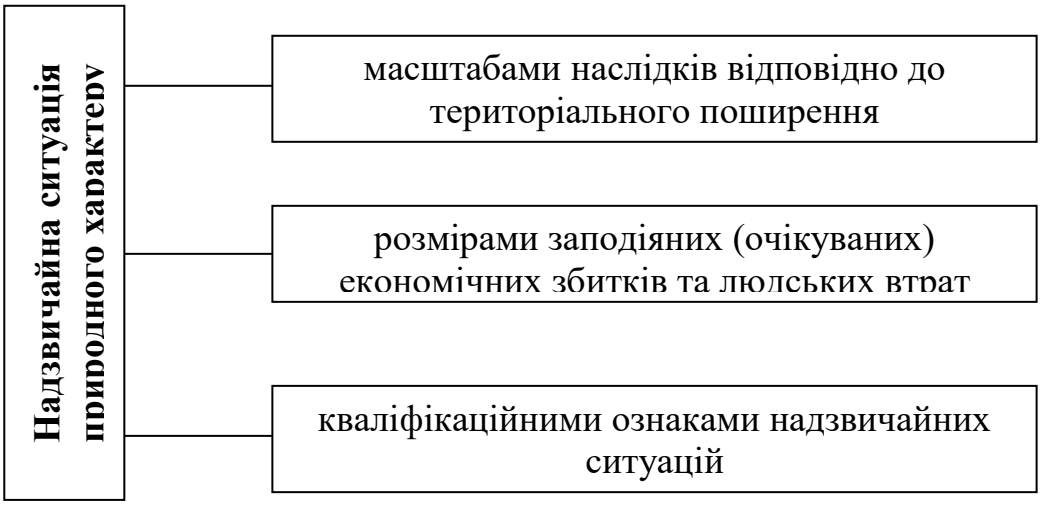


Рисунок 2.1 – Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій

Відповідно до розділу IV «Кодексу цивільного захисту України» основними заходами у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є:

1) інформування та оповіщення;
2) спостереження;
3) укриття та захист споруд;
4) евакуаційні заходи;
5) інженерний захист;
6) медичний захист.

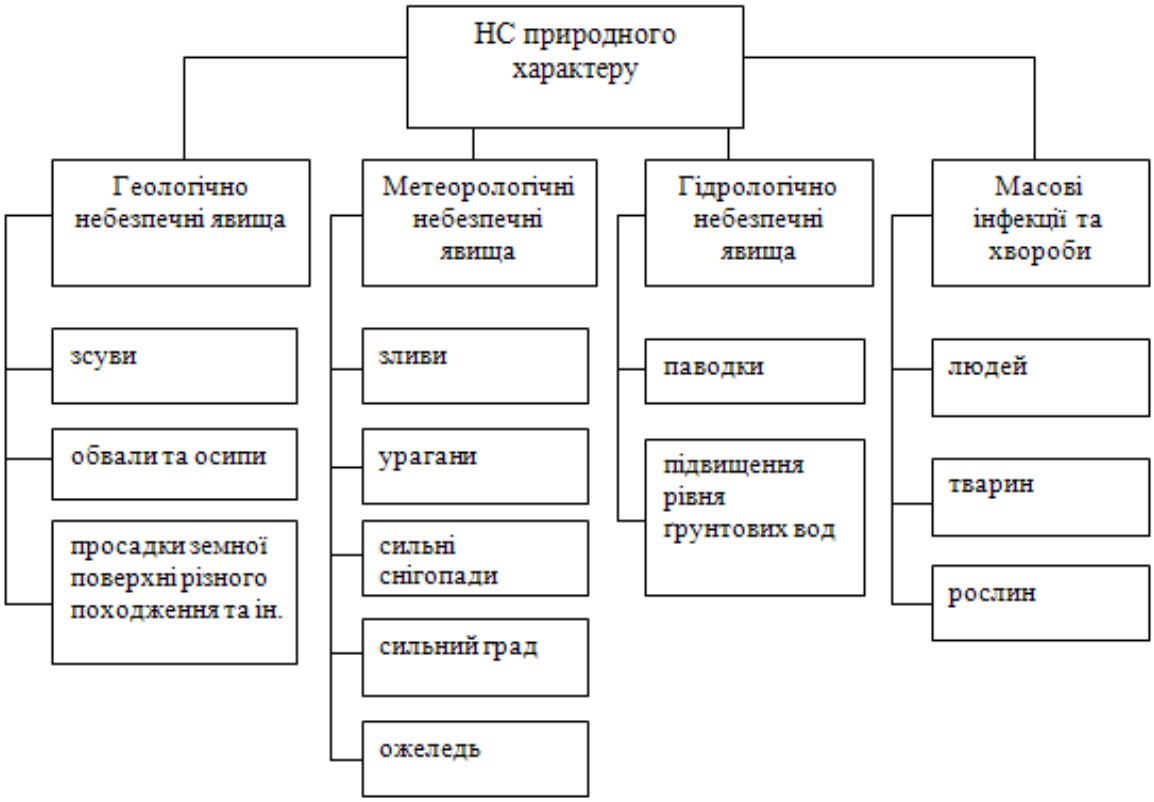


Рисунок 2.2 – Надзвичайні ситуації природного характеру України

Інформування та оповіщення у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру є основним принципом та головним і невід'ємним елементом усієї системи заходів такого захисту.

Інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру становлять відомості про надзвичайні ситуації природного характеру, що прогнозуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного характеру, про виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру, методи та способи їх захисту, вжиття заходів щодо забезпечення безпеки.

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру і постійне інформування населення про них забезпечуються шляхом:

1) завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

2) організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;

3) завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки;

4) централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

Спостереження. З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади здійснюються:

1) створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю;

2) організація збирання, опрацювання і передавання інформації про стан довкілля, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Укриттю в захисних спорудах, у разі необхідності, підлягає населення відповідно до його належності до груп (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах).

Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом:

1) комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру;

2) обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин;

3) дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень;

4) будівництва заглиблених споруд, які окремо розташовані від об'єктів виробничого призначення та пристосовані для захисту.

Евакуаційні заходи. В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна та часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення.

Інженерний захист. Заходи інженерного захисту населення і території повинні передбачати:

1) врахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування можливих проявів у окремих регіонах та на окремих територіях небезпечних і катастрофічних явищ;

2) раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності у разі виникнення аварій для безпеки населення і довкілля;

3) спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;

4) створення комплексної схеми захисту населених пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів;

5) розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру;

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання захисту від іонізуючих випромінювань (пов’язано із специфікою проектування приладу дозометричного виду) та комплексу заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного та техногенного характеру.

Висновки

За результатами виконання роботи отримано опис стадій (етапів) проектування приладу для дистанційного визначення рівня радіаційного поля.

Технічне завдання було проаналізовано, а актуальність виконання кваліфікаційної роботи була обґрунтована.

На 1-ій стадії проектування на підставі здійсненого аналітичного аналізу технічного завдання проектовано схему структурну приладу для дистанційного визначення рівня радіаційного поля.

На 2-ій стадії проектування приладу реалізовано схему електричну принципову на підґрунті реалізованої попередньо структурної схеми.

На 3-ій стадії проектування приладу базуючись на проектованій схемі електричній принциповій та проведених розрахунках її вузлів здійснено процес обирання компонентної бази приладу. Засобами САПР P-CAD розроблено друкований вузол приладу та друковану плату.

На 4-ій стадії описано технологічний процес виготовлення друкованої плати приладу та наведено результати розрахунку надійності приладу.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2992-95 Вироби електронної техніки. Методи розрахунку надійності.

2. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

3. Гевко О.В.; Хвостівський М.О.; Яворська Є.Б.; Паньків І.М., Тимків П.О. Перспективи створення автоматизованої системи для розпізнавання та корекції негативного емоційного стану. Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : мат. Міжнар. НПК, присвячена 20-р. ювілею ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського (15-16.12.2022, м. Київ) : ел.збірник / Упоряд.: О.І. Голембіовська. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. С. 46.

4. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: УАД, 2006 – 336 с.

5. Касьянов М.А., Гуляєв В.П., Друзь О.М., Коструб В.О. Прилади радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю, газоаналізатори / Навчальний посібник – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля., 2006. – 188 с.

6. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів:Підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Ш. Невлюдов. – Харків:ТОВ "Компанія СМІТ", 2006 . – 592 с.

7. Розвиток математичного моделювання трафіку комп’ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету

імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.

8. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об’єктів: Основи САПР та системного проектування складних об’єктів: Підручник/ За ред.В.І. Бикова. К.: Либідь, 2003. 272с.

9. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

10. Радіоактивний індикатор RADEX РД 1503. URL: https://germedic.kiev.ua/dozimetryi/radeks-rd-1503-1.html

11. Вимірювач ДРГ-01Т1. URL: http://usk.ua/dozim_drg.html

12. Прилад Ecotest МКС-05. URL: https://dozimetr.com.ua/product/dozimetrradiometr-ecotest-mks-05-terra/

13. Вимірювач радіоактивності КВАРТЕКС РД (Quartex) 8901. URL: https://www.scribd.com/document/325085083/Geiger-Counter-Quartex-Manual .

14. Офіційний сайт інтернет магазину радіодеталей «РКС компоненти»: веб-сайт. URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua.

15. Hvostivska, L., Oksukhivska, H., Hvostivskyy, M., Shadrina, H. (2019) Імітаційне моделювання добового пульсового сигналу для задачі верифікації алгоритмів роботи систем довготривалого моніторингу, Вісник НТУУ "КПІ"; Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (77), pp 66-73.

16. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyy, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., ,Velychko D, Lupenko, S., Hovorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“____”_____2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:
«Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля»

Узгоджено:
Керівник роботи
Хвостівська Л.В._____
“____”_____2023р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Шевчук С.П. _____
“____”_____2023р.

Тернопіль, 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Шевчук Степан Петрович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування приладу, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення розроблювального приладу;
- вибір компонентної бази розроблювального приладу;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи приладу;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати приладу.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1 Діапазон вимірювання радіаційного поля – 1-5000 Дф.

4.1.2 Робочий діапазон радіочастот 315-915 МГц;

4.1.3 Максимальна швидкість передачі даних по радіоканалу 500 біт/с;

4.1.4 Частотний діапазон передачі по електромережі – 868-915 МГц;

4.1.5 Максимальна швидкість передачі даних до електромережі – 1440 біт/с;

4.1.6 Максимальна швидкість лічення – 4000 імп/с

4.1.7 Розрядність цифрових даних в схемі – 8 Біт

4.1.8 Flash-пам'ять приладу – 32 кБайт;

4.1.9 Можливість підключення до зовнішнього радіомодему

4.1.10 Можливість підключення до ПК із інтерфейсом RS-232C;

4.1.11 Час встановлення робочого режиму не перевищує 3 с;

4.1.12 Живлення приладу – мережа 220 В з частотою струму 50Гц;

4.1.13 Потужність споживання не перевищує 0,5Вт;

4.1.14 Час встановлення робочого режиму повинен не перевищує 0,1 хв;

4.1.14 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10°С до + 35°С
- Відносна вологість повітря 80 % при t=25°С

Примітка: габаритні розміри приладу уточняються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема приладу;
- електрична принципова схема приладу;
- друкована плата приладу;
- друкований вузол приладу.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023
3	Розробка структурної схеми приладу	25.03.2023
4	Розробка схеми електричної принципової	10.04.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	21.04.2023
6	Вибір компонентної бази приладу	01.05.2023
7	Компоновка друкованого вузла	15.05.2023
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2023
10	Нормоконтроль	05.06.2023
11	Перевірка на антиплагіат	06.06.2023
12	Попередній захист роботи	07.06.2023
13	Захист роботи	23.06.2023

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Лічильник Гейгера		
BF1	СБМ-20-1 ГОСТ 14254-96	1	
	Гучномовець		
BD1	DN-50-1	1	YDF
	Конденсатори		
	CC4		ETHER
	ECAP-GS		Cap Xon
	RD15		Supertech
C1,C3	ECAP GS-1мкФ±20% 50В	2	
C2, C11	CC4 1 мкФ±5% 50В NPO	2	
C4, C10	ECAP-GS 10мкФ±20% 50В	2	
C5	CC4-10мкФ±5% 50В NPO	1	
C6, C7	ECAP-GS 1мкФ±20% 50В	2	
C8, C9	ECAP-GS 100мкФ±20% 50В	2	
C12-C15	CC4 27пФ±5% 50В NPO	4	
C16	CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO	1	
C17, C18	CC4 27пФ±5% 50В NPO	2	
C19, C20	CC4 0,1мкФ±5% 50В NPO	2	
C21, C22	CC4 560пФ±5% 50В NPO	2	
C23	CC4 325пФ±5% 50В NPO	1	
C24	CC4 32пФ±5% 50В NPO	1	

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ШСП 2.000.001 ПЕ3			
Розроб		Шевчук С.П.			Прилад для дистанційного визначення рівня радіаційного поля Перелік елементів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хвостівська					1	5
Н. Контр.		Паляниця Ю.				ТНТУ, гр. РАс-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент		Яворська Є.Б						

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
C25, C26	CC4 1мкФ±5% 50В NPO	2	
C27, C35	CC4 2,2мкФ±5% 50В NPO	2	
C28, C30	CC4 6,8пФ±5% 50В NPO	2	
C29, C33	RD15 NPO 2200пФ±5% 500В	2	
C31, C38	CC4 220пФ±5% 50В NPO	2	
C32	CC4-12пФ±5% 50В NPO	1	
C34	CC4 6,8пФ±5% 50В NPO	1	
C36	CC4 47пФ±5% 50В NPO	1	
C37	CC4 1нФ±5% 50В NPO	1	
C39	CC4 0.47мкФ±5% 50В NPO	1	
	Мікросхеми		
DA1	L7805	1	STMicro
DA2	LM2931	1	STMicro
DD1	MAX232	1	Maxim
DD2	ATMEGA32	1	Atmel
DD3	DS1812D-5	1	Dallas
DD4	AMIS-4987	1	ON Semic
DD5	CC1101	1	Texas Instrument
DD6	MTC3058	1	Alcatel
	Світлодіод		
H1-H2	GNL-5013 LRD-B	2	G-NOR
	Резистори		
	MF-12		TOKEN
R1-R4	MF-12-0.125-10кОм±5%	4	
R5	MF-12-0.125-1кОм±5%	1	
R6, R12	MF-12-0.125-91кОм±5%	2	
R7	MF-12-0.125-82кОм±5%	1	

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R8, R10	MF-12-0.125-39кОм±5%	1	
R9	MF-12-0.125-1МОм±5%	1	
R11	MF-12-0.125-22,6кОм±5%	1	
R13	MF-12-0.125-3МОм±5%	1	
R14	MF-12-0.125-2,2кОм±5%	1	
R15	MF-12-0.125-56кОм±5%	1	
R16	MF-12-0.125-180кОм±5%	1	
R17, R18	MF-12-0.125-270Ом±5%	2	
R19	MF-12-0.125-16,5кОм±5%	1	
R20, R23	MF-12-0.125-1кОм±5%	2	
R21	MF-12-2-1МОм±5%	1	
R22	MF-12-0.125-91кОм±5%	1	
R24	MF-12-0.125-1,66кОм±5%	1	
R25	MF-12-0.125-2Ом±5%	1	
R26	MF-12-0.125-270Ом±5%	1	
	Котушки		
L1	PTL -20нГн±10%	1	
L2-L3	PTL-33нГн±10%	2	
L4	PTL-18нГн±10%	1	
L5	PTL-33нГн±10%	1	
L6	PTL-12нГн±10%	1	
L7	PTL-3,3нГн±10%	1	
	Діодний міст		
VD1	DB105	1	MCC

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Стабілітрон		
VD2	BZX79C5V6 «ON Semiconductor»	1	
	Діоди		
VD3	1N4148	1	VISHAY
VD4,VD5	BAY89	2	Infineon
	Транзистори		
VT1-VT3	BC547	3	FAIR CHILD
	Трансформатори		
T1, T3	ТП 121-1 ОЮО.472.026 ТУ	2	
T2	ТОТ21 ОЮ0.472.010ТУ	1	
	Перемикач		
S1-S4	П2К-С-2-15-2	4	
	Роз'єми		
X1	PLS-10	1	CONNFLY
X2	PLS-2	1	CONNFLY
X3	PLS-6	1	CONNFLY
X4	PLS-2	1	CONNFLY
X5	PLS-2	1	CONNFLY

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Кварцовий резонатор		
Z1,Z2	HC-49S-4,032мГЦ	2	KCC KINSEKI

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація		
А1			ШСП 2.000.001 СК	Складальне креслення	1	
				Деталі		
А1		1	ШСП 7.103.001	Плата друкована	1	
		2	ШСП 8.119.001	Прокладка СО 45х45	1	
				Інші вироби		
				Конденсатори		
				СС4 «ETHER»		
				ECAP-GS «Cap Xon»		
				RD15 «Supertech»		
		3		ECAP GS-1мкФ±20% 50В	2	С1,С3
		4		СС4 1 мкФ±5% 50В NPO	2	С2, С11
		5		ECAP-GS 10мкФ±20% 50В	2	С4, С10
		6		СС4-10мкФ±5% 50В NPO	1	С5
		7		ECAP-GS 1мкФ±20% 50В	2	С6, С7
		8		ECAP-GS 100мкФ±20% 50В	2	С8, С9
		9		СС4 27пФ±5% 50В NPO	4	С12-С15
		10		СС4 0,1мкФ±5% 50В NPO	1	С16
		11		СС4 27пФ±5% 50В NPO	2	С17, С18
		12		СС4 0,1мкФ±5% 50В NPO	2	С19, С20
		13		СС4 560пФ±5% 50В NPO	2	С21, С22
		14		СС4 325пФ±5% 50В NPO	1	С23
		15		СС4 32пФ±5% 50В NPO	1	С24

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ШСП 2.000.001		
Розроб		Шевчук С.П.			Друкований вузол приладу для дистанційного визначення рівня радіаційного поля	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 3
Перевір.		Хвостівська					
Н. Контр.		Паляниця Ю.				ТНТУ, гр. РАс-41	
Затверд.		Дунець В.Л.					
Рецензент		Яворська Є.Б					

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
		16		CC4 1мкФ±5% 50В NPO	2	C25, C26
		17		CC4 2,2мкФ±5% 50В NPO	2	C27, C35
		18		CC4 6,8пФ±5% 50В NPO	2	C28, C30
		19		RD15 NPO 2200пФ±5% 500В	2	C29, C33
		20		CC4 220пФ±5% 50В NPO	2	C31, C38
		21		CC4-12пФ±5% 50В NPO	1	C32
		22		CC4 6,8пФ±5% 50В NPO	1	C34
		23		CC4 47пФ±5% 50В NPO	1	C36
		24		CC4 1нФ±5% 50В NPO	1	C37
		25		CC4 0.47мкФ±5% 50В NPO	1	C39
				Мікросхеми		
		26		L7805 «STMicro»	1	DA1
		27		LM2931 «STMicro»	1	DA2
		28		MAX232 «Maxim»	1	DD1
		29		ATMEGA32 «Atmel»	1	DD2
		30		DS1812D-5 «Dallas»	1	DD3
		31		AMIS-4987 «ON Semic»	1	DD4
		32		CC1101 «Texas Instrument»	1	DD5
		33		MTC3058 «Alcatel»	1	DD6
				Резистори		
				MF-12 «TOKEN»		
		34		MF-12-0.125-10кОм±5%	4	R1-R4
		35		MF-12-0.125-1кОм±5%	1	R5
		36		MF-12-0.125-91кОм±5%	2	R6, R12
		37		MF-12-0.125-82кОм±5%	1	R7
		38		MF-12-0.125-39кОм±5%	1	R8, R10
		39		MF-12-0.125-1МОм±5%	1	R9
		40		MF-12-0.125-22,6кОм±5%	1	R11
		41		MF-12-0.125-3МОм±5%	1	R13
		42		MF-12-0.125-2,2кОм±5%	1	R14
		43		MF-12-0.125-56кОм±5%	1	R15

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
		44		MF-12-0.125-180кОм±5%	1	R16
		45		MF-12-0.125-270Ом±5%	2	R17, R18
		46		MF-12-0.125-16,5кОм±5%	1	R19
		47		MF-12-0.125-1кОм±5%	2	R20, R23
		48		MF-12-2-1МОм±5%	1	R21
		49		MF-12-0.125-91кОм±5%	1	R22
		50		MF-12-0.125-1,66кОм±5%	1	R24
		51		MF-12-0.125-2Ом±5%	1	R25
		52		MF-12-0.125-270Ом±5%	1	R26
				Котушки		
		53		PTL -20нГн±10%	1	L1
		54		PTL-33нГн±10%	2	L2-L3
		55		PTL-18нГн±10%	1	L4
		56		PTL-33нГн±10%	1	L5
		57		PTL-12нГн±10%	1	L6
		58		PTL-3,3нГн±10%	1	L7
				Діодний міст		
		59		DB105 «MCC»	1	VD1
				Стабілітрони		
		60		BZX79C5V6	1	VD2
		61		«ON Semiconductor»		
				Діоди		
		62		1N4148 «VISHAY»	1	VD3
		63		BAY89 «Infineon»	2	VD4,VD5

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Транзистори		
		64		BC547 «FAIR CHILD»	3	VT1-VT3
				Трансформатори		
		65		ТП 121-1	2	Т1, Т3
		66		ТОТ21	1	Т2
				Перемикач		
		67		П2К-С-2-15-2	4	S1-S4
				Роз'єми		
		68		PLS-10 «CONNFLY»	1	X1
		69		PLS-2 «CONNFLY»	1	X2
		70		PLS-6 «CONNFLY»	1	X3
		71		PLS-2 «CONNFLY»	1	X4
		72		PLS-2 «CONNFLY»	1	X5
		73		PLSR-2 «CONNFLY»	2	X6,X7
		74		PLS-2 «CONNFLY»	6	X8-X13
				Кварцовий резонатор		
		75		HC-49S-4,032мГЦ	2	Z1,Z2
				«KCC KINSEKI»		
				Світлодіод		
		76		GNL-5013 LRD-B		
				«G-NOR»	2	H1-H2