

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Пристрій для пошуку загублених речей

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАС-41

спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Трухан О.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Марценюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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**

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ »

20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня \_\_\_\_\_

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту \_\_\_\_\_

Трухану Олександр Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Пристрій для пошуку загублених речей

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Марценюк Анатолій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення: 3В; струм споживання: 0.4...10мА;  
чутливість: 1мкВ; час зарядки конденсатора: 6...7с; радіус дії: 3...5м; робоча частота: 26.945МГц;  
підсилення сигналу: 50000разів; початковий струм зарядки батарейки: 100мА.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Основна частина

Розробка структурної схеми пристрою; вибір і обґрунтування компонентної бази; компоновка  
друкованого вузла; Розрахунок показників надійності

2. Спеціальна частина

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Креслення друкованої плати

4. Складальне креслення друкованого вузла

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання

---

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи  | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1     | Розробка та затвердження технічного завдання   |                                |          |
| 2     | Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи |                                |          |
| 3     | Розробка структурної схеми   |                                |          |
| 4     | Розрахунок вузлів у схемі  |                                |          |
| 5     | Вибір елементної бази розроблюваного Компонування друкованого вузла                            |                                |          |
| 6     | Створення допоміжної документації  |                                |          |
| 7     | Розділ безпека життєдіяльності, основи охорони праці   |                                |          |
| 8     | Нормоконтроль  |                                |          |
| 9     | Попередній захист КР   |                                |          |
| 10    | Захист КР  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |
|       |  |                                |          |

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бакса М.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Марценюк А.С.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Пристрій для пошуку загублених речей // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС- 41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-60, рис.-21, табл.-1.

Ключові слова: прилад для пошуку загублених речей, САПР.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено прилад для пошуку загублених речей. Описано технічні характеристики та принцип роботи пристрою на рівні структурної і електричної принципової схем. Також був проведений обґрунтований вибір елементної бази, а також розроблена конструкція друкованої плати та друкованого вузла. Окрема частина роботи була присвячена системі автоматизованого проектування, в якій були детально описані використані програмні засоби для створення креслень. Крім того, у розділі про охорону праці були розглянуті та детально проаналізовані питання, пов'язані з безпекою життєдіяльності, основи охорони праці.

## ANNOTATION

A device for searching for lost things // TNTU, Faculty of FPT, group RAS-41 // Ternopil, 2023 // p.-60, fig.-21, table-2.

Keywords: device for finding lost things, CAD.

In this qualification work, a device for searching for lost things is developed. The technical characteristics and principle of operation of the device are described at the level of structural and electrical schematic diagrams. A reasonable choice of the element base was also made, and the design of the printed circuit board and printed assembly was developed. A separate part of the work was devoted to the computer-aided design system, which described in detail the software used to create the drawings. In addition, in the section on occupational health and safety, the issues related to life safety and the basics of occupational health and safety were considered and analyzed in detail.

## Зміст

|   |    |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....   | 7  |
| ВСТУП .....   | 8  |
| 1 Основна частина.....  | 9  |
| 1.1 Аналіз технічного завдання .....  | 9  |
| 1.2 Розробка структурної схеми пристрою (вузла) .....                             | 9  |
| 1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою ..... | 11 |
| 1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази .....                                 | 15 |
| 1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою.....                                    | 29 |
| 1.6 Висновок до розділу 1 .....   | 37 |
| 2 Спеціальна частина (САПР).....  | 38 |
| 2.1 Вибір САПР .....  | 38 |
| 2.2 Застосування САПР для проектування друкованої плати.....                      | 39 |
| 2.3 Висновок до розділу 2 .....   | 41 |
| 3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці .....                            | 42 |
| 3.1 Значення адаптації в трудовому процесі. ....                                  | 42 |
| 3.2 Психофізіологічне розвантаження для працівників.....                          | 45 |
| ВИСНОВКИ.....   | 47 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....   | 48 |
| ДОДАТКИ.....  | 50 |

|                  |             |                       |               |            |  |   |             |               |
|------------------|-------------|-----------------------|---------------|------------|--|---|-------------|---------------|
|                  |             |                       |               |            | <b>ТОП2.000.001 ПЗ</b>   |   |             |               |
| <i>Зм.</i>       | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i>       | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | <i>Розробка конструкції пристрою для пошуку загублених речей</i> | <i>Лім.</i>                             | <i>Арк.</i> | <i>Аркшів</i> |
| <i>Розроб.</i>   |             | <i>Трухан О. П.</i>   |               |            |  | 5                                       | 60          |               |
| <i>Перевір.</i>  |             | <i>Марценюк А.С.</i>  |               |            |  | <i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ<br/>гр. РАС-41</i> |             |               |
| <i>Реценз.</i>   |             |                       |               |            |  |   |             |               |
| <i>Н. Контр.</i> |             | <i>Паляниця Ю. Б.</i> |               |            |  |   |             |               |
| <i>Затверд.</i>  |             | <i>Дунець В.Л.</i>    |               |            |  |   |             |               |

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДВ – друкований вузол;

ОДП – одностороння друкована плата;

ЕП – електрична принципова;

ПД – плата друкована;

ПЗ – пояснювальна записка;

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 7    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

## ВСТУП

Пристрій для пошуку загублених речей призначений для пошуку загублених речей та для контролю, щоб швидко знайти потрібний людині предмет.

Даний пристрій складається з передавача і приймача. Передавач і приймач працюють разом, щоб допомогти знайти загублену річ. Коли приймач перестає отримувати радіосигнал від передавача, що розташований поруч із загубленим об'єктом, він спрацьовує та повідомляє користувача звуковим сигналом і світловими спалахами. Це дозволяє людині швидко знайти загублену річ, спираючись на акустичні та візуальні сигнали.

У сучасному світі, де люди мають багато речей, втратити або не знайти потрібну річ може стати досить затратним у часі.

Завдяки своїй компактності та невеликому розміру, передавач легко поміщається у кишені, а приймач може бути прикріплений до предметів. Це дає можливість людині з легкістю контролювати свої речі або швидко їх знаходити, не витрачаючи багато часу.

Однією з переваг такого пристрою є його простота використання. Пристрій має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє швидко активувати передавач та контролювати його функції.

Загалом, прилад для пошуку загублених речей є практичним рішенням для тих, хто часто має проблеми зі збереженням або пошуком своїх речей. Він може ефективно зменшити витрати часу, пов'язані з пошуком загублених предметів і забезпечити більш організоване та ефективне повсякденне життя.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 8    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |



## 1 Основна частина

### 1.1 Аналіз технічного завдання

Потрібно розробити пристрій, що складається з передавача та приймача, з метою пошуку загублених речей та забезпечення контролю над ними.

Даний виріб працює дистанційно це дає змогу контролювати об'єкт в будь-якому місці. Через невелике споживання струму в режимі очікування він може знаходитись у очікуванні довгий час.

Технічні характеристики передавача:

Напруга живлення.....3В;  
Струм споживання.....0.01мА(пауза),8...10мА(імпульс);  
Робоча частота.....26.945МГц;

Технічні характеристики приймача:

Струм споживання.....0.4мА(мовчання),до 10мА(тривога);  
Чутливість.....1мкВ;  
Час зарядки конденсатора.....6...7с;  
Робоча частота.....26.945МГц.

### 1.2 Розробка структурної схеми пристрою (вузла)

Структурна схема служить для відображення функціональних зв'язків між елементами, що дозволяє зрозуміти принцип роботи пристрою і визначити його функціональні можливості.

Структурна схема може бути графічно представлена за допомогою блок-схем або схеми взаємозв'язку. Вона наглядно демонструє логіку роботи

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 9    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

пристрою, його основні функції і зв'язки між окремими блоками та елементами.

Схема передавача складається з ВЧ генератора, генератора ЗЧ, генератора імпульсів інфразвукової частоти, джерела живлення.

Каскад ВЧ генератора побудований на кварцовому резонаторі, який включений між базою та колектором транзистора VT5, навантаженням якого являється резонансний контур L1, C6 налаштований на частоту близьку до резонансної частоти кварцового резонатора ZQ1, робоча точка транзистора VT5 визначається резистивним ділянком R5, R6, підбір резистора R6 визначають струм колектора в момент дії імпульсу, а значить і вихідну потужність. Генератор ЗЧ побудований на схемі несиметричного мультівібратора на транзисторах різної структури (VT3, VT4) з мінімумом додаткових деталей (R4, C4) він працює на частоті 1.7...2.0кГц. Генератор імпульсів інфразвукової частоти зібраний на аналогових інжекційно-польових транзисторах VT1, VT2. (див. рис. 1.1)

Схема приймача складається з підсилювача РЧ, надгенеративний каскад, підсилювача ЗЧ, формувача імпульсів, генератора імпульсів.

Каскад підсилювача РЧ зібраний на транзисторі VT1. Надгенеративний каскад зібраний на транзисторі VT2, режим його роботи встановлюється підбором резистора R3, а частоту суперизації (гасіння) конденсатором C5. Каскад підсилювача ЗЧ зібраний на DA1 та R9, R7 для обмеження верхньої смуги пропускання. Каскад формувача імпульсів зібраний на конденсаторі C10 через який сигнал поступає транзистори VT3, VT4. Каскад генератора імпульсів зібраний на транзисторах VT5, VT6. (див. рис. 1.2)

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 10   |

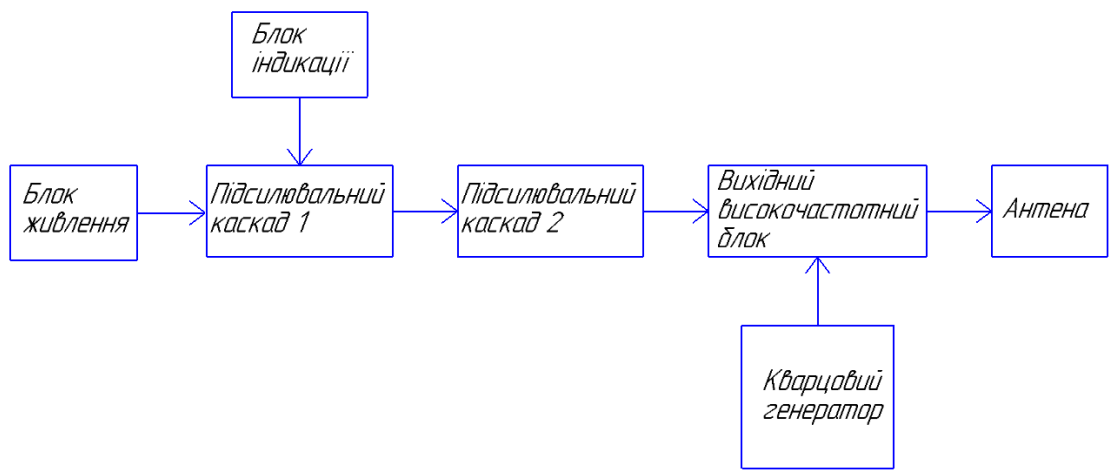


Рисунок 1.1 – Структурна схема передавача

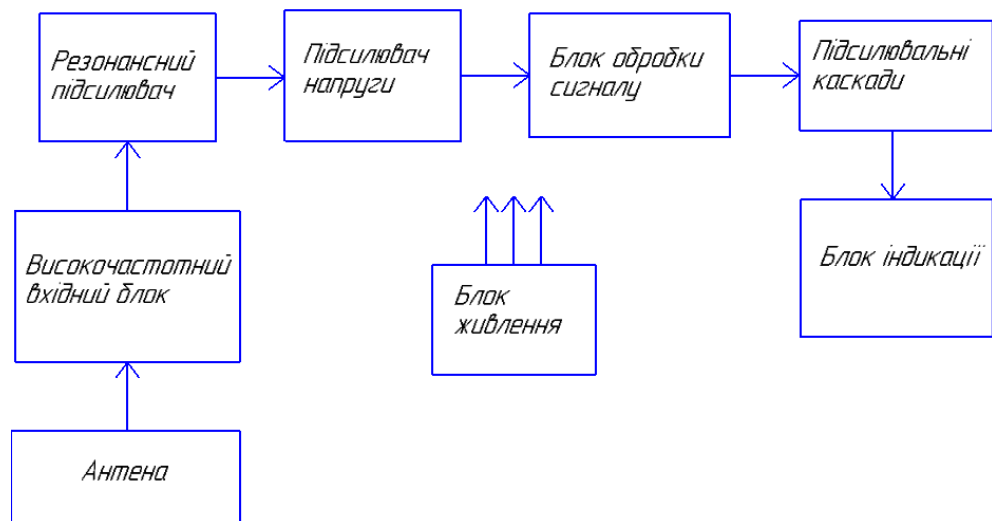


Рисунок 1.2 – Структурна схема приймача

### 1.3 Проєктування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Схема електрична принципова - це графічне зображення, яке показує взаємодію між компонентами електричної системи чи пристрою і розкриває принцип їх роботи.

Кожен елемент принципової схеми кожен елемент зображений у вигляді спеціального символу.

Символ - це графічне представлення електричних характеристик і функціонального призначення елемента. Символи підключені між собою за допомогою ліній, які показують напрямок потоку сигналу або електричного струму.

Використання електричної принципової схеми дозволяє проєктувати та аналізувати схеми без необхідності створення їх фізичних моделей.

Оскільки електрична принципова схема використовується для ремонту електричних систем, основними вимогами до неї є її точність та чіткість, для скорочення витрати часу знаходження та усунення причини несправності приладу.

Коли радіоприймач віддалений від передавача настільки, що сигнал на виході ЗЧ недостатньо для відкриття транзистора VT3, транзистор VT4 буде закритий і почнеться зарядка конденсатора C11 через резистор R11. На це потрібно 6...7 с, після чого транзистори VT5, VT6 відкриються і почне працювати імпульсний генератор ЗЧ. На акустичний випромінювач HA1 з вбудованим генератором і світлодіод HL1 буде періодично поступати напруга живлення і почне звучати сигнал і мигати світлодіод.

Так приймач своїм переривчастими сигналами з наростаючою частотою нагадує користувачу, що радіоконтакт з контролюючим об'єктом втрачений. І як тільки радіоприймач опиняється в області дії передавача, перші ж імпульси на базі транзистора VT4 призводять до розрядження конденсатора C11 і сигнал тривоги зупиняється.

В якості каскаду для розрахунку було вибрано підсилювальний каскад на транзисторах VT3. (див. рис. 1.3)

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 12   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

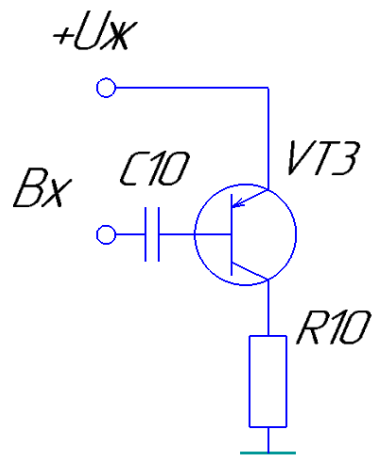


Рисунок 1.3 – Підсилювальний каскад із схеми принципової

1.Визначити величину напруги живлення каскаду з урахуванням падіння напруги на резисторі фільтру

$$E'_K = (0,8 \dots 0,9)E_K \quad (1.1)$$

$$E'_K = 0,8 \cdot 3,6 = 5,04\text{В}$$

2.Визначити величину струму спокою колекторного кола

$$I_{K0} \approx 1,4I_{BXm \text{ наст.}} \quad (1.2)$$

$$I_{K0} \approx 1,4 \cdot 1 = 1,4\text{А}$$

3.Визначити опір колекторного навантаження транзистора

$$R_K = 0,4 \cdot E' / I_{K0} \quad (1.3)$$

$$R_K = 0,4 \cdot 5,04 / 1,4 = 1,44\text{Ом}$$

4.Визначити опір резистора в колі емітера

$$R_E = \Delta U_E / I_{K0} \quad (1.4)$$

$$R_E = 0,1 / 1,4 = 0,07$$

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 13   |

5. Вибрати резистор з потужністю розсіювання

$$P_{\text{РОЗС}} = (I_{\text{К0}})^2 R_{\text{К}} \quad (1.5)$$

$$P_{\text{РОЗС}} = (1,4)^2 * 0,07 = 0,13 \text{ Вт}$$

6. Визначити ємність блокувального конденсатора в колі емітера

$$C_E \geq (10 \dots 20) / 2\pi F_H R_E \quad (1.6)$$

$$C_E \geq 10/2 * 3,14 * 200 * 0,07 = 0,11 \text{ Ф}$$

7. Знайти напругу між колектором та емітером транзистора в режимі спокою

$$U_{\text{К0}} = E'_K - I_{\text{К0}} R_{\text{К}} - I_{\text{К0}} R_E \quad (1.7)$$

$$U_{\text{К0}} = 5,04 - 1,4 * 1,44 - 1,4 * 0,07 = 2,92 \text{ В}$$

8. Знайти вхідний опір транзистора по змінному струму

$$R_{\text{ВХ транз.СЕ}} = \Delta U_{\text{Б}} / \Delta I_{\text{Б}} \quad (1.8)$$

$$R_{\text{ВХ транз.СЕ}} = 0,15 / 0,4 = 0,37 \text{ Ом}$$

9. Вибрати струм базового дільника

$$(3 \dots 10) I_{\text{Б0}} \leq I_d < (0,1 \dots 0,15) I_{\text{К0}} \quad (1.9)$$

$$0,3 \text{ А} \leq I_d < 2,1 \text{ А}$$

10. Визначити опори резисторів дільника

$$R_I = E_K - U_{\text{Б0}} - U_E / I_d + I_{\text{Б0}} \quad (1.10)$$

$$R_I = 5,04 - 0,15 - 0,1 / 1 + 0,10 = 4,3 \text{ Ом}$$

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 14   |

#### 1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

При виборі компонентної бази для даного пристрою слід керуватись певними критеріями:

- температурних режимів роботи;
- маси та габаритів;
- надійності елементів;
- стабільність параметрів;
- вартості та доступності елементів.

Тому при конструюванні даного приладу була вибрана така елементна база:

Вибираємо даний операційний підсилювач (DA1) КР140УД1208 не випадково, він здатний працювати при напрузі  $2 \times 1.5V$  споживаючи струм  $30 \dots 60 \mu A$ , та підсилувати сигнал до 50000раз. Також в даному операційному підсилювачі є частотна корекція, а створення коефіцієнта підсилення (K) на лінію пропускання рівно 1МГц. Тому щоб зверху обмежити лінію пропускання до 2 кГц достатньо вибрати  $K=R9/R7=500$ .

(див. рис. 2.1)

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 15   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

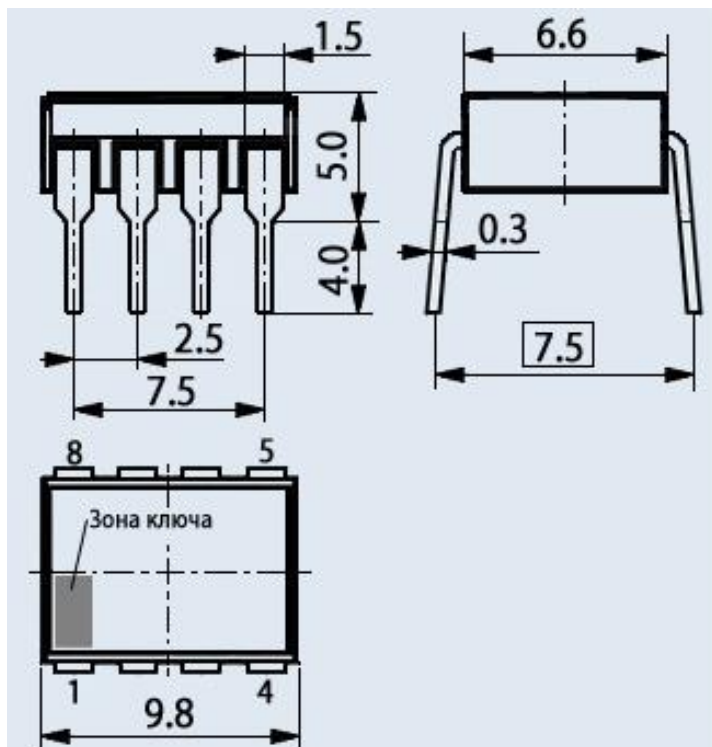


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри операційного підсилювача KP140UD1208

Основні параметрами мікроконтролера KP140UD1208:

- Номінальна напруга живлення, В.....15;
- Напруга зміщення нуля, м.....6;
- Коефіцієнт підсилення напруги..... $50 \times 10^3$ ;
- Струм споживання мкА.....30;

В обох схемах вибираємо транзистори(VT1-VT6) серії КТ3102 та КТ3107 оскільки це малощумні транзистори які володіють великим коефіцієнтом підсилення та спроможні працювати при малих струмах колектора та низькій напрузі живлення на частотах декілька десятків МГц. (див. рис. 1.5,1.6)



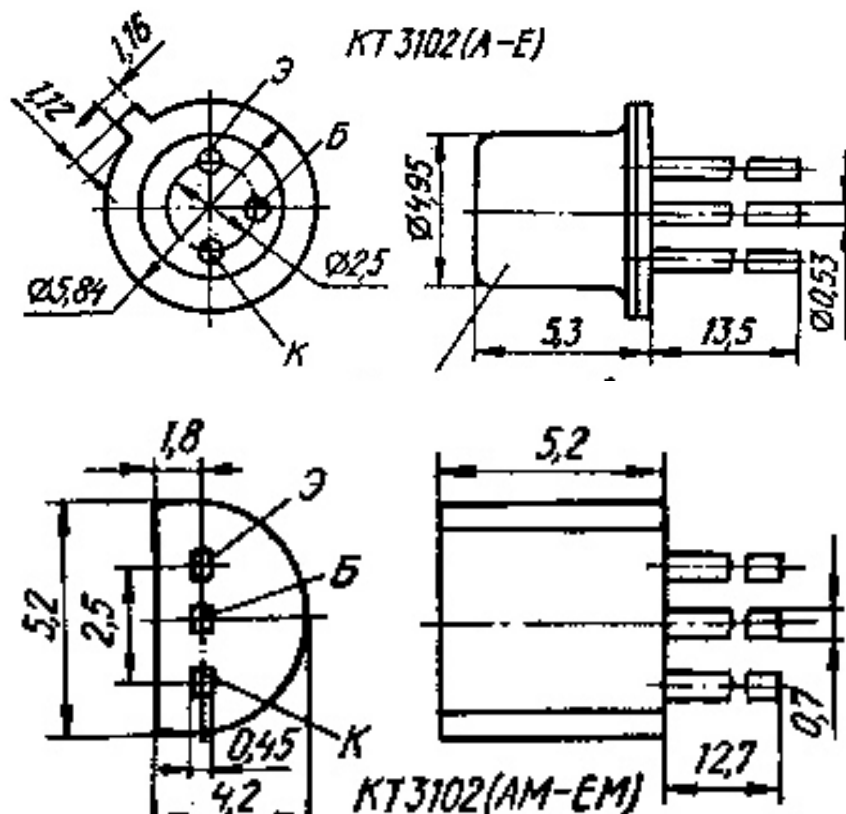


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри транзисторів KT3102

Основні параметри транзисторів KT3102:

- Максимально допустима напруга колектор-база, В .....50;
- Максимально допустима напруга колектор-емітер, В .....50;
- Максимально допустимий постійний струм колектора, мА .....100;
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму, МГц ..... 150;
- Максимально допустима розсіювана потужність колектора, мВт .....250;
- Статичний коефіцієнт передачі струму ..... 100...200;
- Діпазон робочих температур, °С .....-55...+85;

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ТОП 2.000.001 ПЗ

Арк.

17

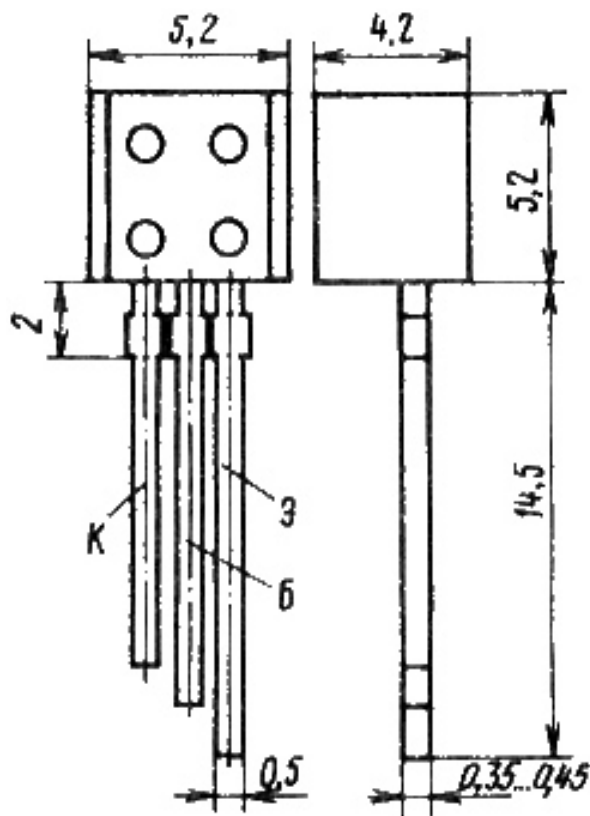


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри транзисторів КТ3107

Основні параметри транзисторів КТ3107:

- Максимально допустима напруга колектор-база, В .....50;
- Максимально допустима напруга колектор-емітер, В .....45;
- Максимально допустимий постійний струм колектора, мА .....100;
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму, МГц ..... 200;
- Максимально допустима розсіювана потужність колектора, мВт .....300;
- Статичний коефіцієнт передачі струму ..... 70...140;
- Діпазон робочих температур, °С .....-55...+85;

Транзистор (VT1) обираємо КП103 тому що вони малопотужні. (див. рис. 1.7)

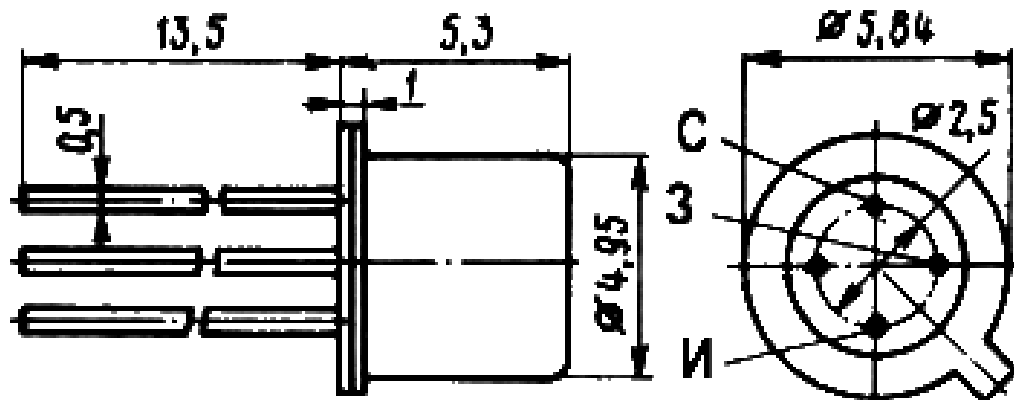


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд транзистора КП103

Основні параметри транзисторів КП103:

- Максимально допустима напруга колектор-база, В .....10;
- Максимально допустима напруга колектор-емітер, В .....15;
- Початковий струм стоку, мА ..... 0,3...2,5;
- Максимально допустима розсіювана потужність , мВт .....7;
- Діпазон робочих температур, °С .....-55...+85;

Вибираємо дріт ПСЛ 0.8 для рамкової антени (WA1) яку ми просто встановлюється, їй не потрібно виділяти спеціальні місця на платі а можна просто розмістити по периметру корпусу.

Вибираємо дані резистори (R1-R15) CF-100 через низьку вартість, велику робочу температуру та можуть працювати в колах постійного, змінного та імпульсного струмів. (див. рис. 1.8)

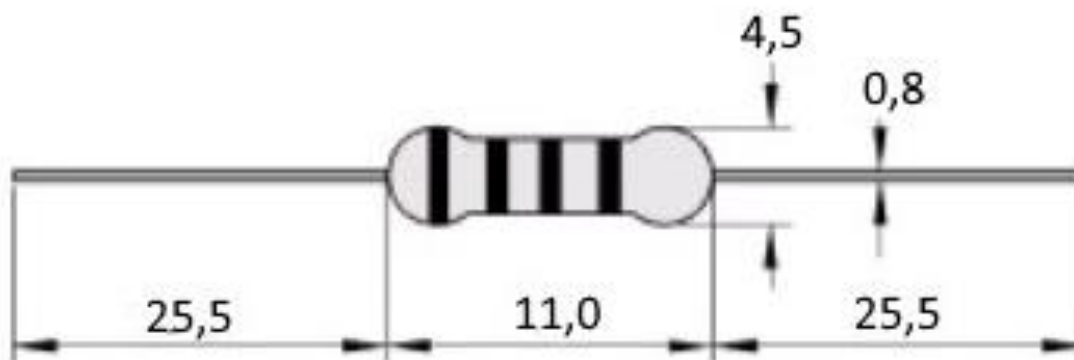


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри резисторів CF-100

Основні параметри резисторів CF-100 (С1- 4):

- Діпазон робочих температур, °С .....-55...+155;
- Діпазон номінальних опорів .....1Ом...10МОм;
- Максимальна робоча напруга, В..... 500;

Конденсатор С2 вибираємо КТ4-23 його тому що у нього потрібний діапазон ємності, хороший діапазон температур та невеликі відхилення номінальної ємності. (див. рис. 1.9)

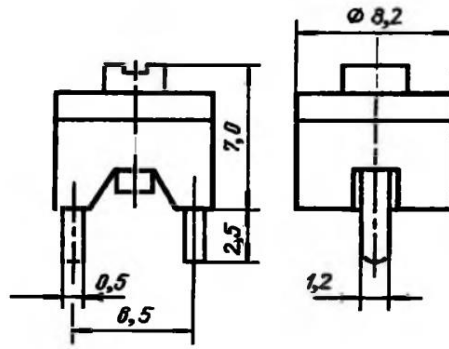


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри та характеристики змінного конденсатора  
КТ4-23.

Основні параметри конденсатора КТ4-23:

- Діапазон робочих температур, °С .....-60...+100;
- Діапазон номінальних ємностей .....6пФ...25пФ;
- Номінальна напруга, В..... 200;

Конденсатори керамічні (С1,С4,С5,С6,С10) К10-176 використовуємо дані конденсатори тому що в них великий діапазон температур великий діапазон номінальних ємностей, та мінімальні відхилення ємностей. (див. рис. 1.10)

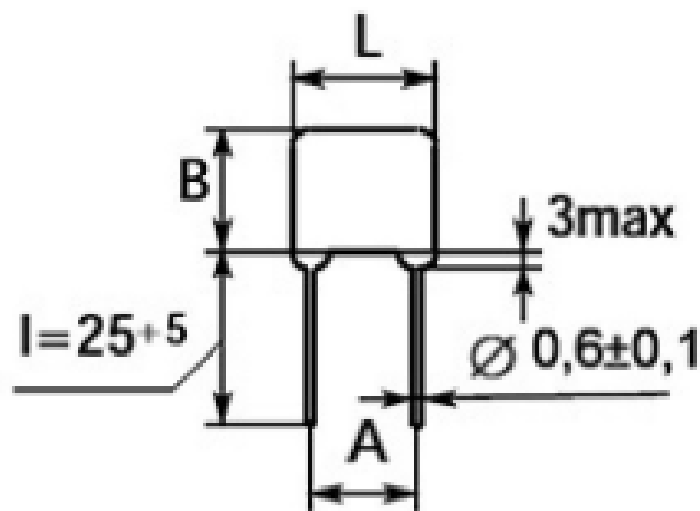


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри та характеристики конденсаторів К10-176

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Основні параметри конденсатора К10-17б:

- Діпазон ємностей, пФ .....2,2...3000;
- Допустиме відхилення ємностей .....20%;
- Номінальна напруга, В.....50;
- Діпазон температур, °С..... -60...+125;

В якості електролітичних конденсаторів (С3,С8,С9,С11,С12,С13) було вибрано конденсатори К50-35 тому що в них є велика надійність, низька вартість, стабільність параметрів. (див. рис. 1.11)

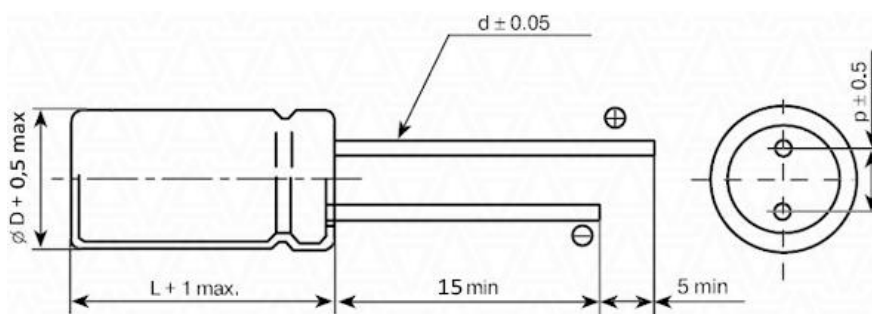


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри електролітичного конденсатора К50-35

Основні параметри конденсатора К50-35:

- Діпазон ємностей, мкФ .....2,2...4200;
- Допустиме відхилення ємностей .....20%;
- Номінальна напруга, В.....100;
- Діпазон температур, °С..... -60...+100;

Для подачі інформації якщо пристрій далеко використовуємо акустичний випромінювач (НА1) GS1205S тому що він містить вбудований генератор та робочу напруга 3...5В. (див. рис. 1.12)

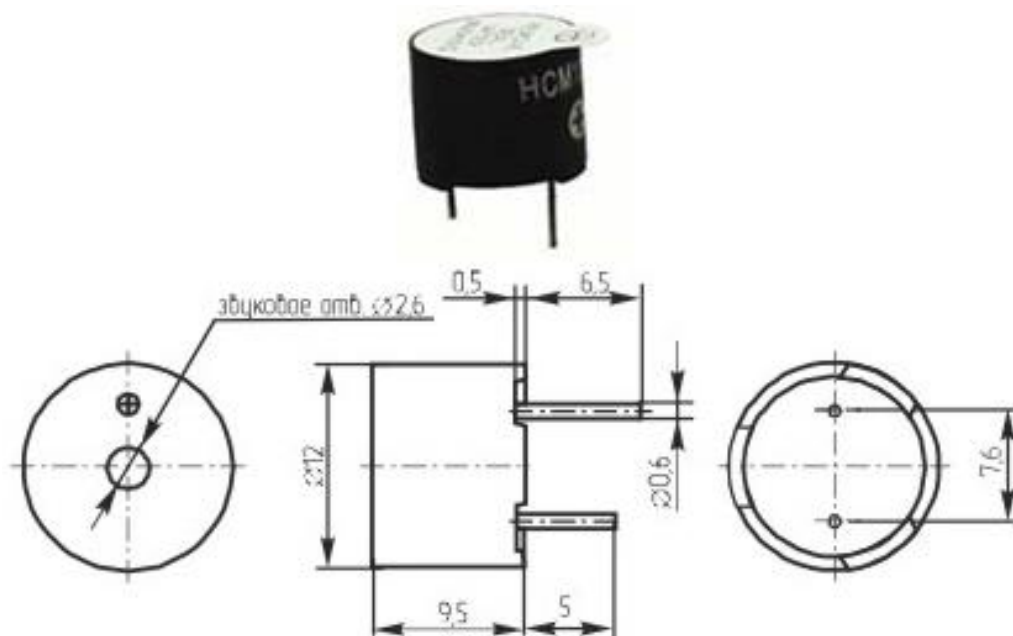


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри акустичного випромінювача GS1205S

#### Основні параметри акустичного випромінювача GS1205S

- Гранична вхідна напруга,В.....4-6,5;
- Номінальна вхідна напруга,В .....5;
- Рівень звукового тиску (10см)не менше,дБ .....83;
- Інтервал робочих температур, °С .....-20...+70;
- Резонансна частота,Гц .....2300±500;

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ТОП 2.000.001 ПЗ

Арк.

23

Вибираємо Діод (VD1) КД503Б тому що вони призначені для застосування в якості перемикаючих елементів в імпульсних швидкодіючих пристроях наносекундного діапазону. (див. рис. 1.13)

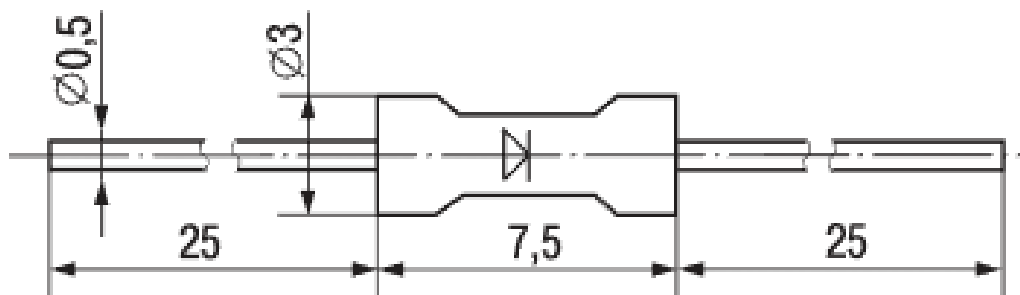


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри діода КД503Б

Основні параметри діода КД503Б:

- Максимальна постійна зворотня напруга,В .....30;
- Максимальний прямий струм,мА .....20;
- Постійна пряма напруга,В .....не більше 1 В при 10 мА;
- Постійний прямий струм,мкА .....10 мкА при 30 В;
- Общая ємність,пФ .....2,

Світлодіод (HL1) вибираємо АЛ341Б тому що він є індикаторним та мають яскравий червоний колір при струмі 10 мА та напрузі 2.8 В.

(див. рис. 1.14)



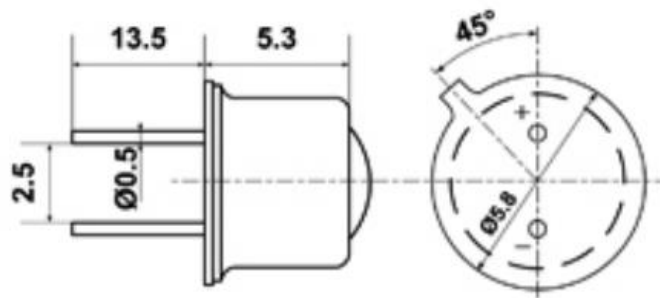


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри світлодіода 3Л341Б

Основні параметри акустичного випромінювача 3Л341Б:

- Колір світіння, .....червоний;
- Довжина хвилі, нМ .....690;
- Мінімальна сила світла, мКд .....0,5;
- Максимальна сила світла, мКд .....0,5;
- Максимальна пряма напруга, В .....2,8;
- Максимальна зворотня напруга, В .....2;
- Робоча температура, °С .....-60...+70;

Для роботи пристрою вибираємо дану акумуляторну батарею (GB1) Samsung GT-i9100 тому що вона займає мало місця та має велику ємність.  
(див. рис. 1.15)

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 25   |



Рисунок 1.15 – Габаритні розміри акумуляторної батареї GT-i9100

Основні параметри акумуляторної батареї GT-i9100:

- Напруга,В .....3,6;

-Ємність,МА.....1650МА;

Дросель (L3) вибираємо RF CHOKE через невеликі відхилення хороший діапазон температур індуктивності. (див. рис. 1.16)

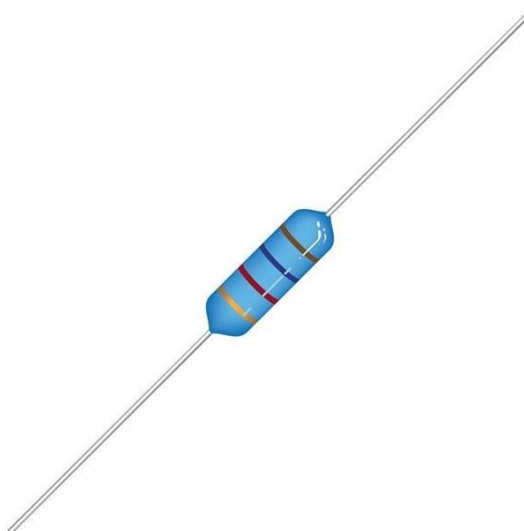


Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд дроселя RF CHOKE.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 26   |

Основні параметри дроселя RF CHOKE:

- Відхилення індуктивності,% .....10;
- Індуктивність,мГн .....22;
- Робоча температура, °С .....-55...+105;

Тактову кнопку (SA1) вибираємо TS06TI-050 вона застосовується для включення пристрою. (див. рис. 1.17)



Рисунок 1.17 – Зовнішній вигляд кнопки TS06TI-050.

Основні параметри тактової кнопки TS06TI-050.

- Розмір,мм.....6x6;
- Робочий струм,мА.....: 50;
- Робоча напруга,В.....12;

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 27   |

Кварцовий резонатор (ZQ1) вибираємо НС-49U тому що він задає потрібну частоту яка є дозволеною в охоронних системах. Кварцовий резонатор має непогані характеристики. (див. рис. 1.18)

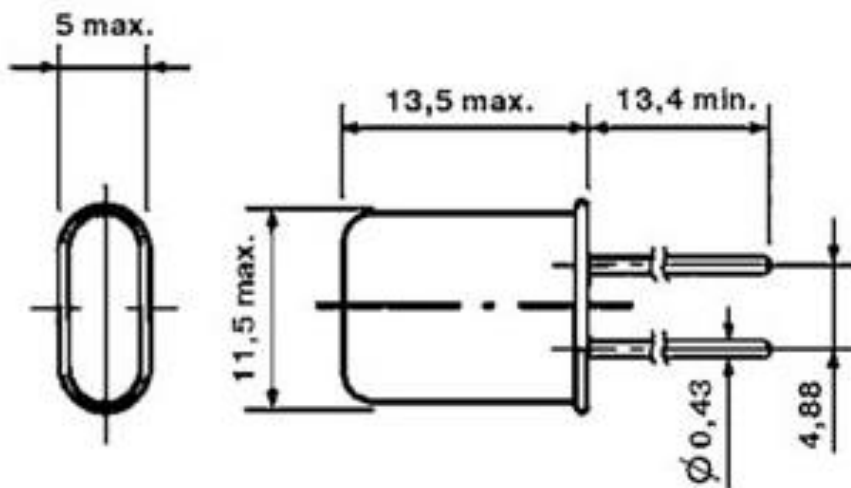


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри кварцового резонатора НС-49U

Основні параметри кварцового резонатора НС-49U.

- Робоча температура, °C .....-20...+70;
- Резонансна частота, МГц .....26,945;
- Ємність навантаження, пФ .....26,945;

Котушки (L1,L2) обираємо власного виробництва це дві котушки, які розміщені на регульованому феромагнітному осерді. Котушка (L1) містить 12 витків дроту ПЄВ-2 з відводом посередині а, котушка (L2) містить 4 витка дроту ПЄЛШО.

## 1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

Процес компоновки друкованого вузла пристрою полягає в організації розташування компонентів електронної схеми на друкованій платі з метою забезпечення взаємодії між ними та оптимальної функціональності пристрою.

В двох платах використовуємо вивідні елементи, які встановлюються в отвори на друкованій платі, та формуються під кутом  $30^\circ$  та обрізаємо.

Всі елементи розміщені на друкованих платах, на платах елементи розміщені по функціональних групах, важкі елементи розміщені по краях. В передавачі кнопка та світлодіод розміщені з другої сторони плати для зменшення габаритів.

В приймачі по центру розміщена мікросхема, що дозволило спростити трасування також на платі розміщені акустичний випромінювач та елемент індикації, також є 2 отвори, в які запаюється рамкова антена для приймання сигналу від передавача.

Також в передавачі та приймачі є котушки змінної індуктивності, які зручно розміщені для легкого доступу до них у разі потреби зміни їх параметрів.

Друкований вузол приймача виконаний на односторонній платі, елементи використані компактні, при трасуванні друкованого вузла враховувалось розміщення елементів, воно є рівномірним, по центру плати розмістилась мікросхема, що дозволило спростити трасування. Конструювання було виконане так, щоб всі елементи розміщені на друкованому вузлі значно спрощують конструкцію виробу. Елемент живлення закріплена до верхньої кришки на клеючу прокладку, де найнижчі елементи, антена кріпиться також до верхньої кришки на двохсторонній скотч, гніздо запаєне на друковані платі виступає із корпуса прикріплене до плати і це є дуже технологічно.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 29   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

Друкований вузол буде кріпитися до верхньої кришки на спеціальних стійках, між собою кришки кріпляться теж з допомогою стійок на само нарізних гвинтах. Друкований вузол виконаний на односторонній платі, елементи використані компактні, при трасуванні друкованого вузла враховувалось розміщення елементів, воно є рівномірним, з другої сторони розмістились кнопка та світлодіод, що дозволило спростити розміщення плати в корпусі. Конструювання було виконане, щоб всі елементи розміщені на друкованому вузлі, що значно спрощує конструкцію виробу. Елемент живлення закріплена до нижньої кришки на клеючу прокладку де найнижчі елементи, антена кріпиться також до верхньої кришки на двохсторонній скотч і це є дуже технологічно.

Потужних елементів у схемі немає, тому виріб не вимагає додаткового охолодження, через це не використовується ні радіатори,~~ ні перфорація корпусу.

Основним компонентом у проєктованому приладі є друкований вузол. В даному пристрої він виготовляється із одностороннього фольгованого склотекстоліту СФ–2–35Г–1.5 ДСТУ 10316-78, товщиною 1.5 мм.

Склотекстоліт фольгований СФ–2–35Г–1.5 являє собою шаруватий пресований матеріал, виготовлений на основі склотканини, просоченої термореактивним сполучною, і покритим мідною електролітичною гальваностійкою фольгою товщиною 35 мкм з одного або обох боків.

У процесі ми використовуємо фольгований склотекстоліт, який має товщину 35мкм. Мідний шар використовується як провідний матеріал. Цей матеріал володіє потрібними провідними властивостями та добре сприяє адгезії з ізолюючим матеріалом.

Виготовлення плати здійснюється комбінованим методом, оскільки цей метод є найпоширенішим у виробництві плат даного типу. Основна ідея цього методу полягає в травленні діелектрика і металізації отворів за допомогою

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 30   |

електрохімічного методу для створення провідників. Шляхом травлення фольгованого матеріалу і наступного витравлення фольги з окремих ділянок плати досягається чіткість ліній провідників на друкованій схемі. Крім того, цей метод є менш трудомістким порівняно з електрохімічним методом. Використання друкованих плат забезпечує більшу надійність, оскільки діелектрик перебуває у сприятливих умовах, завдяки захисту фольги від впливу електроліту.

Перевагами даного методу є: простота, можливість застосування автоматизації.

Недоліки: для здійснення двостороннього монтажу виникає потреба у використанні металевих втулок, що веде до непродуктивного витрати міді.

Після виготовлення друкованої плати проводимо складання друкованого вузла.

Процес складання поділяється на такі основні операції:

–Комплектування, маркування.

–Формування виводів електрорадіоелементів здійснюється автоматизовано за допомогою установок для формування.

–Лудження радіоелементів. Здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС - 61.

–Установка ЕРЕ, що будуть запаюватись автоматизовано. Встановлення ЕРЕ проводиться вручну оскільки є велика кількість типів елементів і використовувати автоматизований метод установки для серійного виробництва не доцільно.

–Автоматизована пайка ЕРЕ. Здійснюється методом пайки хвилею

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 31   |

(припой ПОС-61), що значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла.

–Рихтування пайки – це виправлення пайок, здійснюється вручну. Рихтування здійснюють не більше 15% від усіх пайок.

–Регулювання і технічний контроль. Здійснюється на пульті згідно інструкції.

Після виконання техпроцесів отримуємо друкований вузол проектованого пристрою.

Параметри монтажу пристрою для пошуку загублених речей

1. Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати ( ДСТУ 4.010.022 – 85 ).  
Вибираємо метод виготовлення – комбінований, клас точності – 2.

2. Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} \quad (1.11)$$

де  $I_{\max}$  - максимальний постійний струм, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, ,  $I_{\max} = 0.2 \text{ А}$  ;

$I_{\text{доп}} = 20 \text{ А/мм}^2$  – допустима густина струму для комбінованого методу виготовлення.

$t = 35 \text{ мкм}$  – товщина провідника.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 32   |



$$b_{\min 1} = \frac{0,2}{20 \cdot 0,035} = 0,29 \text{ мм} \quad (1.12)$$

3. Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{p \cdot I_{\max} \cdot l}{t \cdot U_{\text{доп}}} \quad (1.13)$$

де:  $p = 0,050 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,315 \text{ м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,5B$  – допустиме падіння напруги.

$$b_{\min 2} = \frac{0,050 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 0,2 \text{ А} \cdot 0,20 \text{ м}}{0,5B \cdot 0,035 \text{ мкВ}} = 0,114 \text{ мм}$$

4. Визначаю значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (1.14)$$

де:  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ере)

$\Delta d_{н.в.}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 33   |

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3 мм.

$d_E = 1,2$  для змінного конденсатора.

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,2 + 0,1 + 0,1 = 1,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 1,4 (мм).

5. Розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi \quad (1.15)$$

де:  $h\phi$  – товщина фольги;  $D_{1\min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки;

$$D_{1\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.16)$$

де:  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0.045 \text{ мм.}$$

$\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,2 \text{ мм, } \delta_p = 0,35 \text{ мм.}$$

$d_{\max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (1.17)$$

де:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,4 + 0,1 + 0,1 = 1,6 \text{ мм}$$

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 34   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

$$D_{1min1} = 2 \left( 0,045 + \frac{1,6}{2} + 0,2 + 0,35 \right) = 2,79 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,79 + 1,5 \cdot 0,035 = 2,84 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.18)$$

$$D_{max1} = 2,84 + 0,04 = 2,88 \text{ мм}$$

6. Визначаю ширину провідників:

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h_{\phi} \quad (1.19)$$

де:  $b_{1min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.  $b_{1min} = 0,18 \text{ мм}$   
для плат 2- го класу точності.

$$b_{min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,253 \text{ мм}$$

7. Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta_l \right) \right] \quad (1.20)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,88}{2} + 0,35 \right) + \left( \frac{0,9}{2} + 0,15 \right) \right] = 0,11 \text{ мм}$$

де:  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_p) \quad (1.21)$$

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 35   |

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,88 + 2 \cdot 0,35) = 1,08 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_d) \quad (1.22)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,88 + 2 \cdot 0,15) = 0,68 \text{ мм}$$

Під час електричного розрахунку було розраховано діаметр монтажних отворів: 1,4.

Мінімальна ширина друкованих провідників становить 0,21 мм.

Мінімальна відстань між елементами провідного малюнку становлять:

Між провідниками і контактною площадкою – 0.11 мм;

Між двома контактними площадками – 1,08 мм;

Між двома провідниками – 0,68 мм

## 1.6 Висновок до розділу 1

В основній частині було розроблено структурну схему, описано схему електричну принципову також було проведено вибір та обґрунтування компонентної бази.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 36   |

## 2 Спеціальна частина (САПР)

### 2.1 Вибір САПР

Система автоматизованого проєктування (САПР) є комп'ютерною програмою, яка призначена для автоматизації процесів проєктування. Вона широко використовується в різних галузях, включаючи електронну, електричну, інженерну та інші види проєктування.

САПР складається з різноманітних модулів, які дозволяють здійснювати різні етапи проєктування, починаючи від створення концептуальних рішень і закінчуючи підготовкою виробничої документації. Серед таких модулів можуть бути редактори креслень, системи моделювання, програми для аналізу стійкості та надійності систем, програми для планування виробництва та інші.

Основні переваги використання САПР полягають у збільшенні продуктивності, скороченні часу, необхідного для розробки проєкту, зменшенні кількості помилок та підвищенні точності розрахунків. Використання САПР сприяє ефективнішому використанню ресурсів і полегшує співпрацю між різними спеціалістами, що працюють над проєктом.

В даній кваліфікаційній роботі було використано систему автоматизованого проєктування - Altium Designer.

Altium Designer - це повнофункціональний редактор схем, який включає потужні можливості спільної роботи та широкий набір інструментів для швидкого створення, редагування, моделювання та документування електричних схем.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 37   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

Таблиця 3.1 – Послідовність створення бібліотеки Altium Designer

| Операція                                       | Опис   |
|--|--|
| Створення нового файлу інтегрованої бібліотеки | Створити новий проєкт інтегрованої бібліотеки: File→New→Library →Integrated library. Зберегти проєкт в створеній для нього теці.   |
| Додавання файлу бібліотеки посадочних місць    | Відкрийте вікно панелі Projects та оберіть у ньому опцію "Додати" і введіть "PCB Library" у діалоговому вікні, що з'явиться, після чого натисніть "ОК".  |
| Додавання елемента посадочного місця           | У вікні панелі Projects вибрати опцію Add і вести Schematic Library в діалоговому вікні яке з'явилося та натиснути ОК.   |
| Заповнення створених файлів бібліотек          | Підбираючи необхідні складові з панелі інструментів, створіть схематичні позначення та посадкові місця відповідно до даташитів.  |
| Компіляція бібліотеки                          | З допомогою натискання ПКМ у вікні Projects на піктограмі інтегрованої бібліотеки, у діалоговому вікні обрати пункт Compile integrated library. Якщо у вікні Messages, з'явилися помилки, то усунути їх та повторити компіляцію. |

## 2.2 Застосування САПР для проєктування друкованої плати

В результаті використання САПР отримано друковані плати передавача та приймача для проєктованого пристрою для пошуку загублених речей, вигляди які зображені на рисунках 2.1,2.2. 3D модель друкованих плат зображені на рисунках. 2.3,2.4.

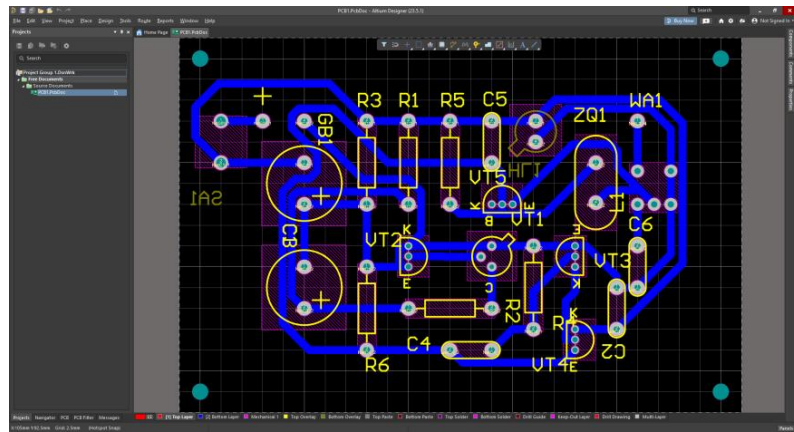


Рисунок 2.1 – Друкована плата передавача, розроблена в Altium Designer

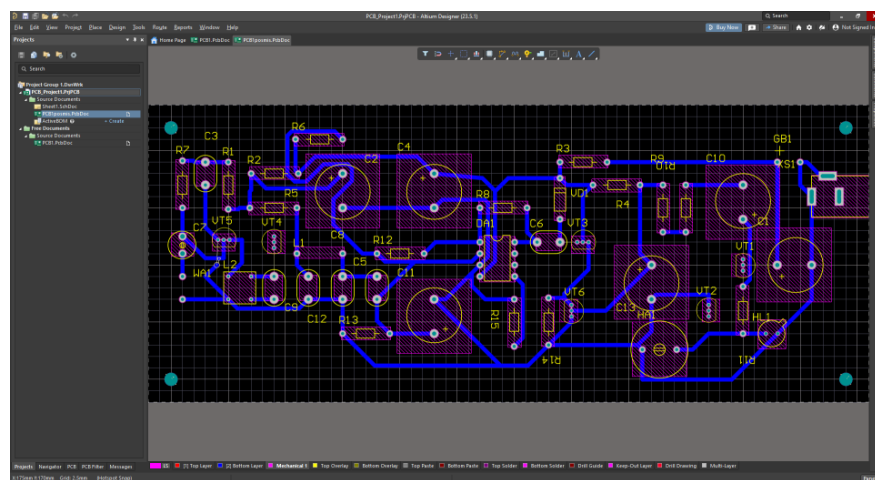


Рисунок 2.2 – Друкована плата приймача, розроблена в Altium Designer

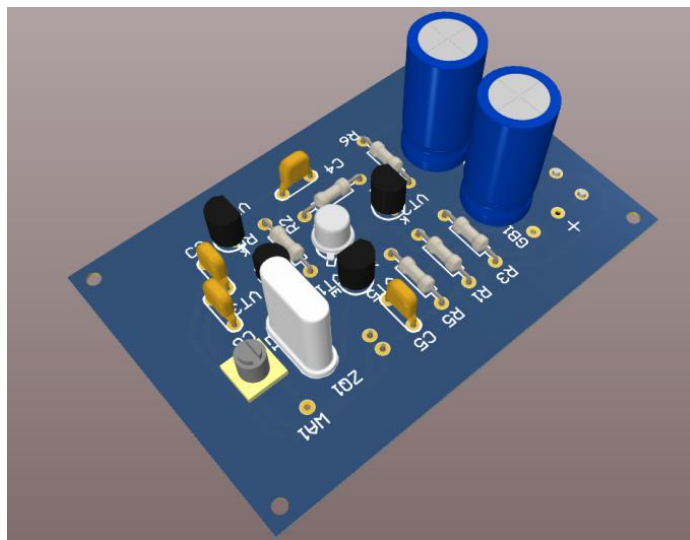


Рисунок 2.3 – 3D модель друкованої плати передавача Altium Designer

|     |      |          |        |      |
|-----|------|----------|--------|------|
|     |      |          |        |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ТОП 2.000.001 ПЗ

Арк.

39



Рисунок 2.3 – 3D модель друкованої приймача Altium Designer

### 2.3 Висновок до розділу 2

В спеціальній частині було описано САПР Altium Designer, яке використовувалось для проектування друкованої плати даного пристрою. Був описаний процес створення бібліотеки компонентів та продемонстрована друкована плата, яка була створена з використанням цієї бібліотеки.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 40   |



### 3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Підходи до вирішення проблем охорони праці відрізнялися в різних країнах і на різних етапах і залежали від численних факторів. Сучасною аксіомою практично у всіх розвинених промислових країнах є відповідальність роботодавця за безпеку та здоров'я працівників під час праці. Однак, сто-сто п'ятдесят років тому такий погляд не був загальноновизнаним. Тоді поширені думки переважно йшли про те, що працівники самі несуть ризик отримання травми чи захворювання, коли розпочинають роботу. Оскільки будь-яка робота пов'язана з певними виробничими ризиками, травми та захворювання сприймалися як щоденна нормальна ситуація, а не як виняток.

#### 3.1 Значення адаптації в трудовому процесі.

Трудова діяльність людини нерозривно пов'язана з виробничим оточенням. Ефективне виконання роботи працівником можливе лише при наявності оптимальних зовнішніх умов. У разі зміни цих умов на несприятливі, організм людини активує спеціальний механізм адаптації, який забезпечує стійкість внутрішнього середовища або його припустиму зміну. Адаптація є важливим інструментом у запобіганні травматичних ситуацій, нещасних випадків під час праці та має велике значення для охорони праці. Адаптація - це процес, за допомогою якого організм та його органи адаптуються до змінних умов зовнішнього середовища.

Адаптація в трудовій сфері може приймати різні форми, у науковій літературі визначаються такі як фізіологічна, психологічна, соціальна та професійна [18,19,20,21,22,23].

Фізіологічна адаптація включає комплекс фізіологічних реакцій, які сприяють пристосуванню організму до змін зовнішніх умов і збереженню

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 41   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

стійкості його внутрішнього середовища, що називається гомеостазом. Гомеостаз передбачає динамічну рівновагу між організмом та зовнішнім середовищем, забезпечуючи стійкість основних фізіологічних функцій людського організму. Адаптаційний механізм полягає у внутрішніх змінах, які відбуваються в організмі, щоб відповісти на зміни у зовнішньому середовищі. Це включає зміни чутливості аналізаторів, розширення фізіологічних резервів організму та модифікацію певних параметрів функцій організму в межах допустимого. Фізіологічна адаптація дозволяє підтримувати стабільність організму під впливом холоду, тепла, недостатнього кисню, зміни атмосферного тиску та інших факторів. При цьому реактивність організму та його початковий функціональний стан впливають на процес фізіологічної адаптації.

Фізіологічна адаптація до роботи є активним процесом, і за сприятливих умов виробничого середовища та оптимальних навантажень вона підвищує стійкість і продуктивність організму, розширює його резервні можливості та зменшує ризик захворювань і травматизму. Однак коливання умов праці мають свої межі, і якщо інтенсивність впливу факторів виробничого середовища перевищує можливості адаптації організму, можуть виникнути патологічні зміни в фізіологічних системах, що призводить до зниження стійкості та погіршення здоров'я.

Психологічна адаптація відображає процес, за яким особистість намагається встановити оптимальну гармонію з оточуючим середовищем під час виконання своєї діяльності. Різні фактори, такі як швидкість обробки інформації, пам'ять, сприйняття та реакція на стресові ситуації, впливають на процес психологічної адаптації. При виконанні праці психологічна адаптація залежить від особистих характеристик працівника, його психічного стану, реакцій на стрес та конкретних умов праці.

Соціальна адаптація відображає процес пристосування працівника до системи взаємодії у робочому колективі, включаючи норми, правила, традиції

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 42   |

та цінності. Під час соціальної адаптації працівник засвоює різноманітну інформацію про колектив, в якому працює, і про систему професійних та особистих відносин. Цей процес може вимагати часу та зусиль, але в результаті працівник стає більш інтегрованим у колектив та здатним ефективно взаємодіяти з іншими працівниками.

Кожен з видів адаптації важливий для успішного функціонування працівника в трудовій діяльності. Фізіологічна адаптація дозволяє зберегти стійкість організму і здоров'я в умовах різних фізичних навантажень і впливів довкілля. Психологічна адаптація сприяє розвитку ефективних когнітивних та емоційних стратегій, що допомагають працівнику успішно впоратися з різними викликами та стресовими ситуаціями. Соціальна адаптація допомагає створити гармонійні відносини в колективі та впливає на задоволеність праці та загальний клімат у робочому середовищі. Всі ці види адаптації взаємопов'язані і спільно впливають на пристосування працівника до трудової діяльності і його успішність.

Якщо процес соціальної адаптації протікає незадовільно, це може призвести до підвищення рівня стресу на роботі, що може вплинути на поведінку працівника і спричинити між особові конфлікти або нещасні випадки.

Професійна адаптація - це процес пристосування до трудової діяльності в усіх її аспектах, включаючи адаптацію до робочого місця, інструментів і засобів праці, об'єктів та матеріалів, особливостей технологічних процесів, робочого графіку і т.д.

Професійна адаптація проявляється у розвитку стійкого позитивного ставлення працівника до своєї професії, набутті необхідного рівня вмінь і навичок, формуванні властивостей, необхідних для якісного виконання роботи. Вона визначається необхідним мінімумом знань і навичок, які працівник отримав під час навчання на спеціальності, ступенем відповідальності, практичністю, діловитістю і т.д. Адаптація вважається

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 43   |

завершеною, коли працівник досягає кваліфікації, яка відповідає наявним стандартам.

Кожен з розглянутих видів адаптації впливає на працездатність та здоров'я працівника, формує певний рівень чутливості і стійкості до психоемоційного навантаження, яке, у разі негативного розвитку, може суттєво змінити надійність професійної діяльності.

### 3.2 Психофізіологічне розвантаження для працівників

За умови високого рівня робіт з ЕОМ рекомендується психофізіологічне розвантаження у спеціально обладнаних приміщеннях (кімнати психофізіологічного розвантаження) під час регламентованих перерв або в кінці робочого дня.

При проведенні сеансів психофізіологічного розвантаження рекомендується використовувати деякі елементи методу аутогенного тренування, який ґрунтується на свідомому застосуванні комплексу взаємопов'язаних прийомів психічної саморегуляції й виконанні нескладних фізичних вправ зі словесним самонавіюванням.

Згідно "ДСанПіН 3.3.2.007-98" [17] наведено перелік протипоказань з боку органів зору та загальних (соматичних) протипоказань, які забороняють роботу на ЕОМ, а також комплекс вправ для поліпшення здоров'я і підвищення працездатності.

Зменшення негативного впливу шкідливих випромінювань і речовин

Для зменшення негативного впливу шкідливих випромінювань від дисплеїв ВДТ і комп'ютерів і поліпшення самопочуття працюючих використовують приєкранні фільтри, а для зниження величини потенціалу зарядів статичної електрики рекомендують застосовувати антистатичне покриття підлоги та зволоження повітря. Від торсійної компоненти штучних електромагнітних

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>ТОП 2.000.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 44   |

випромінювань та полів технічних гарантованих засобів захисту поки що не знайдено.

Для запобігання дії шкідливих речовин встановлюють місцеву припливно-втяжну вентиляцію.

#### Зниження шуму

З метою зниження шуму до санітарно-гігієнічних норм застосовують шумопоглинаючі засоби, вибір яких визначається інженерно-акустичними розрахунками. В якості шумопоглинаючих засобів використовуються негорючі або важкогорючі перфоровані плити, панелі, мінеральна вата, підвісні стелі та інше.

#### Забезпечення необхідного освітлення

Приміщення для роботи з ВДТ і ПЕОМ повинні мати природне та штучне освітлення. Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. У разі переважної роботи з документацією можуть додатково встановлюватися світильники місцевого освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300–500лк. Світильники місцевого освітлення не повинні створювати відблисків на поверхні екрану дисплею.

#### Забезпечення нормального мікроклімату

Нормативні параметри мікроклімату для приміщень з ВДТ та ПЕОМ мають знаходитись в межах: для температури 21–25<sup>о</sup>С, для відносної вологості –40–60%, для швидкості руху повітря – 0,1–0,2м/с і мало залежати від пори року та категорії робіт.

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та іонного складу повітря необхідно передбачати установки і прилади зволоження або штучної іонізації та кондиціонування повітря.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  | 45   |

## ВИСНОВКИ

В процесі проектування було розроблено пристрій для пошуку загублених речей, а також повний комплект конструкторської документації, що включає розроблення креслень друкованої плати, друкованого вузла та його складальне креслення. Перший розділ пояснювальної записки включає розроблення технічного завдання і детальний опис принципу роботи пристрою на структурному та принциповому рівнях.

У другому розділі пояснювальної записки було наведено опис САПР, його ролі та переваг у проектуванні. Додатково було розглянуто програмне забезпечення Altium Designer, яке ефективно використовувалося для реалізації процесу проектування друкованої плати та створення необхідних бібліотек для приладу, забезпечуючи високу якість та точність розробки.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 46   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://dl.tntu.edu.ua/mods/\\_standard/file\\_storage/index.php](https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php) Дата доступу 10.03.2022.
2. КР140УД1208 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://storage.ua.prom.st/705253\\_1208.pdf](https://storage.ua.prom.st/705253_1208.pdf) (дата звернення 08.11.2022).
3. КТ3102 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.5v.ua/ds/trnz/kt3102.htm> (дата звернення 08.11.2022).
4. КТ3107 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.5v.ua/ds/trnz/kt3107.htm> (дата звернення 08.11.2022).
5. КП103 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.5v.ua/ds/trnz/kp103.htm> (дата звернення 08.11.2022).
6. CF-100 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/295807/PREMO/CF-100.html> (дата звернення 08.11.2022).
7. КТ4-23 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://standart-pribor.com.ua/product/kt4-23-7-30-pf-200-v-kondensator/> (дата звернення 08.11.2022).
8. К10-176 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.quartz1.com/price/PIC/450N0021000.pdf> (дата звернення 08.11.2022).
9. К50-35 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://asenergi.com/catalog/kondensatory-elektroliti/k50-35.html#more> (дата звернення 08.11.2022).

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 47   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

10. GS1205S [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.quartz1.com/price/model.php?group=2151&mark=GS1205S> (дата звернення 08.11.2022).
11. КД503Б [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.chipdip.ua/product/kd503b> (дата звернення 08.11.2022).
12. АЛ341Б [Електронний ресурс] –Режим доступу: <http://www.club155.com/datasheet/AL341B>(дата звернення 08.11.2022).
13. Samsung GT-i9100 [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://mcgrp.ua/manual/samsung/gt-i9100-white> (дата звернення 08.11.2022).
14. TS06TI-050 [Електронний ресурс] –Режим доступу: [https://master-plus.com.ua/radio\\_detali/knopki/knopka-taktova-ts06-043-.html](https://master-plus.com.ua/radio_detali/knopki/knopka-taktova-ts06-043-.html) (дата звернення 08.11.2022).
15. HC-49U [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/287980/VANLONG/HC49U.html> (дата звернення 08.11.2022).
16. ДСанПіН 3.3.2.007-98 [Електронний ресурс] –Режим доступу: [https://dnaop.com/html/40949/doc-ДСаНПіН\\_3.3.2-007-98](https://dnaop.com/html/40949/doc-ДСаНПіН_3.3.2-007-98) (дата звернення 12.06.2023).
17. Котиков И. Д. Цивілізація й адаптація. — М.: Прогрес, 2000.
18. Лукашевич Н. П. Виробнича адаптація як елемент трудовий кар'єри працівника. — К.: Знання, 2004.
19. Шекшня С.В. Управління персоналом сучасної організації. – М., 2006.
20. Комісарів Т.А. Управління людськими ресурсами. – Видавництво «Справа», 2002.
21. Вершиніна Т. Н. Взаємозв'язок плинності і виробничої адаптації робітників. — К., 2004.
22. Іванова Е. М. Основи психологічного вивчення професійної діяльності. — М., 2002.

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 48   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |



# ДОДАТКИ

|     |      |          |        |      |                  |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТОП 2.000.001 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                  | 49   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                  |      |

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Пристрій для пошуку загублених речей»

Узгоджено:  
Керівник дипломного проекту  
Марценюк А.С. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАС-41  
Трухан О.П. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Пристрій для пошуку загублених ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Трухан Олександр Петрович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка багатофункціонального синтезатора частоти, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного пристрою ;
- вибір компонентної бази розроблювального пристрою ;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної пристрою ;

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### 4.1. Основні параметри

4.1.1. Пристрій для пошуку загублених речей повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження пристрою повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

### 4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Пристрій для пошуку загублених речей повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на частотоміра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Пристрій для пошуку загублених речей повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Пристрій для пошуку загублених речей повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом с пристрій для пошуку загублених речей і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами пристрій повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект пристрою для пошуку загублених речей повинно входити: пристрій для пошуку загублених речей, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Пристрій для пошуку загублених речей повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях пристрій для пошуку загублених речей повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів синтезатор частоти висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох пристрій для пошуку загублених речей кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження пристроїв припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень  $P\alpha = 0.95$ ;
- Бракувальний рівень  $P\mu = 0.8$ ;
- Ризик виробника  $\alpha = 0.1$ ;
- Ризик споживача  $\beta = 0.2$ .

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема пристрою для пошуку загублених речей;
- електрична принципова схема пристрою для пошуку загублених речей;
- друкована плата пристрою для пошуку загублених речей;
- друкований вузол.

## 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   |                  |
| 2       | Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз |                  |
| 3       | Розробка структурної схеми   |                  |
| 4       | Розрахунок основних вузлів пристрою для пошуку загублених речей  |                  |
| 5       | Вибір компонентної бази для пристрою для пошуку загублених речей;  |                  |
| 6       | Компоновка друкованого вузла   |                  |
| 7       | Створення допоміжної документації  |                  |
| 8       | Спеціальна частина   |                  |
| 9       | Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності  |                  |
| 10      | Нормоконтроль  |                  |
| 11      | Попередній захист КР   |                  |
| 12      | Захист КР  |                  |

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

### 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення        | Найменування                   | Кіл. | Приміт. |
|-------|------|------|-------------------|--------------------------------|------|---------|
|       |      |      |                   | <u>Документація</u>            |      |         |
| A4    |      |      | ТОП 2.000.001 ПЕЗ | Перелік елементів              |      |         |
| A3    |      |      | ТОП 2.000.001 ЕЗ  | Схема електрична               |      |         |
| A3    |      |      | ТОП 2.000.001 СК  | Вузол друкований               |      |         |
|       |      |      |                   | <u>Складальні одиниці</u>      |      |         |
|       |      | 1    | ТОП 7.079.001     | Котушка                        | 1    | L1      |
|       |      | 2    | ТОП 7.079.002     | Котушка                        | 1    | L2      |
|       |      |      |                   | <u>Деталі</u>                  |      |         |
|       |      | 3    | ТОП 7.103.001     | Плата друкована                | 1    |         |
|       |      | 4    | ТОП 7.69.001      | Перемичка                      | 3    |         |
|       |      | 5    | ТОП 7.103.001.003 | Ключа прокладка                | 1    |         |
|       |      |      |                   | <u>Інші вироби</u>             |      |         |
|       |      |      |                   | <u>Антенa</u>                  |      |         |
|       |      | 6    |                   | ПЄЛ-"M-Business"               | 1    | WA1     |
|       |      |      |                   | <u>Акумулятор</u>              |      |         |
|       |      | 7    |                   | GT-I9100-1650MA-3.7B-"Samsung" | 1    | GB1     |
|       |      |      |                   | <u>Світлодіод</u>              |      |         |
|       |      | 8    |                   | АЛ341Б-"G-nor"                 | 1    | HL1     |

**ТОП 2.000.001**

| Зм       | Арк | Нодокум.     | Підп. | Дата |
|----------|-----|--------------|-------|------|
| Розраб.  |     | Трухан О. П. |       |      |
| Перев..  |     | Марценюк     |       |      |
| Реценз.  |     |              |       |      |
| Н.контр. |     | Паляниця Ю.  |       |      |
| Затв.    |     | Дунець В.Л.  |       |      |

**Друкований вузол пристрою  
для пошуку загублених речей  
Специфікація**

| Лім. | Арк | Аркушів |
|------|-----|---------|
|      | 1   | 2       |

ТНТУ, ФПТ каф. РТ  
гр. РАС-41

| Форм. | Зона | Поз.     | Позначення | Найменування  | Кіл. | Приміт. |      |
|-------|------|----------|------------|---|------|---------|------|
|       |      |          |            | <b><u>Конденсатори</u></b>                            |      |         |      |
|       |      | 9        |            | K10-17-0.01мкФ-50Вм-10Вм-"Monolit"                    | 1    | C1      |      |
|       |      | 10       |            | K10-17-0.047мкФ-50Вм-10Вм-"Monolit"                   | 1    | C2      |      |
|       |      | 11       |            | K50-35-22мкФ-6.3Вм-20%-"JB"                           | 1    | C3      |      |
|       |      | 12       |            | K50-35-220мкФ-6.3Вм-20%-"JB"                          | 1    | C4      |      |
|       |      | 13       |            | K10-17-12пФ-50Вм-10Вм-"Monolit"                       | 1    | C5      |      |
|       |      | 14       |            | K10-17-12пФ-50Вм-10Вм-"Monolit"                       | 1    | C6      |      |
|       |      |          |            | <b><u>Кварцовий резонатор</u></b>                     |      |         |      |
|       |      | 15       |            | HC-49U-26.945MHz-"Multicomp"                          | 1    | ZQ1     |      |
|       |      |          |            | <b><u>Кнопка</u></b>                                  |      |         |      |
|       |      | 16       |            | Button clock micric 2PIN-"Shenzhen Xibier Technology" | 1    | SA1     |      |
|       |      |          |            | <b><u>Резистори</u></b>                               |      |         |      |
|       |      | 17       |            | CF-25-0.25Вм-330Ом-5%-"CCO"                           | 1    | R1      |      |
|       |      | 18       |            | CF-25-0.25Вм-390Ом-5%-"CCO"                           | 1    | R2      |      |
|       |      | 19       |            | CF-25-0.25Вм-5.6кОм-5%-"CCO"                          | 1    | R3      |      |
|       |      | 20       |            | CF-25-0.25Вм-10кОм-5%-"CCO"                           | 1    | R4      |      |
|       |      | 21       |            | CF-25-0.25Вм-100кОм-5%-"CCO"                          | 1    | R5      |      |
|       |      | 22       |            | CF-25-0.25Вм-220кОм-5%-"CCO"                          | 1    | R6      |      |
|       |      |          |            | <b><u>Транзистори</u></b>                             |      |         |      |
|       |      | 23       |            | КП103-"Integral"                                      | 1    | VT1     |      |
|       |      | 24       |            | КТ3102-"Integral"                                     | 1    | VT2     |      |
|       |      | 25       |            | КТ3102-"Integral"                                     | 1    | VT3     |      |
|       |      | 26       |            | КТ3107-Integral"                                      | 1    | VT4     |      |
|       |      | 27       |            | КТ3107-Integral"                                      | 1    | VT5     |      |
|       |      |          |            | <b>ТОП 2.000.001</b>                                  |      |         | Лист |
|       |      |          |            |   |      | 2       |      |
| Зм    | Арк  | № докум. | Підп.      | Дата  |      |         |      |

| Поз.<br>ПОЗН. | Назва                               | Кіл. | Примітка |
|---------------|-------------------------------------|------|----------|
|               |                                     |      |          |
|               | <u>Конденсатори</u>                 |      |          |
|               |                                     |      |          |
| C1            | K50-35-220мкФ-6.3Вт-20%-"JB"        | 1    |          |
| C2            | K10-17-0.047мкФ-50Вт-20%-"Monolit"  | 1    |          |
| C3            | K50-35-22мкФ-6.3Вт-20%-"JB"         | 1    |          |
| C4            | K10-17-0.01мкФ-50Вт-20%-"Monolit"   | 1    |          |
| C5            | K10-17-12пФ-50Вт-20%-"Monolit"      | 1    |          |
| C6            | K10-17-33пФ-50Вт-20%-"Monolit"      | 1    |          |
|               |                                     |      |          |
|               | <u>Акумулятор</u>                   |      |          |
|               |                                     |      |          |
| GB1           | GT-I9100-1650мА-3.7В-"Samsung"      | 1    |          |
|               |                                     |      |          |
|               | <u>Світлодіод</u>                   |      |          |
|               |                                     |      |          |
| HL1           | АЛ341Б-"G-nor"                      | 1    |          |
|               |                                     |      |          |
|               | <u>Катушки</u>                      |      |          |
|               |                                     |      |          |
| L1            | ТОП 7.079.001                       | 1    |          |
| L2            | ТОП 7.079.002                       | 1    |          |
|               |                                     |      |          |
|               | <u>Резистори</u>                    |      |          |
|               |                                     |      |          |
| R1            | CF-25 (C1-4)-0.25Вт-220кОм-5%-"CCO" | 1    |          |
| R2            | CF-25 (C1-4)-0.25Вт-390Ом-5%-"CCO"  | 1    |          |
| R3            | CF-25 (C1-4)-0.25Вт-330Ом-5%-"CCO"  | 1    |          |

**ТОП 2.000.001 ПЕЗ**

| Зм.       | Арк. | № докум.       | Підпис | Дат |
|-----------|------|----------------|--------|-----|
| Розробив  |      | Трухан О. П.   |        |     |
| Перевірів |      | Марценюк       |        |     |
| Рецензор  |      |                |        |     |
| Н. Контр. |      | Паляниця Ю. Б. |        |     |
| Затвер..  |      | Дунець В.Л.    |        |     |

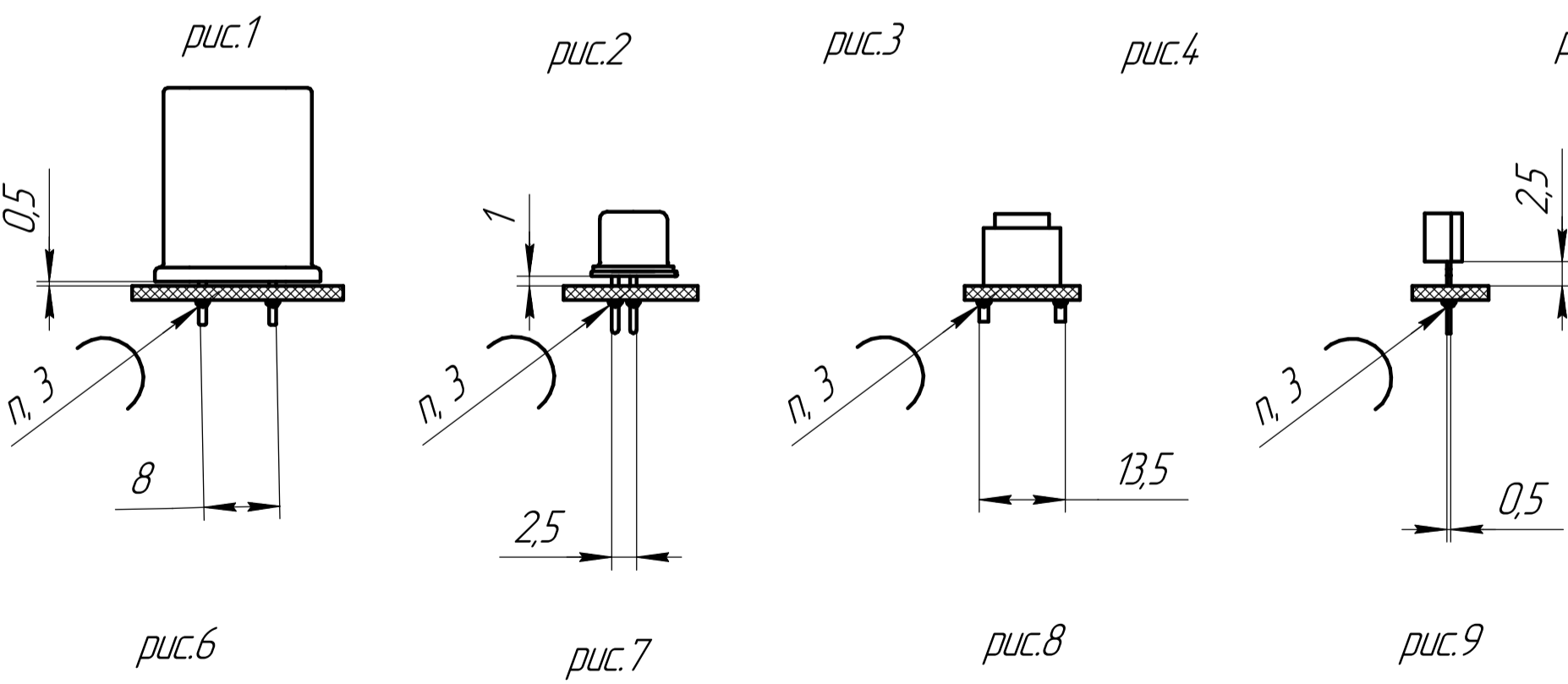
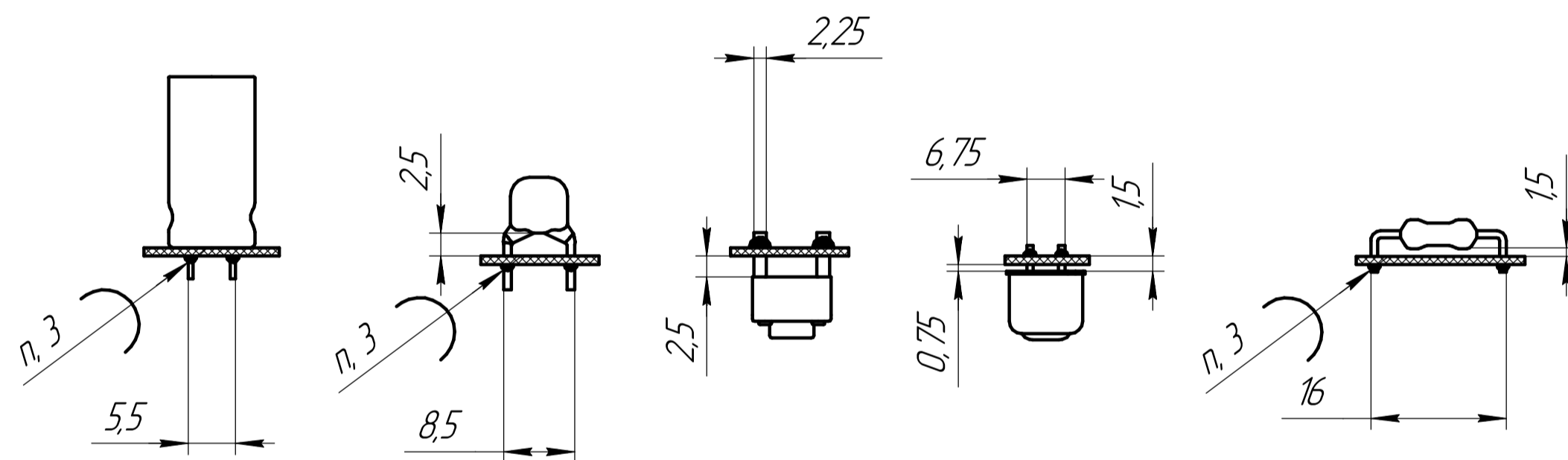
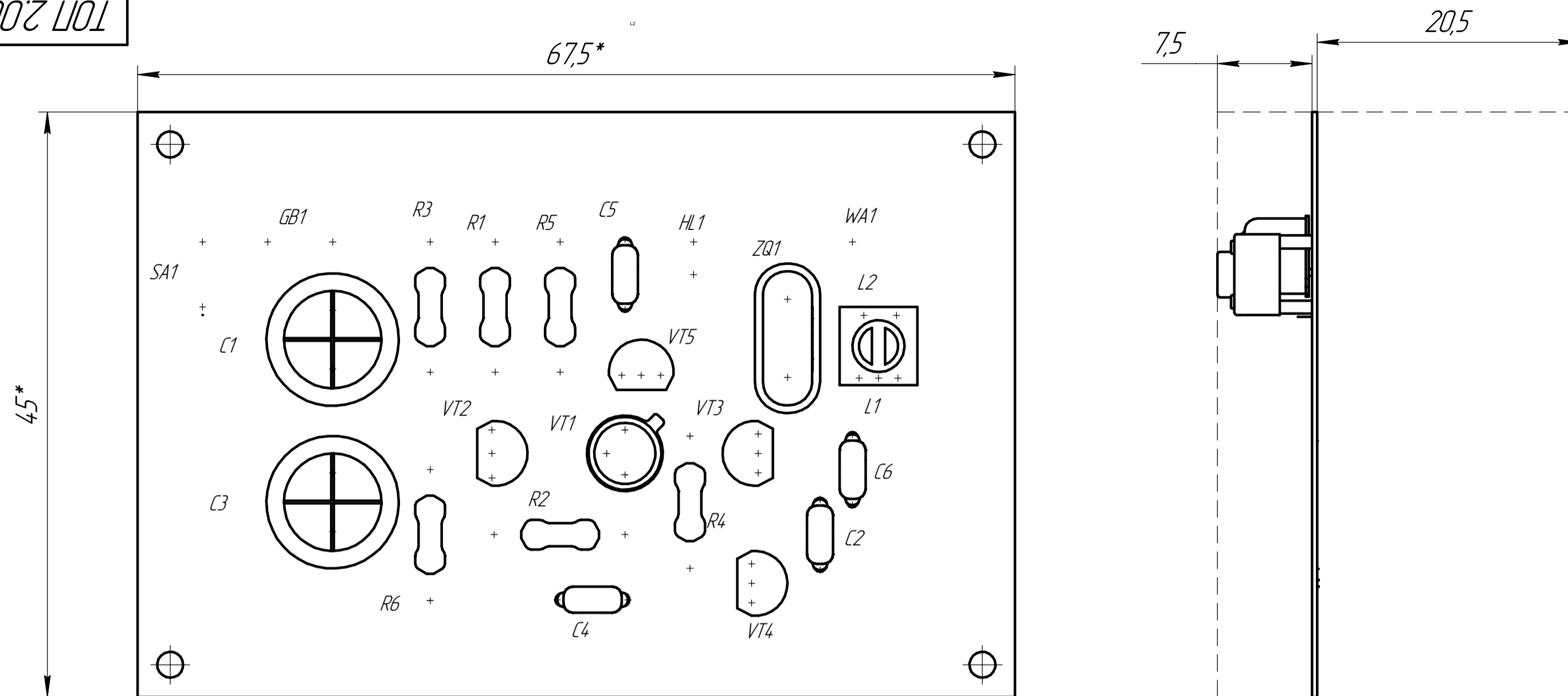
|      |       |         |
|------|-------|---------|
| Лім. | Аркуш | Аркушів |
| н    | 1     | 2       |

Пристрій для пошуку  
загублених речей  
Перелік елементів

ТНТУ, каф. ФПТ  
гр. РАс-41

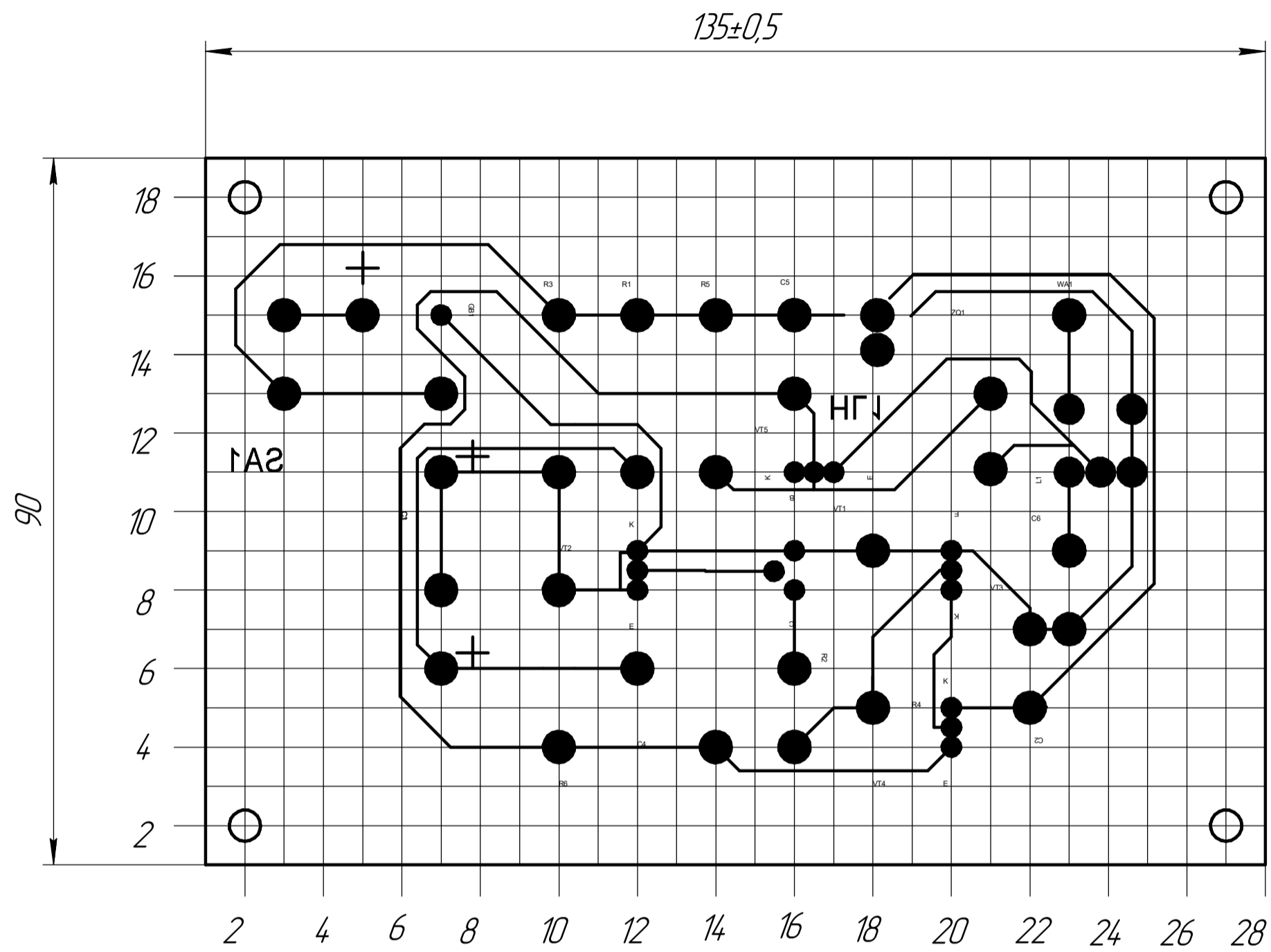






- 1.\*Разміра для довідок
- 2.Установку ЕРЕ провести згідно з ДСТУ4.ТО.0.10.030-91 крок координатної сітки 2.5мм. елементи встановлювати конденсатори С1,С3 згідно рис.1, конденсатори С2,С4,С5,С6 згідно рис.2, кнопку SA1 згідно рис.3, світлодіод HL1 згідно рис.4, резистори R1-R6 згідно рис.5, кварцовий резонатора ZQ1 згідно рис.6, транзистор VT1, згідно рис.7, катушки L1,L2 рис.8, транзистори VT2-VT5 згідно рис.9.
- 3.Паяти ПОС-61 ДСТУ21931-76
- 4.Виводи загинати під кутом 3- та обрізати в межах контактних площадок
- 5.Покрити лаком АК-133ДСТУ26020
- 6.Позначення елементів позначено умовно
7. Інші технічні вимоги по ДСТУ4.ТО.07.015

|          |                |          |       |      | ТОП 2.000.001 СК                     |                   |         |         |
|----------|----------------|----------|-------|------|--------------------------------------|-------------------|---------|---------|
| Зм.      | Арк.           | № докum. | Підп. | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей | Лит.              | Маса    | Масштаб |
| Разроб.  | Трухан О. П.   |          |       |      |                                      |                   | 0,2     | 1:1     |
| Перев.   | Марценюк А. С. |          |       |      | Вузел друкований                     | Арк.              | Аркцивл | 1       |
| Н.контр. | Поляниця Ю. Б. |          |       |      |                                      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ |         |         |
| Затв.    | Динець В. Л.   |          |       |      | гр. РАС-41                           |                   |         |         |
|          |                |          |       |      |                                      | Формат А2         |         |         |



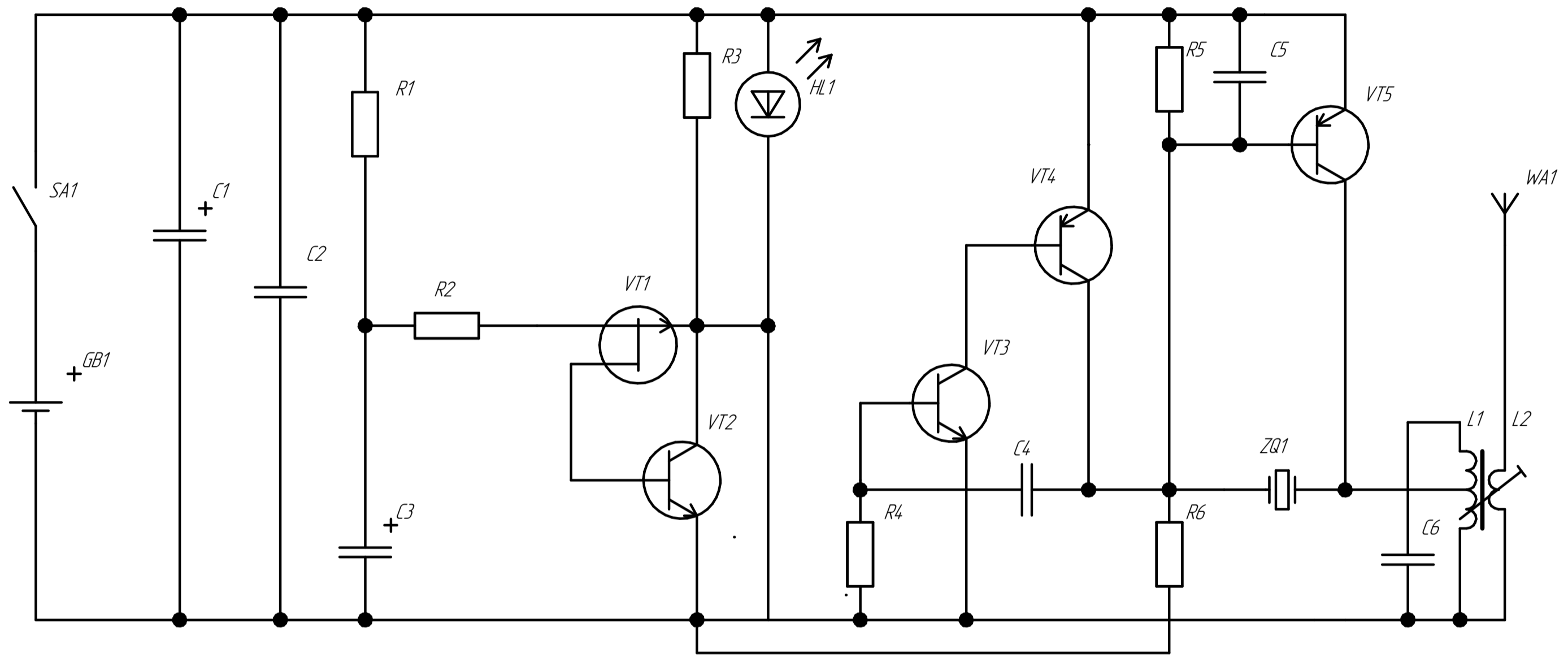
Таблиця отворів

| Позначення отвору | Діаметр отвору | Діаметр конт. площадки | Наявність металізації | К-сть виводів |
|-------------------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| ●                 | 0,7            | 0,9                    | металіз.              | 16            |
| ○                 |                | 1,1                    | металіз.              | 36            |

\*Разміри для довідок;

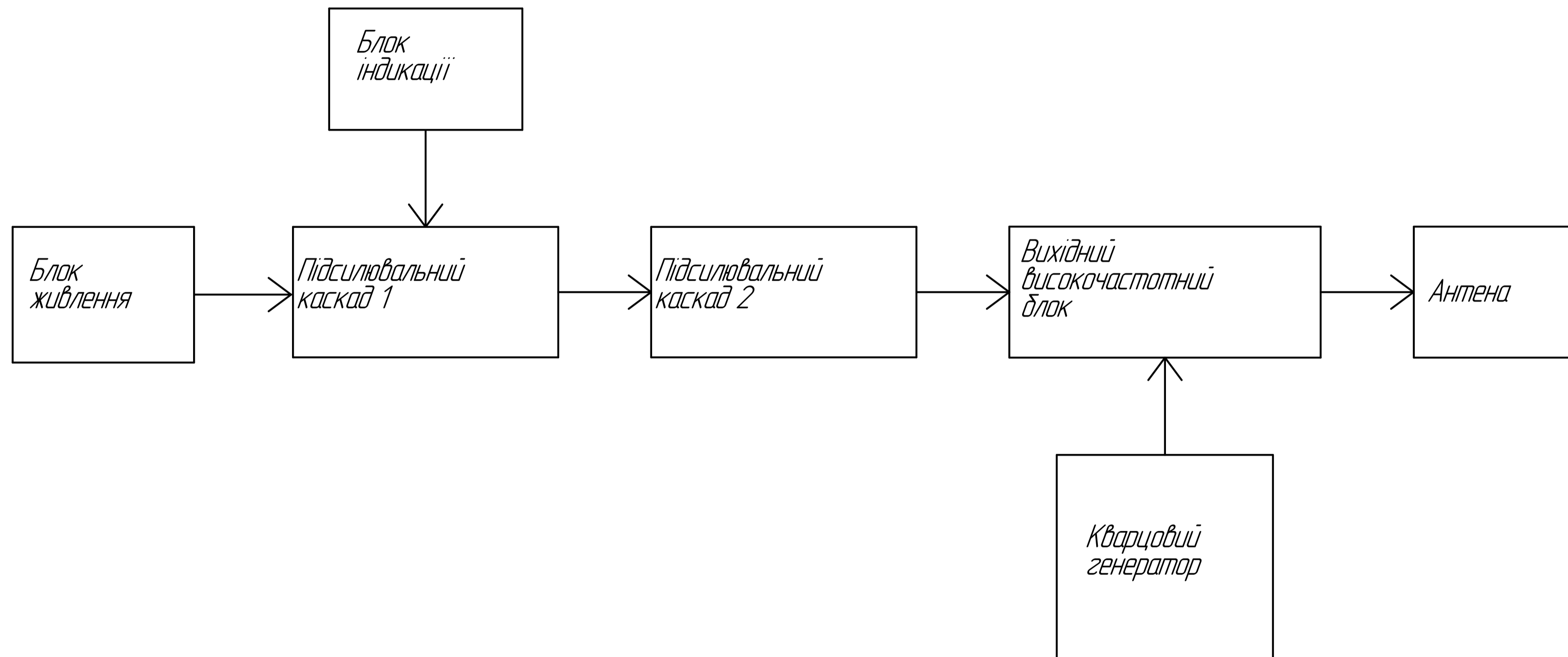
1. Плата повинна відповідати ДСТУ 23752-79.
2. Клас точності 3 по ДСТУ 23751-86.
3. Крок координатної сітки 1,25 мм.
4. Плату виготовляти хімічним методом.
5. Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
6. Мінімальна ширина друкованих провідників 0,5 мм
7. Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0,3 мм.
8. Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88ширифтом 2,5 ПР. 41 ДСТУ 26020-80.
9. Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40 ДСТУ 931-76
10. Інші технічні вимоги по ДСТУ 4.Д0.005.051

|          |      |                |       |      | ТОП 2.000.001                        |          |      |         |
|----------|------|----------------|-------|------|--------------------------------------|----------|------|---------|
| Зм.      | Арк. | № докum.       | Підп. | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей |          |      |         |
| Разроб.  |      | Трихан О. П.   |       |      | Плата друкована                      | Лит.     | Маса | Масштаб |
| Перев.   |      | Марценюк А. С. |       |      |                                      |          | 0,2  | 1:1     |
| Т.контр. |      |                |       |      | Арк.                                 | Аркцив 1 |      |         |
| Н.контр. |      | Полянця Ю. Б.  |       |      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ                    |          |      |         |
| Затв.    |      | Динець В. Л.   |       |      | гр. РАС-41                           |          |      |         |
|          |      |                |       |      | Формат А2                            |          |      |         |



|          |      |                |       |      | ТОП 2.000.001 ЕЗ                     |       |         |
|----------|------|----------------|-------|------|--------------------------------------|-------|---------|
|          |      |                |       |      | Пристрій для пошуку загудлених речей |       |         |
| Зм.      | Арк. | № докум.       | Підп. | Дата | Лист                                 | Маса  | Масштаб |
| Розроб.  |      | Трихан О. П.   |       |      |                                      | 0,2   | 1:1     |
| Перев.   |      | Марценюк А. С. |       |      | Арк.                                 | Архив | 1       |
| Н.контр. |      | Поляниця Ю. Б. |       |      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ                    |       |         |
| Затв.    |      | Динець В. Л.   |       |      | гр. РАС-41                           |       |         |
|          |      |                |       |      | Формат А2                            |       |         |

Схема електрична  
принципова



|          |      |                |       |      | TOP 2.000.001 E1   |                   |       |         |
|----------|------|----------------|-------|------|--|-------------------|-------|---------|
| Зм.      | Арк. | № докум.       | Підп. | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей<br>Структурна схема | Лист              | Маса  | Масштаб |
| Розроб.  |      | Трихан О. П.   |       |      |  |                   |       | 0,2     |
| Перев.   |      | Марценюк А. С. |       |      |  | Арк.              | Архив | 1       |
| Н.контр. |      | Полянця Ю. Б.  |       |      |  | ТНТУ, ФПТ каф. РТ |       |         |
| Затв.    |      | Динець В. П.   |       |      |  | гр. РАС-41        |       |         |
|          |      |                |       |      |  | Формат А2         |       |         |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення        | Найменування                   | Кіл. | Приміт. |
|-------|------|------|-------------------|--------------------------------|------|---------|
|       |      |      |                   | <u>Документація</u>            |      |         |
| A4    |      |      | ТОП 2.000.001 ПЕЗ | Перелік елементів              |      |         |
| A3    |      |      | ТОП 2.000.001 ЕЗ  | Схема електрична               |      |         |
| A3    |      |      | ТОП 2.000.001 СК  | Вузол друкований               |      |         |
|       |      |      |                   | <u>Складальні одиниці</u>      |      |         |
|       |      | 1    | ТОП 7.079.001     | Котушка                        | 1    | L2      |
|       |      | 2    | ТОП 7.079.002     | Котушка                        | 1    | L3      |
|       |      |      |                   | <u>Деталі</u>                  |      |         |
|       |      | 3    | ТОП 7.103.001     | Плата друкована                | 1    |         |
|       |      | 4    | ТОП 7.69.001      | Перемичка                      | 4    |         |
|       |      | 5    | ТОП 7.103.001.003 | Ключа прокладка                | 1    |         |
|       |      |      |                   | <u>Інші вироби</u>             |      |         |
|       |      |      |                   | <u>Антенa</u>                  |      |         |
|       |      | 6    |                   | ПЄЛ-"М-Business"               | 1    | WA1     |
|       |      |      |                   | <u>Акустичний випромінювач</u> |      |         |
|       |      | 7    |                   | GS1205S-2.3кГц-3В-"КЕРО"       | 1    | HA1     |
|       |      |      |                   | <u>Акумулятор</u>              |      |         |
|       |      | 8    |                   | GT-i9100-1650мА-3.7В-"Samsung" | 1    | GB1     |

**ТОП 2.000.001**

| Зм       | Арк | Нодокум.     | Підп. | Дата |
|----------|-----|--------------|-------|------|
| Розраб.  |     | Трухан О. П. |       |      |
| Перев..  |     | Марценюк     |       |      |
| Реценз.  |     |              |       |      |
| Н.контр. |     | Паляниця Ю.  |       |      |
| Затв.    |     | Дунець В.Л.  |       |      |

**Друкований вузол пристрою  
для пошуку загублених речей  
Специфікація**

| Лім. | Арк | Аркушів |
|------|-----|---------|
|      | 1   | 3       |

ТНТУ, ФПТ каф. РТ  
гр. РАС-41

| Форм. | Зона | Поз.     | Позначення | Найменування                       | Кіл. | Приміт. |      |
|-------|------|----------|------------|------------------------------------|------|---------|------|
|       |      |          |            | <u>Діод</u>                        |      |         |      |
|       |      | 9        |            | КД503Б-"NXP"                       | 1    | VD1     |      |
|       |      |          |            | <u>Дросель</u>                     |      |         |      |
|       |      | 10       |            | RF CHOKE-22мкГн-410мА-10%-"Bourns" | 1    | L3      |      |
|       |      |          |            | <u>Конденсатори</u>                |      |         |      |
|       |      | 11       |            | K10-17-0.01мкФ-50Вм-20%-"Monolit"  | 1    | C1      |      |
|       |      | 12       |            | K10-17-0.1мкФ-50Вм-20%-"Monolit"   | 1    | C2      |      |
|       |      | 13       |            | K10-17-0.047мкФ-50Вм-20%-"Monolit" | 1    | C3      |      |
|       |      | 14       |            | K10-17-0.68мкФ-50Вм-20%-"Monolit"  | 1    | C4      |      |
|       |      | 15       |            | K10-17-1мкФ-50Вм-10%-"Monolit"     | 1    | C5      |      |
|       |      | 16       |            | K50-35-47мкФ-16Вм-20%-"Epcos"      | 1    | C6      |      |
|       |      | 17       |            | K50-35-220мкФ-6,3Вм-20%-"Epcos"    | 1    | C7      |      |
|       |      | 18       |            | K50-35-220мкФ-6,3Вм-20%-"Epcos"    | 1    | C8      |      |
|       |      | 19       |            | K50-35-330мкФ-6,3Вм-20%-"Epcos"    | 1    | C9      |      |
|       |      | 20       |            | KT4-23-6/25пФ-200Вм-10%-"Pscov"    | 1    | C10     |      |
|       |      | 21       |            | K10-17-33пФ-50Вм-10%-"Monolit"     | 1    | C11     |      |
|       |      |          |            | <u>Мікросхема</u>                  |      |         |      |
|       |      | 22       |            | KP140УД1208-"SIA "Mikro-M"" DA1    | 1    | DA1     |      |
|       |      |          |            | <u>Резистори</u>                   |      |         |      |
|       |      | 23       |            | CF-25 -0.25Вм-1200м-5%-"CCO"       | 1    | R1      |      |
|       |      | 24       |            | CF-25-0.25Вм-1кОм-5%-"CCO"         | 1    | R2      |      |
|       |      | 25       |            | CF-25-0.25Вм-1кОм-5%-"CCO"         | 1    | R3      |      |
|       |      | 26       |            | CF-25-0.25Вм-2.4кОм-5%-"CCO"       | 1    | R4      |      |
|       |      | 27       |            | CF-25-0.25Вм-2.7кОм-5%-"CCO"       | 1    | R5      |      |
|       |      | 28       |            | CF-25-0.25Вм-4.7кОм-5%-"CCO"       | 1    | R6      |      |
|       |      | 29       |            | CF-25-0.25Вм-5100м-5%-"CCO"        | 1    | R7      |      |
|       |      |          |            | <b>ТОП 2.000.001</b>               |      |         | Лист |
|       |      |          |            |                                    |      | 2       |      |
| Зм    | Арк  | № докум. | Підп.      | Дата                               |      |         |      |







| Поз.<br>ПОЗН. | Назва                              | Кіл. | Примітка |
|---------------|------------------------------------|------|----------|
|               |                                    |      |          |
|               | <u>Конденсатори</u>                |      |          |
|               |                                    |      |          |
| C1            | K10-17-0.68мкФ-50Вт-20%-"Monolit"  | 1    |          |
| C2            | K4-23-6/25пФ-200Вт-10%-"Pscov"     | 1    |          |
| C3            | K50-35-220мкФ-6,3Вт-20%-"Epcos"    | 1    |          |
| C4            | K10-17-33пФ-50Вт-10%-"Monolit"     | 1    |          |
| C5            | K10-17-0.01мкФ-50Вт-20%-"Monolit"  | 1    |          |
| C6            | K10-17-0.047мкФ-50Вт-20%-"Monolit" | 1    |          |
| C7            | K10-17-0.1мкФ-50Вт-20%-"Monolit"   | 1    |          |
| C8            | K50-35-330мкФ-6,3Вт-20%-"Epcos"    | 1    |          |
| C9            | K50-35-47мкФ-16Вт-20%-"Epcos"      | 1    |          |
| C10           | K10-17-1мкФ-50Вт-10%-"Monolit"     | 1    |          |
| C11           | K50-35-220мкФ-6,3Вт-20%-"Epcos"    | 1    |          |
| C12           | K50-35-22мкФ-105Вт-20%-"Epcos"     | 1    |          |
| C13           | K50-35-220мкФ-6,3Вт-20%-"Epcos"    | 1    |          |
|               |                                    |      |          |
|               | <u>Мікросхеми</u>                  |      |          |
|               |                                    |      |          |
| DA1           | KP140УД1208-"SIA "Mikro-M""        | 1    |          |
|               |                                    |      |          |
|               | <u>Акумулятор</u>                  |      |          |
|               |                                    |      |          |
| GB1           | GT-i9100-1650мА-3.7В-"Samsung"     | 1    |          |
|               |                                    |      |          |
|               | <u>Акустичний випромінювач</u>     |      |          |
|               |                                    |      |          |
| HA1           | GS1205S-2.3кГц-3В-"KEPO"           | 1    |          |

**ТОП 2.000.001 ПЕЗ**

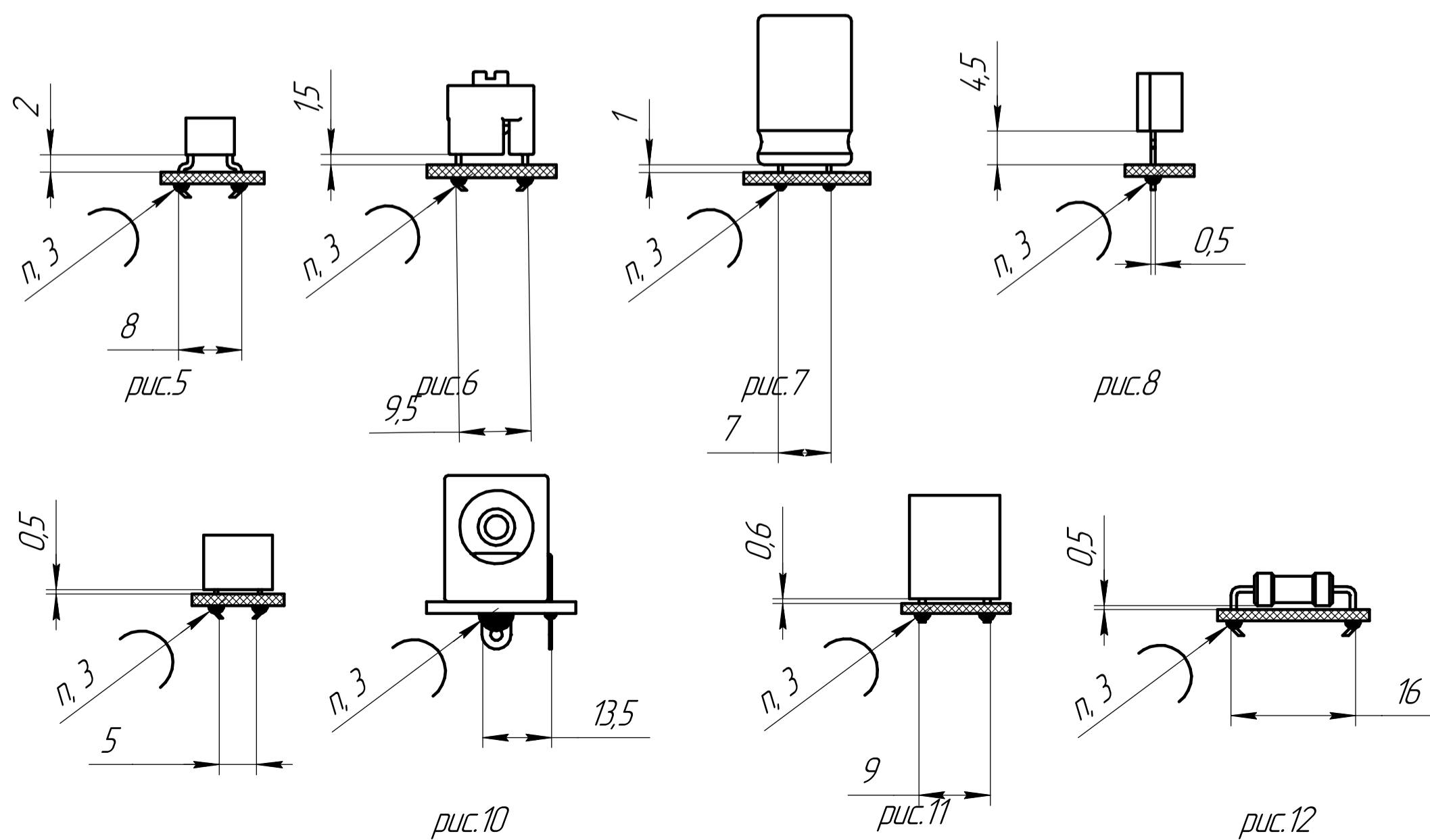
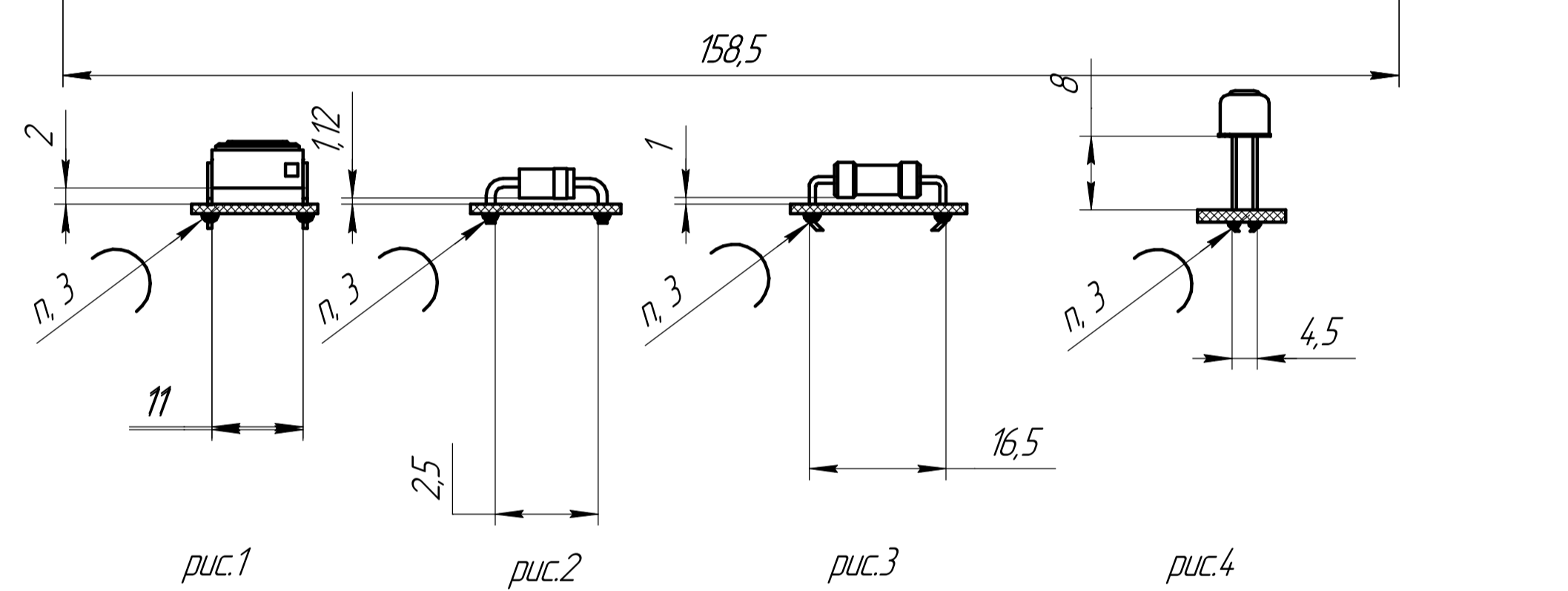
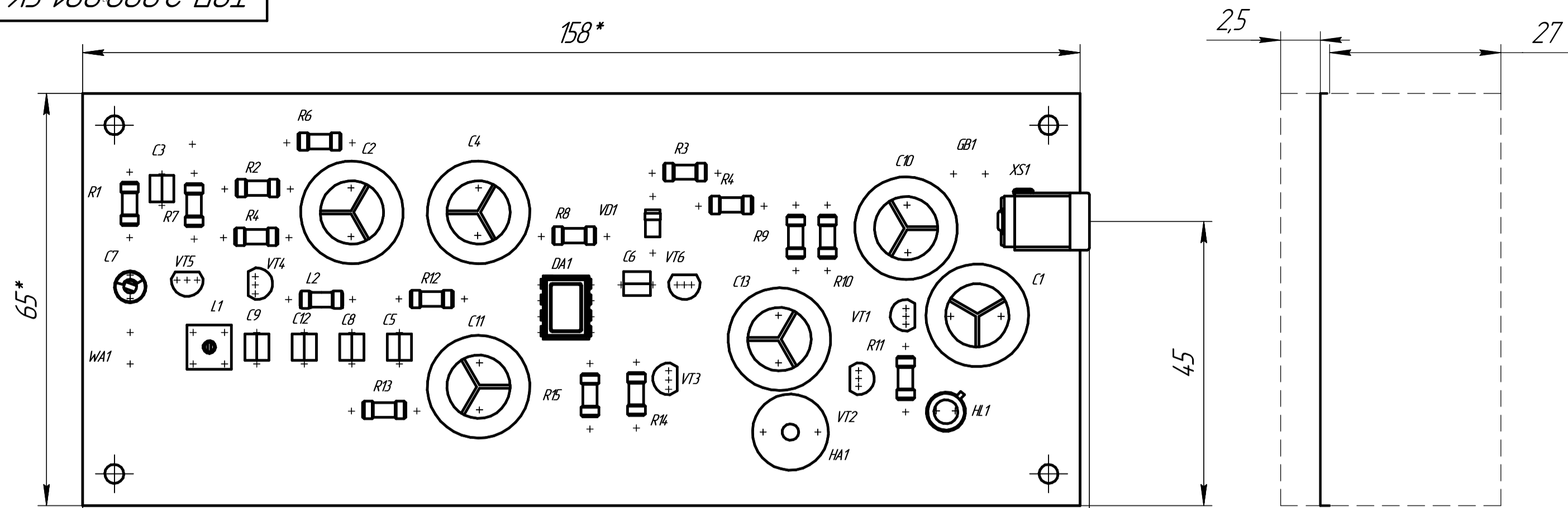
| Зм.       | Арк. | № докум.       | Підпис | Дат |
|-----------|------|----------------|--------|-----|
| Розробив  |      | Трухан О. П.   |        |     |
| Перевірів |      | Марценюк       |        |     |
| Рецензор  |      |                |        |     |
| Н. Контр. |      | Паляниця Ю. Б. |        |     |
| Затвер..  |      | Дунець В.Л.    |        |     |

|      |       |         |
|------|-------|---------|
| Лім. | Аркуш | Аркушів |
| н    | 1     | 3       |

Пристрій для пошуку  
загублених речей  
Перелік елементів

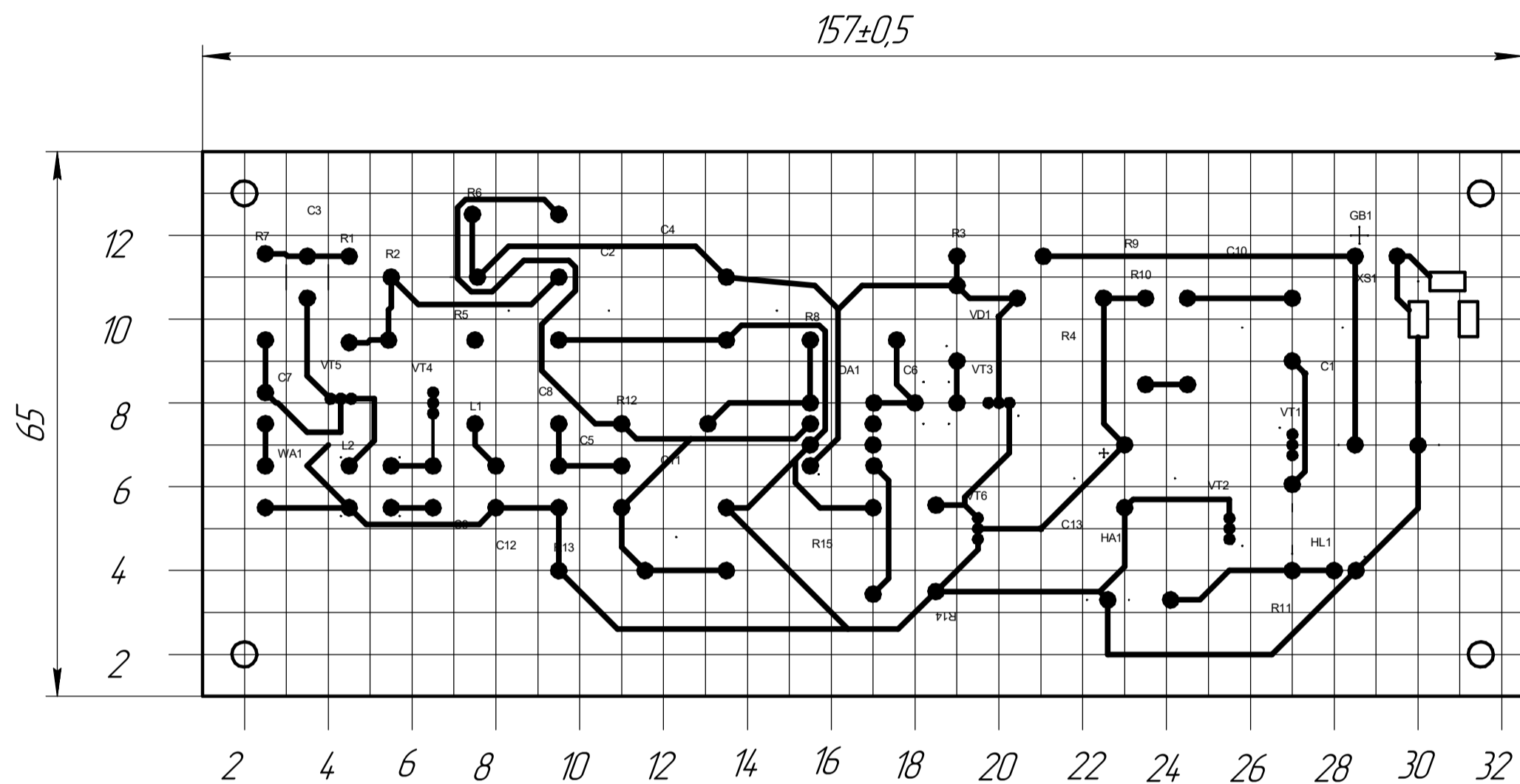
ТНТУ, каф. ФПТ  
гр. РАС-41





1.\*Разміра для довідок  
 2.Установку EPE провести згідно з ДСТУ4.ГО.0.10.030-91  
 крок координатної сітки 2.5мм. елементи встановлювати  
 мікросхему DA1 згідно рис.1, діод рис.2, резистори R1-R15  
 згідно рис.3, світлодіод згідно рис.4, конденсатори  
 C1,C4,C5,C6,C7,C10 згідно рис.5, конденсатор C2 згідно  
 рис.6, конденсатори C3,C8,C9,C11,C12,C13 згідно рис.7,  
 транзистори згідно рис.8, акустичний випромінювач  
 HA1 згідно рис.9, роз'єм XS1 згідно рис.10, катушки  
 L1,L2 згідно рис.11, дросель L3 згідно рис.12.  
 3.Паяти ПОС-61 ДСТУ21931-76  
 4.Виводи загинати під кутом 3- та обрізати в межах  
 контактних площадок  
 5.Покрити лаком АК-133ДСТУ26020  
 6.Позначення елементів позначено умовно  
 7. Інші технічні вимоги по ДСТУ4.ГО.07.015

|          |                 |           |       |      | ТОП 2.000.001 СК                     |           |         |         |
|----------|-----------------|-----------|-------|------|--------------------------------------|-----------|---------|---------|
| Зм.      | Арк.            | № док.ум. | Підп. | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей | Лит.      | Маса    | Масштаб |
| Розроб.  | Тришан О. П.    |           |       |      |                                      |           | 0,2     | 1:1     |
| Перев.   | Марценюк А. С.  |           |       |      | Вузел друкований                     | Арк.      | Аркцикл | 1       |
| Т.контр. |                 |           |       |      |                                      |           |         |         |
| Н.контр. | Полянська Ю. Б. |           |       |      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ<br>гр. РАС-41      |           |         |         |
| Затв.    | Диняць В. Л.    |           |       |      |                                      | Формат А2 |         |         |



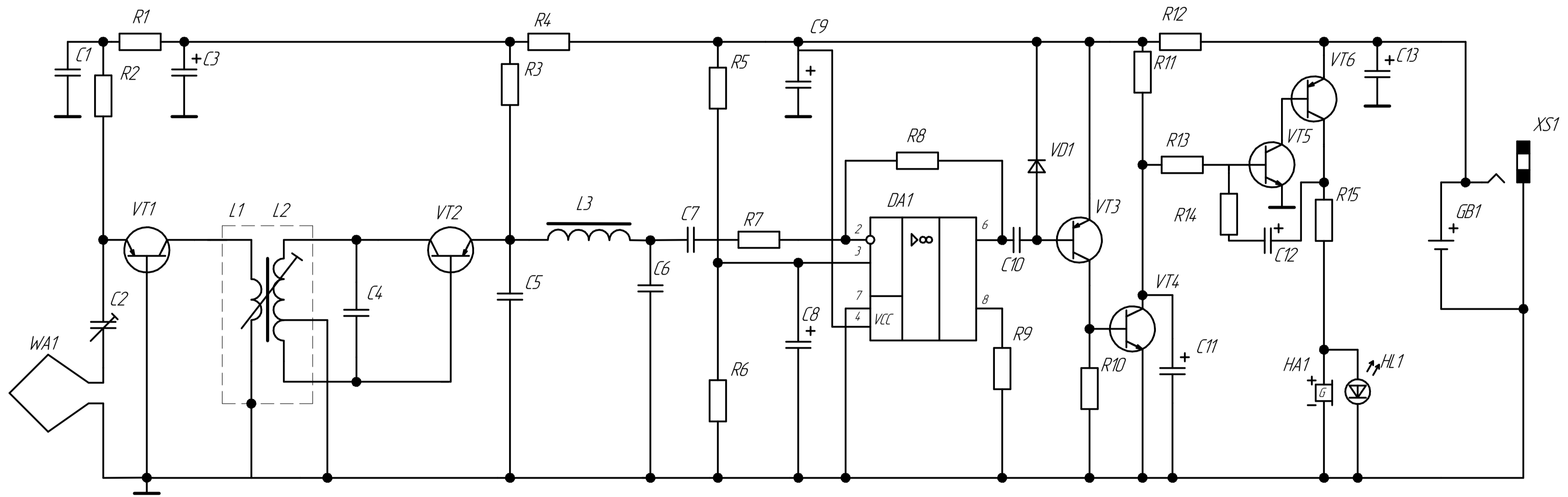
Таблиця отворів

| Позначення отвору | Діаметр отвору | Діаметр конт. площадки | Наявність металізації | К-сть виводів |
|-------------------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| ●                 | 0.7            | 0.9                    | металіз.              | 18            |
| ○                 |                | 1.1                    | металіз.              | 82            |
| □                 | 1.5            | 3x1.2                  | металіз.              | 3             |

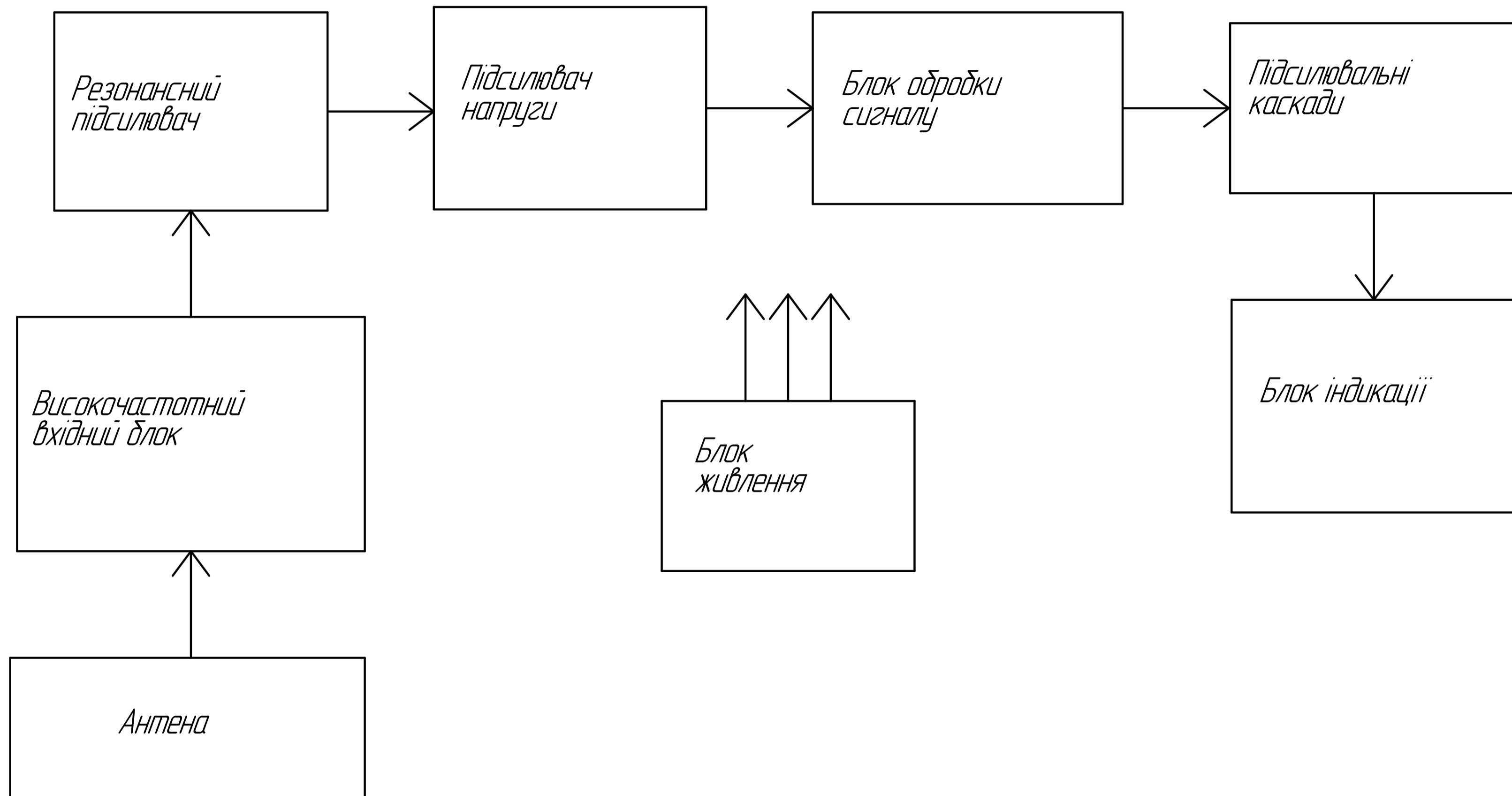
\*Разміри для довідок:

1. Плата повинна відповідати ДСТУ 23752-79.
2. Клас точності 3 по ДСТУ 23751-86.
3. Крок координатної сітки 1.25 мм.
4. Плату виготовляти хімічним методом.
5. Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
6. Мінімальна ширина друкованих провідників 0.5 мм
7. Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.3 мм.
8. Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88ширифтом 2.5 ПР. 41 ДСТУ 26020-80.
9. Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40 ДСТУ 931-76
10. Інші технічні вимоги по ДСТУ 4.ТО.005.051

|          |      |                |       |      | ТОП 2.000.001                        |          |      |         |
|----------|------|----------------|-------|------|--------------------------------------|----------|------|---------|
| Зм.      | Арк. | № докum.       | Підп. | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей |          |      |         |
| Разроб.  |      | Трухан О. П.   |       |      | Плата друкована                      | Лит.     | Маса | Масштаб |
| Перев.   |      | Марценюк А. С. |       |      |                                      |          | 0,2  | 1:1     |
| Т.контр. |      |                |       |      | Арк.                                 | Аркцив 1 |      |         |
| Н.контр. |      | Полянця Ю. Б.  |       |      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ                    |          |      |         |
| Затв.    |      | Динець В. П.   |       |      | гр. РАС-41                           |          |      |         |
|          |      |                |       |      | Формат А2                            |          |      |         |



|          |                |          |      |      | ТОП 2.000.001 ЕЗ                     |           |        |         |
|----------|----------------|----------|------|------|--------------------------------------|-----------|--------|---------|
| Эм.      | Арк.           | № докум. | Лист | Дата | Пристрій для пошуку загублених речей | Лит.      | Маса   | Масштаб |
| Разроб.  | Трихан О. П.   |          |      |      |                                      |           | 0,2    | 1:1     |
| Перев.   | Марценюк А. С. |          |      |      | Схема електрична<br>принципова       | Арк.      | Аркцив | 1       |
| Т.контр. |                |          |      |      |                                      |           |        |         |
| Н.контр. | Полянця Ю. Б.  |          |      |      | ТНТУ, ФПТ каф. РТ<br>гр. РАС-41      |           |        |         |
| Затв.    | Динець В. Л.   |          |      |      |                                      | Формат А2 |        |         |



|                 |                       |                 |              |             |   |                          |              |                |
|-----------------|-----------------------|-----------------|--------------|-------------|---|--------------------------|--------------|----------------|
|                 |                       |                 |              |             | <i>ТОП 2.000.001 Е1</i>                     |                          |              |                |
| <i>Зм.</i>      | <i>Арк.</i>           | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | <i>Пристрій для пошуку загублених речей</i> | <i>Лист</i>              | <i>Маса</i>  | <i>Масштаб</i> |
| <i>Розроб.</i>  | <i>Трихан О. П.</i>   |                 |              |             |   |                          | 0,2          | 1:1            |
| <i>Перев.</i>   | <i>Марценюк А. С.</i> |                 |              |             |   | <i>Арк.</i>              | <i>Архив</i> | 1              |
| <i>Т.контр.</i> |                       |                 |              |             |   | <i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ</i> |              |                |
| <i>Н.контр.</i> | <i>Полянця Ю. Б.</i>  |                 |              |             |   | <i>гр. РАС-41</i>        |              |                |
| <i>Затв.</i>    | <i>Динець В. Л.</i>   |                 |              |             |   | <i>Формат А2</i>         |              |                |