

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА.

Плати друквані

Методичні вказівки та завдання
до виконання графічних робіт
для студентів спеціальності
G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

**Ужгород
2025**

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА.

Плати друківані

Методичні вказівки та завдання
до виконання графічних робіт
для студентів спеціальності
G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

Укладачі: **Легета Ярослав Павлович,**
Чичура Ігор Іванович

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Мета та зміст графічного завдання	5
2 Плати друківані. Основні поняття та визначення	6
3 Правила виконання креслень друківаних плат	10
3.1 Загальні положення	10
3.2 Координатна сітка	10
3.3 Параметри контактних площадок	14
3.4 Виконання провідників	15
3.5 Правила нанесення розмірів	15
3.6 Технічні вимоги	17
3.7 Основний напис креслення	17
4 Індивідуальні варіанти завдань	19
Перелік рекомендованих джерел	36
Додаток	37

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Браїлов О.Ю. Інженерна геометрія. Підручник. – Київ: Каравела, 2023. – 524 с.
2. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2012. – 200 с.
3. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. – Київ: Каравела, 2018. – 368с.
4. Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання: підручник/ І.О. Чермних, В.І. Нестеренко, О.О. Краєвська та ін. – Київ: Кондор, 2020. – 240 с.
5. Соловей, О. І., Хмеленко О. С. Інженерна графіка: схеми електричні. – Київ: Кондор, 2015. – 188 с.
6. ДСТУ 2646-94 Плати друковані. Терміни та визначення.
7. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів.
8. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем.
9. ДСТУ EN 61188-5-2:2022 Друковані плати та вузли друкованих плат.

1 МЕТА ТА ЗМІСТ ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Метою виконання даного графічного завдання є вивчення вимог стандартів до виконання креслень друкованих плат, її елементів, придбання теоретичних знань у галузі проектування друкованих плат. Завдання є індивідуальним для кожного студента і виконуються за варіантом, закріпленим за ним викладачем.

Зміст завдання полягає у виконанні креслення друкованої плати. Графічне завдання виконується відповідно до варіанту завдання, наведеному у додатку 1. Завдання оформляється на аркуші формату А3 (297x420 мм) або А2 (420x594мм).

На кресленні мають бути побудовані три зображення: головний вид (сторона з провідниками), вид зліва (товщина друкованої плати) та вид ззаду (сторона встановлення елементів).

На зображеннях має бути пронумерована координатна сітка та задано необхідні розміри відповідно до вимог стандартів.

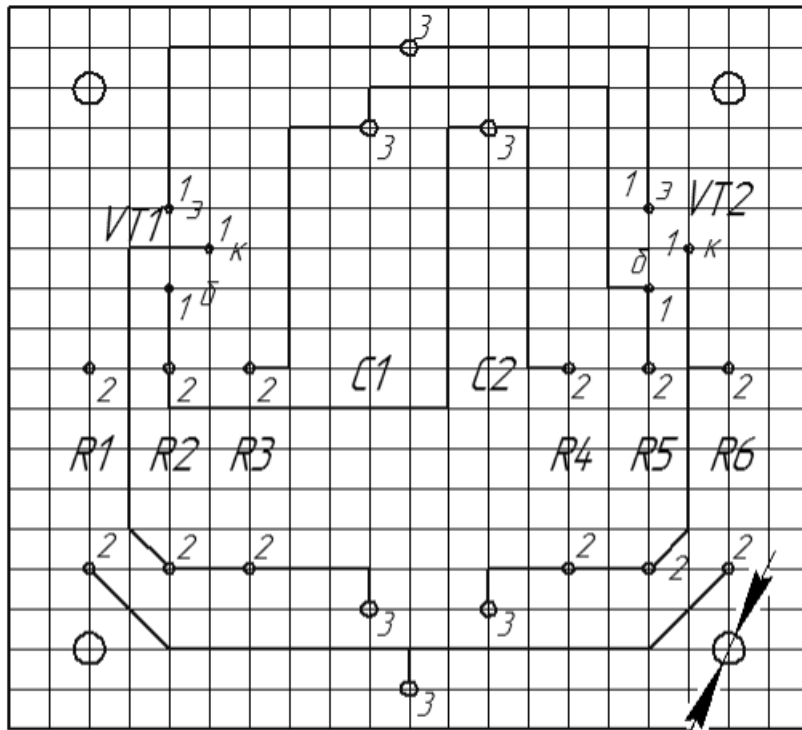
Розміри плати необхідно визначити, підрахувавши кількість кроків координатної сітки. Заданий крок – 2,5 мм.

Технічні вимоги записати за прикладом, наведеним в даних методичних вказівках.

Заповнити всі графи основного напису.

Графічна частина (креслення) повинна відповідати вимогам діючих стандартів і виконується неавтоматизованим (олівцем) чи автоматизованим (за допомогою САПР) методами.

Варіант 16



1 - $\phi 0.6$

2 - $\phi 0.8$

3 - $\phi 1.2$

4 отв. $\phi 2.4$

Гнучкий друкований кабель – гнучка друкована плата, провідний рисунок якої складається з друкованих провідників і призначена для електричного з'єднання друкованих вузлів.

Друкований провідник – це одна смужка провідного рисунка друкованої плати.

Друкований контакт – частина провідного рисунка плати, яка виконує функцію електричного контакту.

Друкований компонент – електронний елемент, що входить до складу провідного або непровідного рисунка друкованої плати. До друкованих компонентів належать резистори, конденсатори та інші.

Заглиблений друкований компонент – компонент, розташований на внутрішньому шарі друкованої плати.

Провідний шар друкованої плати – провідний рисунок, розташований у певній площині плати.

Внутрішній шар друкованої плати – провідний рисунок, що знаходиться всередині багатшарової друкованої плати.

Зовнішній шар друкованої плати – провідний рисунок, розміщений на зовнішній поверхні плати.

Контактна площадка друкованої плати – це частина провідного рисунка плати, яка використовується для електричного підключення електронних виробів, квантової електроніки та електротехнічних пристроїв.

Кінцевий друкований контакт – контакт, розташований на краю друкованої плати, призначений для з'єднання з електричним роз'ємом безпосередньо у місці приєднання.

Металізований отвір друкованої плати – отвір у платі, внутрішні стінки якого покриті провідним матеріалом.

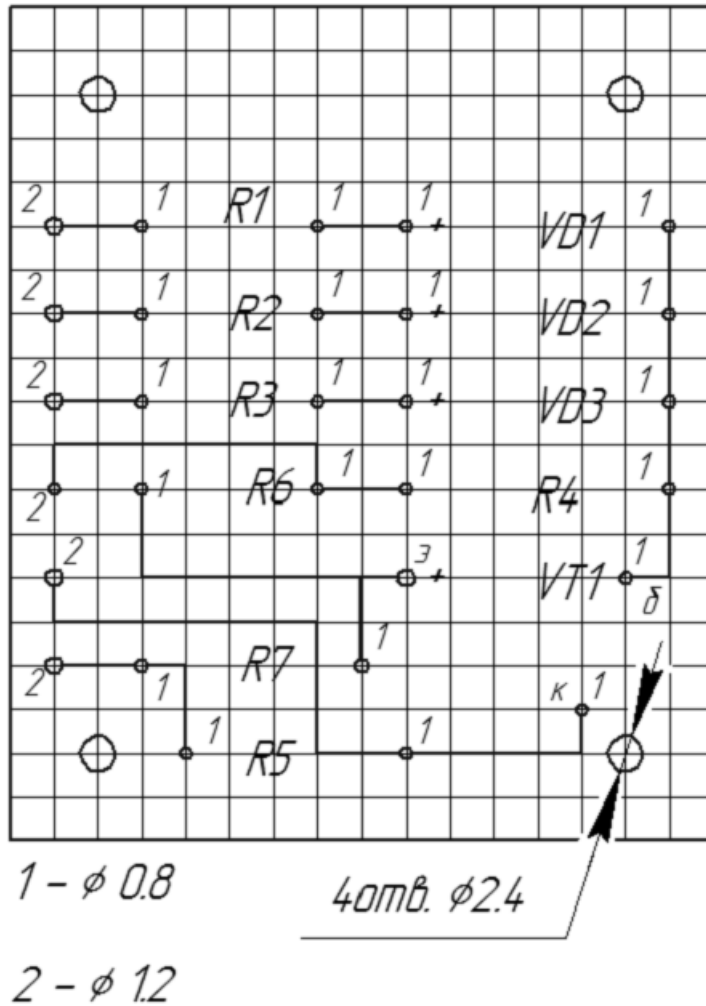
Прохідний металізований отвір друкованої плати – металізований отвір, що з'єднує провідні рисунки як внутрішніх, так і зовнішніх шарів плати, маючи виходи на обидві сторони плати.

Глухий металізований отвір друкованої плати – металізований отвір, який має вихід лише на одну сторону плати.

Неметалізований отвір друкованої плати – отвір у платі без провідного покриття на стінках.

Монтажний отвір друкованої плати – отвір, призначений для електричного підключення виводів електронних виробів, квантової електроніки та електротехнічних пристроїв до провідного рисунка плати.

Варіант 14



Екран друкованої плати – елемент провідного рисунка, призначений для захисту елементів плати від електромагнітних випромінювань.

Шина друкованої плати – один або кілька друкованих провідників, які використовуються для передачі цифрових сигналів або електричної потужності.

Ключ друкованої плати – позначка, що визначає положення електронного виробу, який встановлюється на плату.

Анкерний виступ друкованої плати – виступ контактної площадки у площині провідного рисунка, що підвищує зчеплення площадки з основою плати.

Запресований контакт друкованої плати – вивід електронного виробу, запресований у прохідний металізований отвір для забезпечення надійного електричного контакту.

Перемичка друкованої плати – ділянка провідникового матеріалу, що забезпечує електричне з'єднання між двома точками провідного рисунка на одній стороні плати.

Міжшарова перемичка друкованої плати – ділянка провідникового матеріалу, що через перехідний отвір забезпечує електричне з'єднання між провідними рисунками на різних шарах плати.

Маркування друкованої плати – сукупність знаків і символів (букв, цифр тощо), нанесених на плату.

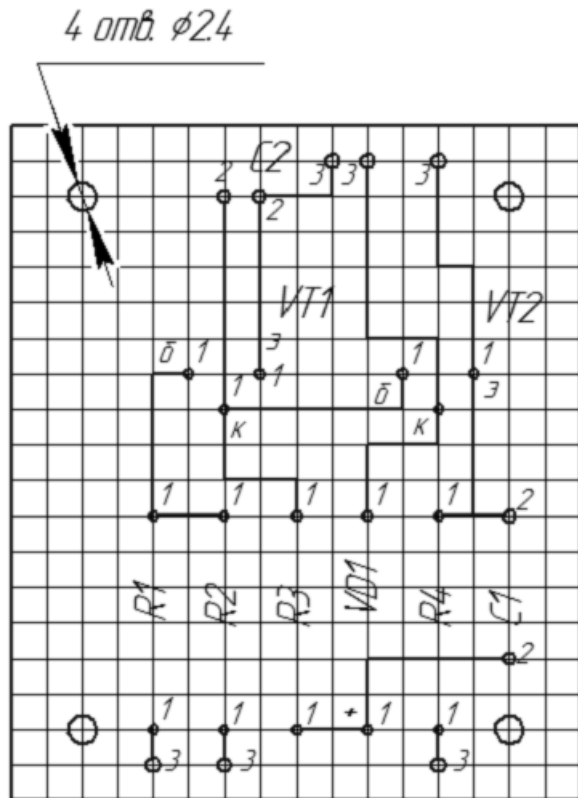
Товщина друкованої плати – відстань між зовнішніми площинами провідного рисунка та основи плати.

Товщина друкованого провідника – висота провідника у поперечному перерізі.

Друкований вузол – друкована плата з приєднаними відповідно до креслення електричними, механічними елементами та/або іншими платами.

Друкований монтаж – монтаж, при якому електричне з'єднання елементів електронного вузла, включно з екранами, виконано за допомогою друкованих провідників.

Варіант 10



1 - $\phi 0,8$

2 - $\phi 10$

3 - $\phi 12$

У тих зонах друкованої плати, де заборонено розміщувати провідники або контактні площадки, їх необхідно окреслити товстою штрихпунктирною лінією, як показано на рисунку 3.3. У технічних вимогах має бути вказано: «Місця, обведені штрихпунктирною лінією, не займати провідниками та контактними площадками».

Діаметри монтажних, перехідних, металізованих та неметалізованих отворів повинні відповідати одному з наступних значень (в мм): 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3,0. Зазвичай центри отворів розташовують у вузлах координатної сітки, як показано на рисунку 3.4.

Якщо використовуються навісні елементи з жорсткими виводами, крок яких не кратний кроку координатної сітки, то в одному з вузлів сітки має розміщуватись основний отвір. Решту отворів розташовують відповідно до робочого креслення елемента.

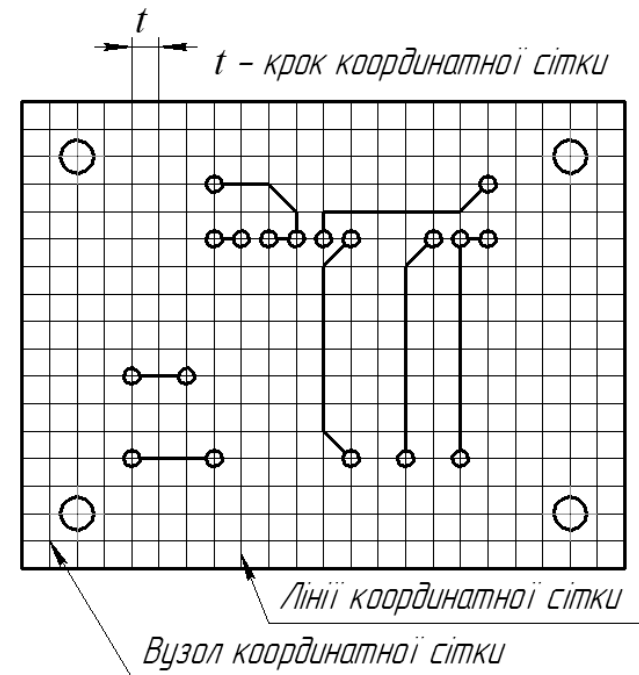
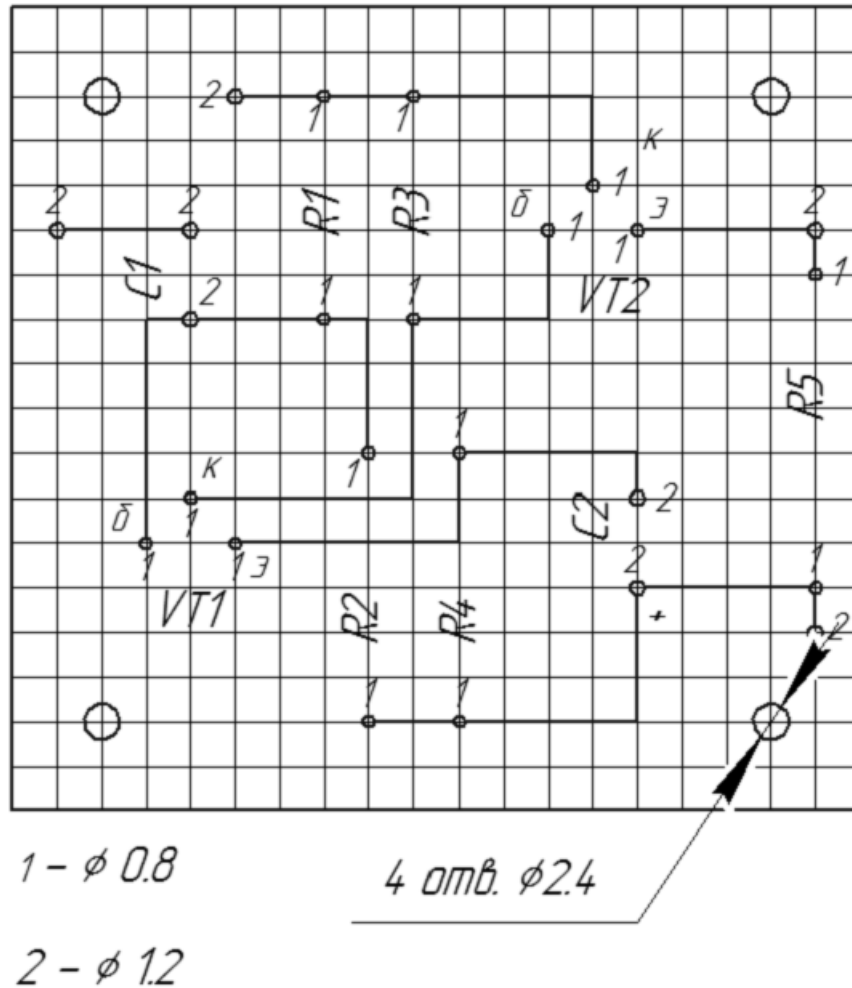


Рис. 3.4 – Зображення центрів отворів у вузлах координатної сітки

Варіант 8



Діаметр отвору, його умовне позначення, діаметр контактної площадки, наявність металізації, кількість отворів слід об'єднувати в таблицю. Приклад оформлення таблиці та розміри її елементів наведено на рисунку 3.7.

Умовне позначення отворів	Діаметр отворів, мм	Наявність металізації в отворах	Діаметр контактних площадок, мм	Кількість отворів, шт
	$0,9^{+0,1}$	без металізації	$1,2 \pm 0,1$	17
	$1,2^{+0,1}$	так	$1,4 \pm 0,1$	13
	$1,5^{+0,1}$	без металізації	$1,8 \pm 0,1$	24
	$1,8^{+0,1}$	без металізації	$2,2 \pm 0,1$	4

$\leftarrow 30 \rightarrow \quad \leftarrow 30 \rightarrow \quad \leftarrow 35 \rightarrow \quad \leftarrow 30 \rightarrow \quad \leftarrow 25 \rightarrow$

$\leftarrow 10 \rightarrow$

Рис. 3.7 – Приклад оформлення таблиці з характеристиками отворів

3.4 Виконання провідників

На кресленнях провідники слід зображати однією лінією, яка є віссю симетрії провідника. За можливості провідники наносять уздовж ліній координатної сітки. При використанні систем автоматизованого проектування в процесі розробки друкованої плати допускається зображати провідники під кутом 45° . Значення ширини провідника, як правило, вказується у технічних вимогах.

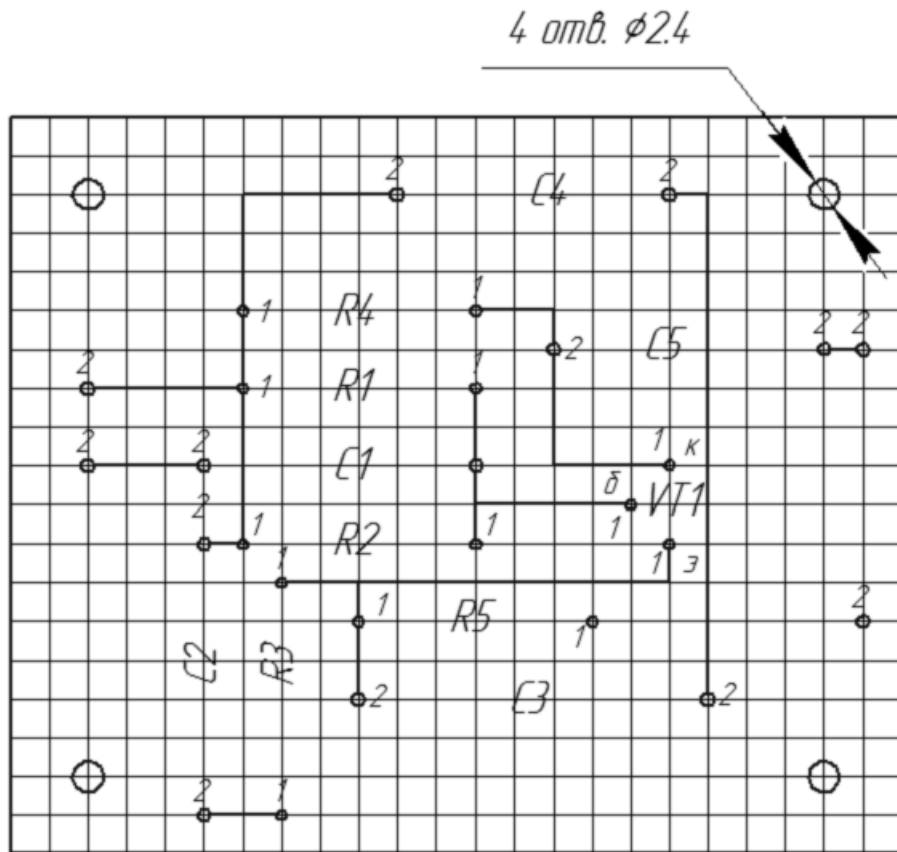
Провідники можуть бути зображені двома лініями. Якщо такі провідники співпадають з лініями координатної сітки, числове значення ширини вказувати не потрібно.

3.5 Правила нанесення розмірів

На кресленнях друкованих плат розміри можуть бути зазначені одним із наступних способів:

- відповідно до вимог діючих стандартів за допомогою виносних і розмірних ліній;

Варіант 6



1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.2$

3.6 Технічні вимоги

Технічні вимоги – це текстова частина креслення, що містить інформацію, необхідну для виготовлення друкованої плати (або іншого виробу), яку неможливо відобразити умовними або графічними позначеннями. Цей текст розміщується над основним написом креслення. Між технічними вимогами та основним написом не допускається розміщення зображень, таблиць чи інших елементів.

На аркушах формату більше за А4 дозволяється розміщувати текст технічних вимог у дві або більше колонок. Ширина кожної колонки не повинна перевищувати 185 мм. Другу колонку (продовження) розміщують зліва від основного напису.

Якщо необхідно вказати спосіб виготовлення друкованої плати, цей пункт записують першим.

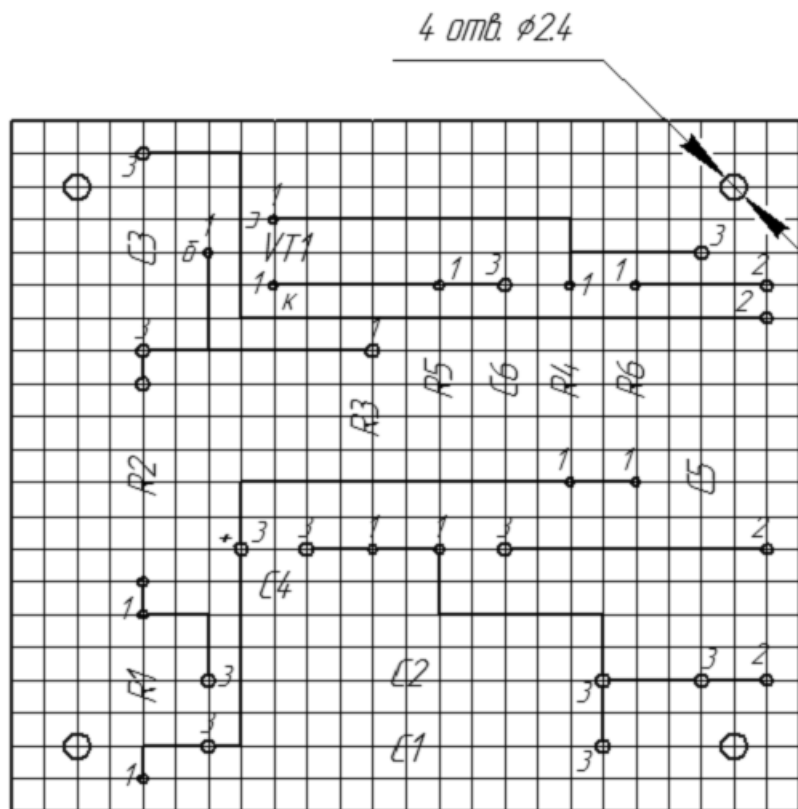
1. * Розміри для довідок
2. Плату виготовити комбінованим способом.
3. Плата повинна відповідати ДСТУ (ГОСТ) 23752-79.
4. Клас точності 3 за ДСТУ (ГОСТ) 23751-86.
5. Крок координатної сітки 2,5 мм
6. Конфігурацію провідників витримувати згідно креслення з відхиленням $\pm 0,1$ мм.
7. Ширина провідників 1 мм, у вузьких місцях – 0,3 мм.
8. Відстань між провідниками не менше 1 мм, у вузьких місцях – 0,6 мм.
9. Покриття – сплав РОЗЕ ТУ 6-09-4065-88.
10. Маркування виконати методом сіткографії, шрифт 2,5. Фарба маркувальна.
11. Місця, обведені штрихпунктирною лінією, провідниками та контактними майданчиками не займати.

3.7 Основний напис креслення

Креслення деталі вважається завершеним, якщо повністю заповнений основний напис. Основний напис для креслення друкованої плати заповнюється наступним чином.

Графа «Позначення» заповнюється так само, як на кресленні будь-якої деталі. Наприклад, П.АКІТР.2025.000000.08, де:
П – назва навчальної дисципліни – «Інженерна графіка»;

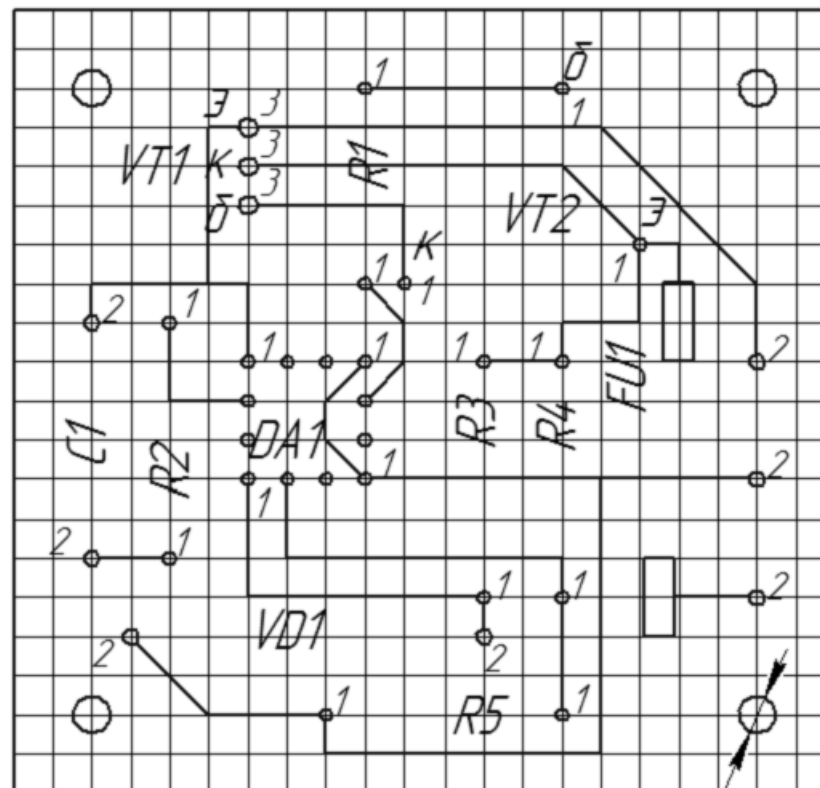
Варіант 4



- 1 - $\phi 0.8$
- 2 - $\phi 1.0$
- 3 - $\phi 1.2$

4 ІНДИВІДУАЛЬНІ ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Варіант 1



- 1 - $\phi 0.8$
- 2 - $\phi 1.0$
- 3 - $\phi 1.2$

4 отв. $\phi 2.4$