

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Е. А. Ваншина

ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Оренбург
2017

УДК 621.396.6(076.5)
ББК 32.844я7
В 17

Рецензент – кандидат технических наук, доцент М.М. Филяк

Ваншина, Е. А.
В 17 Платы печатные: методические указания к курсовому проекту /
Е. А. Ваншина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта на тему «Платы печатные» по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика». Они содержат дидактические материалы, методики выполнения, варианты и образцы выполнения курсового проекта, связанного с выполнением чертежей печатных плат, по теме «Платы печатные» раздела «Инженерная и компьютерная графика» и предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника очной формы обучения.

УДК 621.396.6(076.5)
ББК 32.844я7

© Ваншина Е. А., 2017
© ОГУ, 2017

Содержание

Введение	4
1 Цель и содержание курсового проекта	6
2 Платы печатные.....	11
2.1 Основные понятия и определения	11
2.1.1 Элементы конструкции печатных плат	12
2.2 Правила выполнения чертежей печатных плат	16
2.2.1 Координатная сетка	17
2.2.2 Параметры контактных площадок.....	20
2.2.3 Выполнение проводников.....	22
2.2.4 Правила нанесения размеров	23
2.2.5 Технические требования	24
2.2.6 Основная надпись чертежа	25
Список использованных источников	27
Приложение А (обязательное) Варианты графической части курсового проекта «Платы печатные».....	28
Приложение Б (обязательное) Образец выполнения графической части курсового проекта «Платы печатные»	45

Введение

В производстве изделий машиностроения, приборостроения, средств вычислительной техники и бытовой радиоэлектронной аппаратуры широко применяются печатные платы. Печатная плата (ПП) представляет собой плоское изоляционное основание с отверстиями, на одной или обеих сторонах которого расположены полоски металла (проводники) в соответствии с электрической схемой изделия. Печатные платы служат для монтажа на них электрорадиоэлементов (ЭРЭ) с помощью полуавтоматической или автоматической установки с последующей пайкой.

Применение печатных плат обеспечивает автоматизацию монтажно-сборочных операций, снижает габаритные размеры аппаратуры, металлоемкость и повышает ряд конструктивных и эксплуатационных качеств изделия.

Печатный монтаж – достижение науки 50-х годов XX века. Промышленное освоение новых радиотехнических материалов, малогабаритных полупроводниковых приборов, изделий электронной техники (ИЭТ), микросхем, а также технологических процессов способствовало бурному развитию проектирования печатных схем. В нашей стране печатный монтаж применяется с 1956 года. В настоящее время для разработки печатных плат используются различные системы автоматизированного проектирования (САПР). Широкое применение получила, в том числе, интерактивная графическая система PCAD, которая не только производит автоматическую трассировку электрических соединений на печатной плате в соответствии со схемой электрической принципиальной, но и дает возможность получения конструкторской документации.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника очной формы обучения, и соответствуют программе курса «Инженерная и компьютерная графика» раздела 1 «Конструкторская документация. Оформление чертежей. Изображения» и раздела 2 «Соединение деталей». Они

содержат требования к выполнению чертежей печатных плат, ее элементов, основные понятия и определения.

В методических указаниях приведены примеры выполнения чертежей печатных плат, варианты и образец выполнения графической части курсового проекта.

1 Цель и содержание курсового проекта

Целью курсового проекта является изучение требований стандартов к выполнению чертежей печатных плат, ее элементов, приобретение теоретических знаний в области проектирования печатных плат. Задания курсового проекта являются индивидуальными для каждого студента и выполняются по вариантам, закрепленным за ним преподавателем.

Содержание курсового проекта заключается в выполнении чертежа печатной платы.

В соответствии с требованиями стандарта организации федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» СТО 02069024. 101-2015 «Работы студенческие. Общие требования и правила оформления» курсовая работа содержит текстовую и графическую часть.

Текстовая часть курсового проекта содержит следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание;
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- список использованных источников;
- приложения.

Титульный лист является первым листом курсового проекта. Все надписи выполняют чернилами черного цвета. На титульном листе указывают классификационный код в соответствии с пунктом 12.1.1 раздела 12 СТО 02069024. 101-2015 (рисунок 1.1).

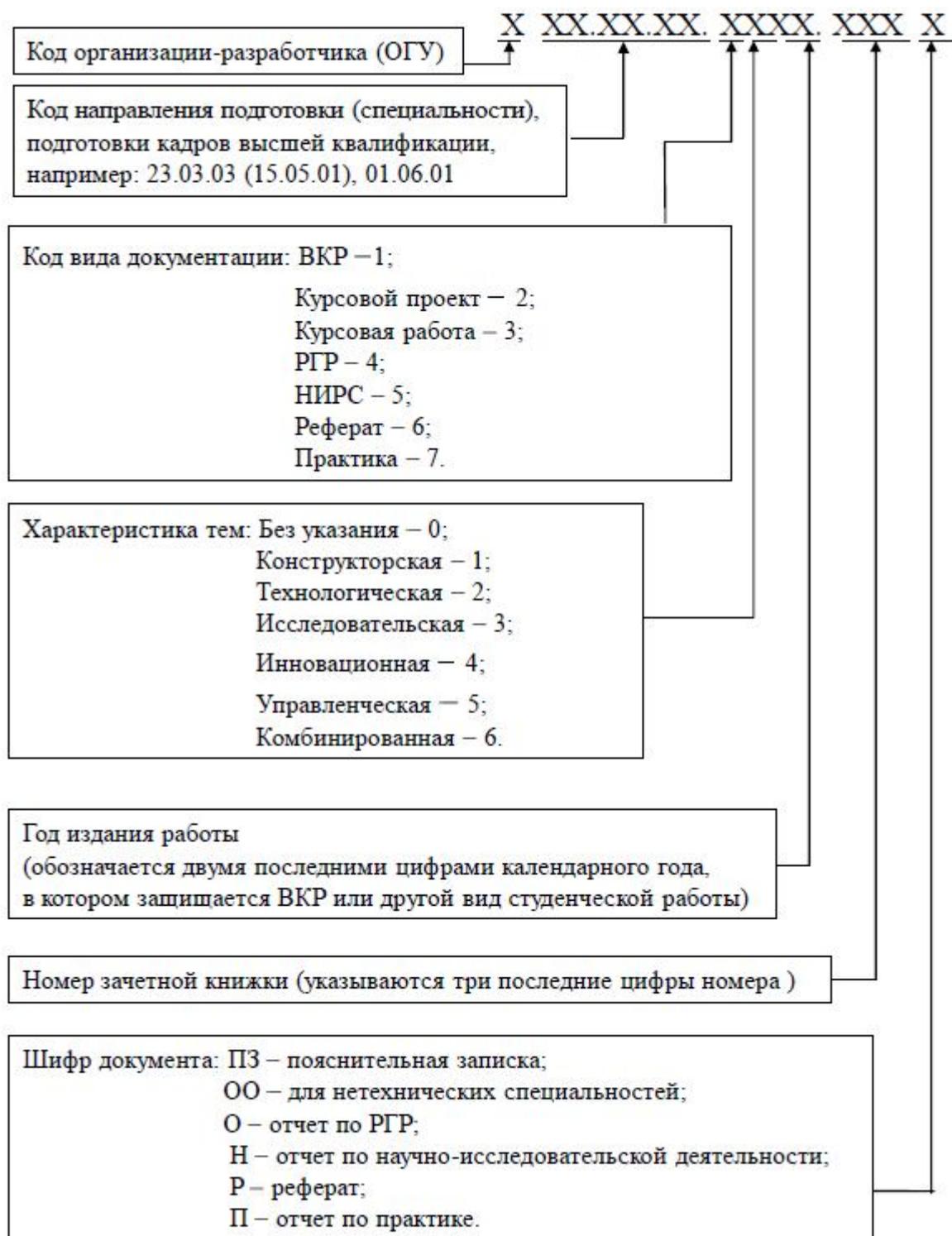


Рисунок 1.1 – Структура обозначения письменной курсовой работы

Пример классификационного кода, указанного на титульном листе курсового проекта: **ОГУ 11.03.03. 2017. 144 ПЗ** (ОГУ – код организации-разработчика; **11.03.03** – код направления подготовки; **2** – код вида документации: курсовой проект; **0** – характеристика тем: без указания; **17** – год издания

работы: две последние цифры календарного года, в котором защищается курсовой проект; **144** – три последние цифры номера зачетной книжки; **ПЗ** – шифр документа: пояснительная записка).

Бланк задания следует помещать после титульного листа. Задание должно содержать исходные данные, объем и срок выполнения курсового проекта с подписями руководителя и исполнителя.

Аннотация является третьим листом курсового проекта.

Изложение текста основной части, оформление иллюстраций, построение таблиц, оформление списка использованных источников, приложений должны соответствовать требованиям, указанным в разделах 7 и 8 СТО 02069024. 101-2015.

Графическая часть курсового проекта выполняется в соответствии с требованиями раздела 10 СТО 02069024. 101-2015.

Задание

Графическая часть курсового проекта выполняется в соответствии с вариантом задания, приведенном в приложении А. Задание выполняется на листе формате А3 (297х420 мм).

На чертеже должны быть построены три изображения: главный вид (сторона с проводниками), вид слева (толщина печатной платы) и вид сзади (сторона монтажа).

На изображениях должна быть пронумерована координатная сетка и заданы необходимые размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307 и в таблице.

Размеры платы определить, подсчитав количество шагов координатной сетки. Заданный шаг – 2,5 мм.

Технические требования записать по примеру (рисунок Б.1 приложения Б).

Заполнить все графы основной надписи.

Пример графической части курсового проекта «Платы печатные», выполненный по нулевому варианту, представлен на рисунке Б.1 приложения Б, варианты – на рисунках А.1–А.17 приложения А.

Графическая часть (чертеж) курсового проекта должна отвечать требованиям действующих стандартов и выполняется неавтоматизированным (карандашом) и автоматизированным (с помощью САПР) методами.

Линии чертежи должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68, основная надпись – ГОСТ 2.104-2006.

Для чертежей устанавливается структура их обозначения в соответствии с пунктом 12.1.2 раздела 12 СТО 02069024. 101-2015 (рисунок 1.2).

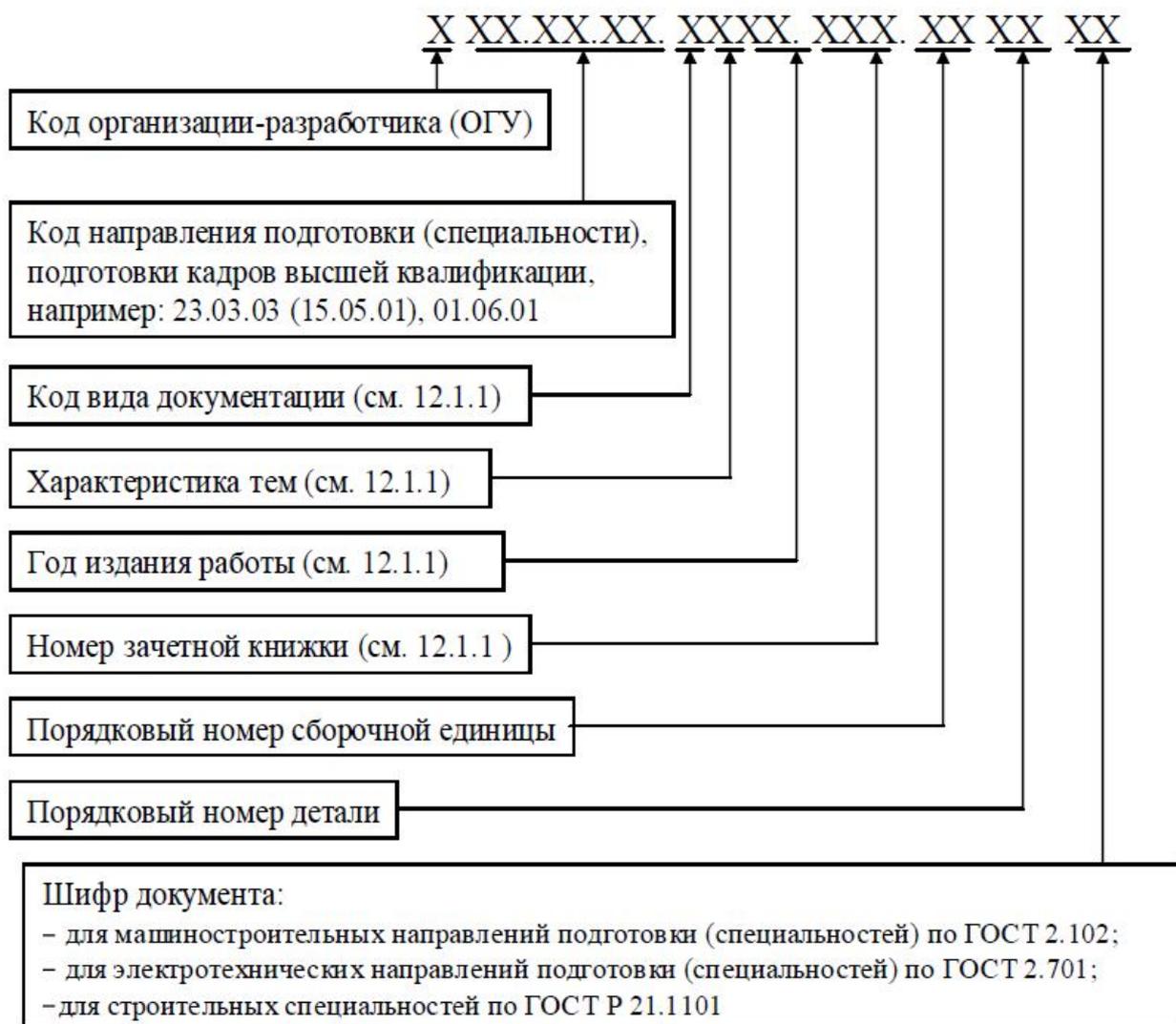


Рисунок 1.2 – Структура обозначения чертежей

Пример классификационного кода, указанного на чертеже курсовой работы: **ОГУ 11.03.03. 2017. 144 01** (ОГУ – код организации-разработчика; **11.03.03** – код направления подготовки; **2** – код вида документации: курсовой проект; **0** – характеристика тем: без указания; **17** – год издания работы: две последние цифры календарного года, в котором защищается курсовая работа; **144** – три последние цифры номера зачетной книжки; **01** – шифр документа: номер задания 1.1).

2 Платы печатные

2.1 Основные понятия и определения

ГОСТ Р 53386-2009 устанавливает термины и определения понятий в области печатных плат.

Печатная плата (ПП) – изделие, состоящее из одного или двух проводящих рисунков, расположенных на поверхности основания, или из системы проводящих рисунков, расположенных в объеме и на поверхности основания, соединенных между собой в соответствии с электрической схемой печатного узла, предназначенное для электрического соединения и механического крепления устанавливаемых на нем изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий.

Основание печатной платы – элемент конструкции печатной платы, на поверхности или на поверхности и в объеме которого расположен проводящий рисунок или система проводящих рисунков печатной платы.

Рисунок печатной платы – конфигурация, образованная проводниковым и (или) диэлектрическим материалом на печатной плате.

Проводящий рисунок печатной платы – рисунок печатной платы, образованный проводниковым материалом на основании или в объеме. Проводящий рисунок состоит из печатных проводников, контактных площадок, экранов, металлизированных отверстий, теплоотводящих и других печатных компонентов.

Непроводящий рисунок печатной платы – рисунок печатной платы, образованный диэлектрическим материалом основания печатной платы.

Односторонняя печатная плата (ОПП) – печатная плата, на одной стороне основания которой выполнен проводящий рисунок.

Двусторонняя печатная плата (ДПП) – печатная плата, на обеих сторонах основания которой выполнены проводящие рисунки.

Многослойная печатная плата (МПП) – печатная плата, состоящая из чередующихся проводящих и непроводящих рисунков, соединенных в соответствии с электрической схемой печатного узла.

Двухуровневая печатная плата – печатная плата, имеющая проводящие рисунки в двух, разделенных воздушными зазорами, уровнях, электрически соединенных металлическими столбиками, образованными одновременно с проводящими рисунками травлением металлической пластины.

Гибкий печатный кабель – гибкая печатная плата, проводящий рисунок которой состоит из печатных проводников, предназначенная для электрического соединения печатных узлов.

2.1.1 Элементы конструкции печатных плат

Печатный проводник – одна полоска в проводящем рисунке печатной платы.

Печатный контакт – часть проводящего рисунка печатной платы, представляющая собой часть электрического контакта.

Печатный компонент – электронный компонент, являющийся частью проводящего и непроводящего рисунков печатной платы. К печатным компонентам относятся резистор, конденсатор и др.

Погружной печатный компонент – печатный компонент, расположенный на внутреннем слое печатной платы.

Проводящий слой печатной платы – проводящий рисунок печатной платы, расположенный в одной плоскости.

Внутренний слой печатной платы – проводящий рисунок печатной платы, расположенный внутри многослойной печатной платы.

Внешний слой печатной платы – проводящий рисунок печатной платы, расположенный на наружной стороне печатной платы.

Контактная площадка печатной платы – часть проводящего рисунка печатной платы, используемая для электрического подсоединения устанавливаемых изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий.

Концевой печатный контакт – печатный контакт на краю печатной платы, предназначенный для сопряжения электрическим соединителем непосредственного сочленения.

Металлизированное отверстие печатной платы – отверстие в печатной плате с проводниковым материалом на его стенке.

Сквозное металлизированное отверстие печатной платы – металлизированное отверстие печатной платы, соединяющее между собой проводящие рисунки внутренних и (или) внешних слоев печатной платы и имеющее выходы на обе стороны печатной платы.

Глухое металлизированное отверстие печатной платы – металлизированное отверстие печатной платы, имеющее выход только на одну из сторон печатной платы.

Неметаллизированное отверстие печатной платы – отверстие в печатной плате без проводникового материала на его стенке.

Монтажное отверстие печатной платы – отверстие, предназначенное для электрического подсоединения к проводящему рисунку печатной платы выводов изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий.

Переходное отверстие печатной платы – металлизированное отверстие печатной платы, предназначенное для электрического соединения проводящих рисунков печатной платы, находящихся на разных проводящих слоях печатной платы.

Внутреннее соединение проводящих рисунков – часть проводящего рисунка печатной платы, предназначенная для соединения проводящих рисунков на внутренних слоях печатной платы.

Крепежное отверстие печатной платы – неметаллизированное отверстие печатной платы, предназначенное для механического крепления печатной платы к базовой несущей конструкции или для механического крепления изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий на печатной плате.

Сторона монтажа печатной платы – сторона печатной платы, предназначенная для установки на ней изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий. Монтаж бывает одно- и двусторонним.

Межслойное соединение печатной платы – электрическое соединение проводящих рисунков внутренних слоев печатной платы.

Рисунок контактных площадок печатной платы – часть проводящего рисунка на наружных сторонах печатной платы, включающая в себя все контактные площадки.

Гарантийный поясок контактной площадки печатной платы – минимально допустимая ширина контактной площадки печатной платы вокруг отверстия печатной платы.

Координатная сетка чертежа печатной платы – сетка, определяющая положение элементов рисунка печатной платы в прямоугольной системе координат.

Шаг координатной сетки печатной платы – расстояние между двумя соседними параллельными линиями координатной сетки чертежа печатной платы.

Ширина печатного проводника печатной платы – поперечный размер печатного проводника печатной платы.

Шаг печатных проводников печатной платы – расстояние между осями соседних печатных проводников печатной платы.

Расстояние между печатными проводниками печатной платы – ширина участка непроводящего рисунка печатной платы между краями соседних печатных проводников одного проводящего слоя печатной платы.

Расстояние между проводящими слоями печатной платы – толщина диэлектрического материала между соседними проводящими слоями печатной платы.

Монтажное окно печатной платы – неметаллизированное отверстие во внешних и ряде внутренних слоев многослойной печатной платы, открывающее доступ к контактной площадке, расположенной на внутреннем слое печатной платы.

Экран печатной платы – элемент проводящего рисунка печатной платы, предназначенный для защиты элементов печатного узла от электромагнитных излучений.

Шина печатной платы – один или несколько печатных проводников, используемых для передачи цифрового сигнала или электрической мощности.

Ключ печатной платы – знак, определяющий положение устанавливаемого на печатной плате изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнического изделия.

Анкерный выступ печатной платы – выступ контактной площадки печатной платы в плоскости проводящего рисунка, предназначенный для увеличения сцепления контактной площадки с основанием печатной платы.

Запрессованный контакт печатной платы – вывод изделия электронной техники, запрессованный в сквозное металлизированное отверстие печатной платы для создания надежного электрического контакта.

Перемычка печатной платы – отрезок проводникового материала, обеспечивающий электрическое соединение между двумя точками проводящего рисунка печатной платы на одной стороне печатной платы.

Межслойная перемычка печатной платы – отрезок проводникового материала, обеспечивающий через переходное отверстие печатной платы электрическое соединение между двумя точками проводящего рисунка печатной платы, расположенными на разных проводящих слоях печатной платы.

Маркировка печатной платы – совокупность знаков и символов (буквы, цифры и т.д.) на печатной плате.

Толщина односторонней [двусторонней, многослойной] печатной платы – расстояние между наружными плоскостями проводящего рисунка и основания [крайних проводящих рисунков] печатной платы.

Толщина печатного проводника – высота печатного проводника в поперечном сечении.

Печатный узел – печатная плата с подсоединенными к ней в соответствии с чертежом электрическими и механическими элементами и (или) другими печатными платами.

Печатный монтаж – монтаж, при котором электрическое соединение элементов электронного узла, включая экраны, выполнено печатными проводниками.

2.2 Правила выполнения чертежей печатных плат

Чертежи печатных плат должны выполняться в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В настоящих методических указаниях не рассматриваются требования к выполнению круглых печатных плат.

Чертеж печатной платы классифицируется как чертеж детали, на который распространяются те же правила, что и для выполнения эскизов и рабочих чертежей различных деталей, с учетом требований ГОСТ 2.417-91.

На чертеже любой детали должны быть приведены все необходимые изображения. На чертеже печатной платы выполняют, как правило, два или три изображения. В качестве главного вида выбирают сторону пайки, то есть сторону с проводниками для односторонних печатных плат, для двусторонних печатных плат – сторону с большим количеством проводников.

Обратная сторона печатной платы (вид сзади) является стороной установки большинства навесных элементов. Между отверстиями, в которые устанавливаются выводы элементов, записывают позиционные обозначения этих

элементов. Эта сторона печатной платы подписывается «Сторона монтажа». При автоматизированном способе установки элементов сторона монтажа (вид сзади) может отсутствовать.

Вид слева, показывающий толщину печатной платы, допускается не показывать, так как толщина материала указывается в графе «Материал» основной надписи. В случае выполнения вида слева размер толщины печатной платы должен стоять со знаком «*», а в технических требованиях должна быть запись: «*Размер для справок». Такая запись производится в связи с тем, что на чертежах деталей на допускается дважды проставлять размеры одного и того же элемента.

2.2.1 Координатная сетка

На изображение печатной платы наносят координатную сетку. Линии координатной сетки проводят сплошной тонкой линией параллельно сторонам печатной платы с определенным шагом.

Шаги координатной сетки: 2,5; 1,25; 0,625; (0,5). Шаг 2,5 мм является основным, так как он первым был применен при разработке печатных плат и использовался длительное время.

Допускается выделять на чертеже отдельные линии координатной сетки, чередующиеся через определенные интервалы, либо часть из них не наносить. При этом в технических требованиях чертежа следует помещать указания типа: «Линии координатной сетки нанесены через одну».

Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации следует наносить либо на все поля чертежа, либо рисками по периметру контура печатной платы, как показано на рисунке 2.1. При этом риски наносят либо по периметру контура, либо на некотором расстоянии от него.

Линии координатной сетки должны нумероваться. Шаг нумерации зависит от насыщенности и масштаба изображения и может быть выражен в мил-

лиметрах, как на рисунке 2.1, или в количестве линий сетки, как на рисунках 2.2 и 2.3.

За начало отсчета на главном виде чертежа печатной платы следует принимать:

- центр крайнего левого или правого нижнего отверстия (рисунок 2.1.);
- левый или правый нижний угол печатной платы (рисунок 2.2);
- левую или правую нижнюю точку, образованную линиями построения (рисунок 2.3).

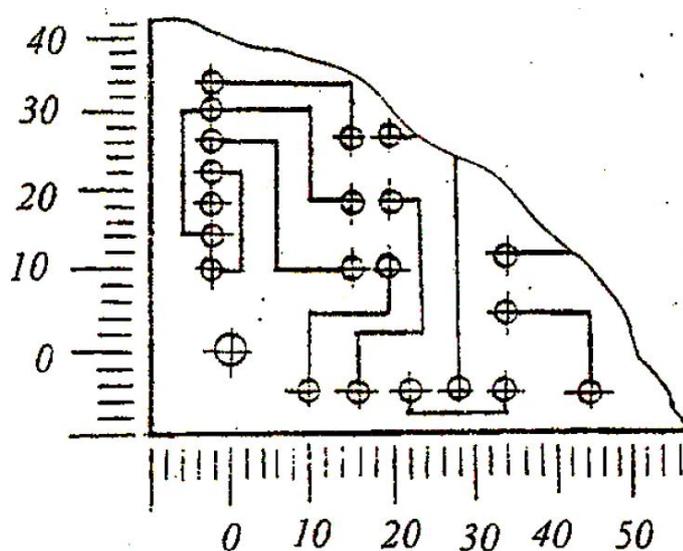


Рисунок 2.1 – Пример изображения координатной сетки: шаг – в миллиметрах; отсчет от центра крайнего левого нижнего основания

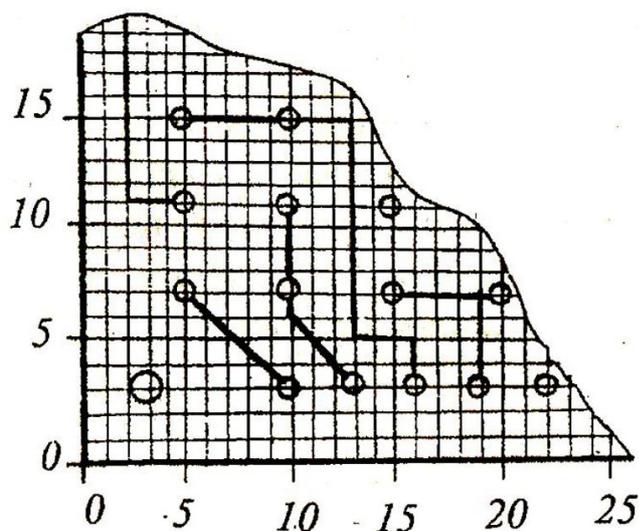


Рисунок 2.2 – Пример изображения координатной сетки: шаг – в количестве линий сетки; отсчет от левого нижнего угла печатной платы

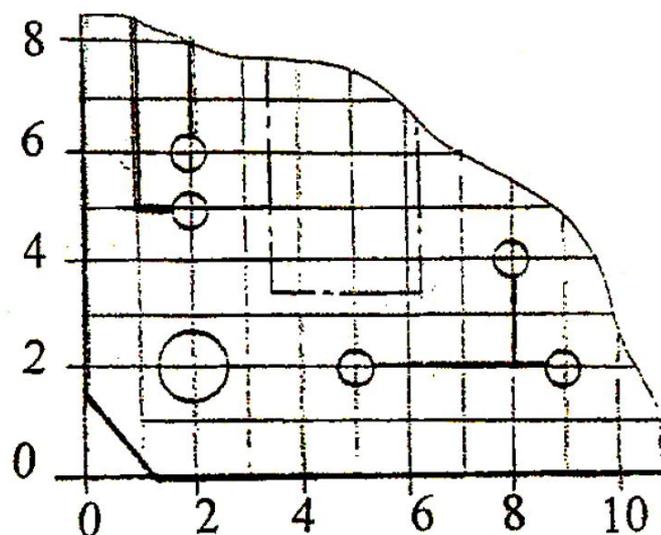
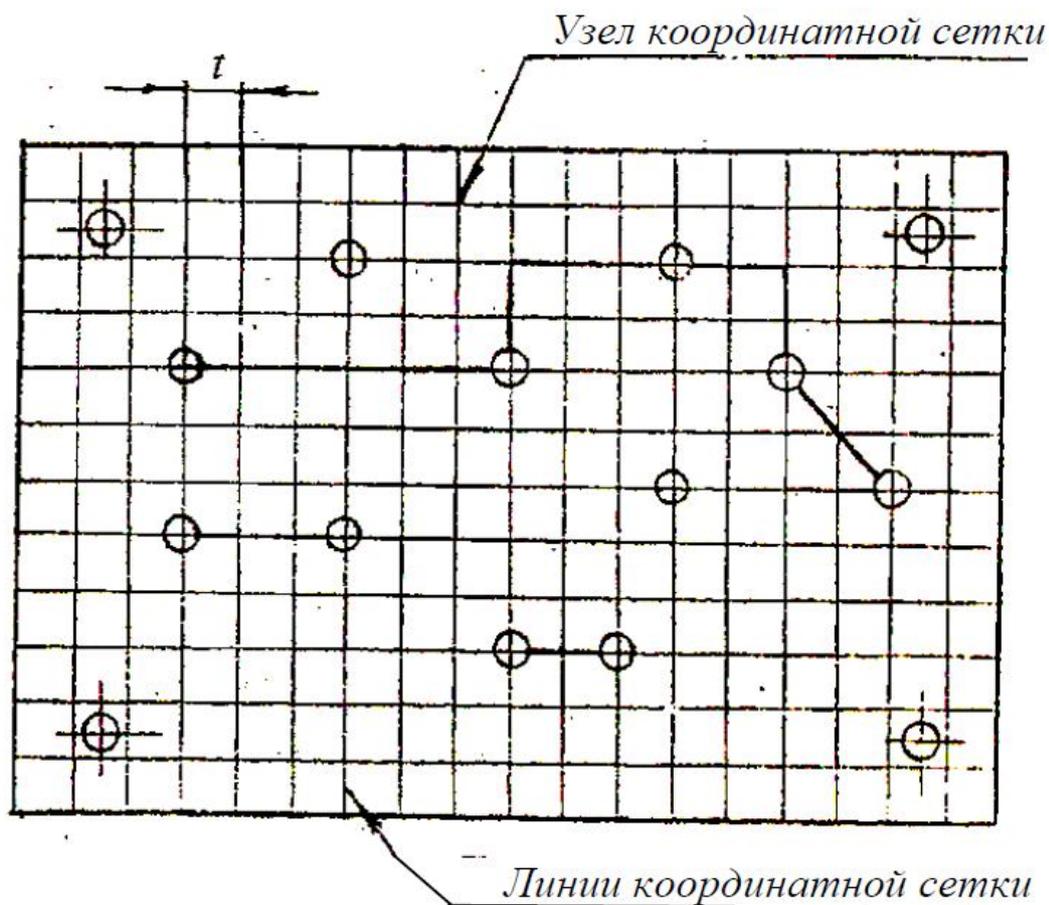


Рисунок 2.3 – Пример изображения координатной сетки: шаг – в количестве линий сетки; отсчет от левой нижней точки, образованной линиями построения

Участки печатной платы, которые не допускается занимать проводниками и контактными площадками, необходимо обводить штрихпунктирной утолщенной линией, как показано на рисунке 2.3. При этом в технических требованиях следует сделать запись: «Места, обведенные штрихпунктирной линией, проводниками и контактными площадками не занимать».

Диаметры монтажных, переходных, металлизированных и неметаллизированных отверстий должны быть выбраны из ряда: 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 мм. Центры отверстий, как правило, располагают в узлах координатной сетки, как приведено на рисунке 2.4.

При применении навесных элементов с жесткими выводами и шагом выводов, некратным шагу координатной сетки, необходимо в узле координатной сетки располагать одно из отверстий, принятое за основное. Остальные отверстия располагают в соответствии с рабочим чертежом элемента.



t – шаг координатной сетки

Рисунок 2.4 – Изображение центров отверстий в узлах координатной сетки

2.2.2 Параметры контактных площадок

Круглые контактные площадки с отверстиями, в том числе имеющими зенковку, и контактные площадки произвольной формы, размеры которых не указаны, изображают на чертеже одной окружностью, как показано на рисунке 2.4. Размеры и форму контактных площадок указывают в технических требованиях чертежа.

Диаметры монтажных отверстий подбираются по диаметру выводов навесных элементов. Отверстия малого диаметра, близкие по размеру (например: 0,6; 0,8; 1,0; 1,5 и так далее), трудно вычертить и различить визуально, по-

этому отверстия, близкие по диаметру, следует изображать окружностью одного диаметра (можно условно увеличивать).

Для удобства определения размеров таких отверстий рекомендуется использовать условные обозначения в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307, как показано на рисунках 2.5 и 2.6.



Рисунок 2.5 – Изображение условных обозначений отверстий

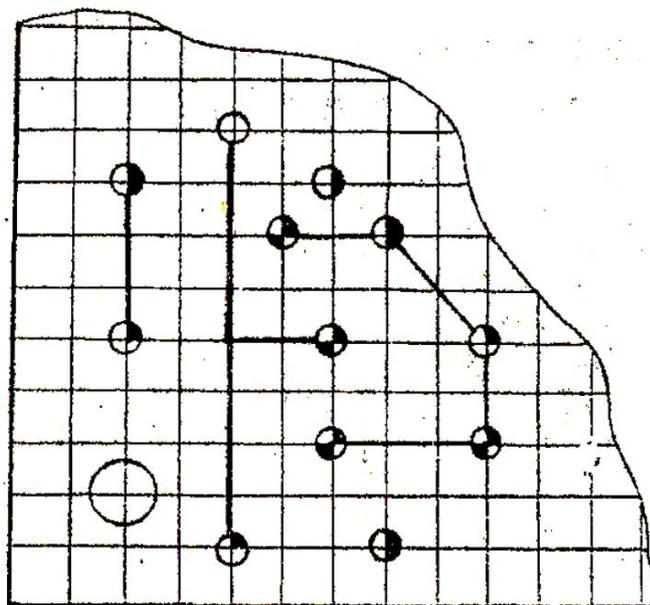


Рисунок 2.6 – Изображение условных обозначений отверстий на координатной сетке

Диаметр отверстия, его условное обозначение, диаметр контактной площадки, наличие металлизации, количество отверстий следует объединять в таблицу. Пример оформления таблицы приведен на рисунке 2.7.

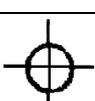
<i>Обозначение отверстий</i>	<i>Диаметр отв., мм</i>	<i>Наличие металлизации</i>	<i>Количество, шт.</i>
	0,8	<i>есть</i>	15
	1,3	<i>есть</i>	28
	1,5	<i>есть</i>	32
	2,4	<i>нет</i>	4

Рисунок 2.7 – Изображение таблицы с характеристиками отверстий

2.2.3 Выполнение проводников

Проводники на чертеже должны изображаться одной линией, являющейся осью симметрии проводника, как приведено на рисунках 2.4. и 2.6. По возможности проводники наносят вдоль линий координатной сетки. При использовании САПР в процессе проектирования печатной платы проводники допускается изображать в необходимых случаях под углом 45°. Числовое значение ширины проводника, как правило, записывается в технических требованиях.

Проводники могут изображаться двумя линиями, при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, числовое значение ширины не указывают, как показано на рисунке 2.8.

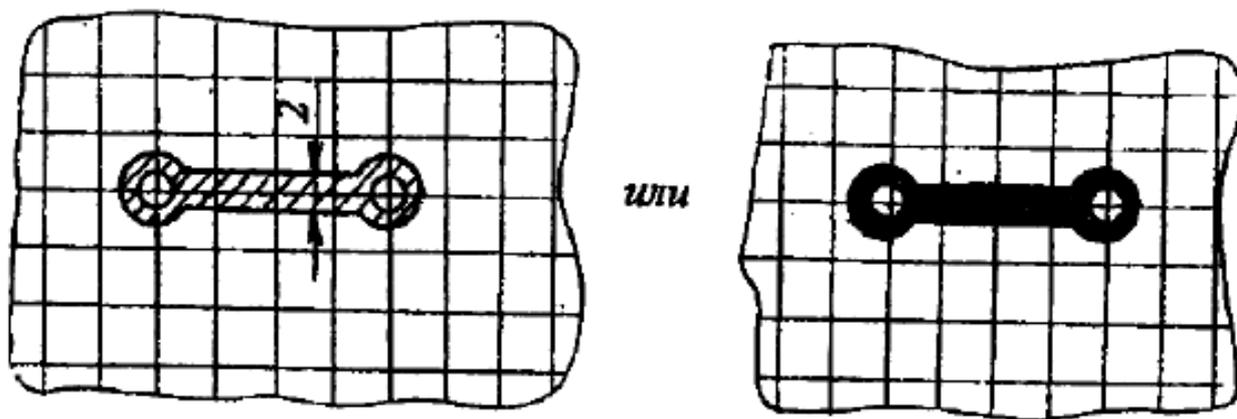


Рисунок 2.8. – Изображение проводников

Отдельные элементы рисунка печатной платы, проводники, экраны, изоляционные участки и другие, допускается выделять на чертеже штриховкой, зачернением и тому подобное, как приведено на рисунке 2.8.

На чертеже печатной платы, как и на чертеже любой детали, должны быть проставлены размеры.

2.2.4 Правила нанесения размеров

На чертеже печатной платы размеры должны указываться одним из следующих способов:

- в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307 при помощи выносных и размерных линий;
- с помощью координатной сетки в прямоугольной системе координат;
- комбинированным способом при помощи выносных и размерных линий и координатной сетки;
- в виде таблицы координат элементов проводящего рисунка (проводников, контактных площадок и тому подобное).

Наиболее распространенным способом является комбинированный. При этом с помощью выносных и размерных линий задают, как правило, габаритные и крепежные размеры платы (даже если они попадают в узлы координат-

ной сетки), а также размеры отверстий, попадающих в узлы координатной сетки, как показано на рисунке 2.9.

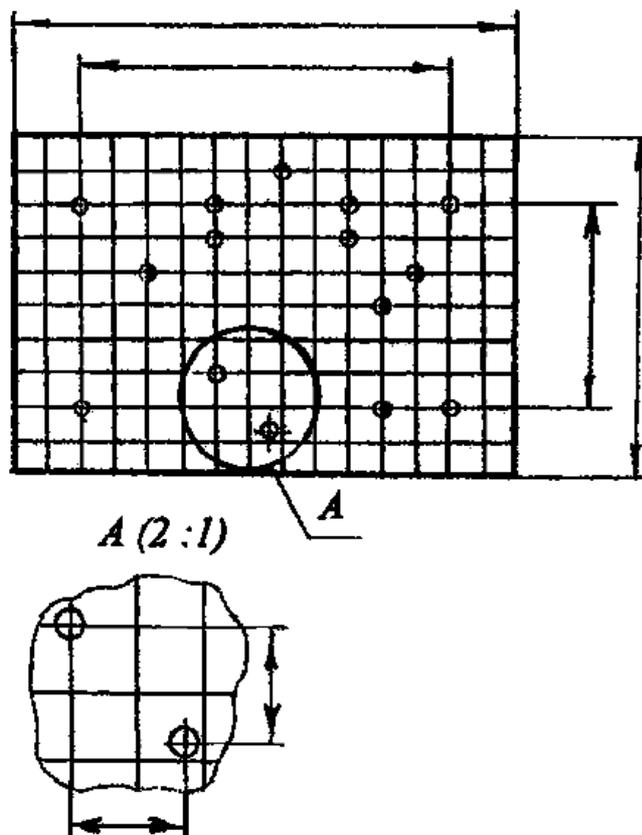


Рисунок 2.9 – Комбинированный способ простановки размеров

Часть размеров, которые нецелесообразно или невозможно проставить на чертеже записывают в технических требованиях, например, шаг координатной сетки, ширина проводников и тому подобное.

2.2.5 Технические требования

Технические требования – это текстовая часть на чертеже, включающая данные, необходимые для изготовления печатной платы (или другого изделия), которые не могут быть выражены условно или графически. Их располагают над основной надписью. Между техническими требованиями и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и тому подобное.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две или более колонок. Ширина колонки должна быть не более 185 мм. Вторую колонку (продолжение) располагают слева от основной надписи.

Последовательность записи технических требований установлена ГОСТ 2.316. При необходимости указания способа изготовления печатной платы его следует записывать первым пунктом.

Пример последовательности заполнения технических требований:

1. Плату изготовить комбинированным способом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79.
3. Класс точности 3 по ГОСТ 23751-86.
4. Шаг координатной сетки 2,5 мм.
5. Форма контактных площадок произвольная.
6. Конфигурацию проводников выдерживать по чертежу с отклонением $\pm 0,1$ мм.
7. Ширина проводников 1 мм, в узких местах – 0,3 мм.
8. Расстояние между проводниками не менее 1 мм, в узких местах – 0,6 мм.
9. Покрытие сплавом РОЗЕ ТУ 6-09-4065-88.
10. Места, обведенные штрихпунктирной линией, проводниками и контактными площадками не занимать.
11. Маркировать краской МКЭЧ по ОСТ4.ГО.054-205 черной, шрифт 2ПР-3 ГОСТ 26020-80.
12. *Размер для справок.

2.2.6 Основная надпись чертежа

Чертеж детали считается законченным, если полностью заполнена основная надпись чертежа. Основная надпись для чертежа печатной платы заполняется следующим образом:

1) графа «Обозначение» заполняется так же, как на чертеже любой детали. Например, **ОГУ 11.03.03. 2017. 144 01**, как описано на странице 10 методических указаний;

2) графа «Наименование» должна иметь запись «Плата печатная», запись производится чертежным шрифтом строчными буквами за исключением первой, ее первое слово начинается с существительного, потом – все остальные;

3) в графе «Материал» записывают материал печатной платы. Например, СФ-1-35Г-1,5-1 кл. ГОСТ 10316-78, где СФ – стеклотекстолит фольгированный; 1 – односторонний (2 – двусторонний), то есть металлизированное покрытие нанесено с одной стороны основания; 35 или 50 – толщина слоя покрытия в микрометрах; 1,5 – толщина материала основания;

4) в графе «Масштаб» необходимо указать масштаб чертежа. Для чертежа печатной платы применяют, как правило, масштаб увеличения: 2:1; 4:1; 10:1 и реже 5:1.

Пример заполнения основной надписи приведен на рисунке 2.10.

					ОГУ 11.03.03. 2017. 144			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масшт.</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Плата печатная	у		2:1
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Т. контр.</i>							<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н. контр.</i>					СФ 1-35Г-1,5-1кл ГОСТ 10316-78			
<i>Утв.</i>								

Рисунок 2.10 – Пример заполнения основной надписи

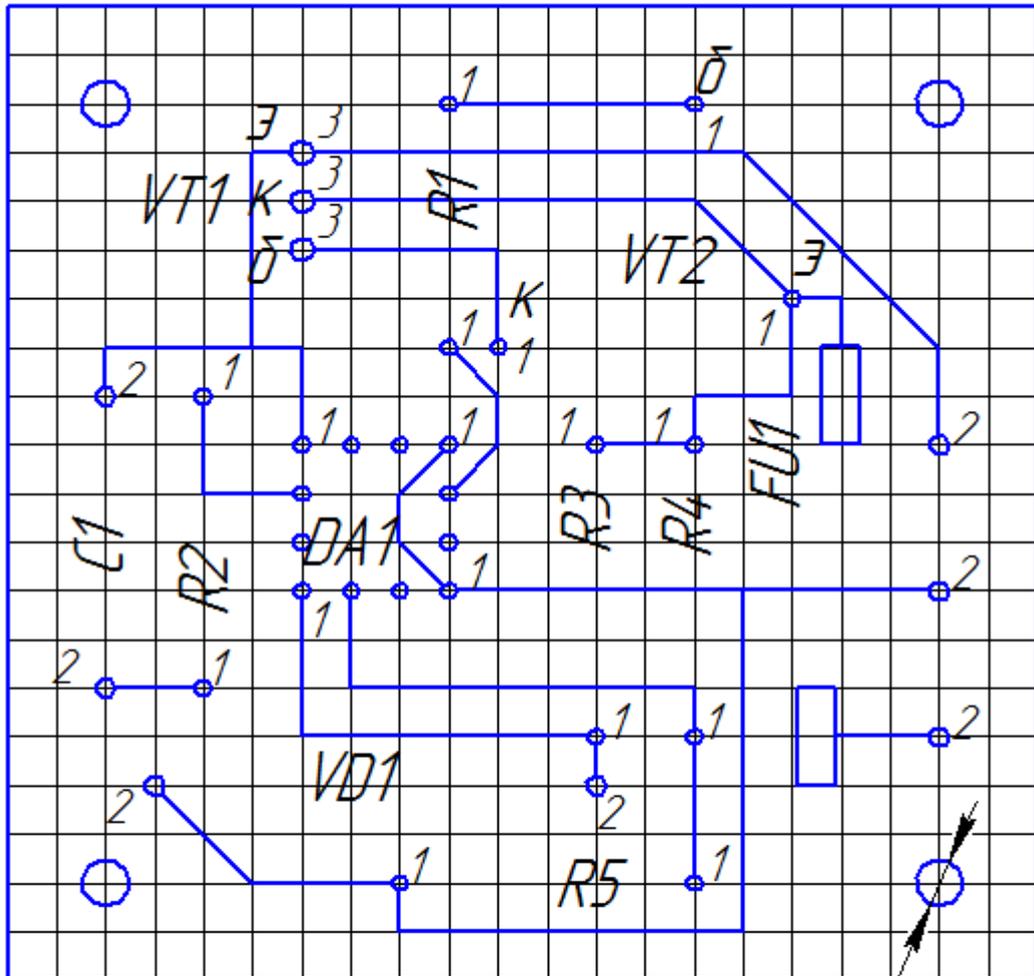
Комплект конструкторской документации на печатную плату при автоматизированном методе проектирования должен соответствовать ГОСТ 2.123.

Список использованных источников

1. Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 282 с.
2. ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 23 с.
3. ГОСТ 2.417-91. Платы печатные. Правила выполнения чертежей. – М.: Стандартиформ, 2011. – 5 с.
4. ГОСТ Р 53386-2009. Платы печатные. Термины и определения. – Москва: Стандартиформ, 2009. – 20 с.
5. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей [сборник]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 236 с.
6. ЕСКД: Справочное пособие. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 203 с.
7. Жигалов, А. Т. Конструирование и технология печатных плат: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / А.Т. Жигалов, Е. П. Котов, К. Н. Шихаев, Б. А. Хохлов. – М.: Высш.шк., 1973. – 216 с.
8. Лашкова, Н. А. Начертательная геометрия и инженерная графика: чертежи и схемы по специальности: учебно-методическое пособие для учащихся. – 3-е изд., испр. – Минск: МГВРК, 2011. – 86 с.
9. Суханова, Н. Г. Инженерная графика: методические указания к практическим занятиям / Н. Г. Суханова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 14 с.

Приложение А
(обязательное)

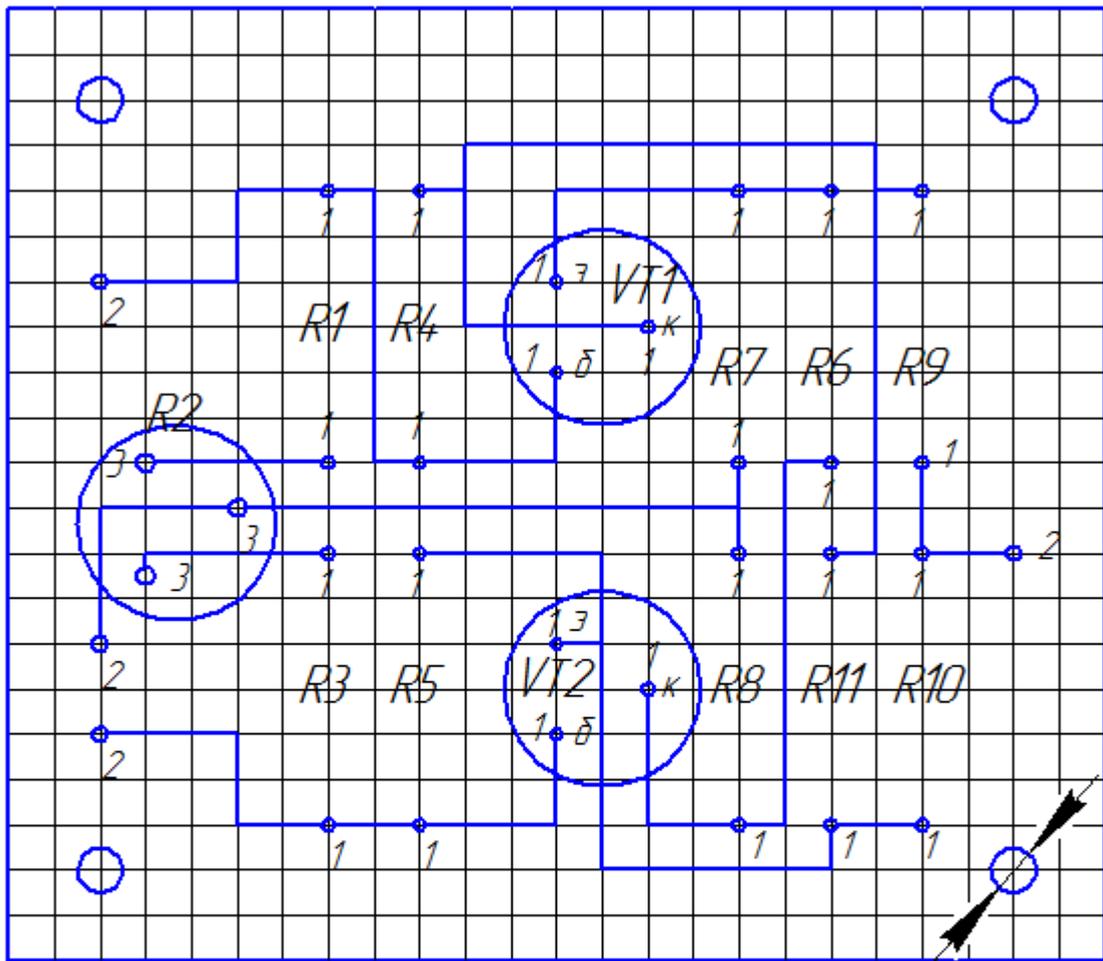
Варианты графической части курсового проекта «Платы печатные»



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

4 отв. $\phi 2.4$

Рисунок А.1 – Вариант 0



1 - φ 0.8

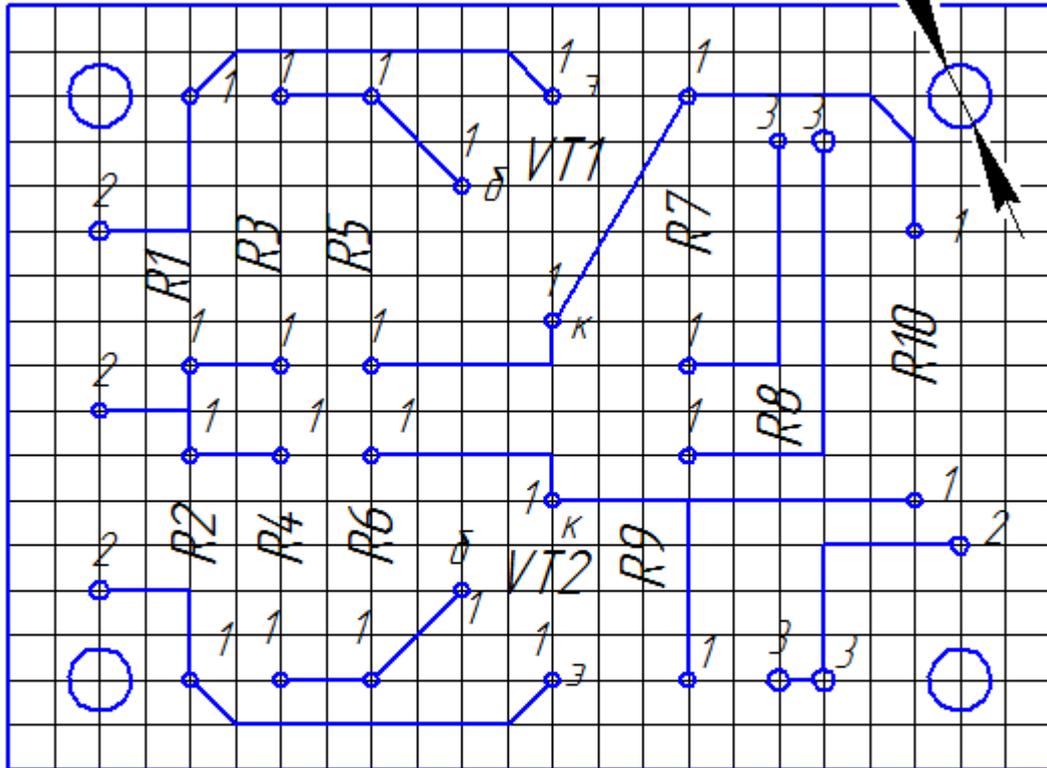
4 отв. φ3

2 - φ 1.0

3 - φ 1.2

Рисунок А.2 – Вариант 1

4 отв. $\phi 3.5$



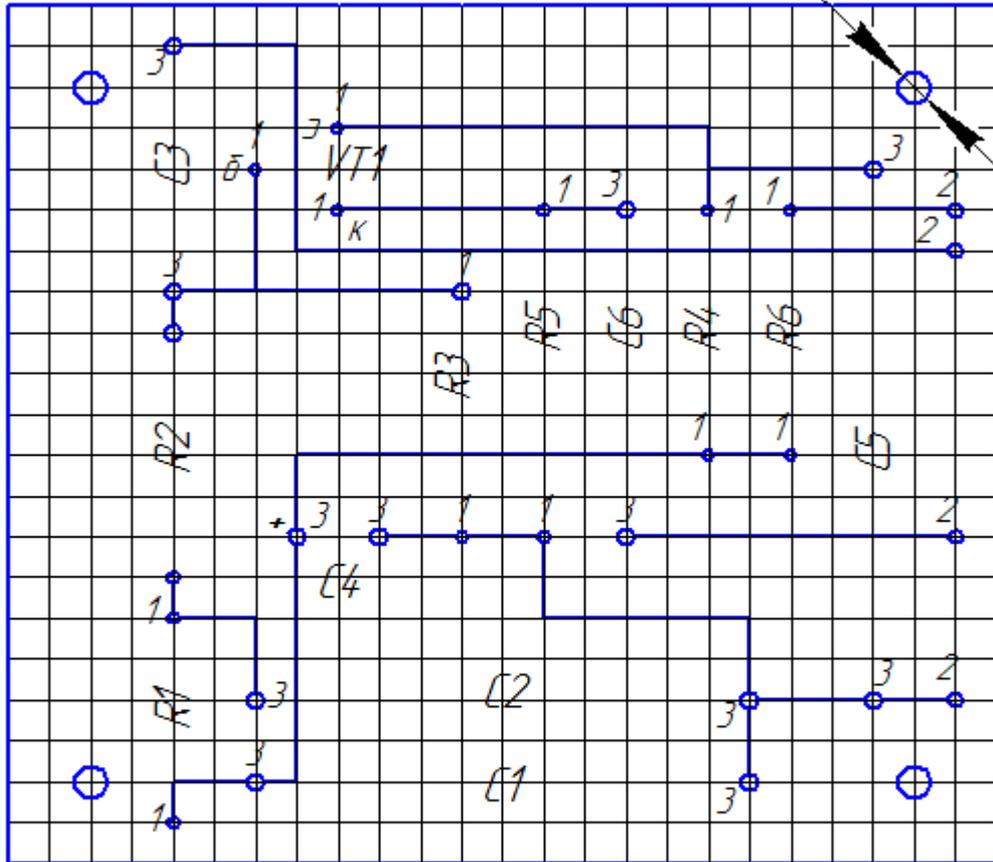
1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.3 – Вариант 2

4 отв. $\phi 24$



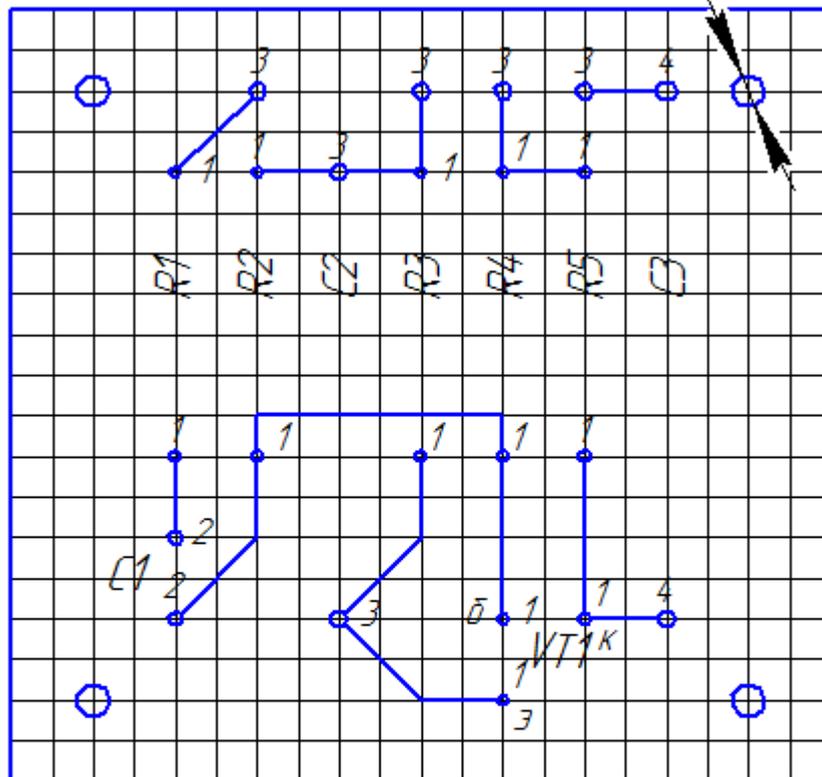
1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.4 – Вариант 3

4 отв. $\phi 2.4$



1 - $\phi 0.8$

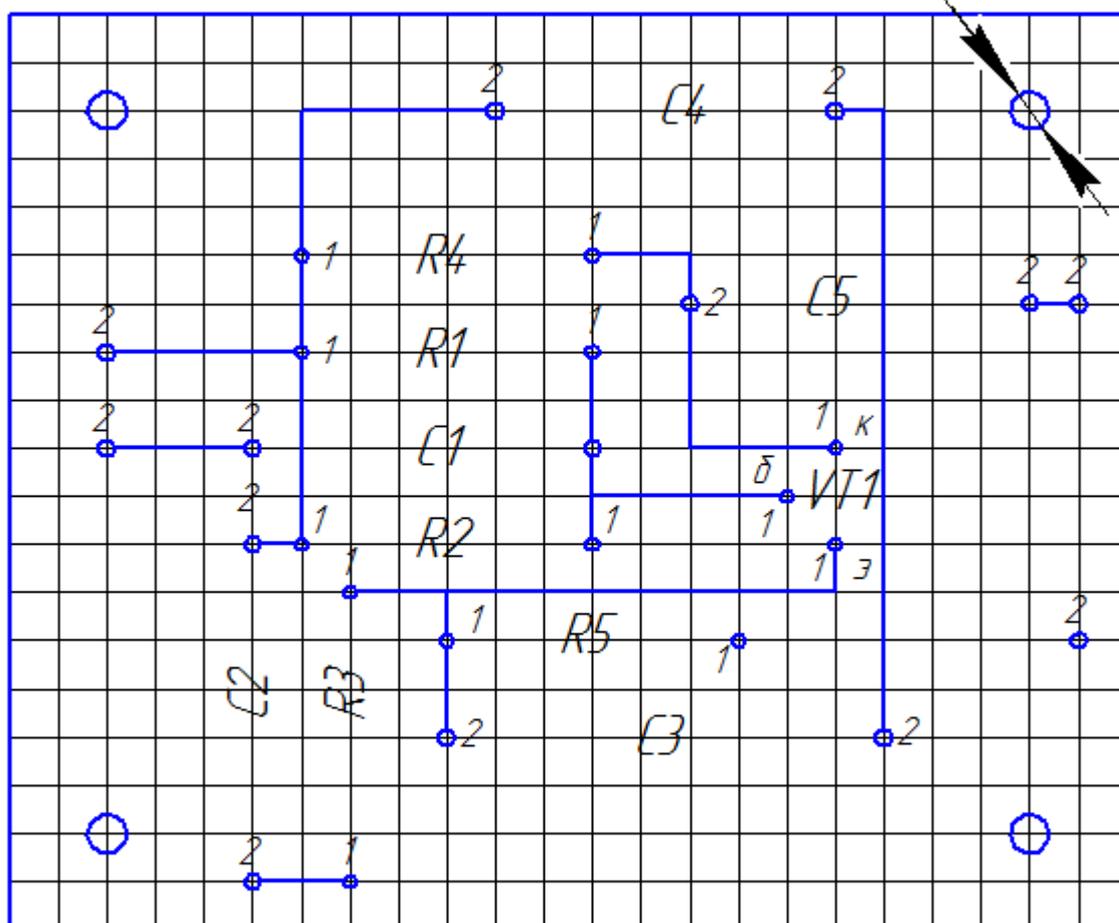
2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

4 - $\phi 1.5$

Рисунок А.5 – Вариант 4

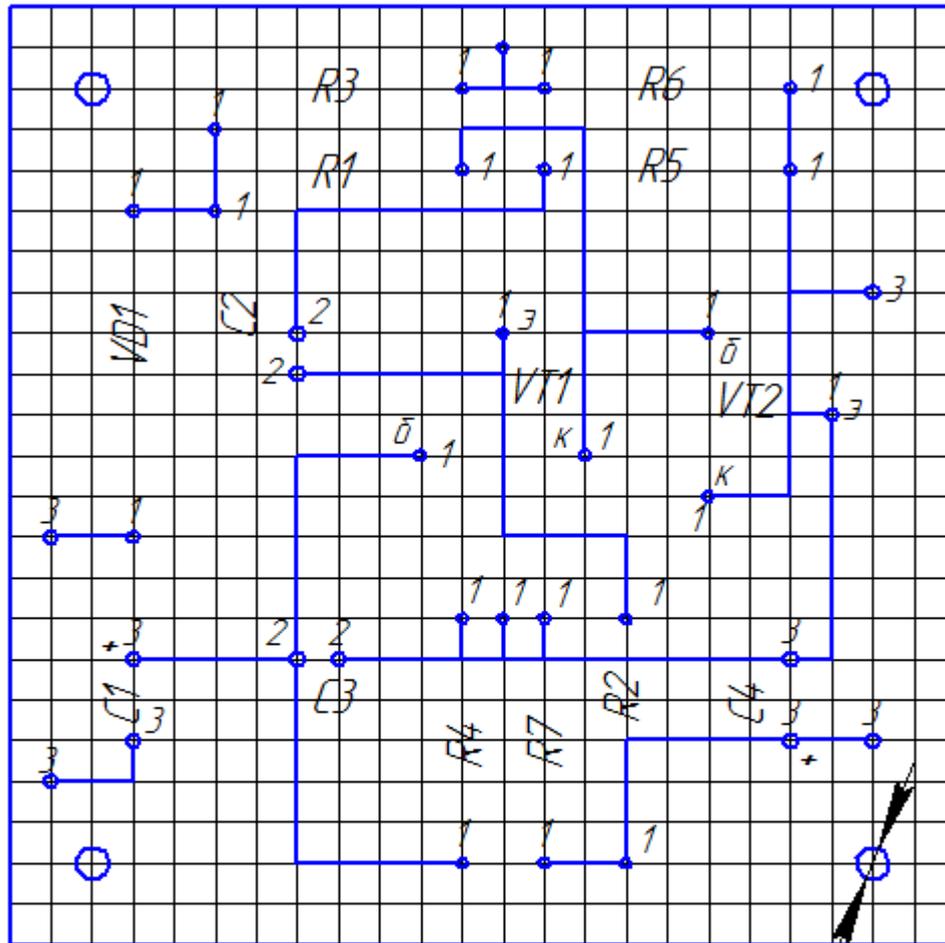
4 отв. $\phi 2.4$



1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.2$

Рисунок А.6 – Вариант 5



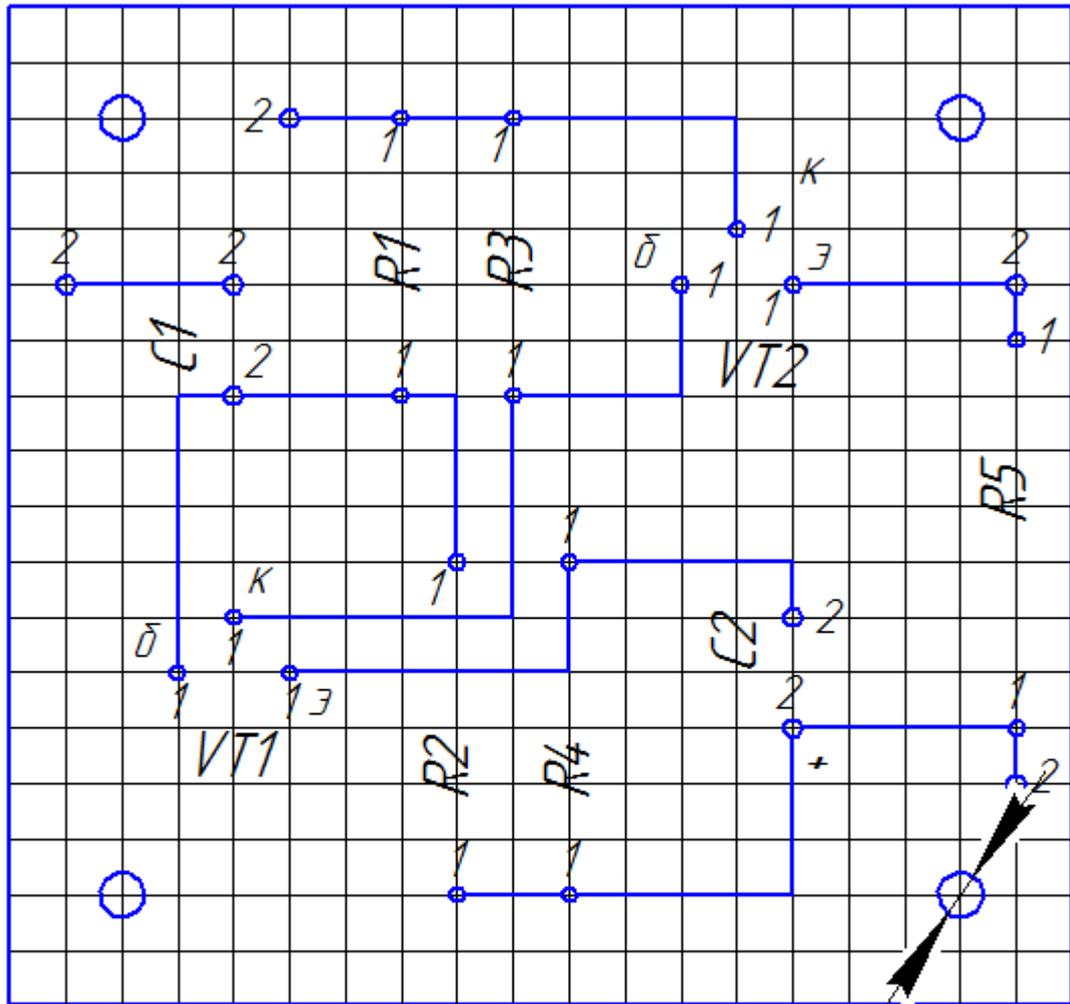
1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 10$

3 - $\phi 1.2$

4 отв. $\phi 2.4$

Рисунок А.7 – Вариант 6



1 - $\phi 0.8$

4 отв. $\phi 2.4$

2 - $\phi 1.2$

Рисунок А.8 – Вариант 7

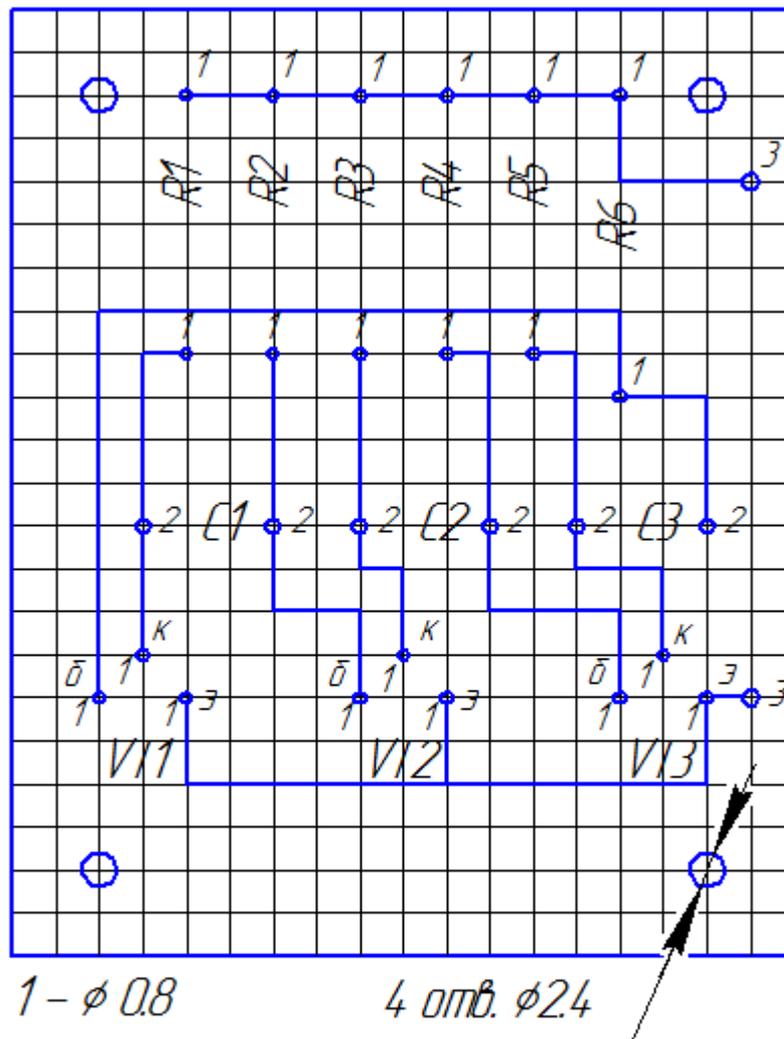
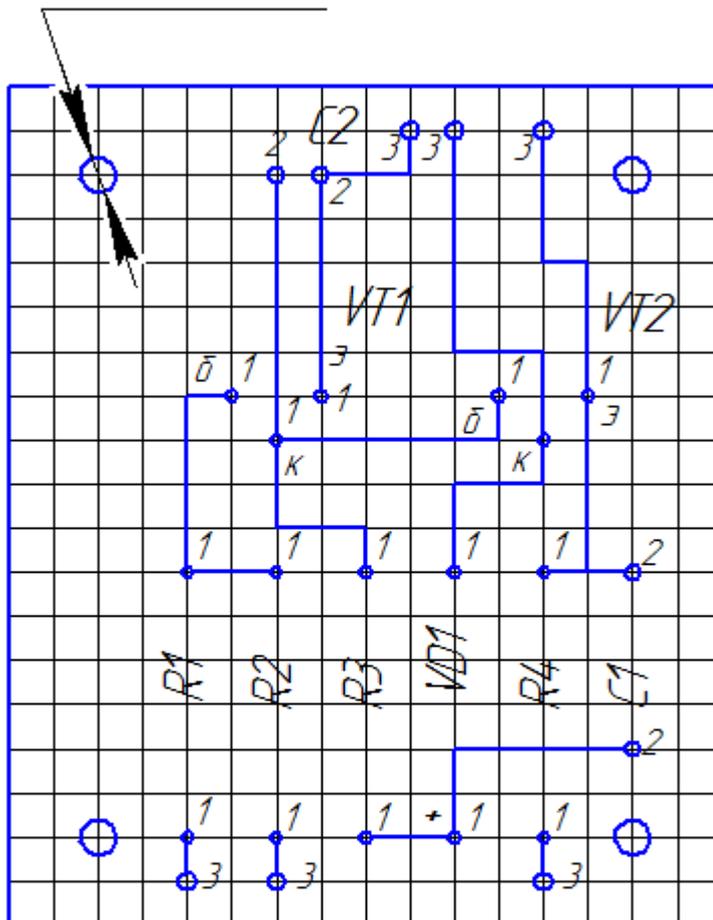


Рисунок А.9 – Вариант 8

4 отв. $\phi 24$



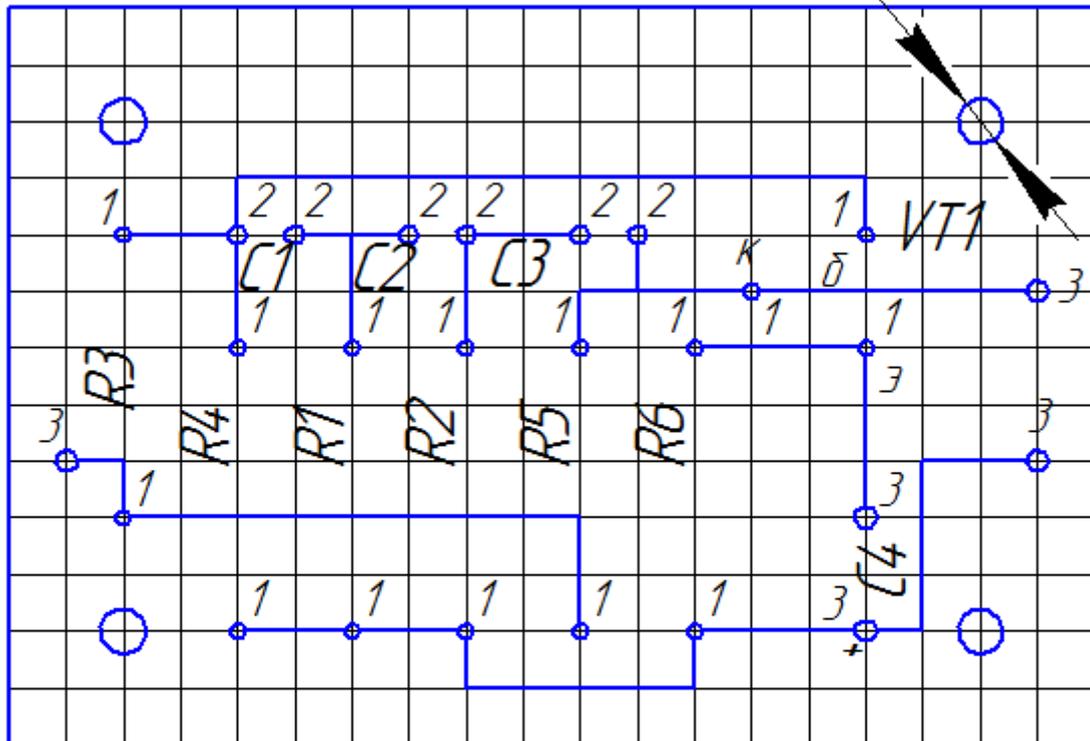
1 - $\phi 08$

2 - $\phi 10$

3 - $\phi 12$

Рисунок А.10 – Вариант 9

4 отв. $\phi 2.4$



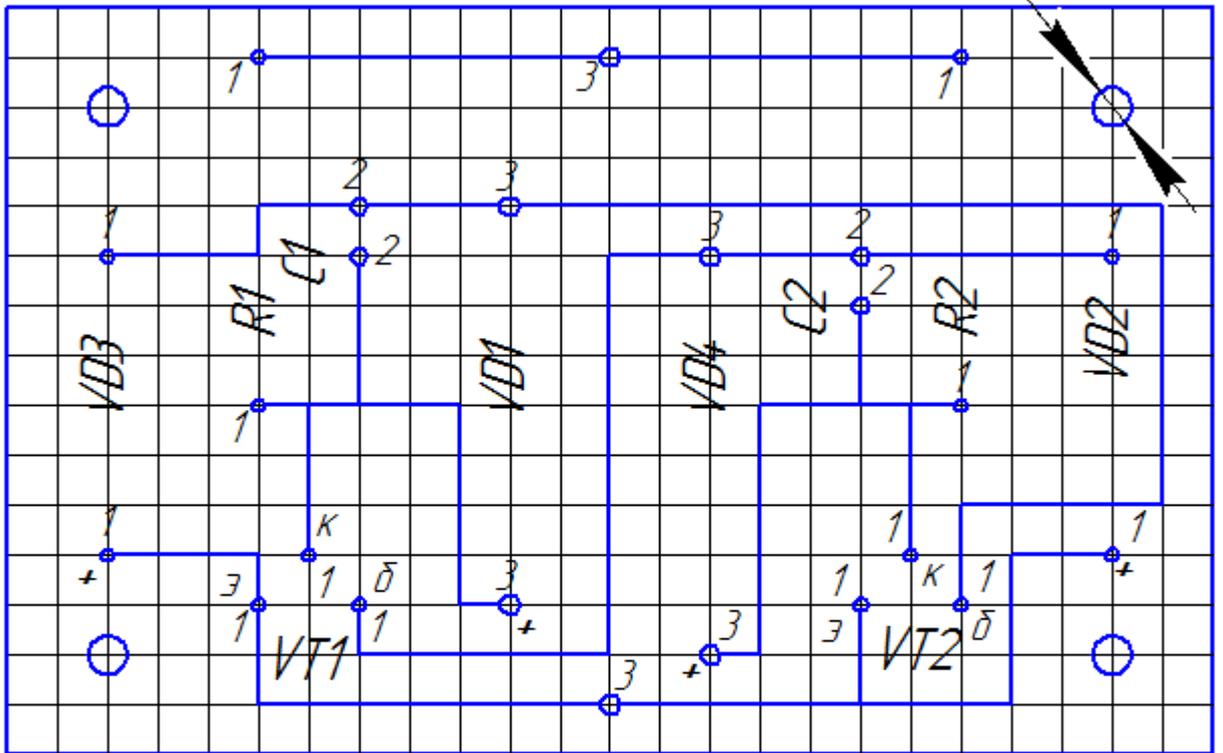
1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.11 – Вариант 10

4 отв. $\phi 2.4$

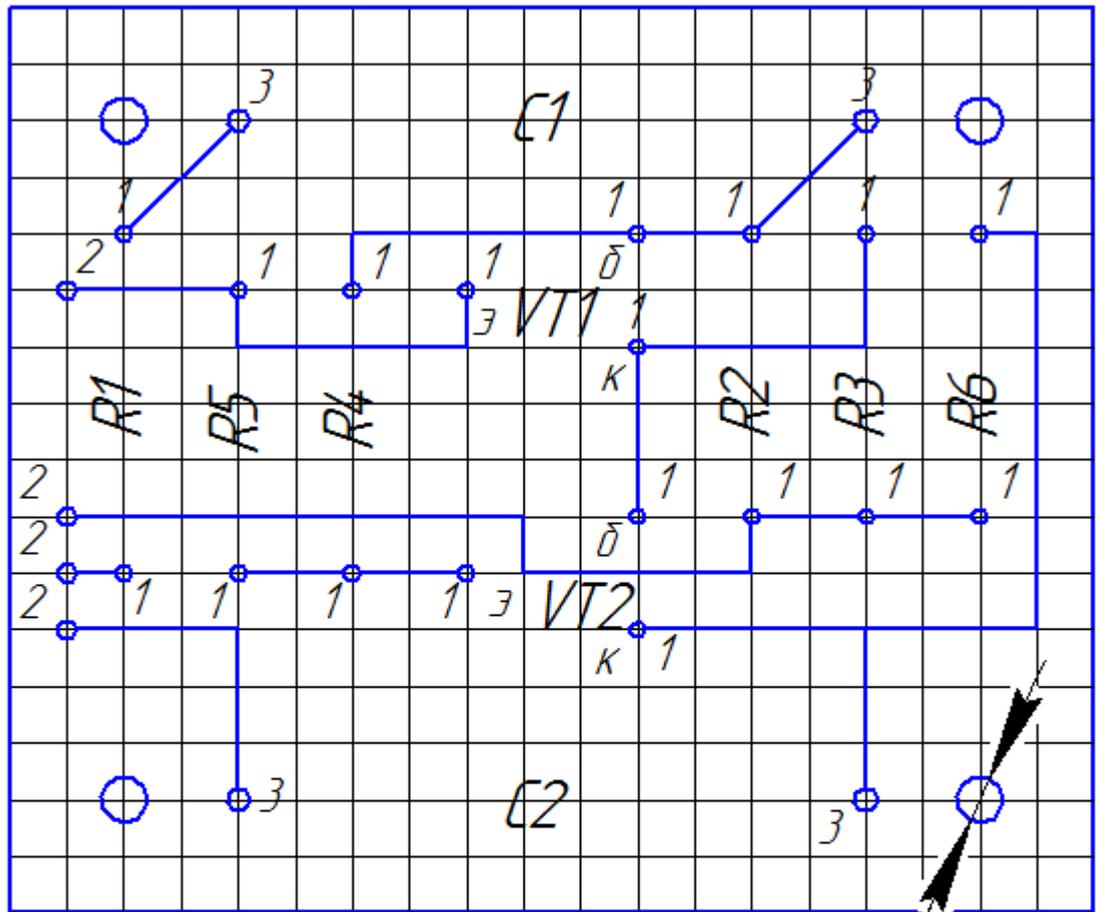


1 - $\phi 0.8$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.12 – Вариант 11



1 - $\phi 0.8$

4 отв. $\phi 2.4$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.13 – Вариант 12

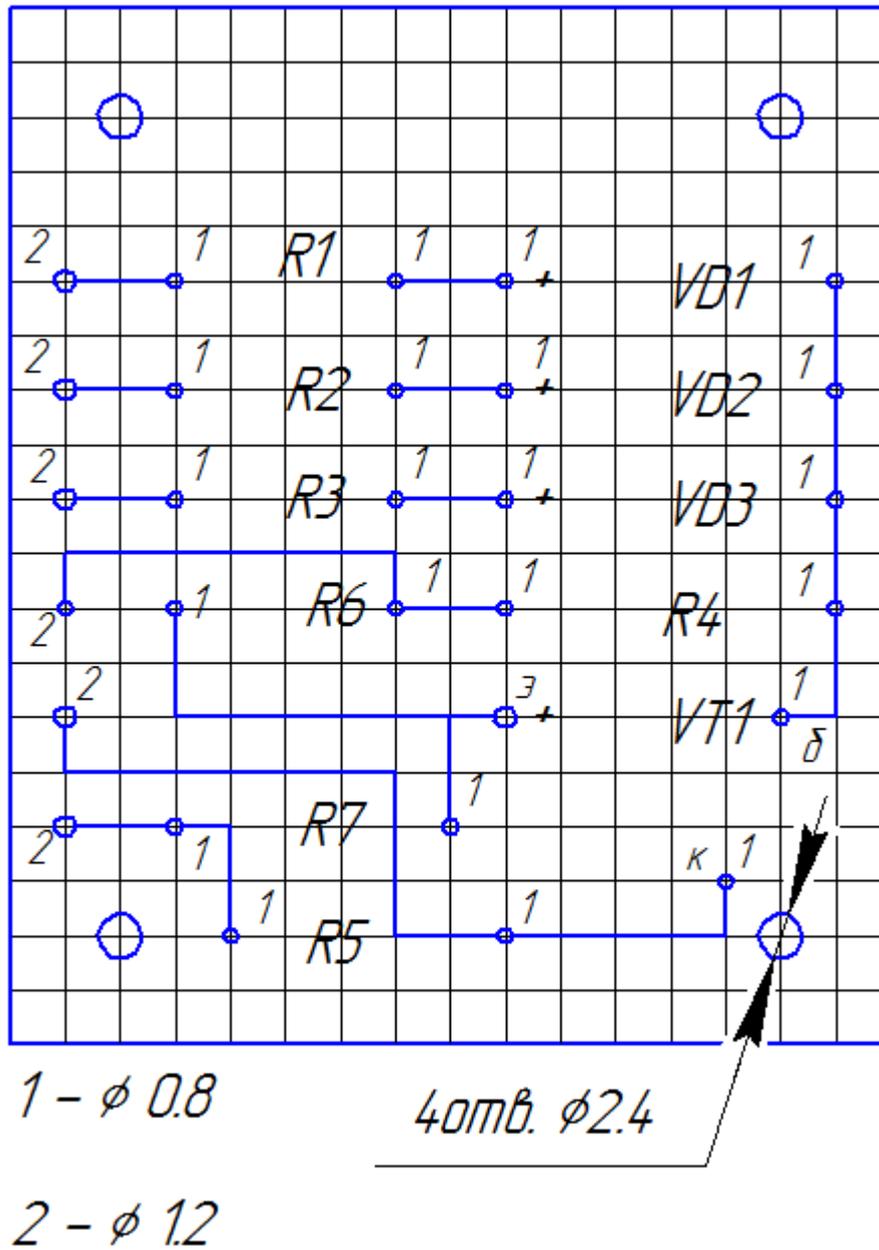
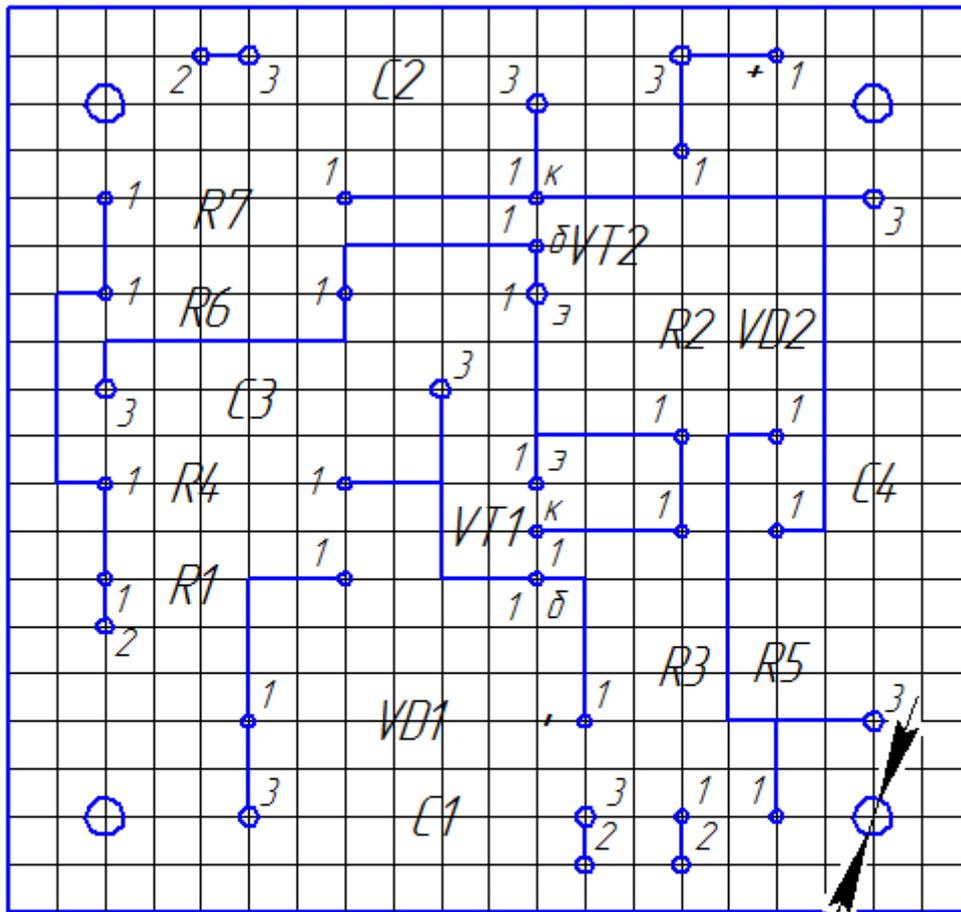


Рисунок А.14 – Вариант 13



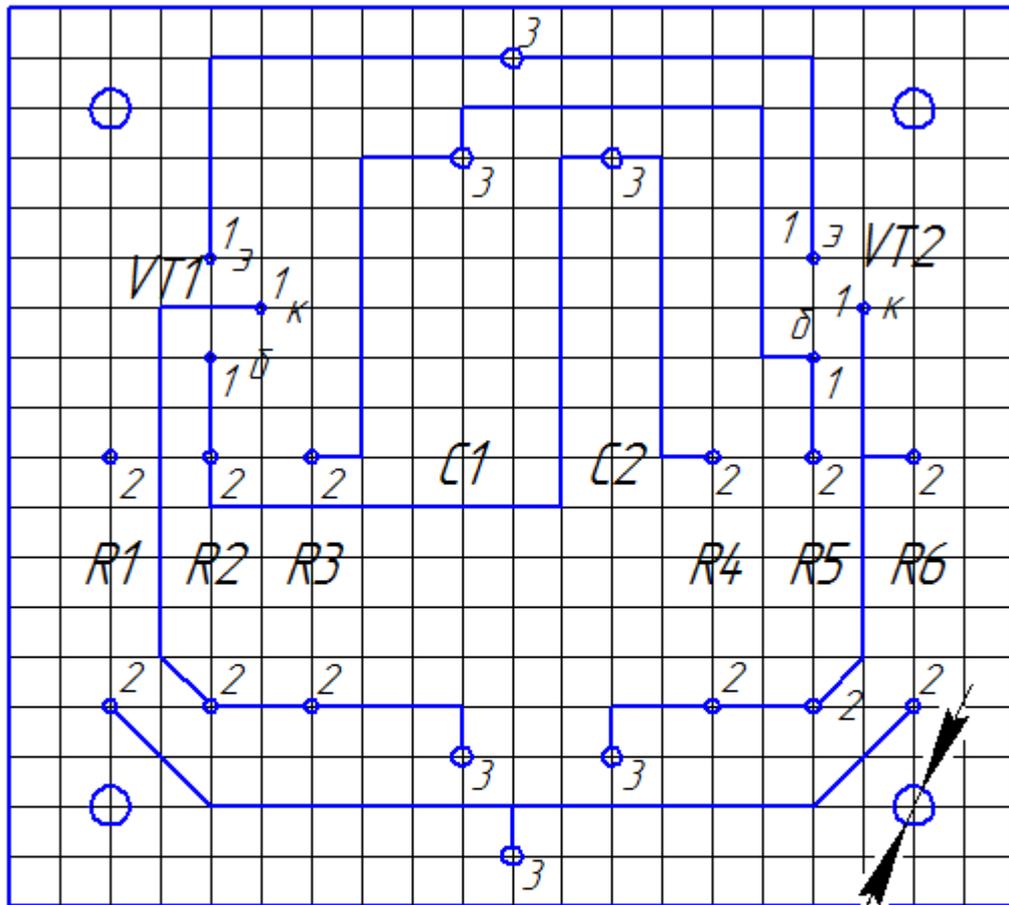
1 - $\phi 0.8$

4 отв. $\phi 2.4$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.15 – Вариант 14



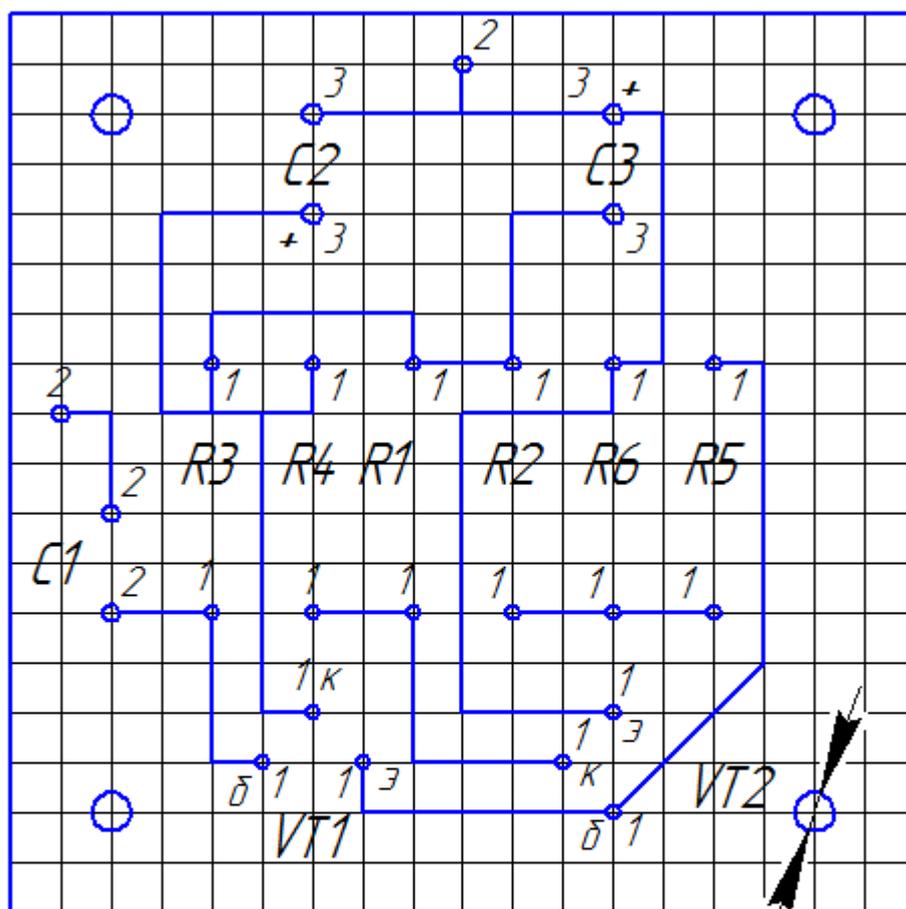
1 - $\phi 0.6$

4 отв. $\phi 2.4$

2 - $\phi 0.8$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.16 – Вариант 15



1 - $\phi 0.8$

4 отв. $\phi 2.4$

2 - $\phi 1.0$

3 - $\phi 1.2$

Рисунок А.17 – Вариант 16

Приложение Б (обязательное)

Образец выполнения графической части курсового проекта «Платы печатные»

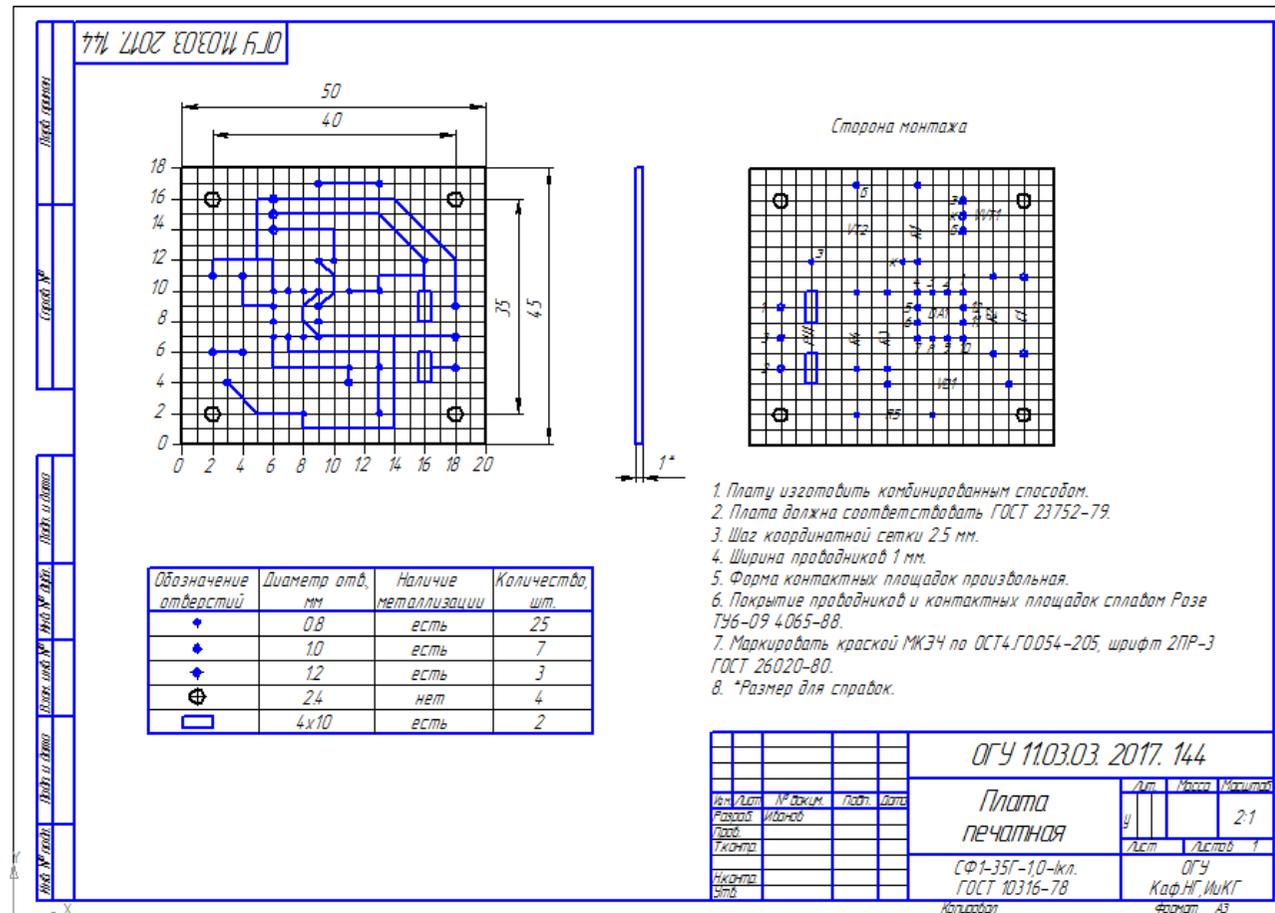


Рисунок Б.1 – Образец выполнения графической части курсового проекта