

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Основы проектирования машин»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей*

*6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
и 6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы»
очной и заочной форм обучения*

Часть 2



Могилев 2025

УДК 744: 621.791.053
ББК 30.11
И62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Основы проектирования машин» «29» октября 2024 г.,
протокол № 3

Составитель ст. преподаватель О. А. Воробьева

Рецензент канд. техн. наук, доц. Е. В. Ильюшина

Методические рекомендации предназначены для студентов специальностей
6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
и 6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы» очной
и заочной форм обучения.

В них рассматривается последовательность выполнения всех индивидуаль-
ных графических заданий по курсу дисциплины «Инженерная графика».

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 2

Ответственный за выпуск	А. П. Прудников
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать	. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л.	. Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2025

Содержание

Введение.....	4
1 Эскизирование.....	5
2 Шероховатость	7
3 Чтение сборочного чертежа.....	10
4 Общие сведения об электрических схемах.....	11
5 Изображение печатного узла на чертежах.....	17
6 Изображение соединения печатного узла.....	19
7 Порядок выполнения сборочного чертежа печатного узла	22
8 Нанесение размеров.....	23
9 Детализирование.....	25
Список литературы.....	28
Приложение А.....	29

Введение

Одним из условий успешного овладения техническими знаниями является графическая грамотность, т. е. умение читать и выполнять чертежи.

Подготовку специалистов инженерно-технического профиля в вузах обеспечивает изучение курса «Инженерная графика», который является первой общетехнической дисциплиной, дающей знания, необходимые для изучения последующих технических дисциплин. Изложение материала в методических рекомендациях базируется на положении Государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД), внедренных и действующих в настоящее время в Республике Беларусь.

В методических рекомендациях изложены основы инженерной графики, где последовательно рассмотрены правила выполнения геометрических построений, изображения – виды, разрезы, изображение и обозначение соединений, правила оформления спецификации сборочного чертежа, правила чтения и детализирования сборочного чертежа.

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Инженерная графика» подготовлены на основе действующих стандартов и отвечают требованиям учебного процесса.

1 Эскизирование

Эскиз (от фр. *esquisse* – предварительный набросок) – это чертеж временного характера, выполненный, как правило, без применения чертежных инструментов на любом материале без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций отдельных составных частей детали. По содержанию он ничем не отличается от рабочего чертежа детали и выполняется с соблюдением правил и условностей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Эскизы составляют при проектировании новых машин, реконструкции существующих или при ремонте и паспортизации оборудования.

В настоящих методических рекомендациях рассматриваются правила и порядок выполнения эскизов деталей типа вал.

Вал – стержень, вращающийся в опорах и предназначенный передавать крутящий момент от одной детали к другой. В отличие от осей, которые только поддерживают детали, валы работают одновременно на изгиб и кручение. Иногда они несут дополнительно и сжимающие или растягивающие осевые нагрузки.

Обмер деталей. Для определения действительных размеров вала используют различные мерительные инструменты. Для измерения размеров применяют металлическую линейку, треугольник, штангенциркуль, кронциркуль, нутромер, радиусомер и др.

Определение параметров резьбы. При обмере резьбы штангенциркулем обмеряют ее внешний диаметр, а шаг и профиль устанавливают с помощью резьбомера. При отсутствии резьбомера шаг определяют, измерив длину резьбы и разделив ее на подсчитанное число витков или сделав отпечаток на бумаге и произведя те же расчеты. Полученные значения наружного диаметра и шага необходимо уточнить по ГОСТ 8724–81.

Зарисовать на выбранном формате в виде прямоугольников клетки для всех намеченных изображений, т. е. для видов, разрезов, сечений, выносных элементов и др. Следует учитывать, что между изображениями должно быть свободное пространство, достаточное для нанесения размеров, надписей, условных обозначений.

Нанести оси симметрии, центровые линии отверстий, пазов, выступов, проточек и т. д.

Вычертить очертание внешнего контура вала на виде спереди, выдерживая необходимые пропорции и соотношения между частями и элементами детали. При этом следует учитывать имеющиеся на валу конструктивные и технологические элементы – фаски, проточки, галтели, шпоночные пазы, резьбу и т. д. Так как большинство из этих элементов стандартизировано, то вычерчивать их следует в соответствии с требованиями соответствующих стандартов.

Вычертить намеченные ранее дополнительные изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), позволяющие наиболее полно представить изображаемый вал и уточнить отдельные его элементы.

Проверить выполненные изображения, удалить лишние линии, окончательно обвести линии основного контура мягким карандашом и заштриховать разрезы и сечения.

Нанесение размеров. При нанесении размеров следует помнить, что размерные числа, независимо от величины изображений, должны соответствовать натуральной величине всех элементов вала. Каждый размер наносят только один раз и на том изображении, где наиболее полно выражена форма соответствующего элемента вала. Общее количество размеров на эскизе вала должно быть минимальным и в то же время достаточным для изготовления и контроля данной детали.

На эскизе вала размеры наносятся с учетом конструктивных особенностей работы детали, технологии ее изготовления, а также необходимости контроля размеров. Так как студенты первого и второго курсов еще не изучали специальных дисциплин, позволяющих учесть все особенности конструирования, изготовления и контроля валов, рассмотрим только основные понятия.

В зависимости от вышеуказанных требований на изображении вала, может быть несколько размерных баз. Размерными базами обычно являются опорные обработанные поверхности вала или его главные оси. Базы бывают *конструкторские* и *технологические*. Конструкторская база – это поверхность, линия или точка, по отношению к которой определяется положение других поверхностей вала при конструировании. Технологическая база – это поверхность, линия или точка, относительно которой удобно определять положение других поверхностей этого вала при обработке. Необходимо стремиться к тому, чтобы конструкторские и технологические базы совпадали.

Существует три способа нанесения размеров на чертежах валов: *цепной*, *координатный* и *комбинированный*.

Цепной способ состоит в последовательном расположении размеров – цепью. Не следует цепь замыкать, т. е. при известном габаритном размере всего вала один из размеров нужно опустить, в противном случае выдержать требуемую точность размеров затруднительно.

Координатный способ заключается в нанесении размеров от базы. В этом случае каждый размер служит координатой, которая определяет расстояние элемента вала от базы. Этот способ получил распространение в конструкторской практике.

Комбинированный способ представляет собой сочетание цепного и координатного способов.

Начинать нанесение размеров следует с размерных линий, в первую очередь основных: габаритных, размеров отдельных элементов, а затем – размеров стандартизованных элементов – фасок, шпоночных пазов, шлицев, резьбы, канавок для выхода шлифовального круга и резьбонарезного инструмента и др., руководствуясь требованиями ГОСТ 2.307–68 и справочными данными.

2 Шероховатость

Если отдельный участок обработанной поверхности детали многократно увеличить, то геометрия его рельефа будет характеризоваться повторяющимися выступами и впадинами (рисунок 2.1). Систематизируя эти пики на некоторой базовой длине l , ГОСТ 2789–73 устанавливает шесть основных параметров шероховатости.

Высотные:

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz – высота неровностей по 10 точкам;

$R_{\max}$ – наибольшая высота профиля.

Шаговые:

S – средний шаг неровностей по вершинам;

S_m – средний шаг неровностей по линии m ;

t_p – относительная опорная длина.

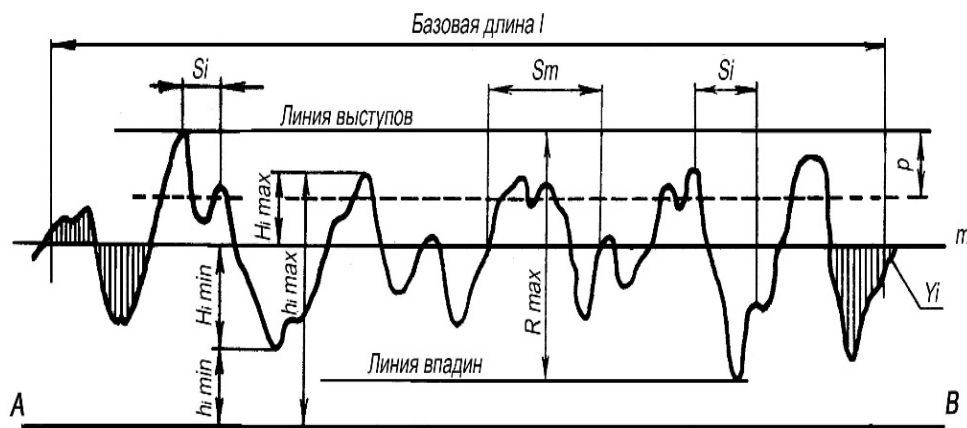


Рисунок 2.1 – Обобщенный микрорельеф обработанной поверхности

Для определения параметров шероховатости применяются два основных метода – *качественный* и *количественный*. При качественном методе поверхность, шероховатость которой требуется определить, сравнивается с эталонной. При количественном – параметры шероховатости измеряются с помощью оптических приборов (профилографами, профилометрами и др.). Получаемые значения параметров ГОСТ 2789–73 группирует по 14 классам и т. к. одну и ту же шероховатость поверхности можно охарактеризовать различными параметрами (рисунок 2.2), то существуют примерные их соотношения (таблица 2.1).

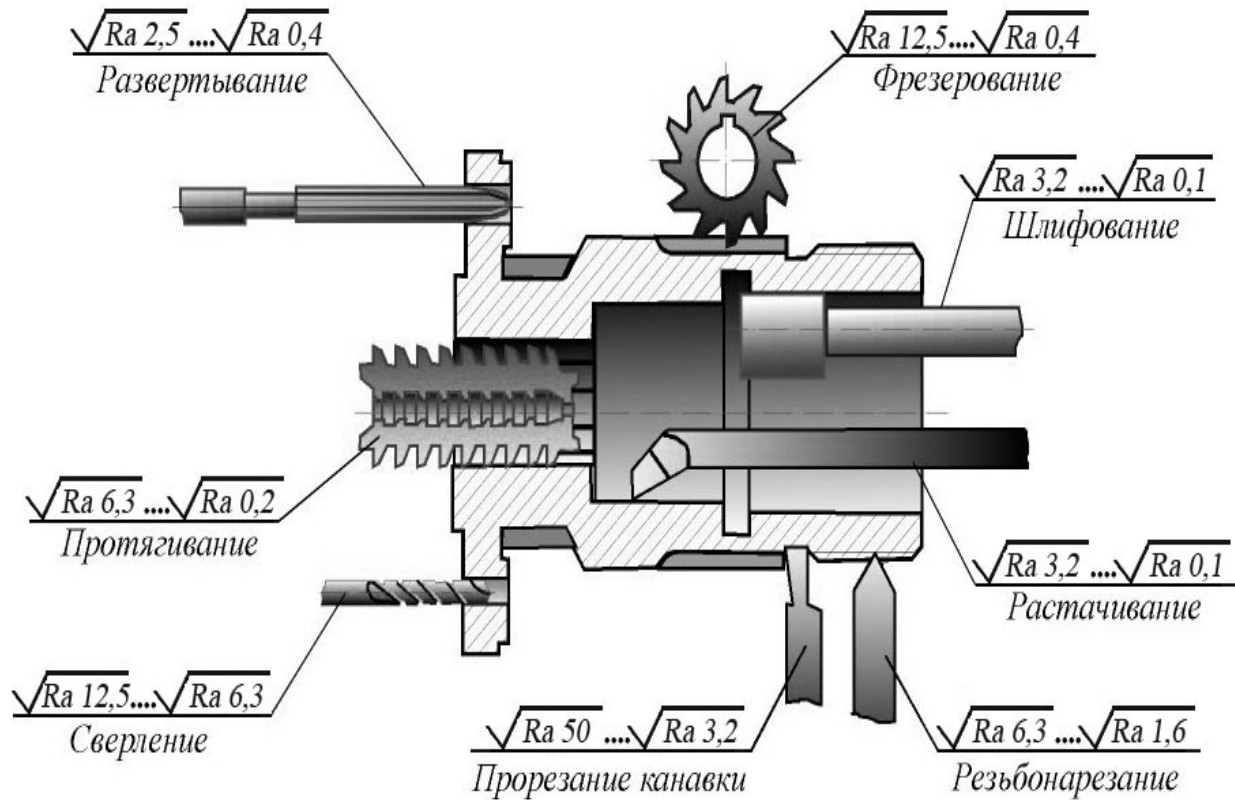


Рисунок 2.2 – Ориентировочное определение параметров шероховатости

Таблица 2.1 – Соотношение параметров шероховатости

Класс шероховатости	Ra , мкм	Rz , мкм	l , мм
14	—	—	0,03
12; 13	До 0,025	До 0,10	0,08
8; 9; 10; 11	Св. 0,025 до 0,4	Св. 0,10 до 1,6	0,25
6; 7	Св. 0,4 до 3,2	Св. 1,6 до 12,5	0,8
4; 5	Св. 3,2 до 12,5	Св. 12,5 до 50	2,0
1; 2; 3	Св. 12,5 до 100	Св. 50 до 100	8,0

В общем случае, для обозначения шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рисунке 2.3. Причем знак $\sqrt{\quad}$ используется тогда, когда конкретный способ обработки детали не устанавливается; $\sqrt{\quad}$ – когда с поверхности удаляется слой металла (например, при сверлении, точении, фрезеровании и т. п.); ∇ – когда поверхность обработана без снятия слоя металла (например, при литье, ковке, штамповке и т. д.) или обработка данной поверхности по данному чертежу не предусмотрена. Высота знаков должна быть приблизительно равна высоте размерных чисел чертежа, а толщина линий знаков – половине толщины основной линии.

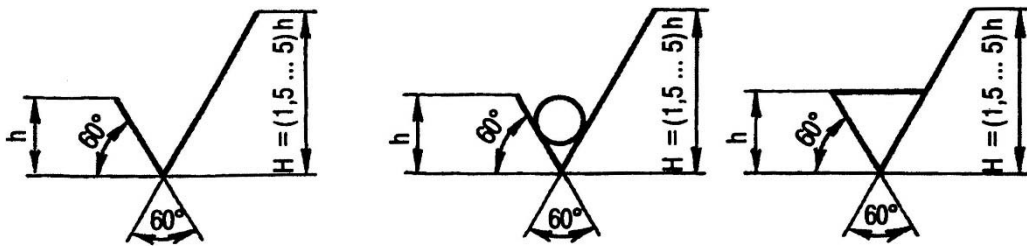


Рисунок 2.3 – Знаки, применяемые для обозначения шероховатости

Рядом со знаком шероховатости приводятся ее необходимые параметры. Структура их записи поясняется на рисунке 2.4. Чаще всего возле знака шероховатости приводят значения средней высоты микронеровностей Rz или среднеарифметического отклонения профиля Ra , причем параметр Ra является предпочтительным, как более точный.

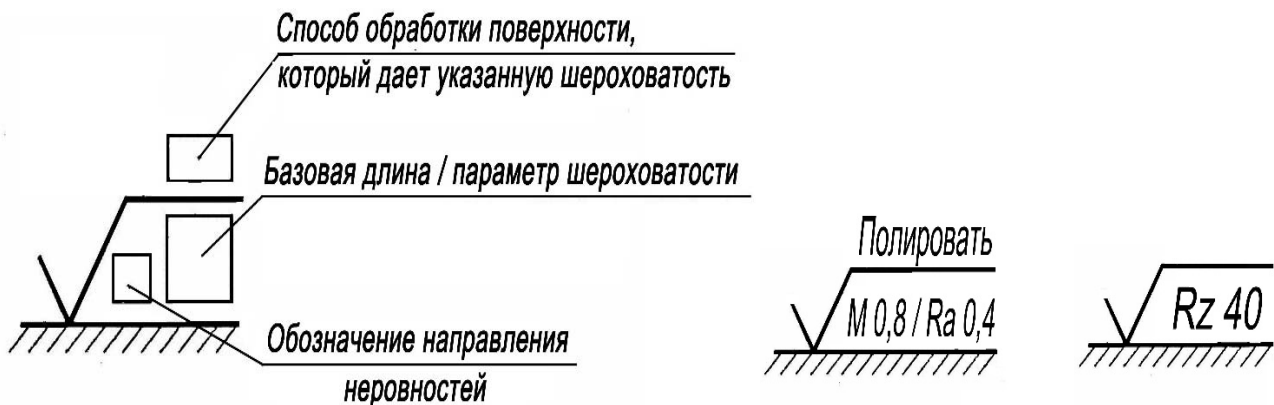


Рисунок 2.4 – Структура записи знака и параметров шероховатости

Во избежание путаницы с отнесением шероховатости к тому или иному классу рекомендуется на одном чертеже употреблять либо параметры Ra , либо Rz .

3 Чтение сборочного чертежа

Одним из основных конструкторских документов является рабочий чертеж детали, на котором приводятся сведения о конструктивных размерах, выбранных посадках, информация о других данных, необходимых для последующей разработки конструкторской документации.

Рабочие чертежи выполняются только на нестандартные детали. Для стандартных изделий форма, размеры и условные обозначения оговорены соответствующими стандартами.

Рабочие чертежи деталей в совокупности с техническими условиями должны содержать все необходимые данные, определяющие форму, размеры, допуски, материал, термическую обработку, отделку и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля деталей.

Правила составления рабочих чертежей устанавливает ГОСТ 2.109–73.

При выполнении рабочего чертежа детали необходимо придерживаться следующей последовательности.

1 Определить необходимое количество изображений детали, которое должно быть минимальным, но достаточным для полного представления ее формы и размеров. Особое значение имеет правильный выбор главного изображения. В качестве его выбирают такое, которое дает наиболее полное представление о форме и размерах детали. Оно должно располагаться в проекционной связи с остальными изображениями, что способствует быстрому и легкому чтению чертежа. Целесообразно, чтобы главное изображение давало представление и о внутренней форме детали.

2 Установить масштаб чертежа детали. Предпочтительно применять масштаб 1:1, дающий представление о действительных размерах детали.

3 Выбрать формат листа бумаги.

4 Скомпоновать изображения детали на листе. Намеченные виды, разрезы и сечения выполняются тонкими сплошными линиями.

5 Нанести необходимые размеры и условные знаки.

6 Оформление рабочего чертежа. Обвести сплошной линией контуры всех изображений. Нанести штриховку на разрезах и сечениях в соответствии с материалом детали. Разрезы или сечения одной и той же детали на всех ее изображениях заштриховываются в одном направлении. Заполняют графы основной надписи чертежа с занесением обозначения детали, наименования детали, обозначения марки материала и номера стандарта.

На рабочем чертеже могут присутствовать и текстовая часть, содержащая технические требования или технические характеристики, и таблицы с размерами и другими параметрами.

4 Общие сведения об электрических схемам

Схемой называется конструкторский документ, на котором показаны в виде условных графических изображений и обозначений составные части электротехнического изделия и связи между ними.

На каждой схеме можно выделить:

- *элемент схемы*, который выполняет определенную функцию и не может быть разделен на части (например, диод);
- *функциональную группу элементов*, которая также выполняет определенную функцию, но может быть разделена на части (например, диодный выпрямительный мост);
- *функциональную связь*, т. е. линию, канал, тракт определенного назначения (например, соединительный провод или токоведущая дорожка печатной платы).

Все схемы в зависимости от области использования, типов их элементов и связей между ними делятся на 10 видов:

Э – электрические;	В – вакуумные;
Г – гидравлические;	Л – оптические;
П – пневматические;	Р – энергетические;
Х – газовые;	Е – деления;
К – кинематические;	С – комбинированные.

Комбинированными считаются схемы, если в состав изделия входят различные элементы (например, электрогидравлические, гидропневматические, гидромеханические и т. д.).

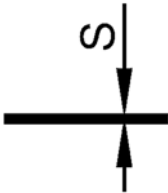
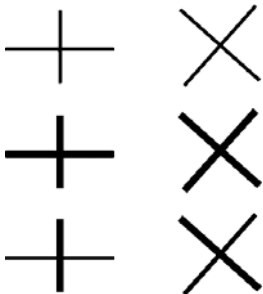
В зависимости от назначения схемы делятся на следующие типы:

1 – структурные;	5 – подключения;
2 – функциональные;	6 – общие;
3 – принципиальные;	7 – расположения;
4 – соединения;	8 – объединенные.

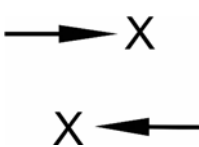
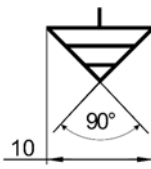
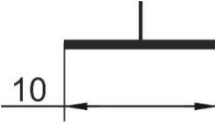
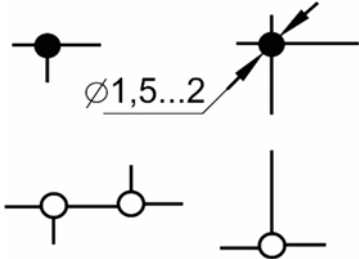
Следовательно, код схемы состоит из буквы и цифры, например: Э1, Г3, П4 и т. д.

Электрической схемой (ЭС) называют изображение электрических цепей и устройств, на котором при помощи условных графических обозначений разъясняется принцип работы электротехнического изделия и показывается связь его отдельных элементов (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Общие обозначения электрических связей

Наименование	Обозначение	Примечание
1	2	3
Линия электрической связи, провод, кабель, шина		Рекомендуется принимать $S/2 = 0,3 \dots 0,7$ мм
Линия групповой связи		$S = 0,5 \dots 1,4$ мм. Сплошная основная согласно ГОСТ 2.303–68
Графическое разветвление линий: электрической связи групповой связи		—
Графическое пересечение линий: электрической связи групповой связи групповой связи с электрической		Линии должны пересекаться под углом 90°
Линия экранирования (общее обозначение)		Выполняется штрихпунктирной линией (ГОСТ 2.303–68)

Окончание таблицы 4.1

1	2	3
Обрыв электрической связи		На месте знака X указывают необходимые данные о продолжении линии на схеме
Заземление		—
Корпус (аппарата, прибора, машины)		—
Линия электрической связи с ответвлением. При выполнении схем автоматическим способом допускается точки ответвления не зачернять		Угол между ответвлениями 90°
Допускается изображать ответвления под углами, кратными 45°		—

Устанавливают следующие разновидности ЭС.

Э1 – *схемы структурные*. Они определяют основные (укрупненные) функциональные части изделия, их назначение, взаимосвязи и служат для общего ознакомления с изделием. Части изделия на схемах Э1 условно показывают прямоугольниками произвольных размеров, возле или внутри которых приводится уточняющая информация. При большом количестве частей изделия прямоугольники нумеруются, а их расшифровка приводится в таблице над штампом основной надписи.

Э2 – *схемы функциональные*. Эти схемы являются более подробными по сравнению со схемами Э1. Они показывают процессы, протекающие также и в определенных функциональных группах, и служат для контроля и наладки работы изделия. На схемах Э2 могут приводиться как прямоугольники для изображения некоторых частей изделия, так и условные изображения отдельных элементов. На схемах Э2 рекомендуется приводить графики, диаграммы и другие технические характеристики процессов. Их помещают возле соответствующих изображений отдельных частей.

Э3 – *схемы принципиальные*. Эти электрические схемы определяют полный состав элементов изделия и дают детальное представление о его работе в целом и по частям. Они служат для разработки чертежей изделия. На схемах Э3 изображают все элементы и функциональные группы, связи между ними, входные и выходные элементы (клеммы, контакты, разъемы). Схемы Э3 обязательно дополняют *таблицами перечня элементов*.

Э4 – *схемы соединений*. Они показывают соединение составных частей изделия, определяют провода, жгуты, кабели, которыми эти соединения выполняются, а также характеризуют места присоединения. Расположение изображений частей изделия и цвет линий функциональной связи на таких схемах должно примерно соответствовать их расположению и цвету соединяемых проводов на изделии. Схемы Э4 содержат специальные *таблицы подключений*, где приводятся данные обозначений проводов, места их подключения, марка, сечения и цвет изоляции.

Э5 – *схемы подключений*. Они показывают подключения к изделию внешних устройств. На них изображается изделие, его входные/выходные устройства (зажимы, разъемы), подводимые к ним концы проводов и прочие данные. Все элементы таких схем должны иметь маркировку, аналогичную изделию. Сведения о внешнем подключении указывают в *таблицах подключений* (форма таблиц произвольная).

Правее и выше каждого УГО элемента проставляют позиционное обозначение, состоящее из заглавных букв латинского алфавита и цифр той же высоты (рисунок 4.1).

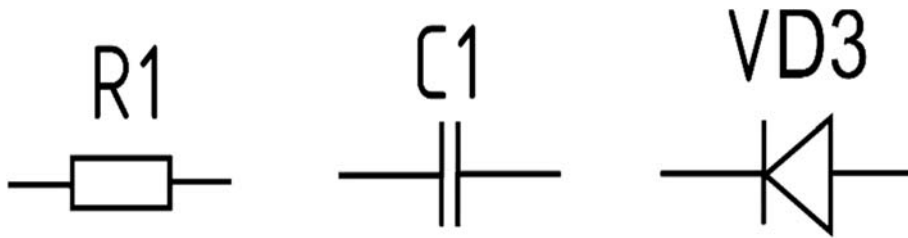


Рисунок 4.1 – Примеры подписей УГО элементов

На чертежах схем электрических принципиальных применяется таблица перечня элементов. Она выполняется либо на отдельных листах А4, либо совмещается с чертежом схемы. При этом ее располагают над штампом основной надписи, но не ближе 12 мм до него. Форма, размеры и содержание колонок таблицы показаны на рисунке 4.2.

Пример оформления схемы электрической принципиальной приведен на рисунке 4.3.

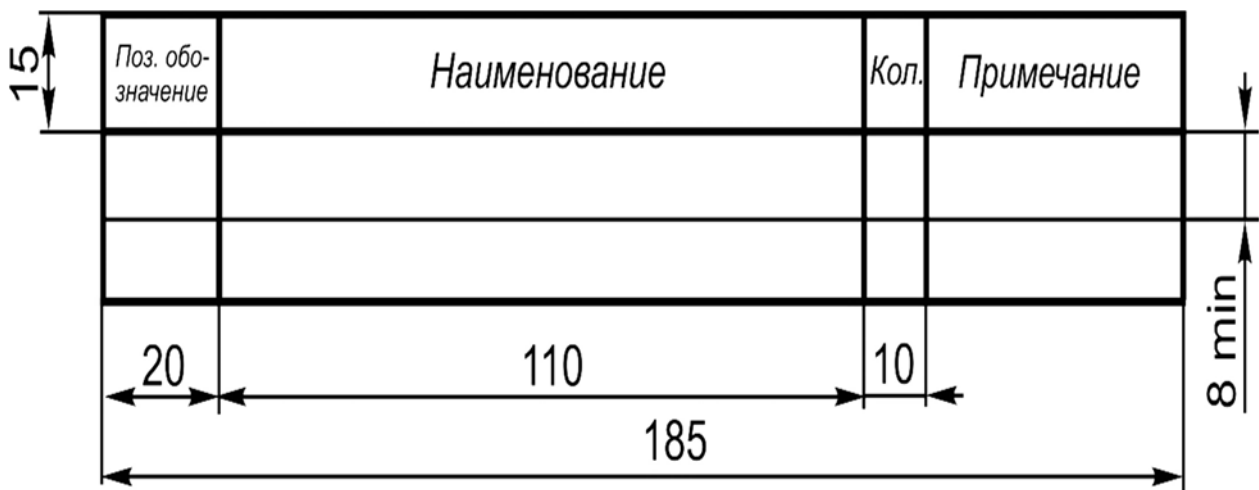


Рисунок 4.2 – Таблица перечня элементов

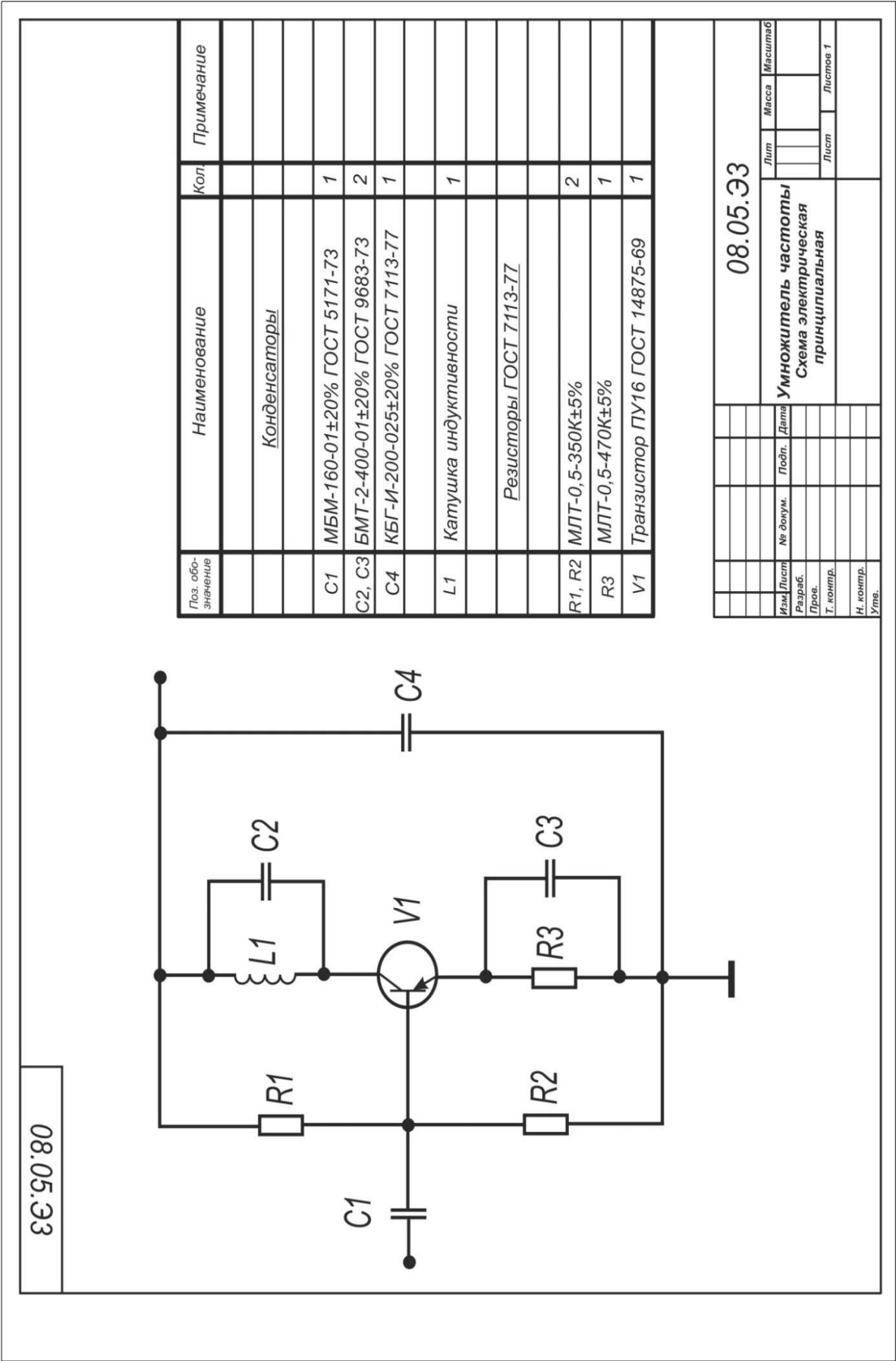


Рисунок 4.3 – Пример оформления схемы электрической принципиальной

5 Изображение печатного узла на чертежах

В радиотехнических изделиях широкое применение находят платы. Основанием платы служит пластина из изоляционного материала. На нее наносят печатный монтаж – пленочные электропроводящие полосы (проводники и контактные площадки). Основание с печатным монтажом образует деталь-плату.

Деталь-плата с установленными на ней навесными элементами (резисторами, конденсаторами и др.) образует сборочную единицу – плату в сборе или печатный узел. Для присоединения (преимущественно пайкой) выводов навесных в плате заранее делают отверстия.

Электрическая связь между навесными элементами печатного узла осуществляется через проводники печатного монтажа плат. Печатный монтаж должен соответствовать линиям связи между радиоэлементами на схеме электрической принципиальной печатного узла.

Навесные элементы устанавливают на плате обычно со стороны, противоположной печатному монтажу (если плата с односторонним монтажом).

Для установки самой платы, а также для установки на ней отдельных деталей, в плате выполняют крепежные отверстия.

Электрическая связь печатных узлов с другими устройствами осуществляется через разъемы, монтажные лепестки, электрические соединители.

Для выполнения учебных чертежей печатного узла студентам выдается карта-задание, содержащая графический и текстовый материал:

- описание печатного узла;
- схема электрическая принципиальная печатного узла в зашифрованном виде;
- аксонометрическое изображение печатного узла, дающее представление об установке на печатной плате деталей и радиоэлементов с нестандартным вариантом установки;
- чертеж печатной платы;
- аксонометрические изображения нестандартных деталей.

По перечисленным исходным данным выполняется комплексное задание, включающее следующие графические работы:

- схему электрическую принципиальную печатного узла с перечнем элементов;
- эскизы нестандартных деталей, входящих в узел;
- сборочный чертеж того же печатного узла со спецификацией.

Учебный сборочный чертеж печатного узла выполняется на листе формата А2 в масштабе 2:1 (рисунок 5.1).

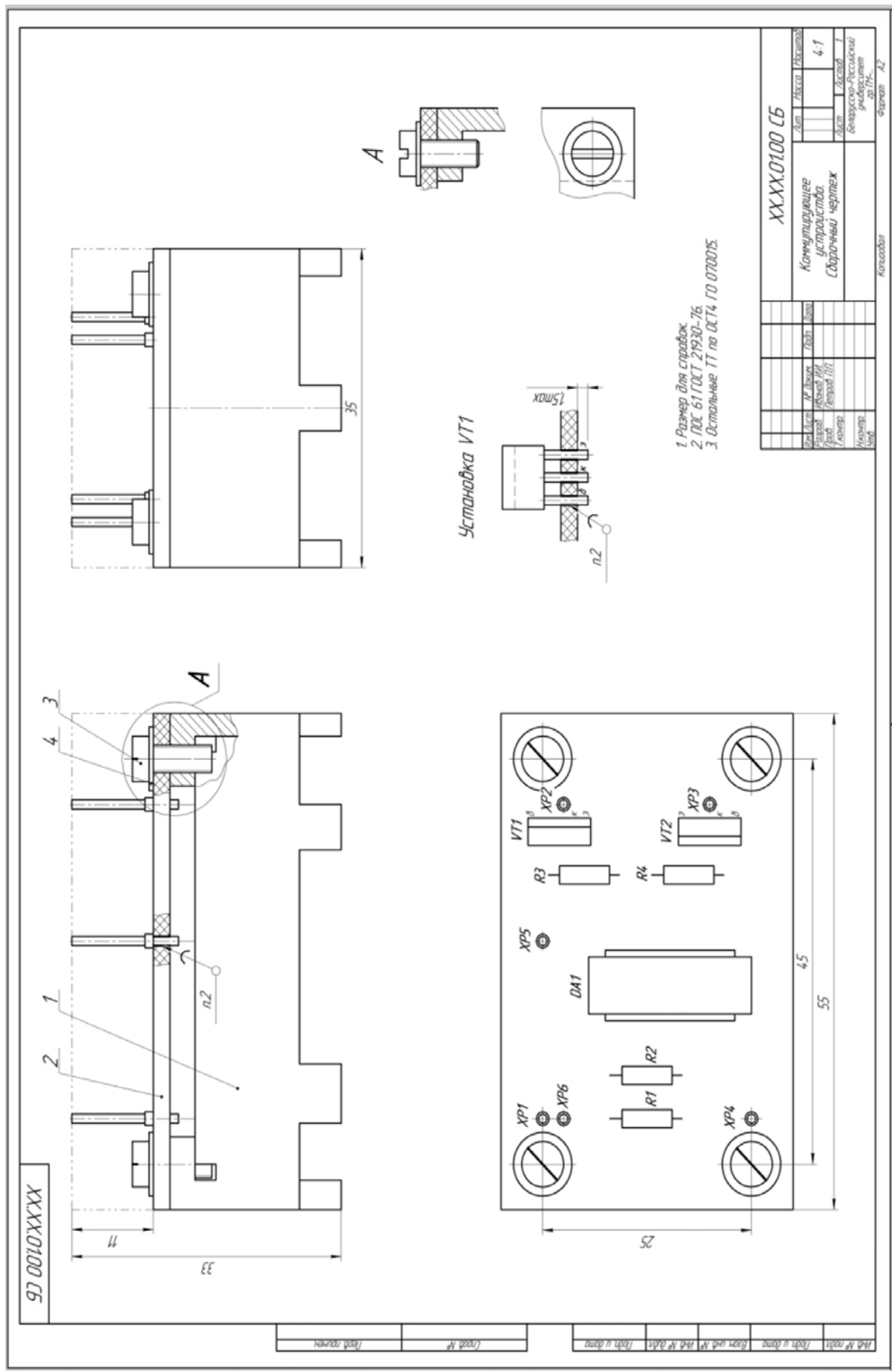


Рисунок 5.1 – Пример выполнения сборочного чертежа печатной платы

Учебный сборочный чертеж должен содержать:

- изображения сборочной единицы (виды, разрезы, сечения), которые в совокупности должны давать представление о конструкции, расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- требуемые размеры;
- номера позиций составных частей;
- технические требования и надписи.

Изделие на чертеже показывают в функциональном положении или в положении удобном для сборки. В качестве главного вида принимается изображение, дающее наиболее полное представление о конструкции сборочной единицы. Количество изображений на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для представления о конструкции сборочной единицы, расположении и взаимной связи составных частей, входящих в изделие, а также для выполнения сборки.

Для выделения отдельных элементов изделия применяют местные разрезы, виды, сечения, выносные элементы.

Если секущая плоскость направлена вдоль таких элементов как винты, болты, тонкие стенки и т. п., то в продольном разрезе их показывают не заштрихованными.

Допускается не изображать такие элементы деталей, как фаски, скругления, проточки, углубления, выступы и другие мелкие элементы.

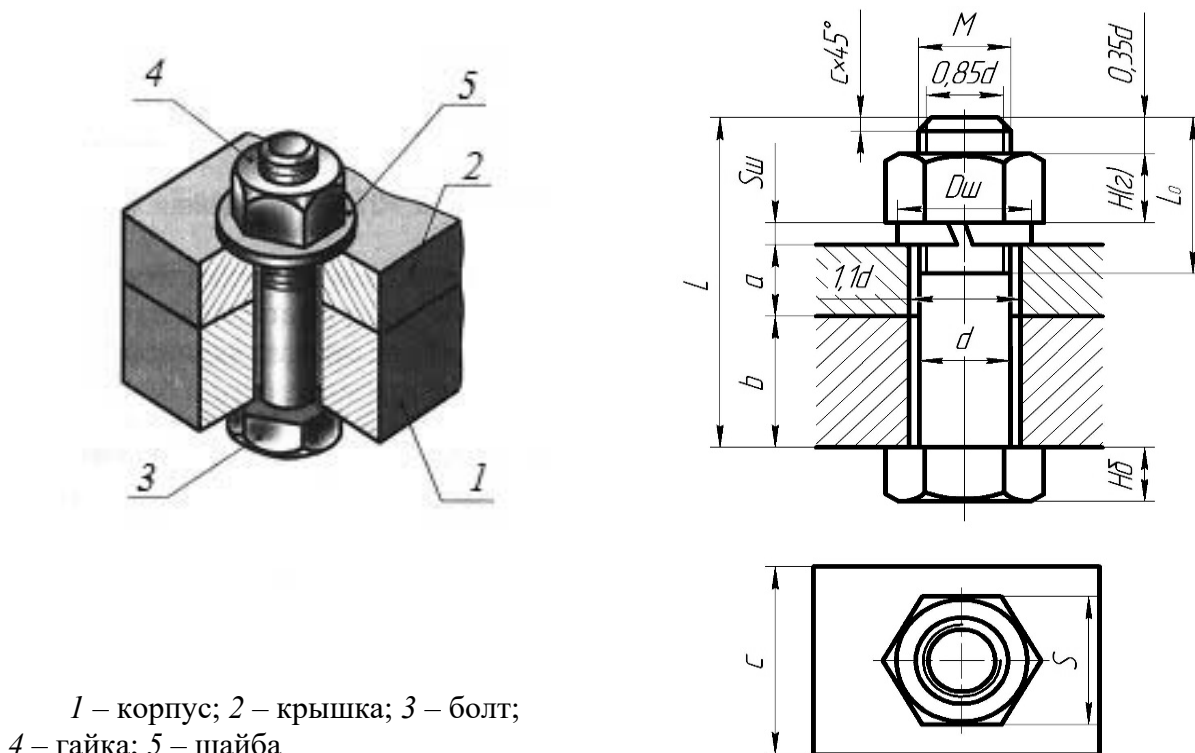
Допускается не изображать зазор между стержнем и отверстием.

Одна и та же деталь на всех сечениях в пределах чертежа штрихуется одинаково (в одном направлении с одинаковой частотой линий штриховки). Для сечений смежных деталей следует наносить встречную штриховку, а при штриховке «в клетку» следует выбирать разное расстояние между линиями штриховки.

6 Изображение соединения печатного узла

Болт представляет собой цилиндрический стержень, снабженный на одном конце головкой, на другом – резьбой, на которую навинчивается гайка.

На рисунке 6.1 показаны наглядное изображение соединения деталей болтом и соединение болтом по действительным размерам.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – болт;
4 – гайка; 5 – шайба

Рисунок 6.1 – Изображение соединения болтом

Исходным параметром болта является его наружный диаметр резьбы d . Расчетная длина болта: $L_p = a + b + S_{ш} + H_n + 0,35d$. Размеры a и b берутся из схемы, согласно выданного варианта. Размеры пружинной шайбы $S_{ш}$, $D_{ш}$ подбираются по ГОСТ 6402–70.

Высота шестигранной гайки H_n и размер «под ключ» S – из ГОСТ 5915–70. Стандарт-ная длина болта L подбирается после расчета L_p по ГОСТ 7798–70.

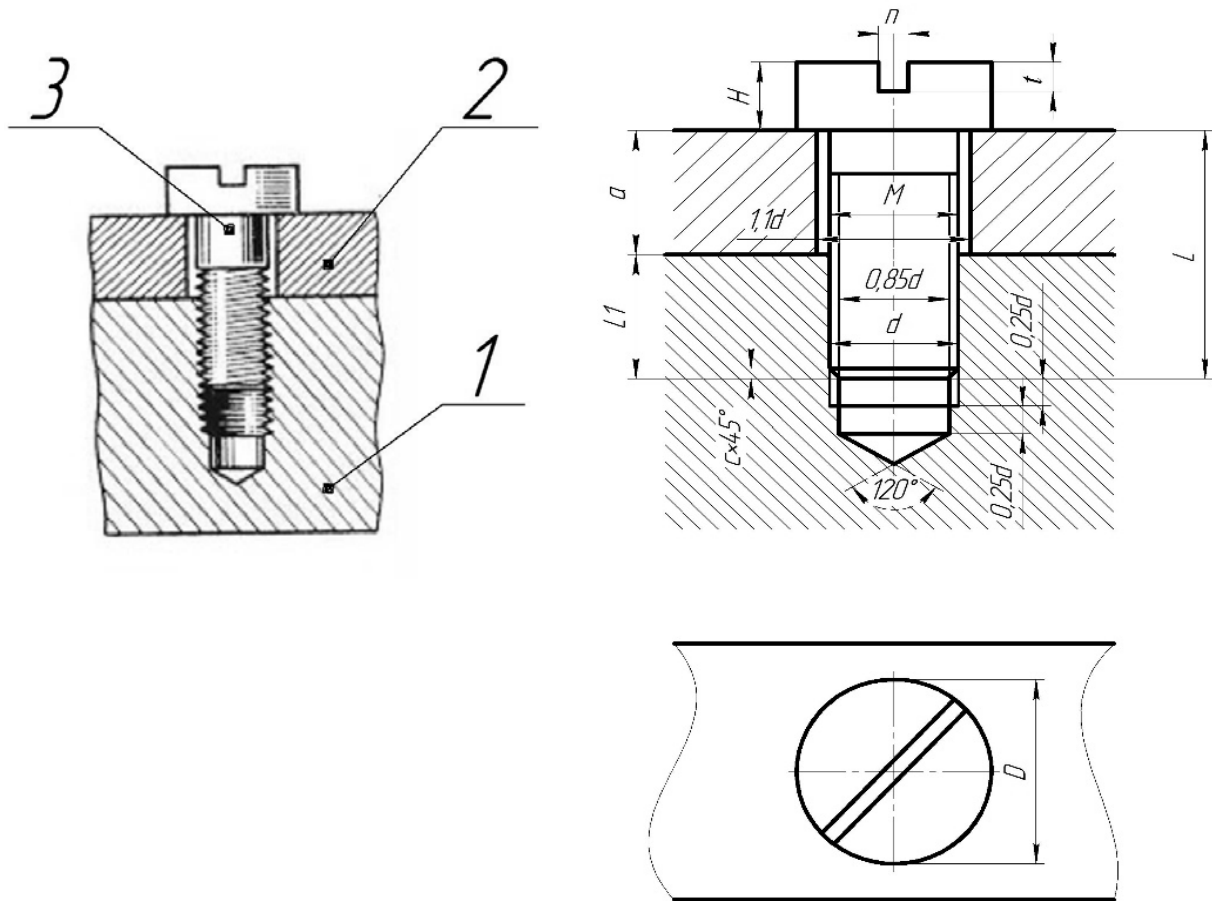
Величина фаски c зависит от шага резьбы.

Крепежный винт – деталь, которая служит для разъемного соединения, представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различных форм «под ключ» или с прорезью «под отвертку».

На рисунке 6.2 показаны наглядное изображение винтового соединения и винт, начерченный по действительным размерам.

Винтовое соединение рассчитывают исходя из заданного диаметра резьбы d , толщины привинчиваемой детали a , марки материала детали с резьбовым гнездом (L_1 зависит от материала корпуса).

На сборочных чертежах шлицы (под отвертку) на головках винтов вычерчиваются под углом 45° относительно рамки чертежа.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – винт

Рисунок 6.2 – Изображение соединения винтом

Остальные размеры винта (D , H , n , t) выбирают, руководствуясь ГОСТ.

Если материал корпуса – пластмасса или легкий сплав, то под винт необходимо класть шайбу, размеры которой берутся из ГОСТ 11371–78.

Гайка – деталь, имеющая отверстие с резьбой.

Для построения гайки по действительным размерам необходимо знать диаметр резьбы гайки d . В соответствии с диаметром резьбы определяют диаметр описанной окружности e (рисунок 6.3).

На виде спереди строят проекции шестигранной призмы заданной высоты m , которая равна размеру $H(e)$ (см. рисунок 6.3). Далее определяют диаметр dw окружности, ограничивающей торцевые плоскости гайки: $dw = (0,9...0,95) S$.

Вычерчивание проекций гипербола условно заменяют упрощенным вычерчиванием дуг окружностей. Для нахождения центров радиусов дуг окружностей используют три точки: вершину гипербола и две точки концов гипербола.

Через точку $4''$ радиусом $R = 1,5d$, центр которого будет лежать на оси гайки, проводят дугу до пересечения с боковыми ребрами гайки.

Соединив полученные точки, определяют центры O_1'' радиусов R_2 , которые будут находиться посередине между ребрами гайки. Из центра O_1'' радиусом R_2 проводят дуги на боковых гранях гайки.

Заканчивают построение гайки изображением резьбы на виде сверху.

Параметры гайки выбирают, руководствуясь ГОСТ 5915–70.

Шайба – деталь резьбового соединения в виде тонкого плоского или фасонного диска с отверстием круглой формы. Стандартные плоские шайбы подкладываются под гайки или головки болтов (винтов) с целью предохранения свинчиваемых деталей от повреждения или увеличения опорной поверхности гайки или головки. Для предотвращения резьбовых соединений от самоотвинчивания широко применяются пружинные шайбы. Данные для построения шайб приведены в ГОСТах.

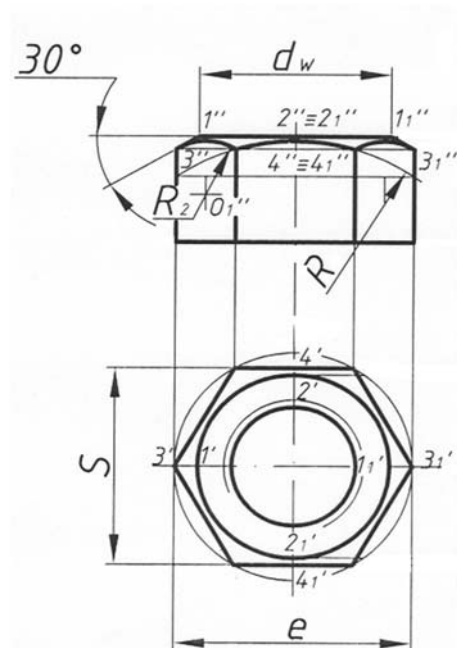


Рисунок 6.3 – Пример построения шестигранной гайки нормальной точности

7 Порядок выполнения сборочного чертежа печатного узла

При изображении печатного узла необходимо дополнительно руководствоваться следующим:

- установка навесных элементов на платах стандартизирована и производится по вариантам в соответствии с ОСТ 4.010.030-81. Варианты установки электрорадиоэлементов приведены в таблице А.1;

- навесные элементы на видах на печатный узел со стороны их установки изображают упрощенно с сохранением габаритных размеров. Упрощенное изображение навесных элементов приведено в таблице А.1. При отсутствии примера упрощенного изображения рекомендуется изображать элементы, максимально упрощая их формы (не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, зазор и т. п.);

- на плоскостях, перпендикулярных плоскости установки навесных элементов, принято не изображать те элементы, установка которых стандартизирована. На этих изображениях показывают штрихпунктирной линией с двумя точками

контур зоны, занимаемой навесными элементами. Высоту зоны определяют по наиболее выступающему над платой элементу;

- когда установка навесного элемента осуществляется не по стандартному варианту, конструктивные особенности установки должны быть раскрыты на изображениях печатного узла (смотреть установку резистора R4, приведенную на рисунке задания);

- навесные элементы на разрезах упрощенно изображаются не рассеченными (смотреть установку резистора R4 на рисунке задания);

- отдельные провода, применяемые в печатных узлах для электрического соединения навесных элементов, изображаются согласно ГОСТ 2.413–72 условно одной линией (сплошной основной толстой). Электрическое соединение проводов, осуществляемое пайкой, изображают диаметром $(1,5...3) S$, где S – толщина сплошной основной линии. Допускается не изображать такие провода, но в спецификацию их записывают и делают соответствующие указания в технических требованиях чертежа (см. рисунок 5.1);

- на изображениях печатного узла приводят сведения о маркировке позиционных обозначений, согласно схеме электрической принципиальной, о нумерации выходных контактов печатного узла, об условных обозначениях выводов приборов (например, э, б, к – для транзисторов, полярность выводов поляризованных конденсаторов и т. п.).

8 Нанесение размеров

Существует три способа нанесения размеров на чертежах валов: *цепной*, *координатный* и *комбинированный*.

Цепной способ состоит в последовательном расположении размеров – цепью. Не следует цепь замыкать, т. е. при известном габаритном размере всего вала один из размеров нужно опустить, в противном случае выдержать требуемую точность размеров затруднительно (рисунок 8.1, а).

Координатный способ заключается в нанесении размеров от базы А, в этом случае каждый размер служит координатой, которая определяет расстояние элемента вала от базы. Этот способ получил распространение в конструкторской практике (рисунок 8.1, б).

Комбинированный способ представляет собой сочетание цепного и координатного способов (рисунок 8.1, в).

На рисунке 8.2 показаны инструменты для обмера детали.

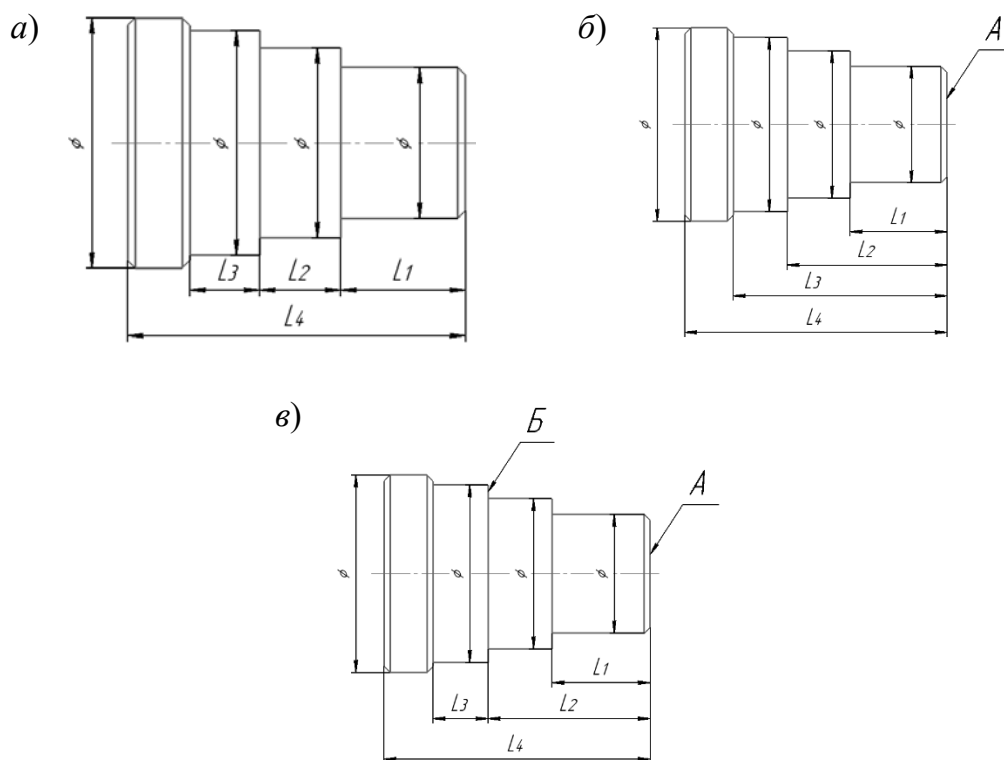


Рисунок 8.1 – Простановка размеров

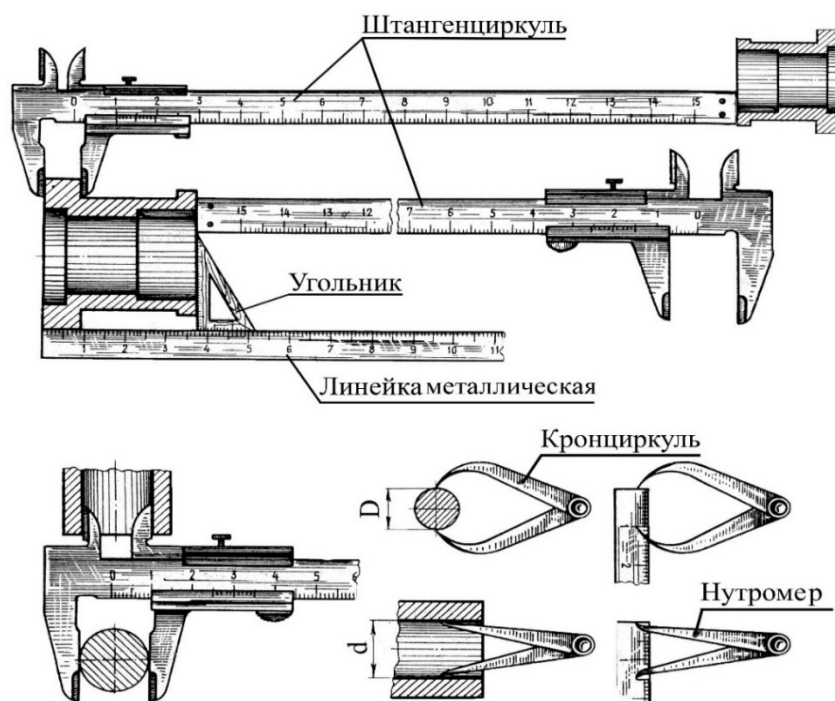


Рисунок 8.2 – Измерительные инструменты

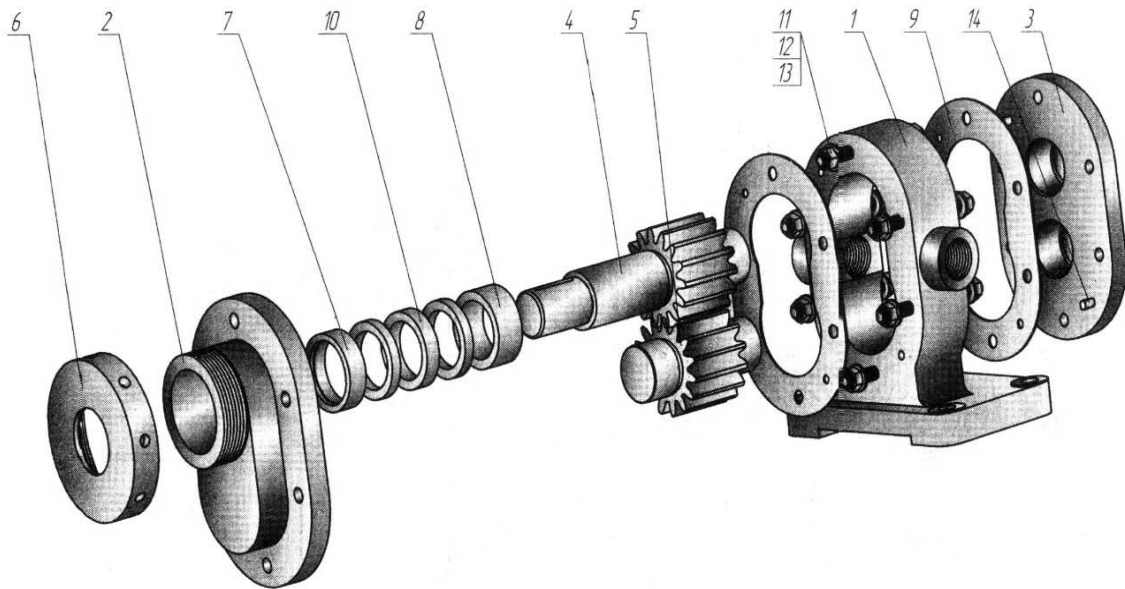
9 Деталирование

Соединение деталей в сборочные единицы, а затем в готовые изделия выполняется по сборочным чертежам, которые входят в комплект рабочей документации и предназначены для производства.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображения изделия (сборочной единицы), дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающие возможность сборки и контроля;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному чертежу; можно указывать в качестве справочных размеры детали, определяющие характер сопряжения;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие (сборочную единицу);
- габаритные, установочные и присоединительные размеры.

Прежде чем приступить к составлению сборочного чертежа, необходимо подробно ознакомиться с назначением изделия и взаимодействием всех его частей, поэтому его условно разбирают на составляющие (рисунок 9.1).



1 – корпус; 2 – крышка сквозная; 3 – крышка; 4 – вал-шестерня; 5 – колесо ведомое; 6 – гайка круглая; 7, 8 – втулки; 9 – прокладка; 10 – кольцо; 11 – гайка; 12 – шайба; 13 – шпилька; 14 – штифт

Рисунок 9.1 – Подetailное расчленение узла

Последовательность составления сборочного чертежа:

- выбор числа изображений;
- выбор масштаба изображений;
- выбор формата листа;
- компоновка изображений;
- выполнение изображений;
- нанесение размеров;
- выполнение текстового материала;
- заполнение основной надписи;
- расстановка позиций и составление спецификации.

На чертежах сборочных единиц, кроме основных видов, широко используются разрезы, сечения, местные разрезы, дополнительные виды, выносные элементы.

Большое значение при выполнении сборочного чертежа имеет выбор главного изображения. Сборочную единицу на главном изображении желательно располагать в рабочем положении, как и на чертеже общего вида. Главное изображение в основном выполняется в разрезе. Разрез на сборочном чертеже представляет собой совокупность разрезов отдельных деталей, входящих в сборочную единицу.

Смежные детали в разрезах и сечениях выделяют разной по направлению и плотности штриховкой, одинаковой для каждой детали на всех изображениях, или сдвигают линию штриховки в одном сечении по отношению к другому. Перемещающиеся части изделий допускается изображать в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Краны трубопроводов изображают открытыми. Вентили изображают в закрытом положении.

На рисунке 9.2 приведен чертеж общего вида шестеренного насоса. Спецификация в данном случае размещена на самом чертеже.

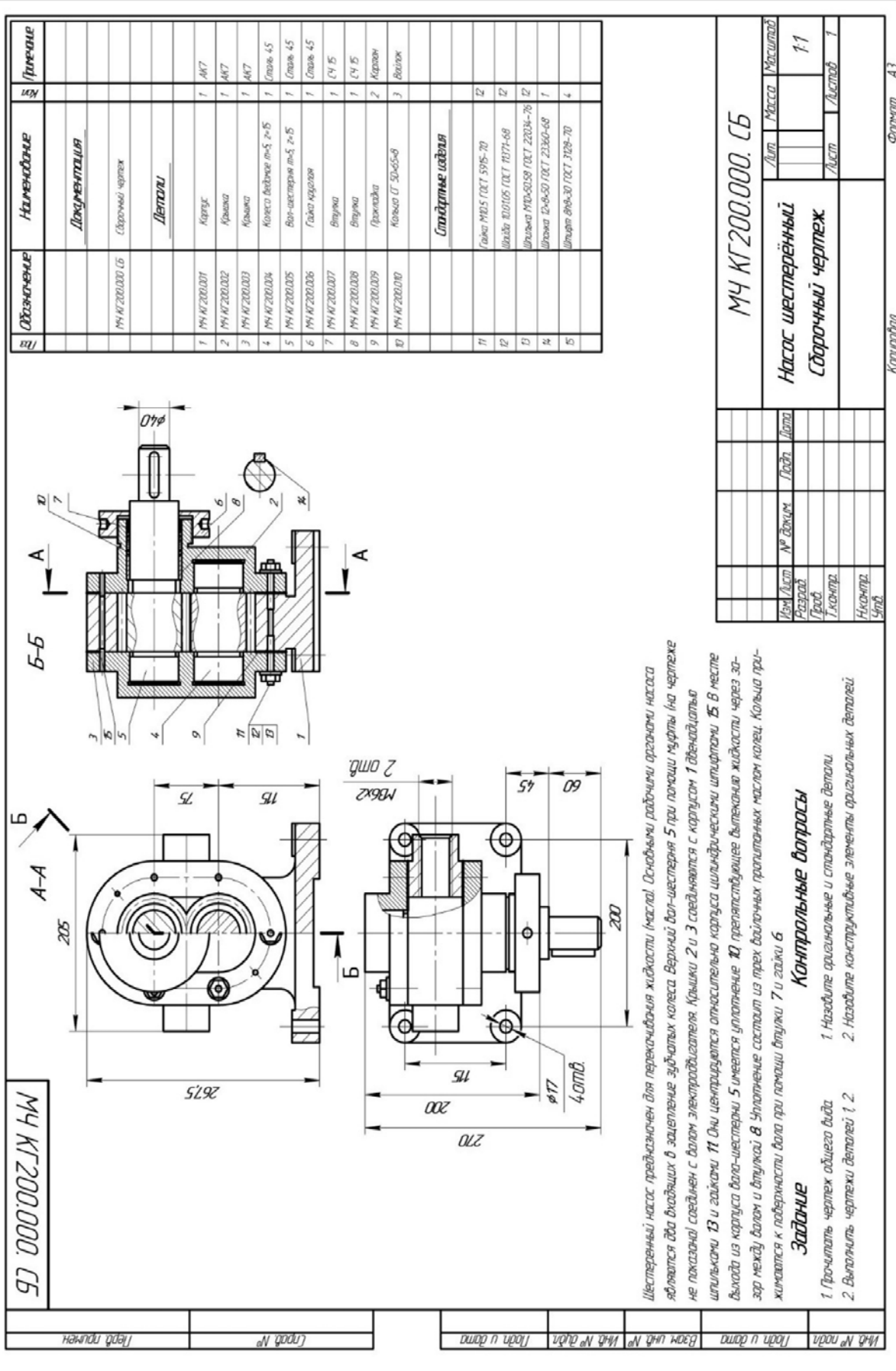


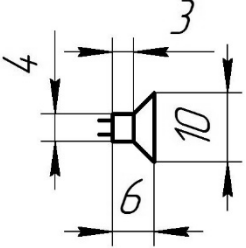
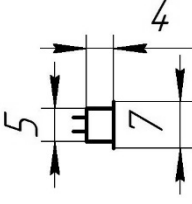
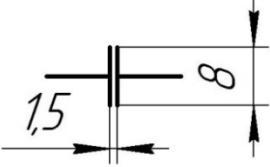
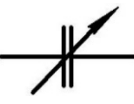
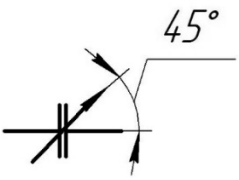
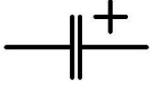
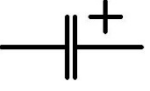
Рисунок 9.2 – Пример сборочного чертежа

Список литературы

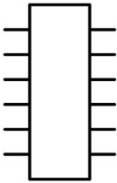
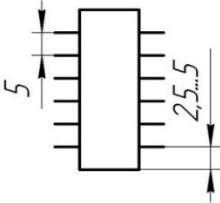
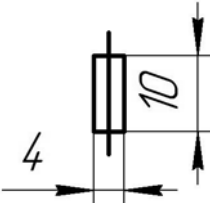
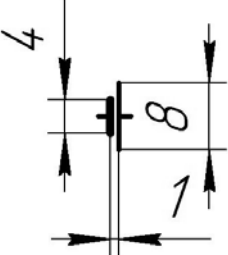
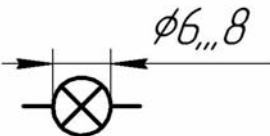
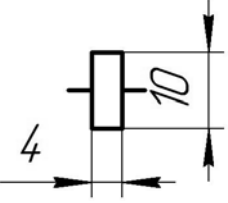
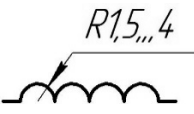
- 1 Инженерная графика: учебник / под ред. Н. П. Сорокина. – 6-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2022. – 392 с.
- 2 Альбом чертежей и заданий по машиностроительному черчению и компьютерной графике: учеб. пособие / под общ. ред. П. Н. Учаева. – Старый Оскол: ТНТ, 2021. – 228 с.
- 3 **Цакунов, А. А.** Инженерная графика. Основы начертательной геометрии. Основы технического черчения. Основы машиностроительного черчения: учеб. пособие / А. А. Цакунов, Т. Э. Каптилович; под ред. Г. Ф. Ласуты. – Минск : Минфин, 2020. – 195 с.
- 4 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 396 с.
- 5 **Зеленый, П. В.** Инженерная графика. Практикум по проекционному черчению: учеб. пособие / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова; под ред. П. В. Зеленого. – Минск: БНТУ, 2014. – 200 с.
- 6 Форматы: ГОСТ 2.301–68. – Минск: Госстандарт, 2010. – 4 с.
- 7 Линии: ГОСТ 2.303–68. – Минск: Госстандарт, 2010. – 8 с.
- 8 Шрифты чертежные: ГОСТ 2.304–81. – Минск: Госстандарт, 2010. – 23 с.
- 9 Изображения – виды, разрезы, сечения: ГОСТ 2.305–2008. – Минск: Госстандарт, 2010. – 28 с.
- 10 Обозначения шероховатости поверхностей: ГОСТ 2.309–73. – Минск: Госстандарт, 2010. – 9 с.
- 11 Изображение резьбы: ГОСТ 2.311–68. – Минск: Госстандарт, 2010. – 7 с.
- 12 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги: ГОСТ 8724–2002. – Минск: Госстандарт, 2004. – 7 с.
- 13 Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски: ГОСТ 10549–80. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 12 с.

Приложение А (справочное)

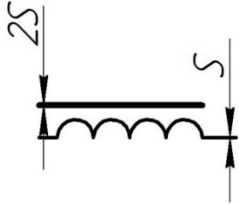
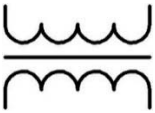
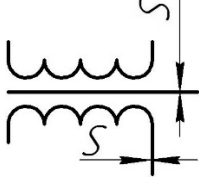
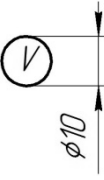
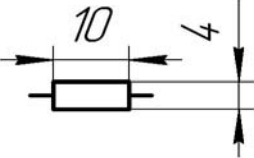
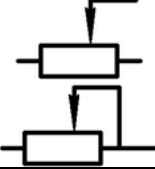
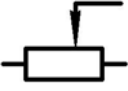
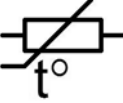
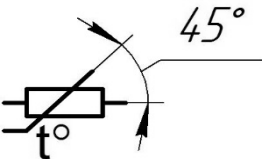
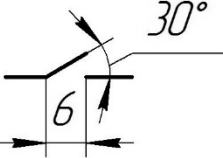
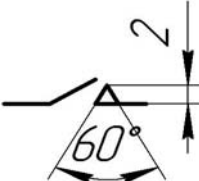
Таблица А.1 – Условные графические обозначения и размеры элементов электрических схем

Название элемента	Буквенный код элемента		Графическое обозначение элемента	Размер изображения элемента	ГОСТ
	Однобуквенный	Двухбуквенный			
1	2	3	4	5	6
Громкоговоритель	<i>B</i>				2.741–68
Телефон	<i>B</i>				2.741–68
Конденсатор нерегулируемый	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор регулируемый	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор подстроечный	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор электролитический (полярный)	<i>C</i>				2.928–74

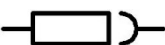
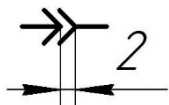
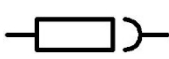
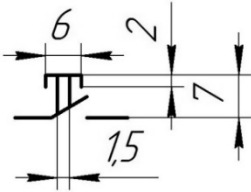
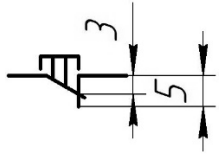
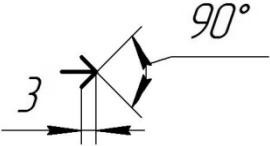
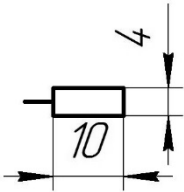
Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Микросхема	<i>D</i>	<i>DA</i>			2.743–82
Предохранитель плавкий	<i>F</i>	<i>FU</i>			2.727–68
Источник питания электрохимический, термоэлектрический	<i>G</i>				2.742–68
Батарея аккумуляторная	<i>G</i>	<i>GB</i>			
Лампа накаливания	<i>H</i>				2.732–68
Реле указательное	<i>K</i>	<i>KH</i>			2.721–74
Реле токовое		<i>KA</i>			
Реле времени		<i>KT</i>			
Реле напряжения		<i>KV</i>			
Катушка индуктивности	<i>L</i>				2.723–68

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Дроссель	L				2.723–68
Трансформатор	T				2.723–68
Вольтметр	P	PU			2.729–68
Резистор нерегулируемый	R				2.728–74
Резисторы регулируемые: с разрывом цепи без разрыва цепи	R				2.728–74
Терморезистор	R	RK			2.728–74
Выключатель однопольный	S				2.755–74
Контакт замыкающий с самовозвратом	S				2.755–87

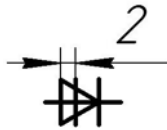
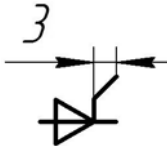
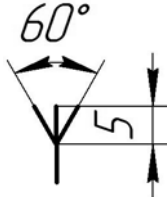
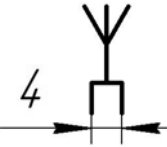
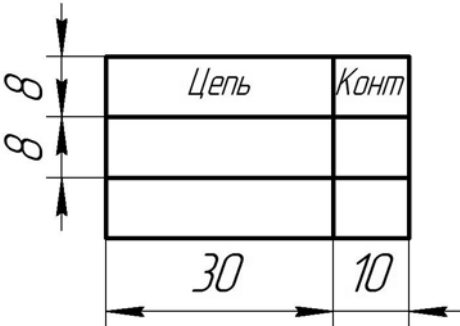
Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Соединение кон- тактное разъемное	<i>X</i>		 или 	 	2.755–87
Выключатель кно- почный нажимной: с замыкающим контактом с размыкающим контактом	<i>S</i>	<i>SV</i>	 	 	2.755–87
Штырь	<i>X</i>	<i>XP</i>	 или 	 	2.755–87
Гнездо	<i>X</i>	<i>XS</i>	 или 	 	2.755–87

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Контакт разбор- ного соединения	<i>X</i>	<i>XT</i>		 $\phi 15, 2$	2.755–87
Контакт неразбор- ного соединения	<i>X</i>			 $\phi 15, 2$	2.755–87
Диод полупровод- никовый (общее обозначение)	<i>V</i>	<i>VD</i>		 60° 5 6	2.730–73
Туннельный диод	<i>V</i>	<i>VD</i>		 2	2.730–73
Стабилитрон: односторонний двухсторонний	<i>V</i>	<i>VD</i>	 	 	2.730–73
Светодиод	<i>V</i>	<i>VD</i>		 8 3 3 15 $\phi 12$	2.730–73
Транзистор: тип р–п–р тип п–р–п	<i>V</i>	<i>VT</i>	 	 50° 5.5 11 $\phi 14$	2.730–73

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Тиристор диод- ный	V	VS			2.730–73
Тиристор триод- ный	V	VS			2.730–73
Антенна несим- метричная	W				2.735–68
Антенна симмет- ричная (вибратор)	W				2.735–68
Таблица контак- тов соединений					2.702–75