

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 06.01.2020 15:14:40  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c21eabb73e743d14a48511da36d689

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



## КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Методические указания по выполнению курсовой работы  
по дисциплине  
«Основы конструирования электронных средств»

Курск 2020

УДК 621.38

Составитель Е.О. Брежнев

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной техники *И.Е. Чернецкая*

**Конструирование электронных средств:** методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств»/Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.О. Брежнева. Курск, 2020 - 40 с.: Ил. 6. Библиогр.: с. 22.

Содержатся требования к содержанию и объему курсовой работы, оформлению текстовой части и графической документации, порядок представления курсовой работы к защите.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматике и электроники (УМО АЭ).

Предназначены для бакалавров направления подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 19.10.20. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,11. Тираж 100. экз. Заказ 320. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## 1. Цели и задачи курсовой работы

Курсовая работа (КР) ставит своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний в области конструирования ЭС, развитие конструкторских и расчетных навыков, а также самостоятельности в работе.

Курсовая работа (КР) должна решать комплексную инженерно-техническую задачу, включающую анализ и обоснование основных элементов и узлов проектируемого радиоэлектронного устройства (РЭУ), разработку конструкции, обоснование принятых расчетных нагрузок и технических решений.

## 2. Общие требования к содержанию и выполнению КР

### 2.1. Тематика и задание на курсовую работу

*Тема КР.* В качестве темы для КР рекомендуется конструирование РЭУ, входящего в состав ЭС, в том числе: источники вторичного электропитания, пульта управления, контрольно-измерительная аппаратура, электронно-вычислительная аппаратура, унифицированные функциональные узлы (ячейки) и другие устройства.

*Исходные данные к КР.* Основными исходными данными для выполнения работы являются:

1) схема электрическая принципиальная устройства, выполненная в полном соответствии с ЕСКД и с перечнем входящих электрорадиоэлементов (ЭРЭ);

2) электрические требования с указанием данных, наиболее характерных для разрабатываемого устройства, например для радиоприемного устройства: чувствительность, избирательность, рабочий диапазон частот и другие; для радиопередающего устройства; стабильность частоты, выходная мощность, рабочий диапазон частот и т. д.;

3) конструкторские требования: компоновочные данные (габариты, масса, координаты центра тяжести и точек крепления), показатели надежности; уровень миниатюризации; степень унификации; технологичность конструкции и т. д.;

4) условия эксплуатации задаются объектом эксплуатации ЭС, например бортовая самолетная аппаратура, с указанием в техническом задании конкретных количественных показателей воздействий на ЭС. Например, устойчивость к климатическим воздействиям по ГОСТ 15150-69; к механическим - по ГОСТ 16019-78 и ГОСТ 17676-81; условия хранения и транспортирования по ГОСТ 15150-69; требования по защите от помехонесущих полей задается ослаблением помехонесущего поля в децибелах на определенной частоте или в диапазоне частот.

## 2.2. Содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из текстовой и графической части.

Текстовый документ (ТД) должен включать структурные элементы в указанной ниже последовательности:

- титульный лист (по форме Приложения 1);
- задание (ТЗ) (по форме Приложения 2);
- реферат;
- содержание;
- определения;
- обозначения и сокращения;

Введение

1. Разработка и анализ технического задания.

1.1. Анализ применения и назначения РЭУ.

1.2. Анализ эксплуатационных требований.

1.3. Анализ конструктивных требований.

1.4. Анализ принципиальной электрической схемы РЭУ.

1.5. Анализ элементной базы.

1.6. Выводы из проведенного анализа.

2. Разработка конструкции ФУ.

2.1. Выбор компоновочной структуры.

2.2. Выбор типа конструкции ПП.

2.3. Выбор класса точности ПП.

2.4. Выбор метода изготовления ПП.

2.5. Выбор материала основания ПП.

2.6. Определение габаритных размеров ПП.

2.7. Определение толщины ПП.

2.8. Расчет элементов проводящего рисунка ПП.

3. Разработка компоновки РЭУ.

3.1. Выбор и обоснование общей композиции прибора

3.2. Обоснование варианта внутриблочной компоновки.

3.3. Обоснование размещения элементов передней и задней панелей (органов управления, индикации и коммутации).

Заключение.

Список использованных источников.

Приложения.

Объем текстовой части должен быть не более 35÷40 страниц. Текстовый документ должен соответствовать требованиям Стандарта университета СТУ 04.02.030-2008 [1].

Графическая часть выполняется в виде приложений в соответствии с требованиями ЕСКД и содержит следующие документы:

1. Схема электрическая принципиальная ЭРУ.
2. Перечень элементов ЭРУ.
3. Схема электрическая функциональная ЭРУ.

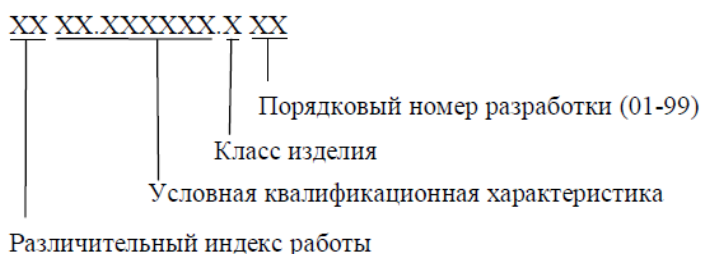
4. Чертеж печатной платы для функционального узла.
5. Сборочный чертеж функционального узла.
6. Спецификация функционального узла.
7. Сборочный чертеж ЭРУ.
8. Спецификация ЭРУ.

## 2.3. Оформление графической части

### 2.3.1. Обозначение конструкторских документов

Каждому изделию и его конструкторскому документу должно быть присвоено обозначение.

В курсовой работе принята система обозначения конструкторских документов и изделий, соответствующая структуре обозначений по ГОСТ 2.201-80:



Различительные виды работ:

КР – курсовая работа;

ПР – практическая работа.

Условная квалификационная характеристика состоит из условного обозначения направления подготовки (КС), номера группы студента, выполняющего данный документ и номера варианта задания (01-99). Общее количество цифр условной квалификационной характеристики должно быть равно шести, поэтому номер варианта дополняется слева необходимым количеством нулей. После первых двух символов условной квалификационной характеристики ставится точка.

Классы изделий:

1 – комплекс (система);

2, 3, 4 – прибор, устройство, имеющее самостоятельное эксплуатационное назначение;

5, 6 – сборочная единица, входящая в прибор, устройство;

7, 8, 9 – детали.

Примеры обозначения конструкторских документов:

*КРКС.1100012.701* – обозначение чертежа детали, выполненного студентом группы КС11 по 12 варианту в курсовой работе;

*КРКС.110015.201 СБ* – обозначение сборочного чертежа прибора, выполненного студентом группы КС11 по 15 варианту.

### 2.3.2. Форматы и основные надписи

Конструкторские документы выполняются на листах определенных размеров, которые носят название форматов (ГОСТ 2.301-68). Форматы листов определяются размерами внешней рамки листа. Форматы разделяются на основные и дополнительные. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл.2.1.

Таблица 2.1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148×210 мм. Соотношение сторон основного формата равно  $\sqrt{2}$ , т.е. большая сторона в 1,414 раза больше меньшей.

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности, например A0×2, A4×8 и т.д.

Все конструкторские документы сопровождаются основной надписью и дополнительными графами к ней. Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, дополнительных граф к ней, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (Приложение 3), а в текстовых документах – формам 2, 2а и 2б (Приложения 4-5). Допускается для последующих листов чертежей и схем применять форму 2а.

Основную надпись располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. В графах основной надписи и дополнительных графах (номера граф на форме показаны в круглых скобках) указывают значения соответствующих реквизитов или атрибутов:

в графе 1 - наименование изделия и наименование документа, если этому документу присвоен код. Для изделий народнохозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701. Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Плата управления». В наименование изделия не включают, как правило, сведения о назначении изделия и его местоположении,

в графе 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201 и код, если его код определен ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701. Допускается применять ранее принятую систему обозначений документов;

в графе 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей):

в графе 4 — литеру, присвоенную данному документу (на документе в бумажной форме графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);

в графе 5 - массу изделия по ГОСТ 2.109;

в графе 6 - масштаб (проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109);

в графе 7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 - общее количество листов документа (указывают только на первом листе);

в графе 9 - наименование или код организации, выпускающей документ (графу не заполняют, если код содержится в обозначении документа);

в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: «Начальник отдела», «Начальник лаборатории», «Рассчитал».

Допустимые значения атрибута устанавливает организация;

в графе 11 - фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 - подписи лиц. фамилии которых указаны в графе 11

Подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными.

При отсутствии титульного листа допускается подпись лица, утвердившего документ, размещать на свободном поле первого или заглавного листа документа в порядке, установленном для титульных листов по ГОСТ 2.105.

в графе 13 - дату подписания документа:

в графах 14 — 18 - сведения об изменениях, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503;

в графе 19 - инвентарный номер подлинника по ГОСТ 2.501:

в графе 20 - сведения о приемке подлинника в службу технической документации (подпись и дата приемки);

в графе 21 - инвентарный номер подлинника, взамен которого выпущен данный подлинник по ГОСТ 2.503;

в графе 22 - инвентарный номер дубликата по ГОСТ 2.502;

в графе 23 - сведения о приемке дубликата в службу технической документации (подпись и дата приемки);

в графе 24 - обозначение документа, взамен или на основании которого выпущен данный документ:

в графе 25 - обозначение соответствующего документа, в котором впервые записан данный документ. Обязательный реквизит для всех документов, заимствованных из документации других изделий;

в графе 26 - обозначение документа, повернутое на 180° для формата А4 и для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа и на 90° для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа;

в графе 27 - знак, установленный заказчиком в соответствии с требованиями нормативной документации и проставляемый заказчиком или представителем заказчика;

в графе 28 - номер решения и год утверждения документации соответствующей литеры. Год утверждения указывают четырьмя цифрами;

в графе 29 - номер решения и год утверждения документации. Год утверждения указывают четырьмя цифрами;

в графе 30 - индекс заказчика в соответствии с нормативной документацией;

в графе 31 - подпись лица, копировавшего документ. При копировании электронного документа обязательный реквизит;

в графе 32 - обозначение формата листа по ГОСТ 2.301 Для электронного документа указывают формат листа, на котором будет соответствовать указанный в графе 6 масштаб.

в графе 33 - обозначение зоны, в которой находится изменяемая часть изделия;

в графе 34 - номера авторских свидетельств на изобретения, использованные в данном изделии.

Примеры заполнения основной надписи для чертежей и схем приведены в Приложении 6.

### 2.3.3. Выполнение функциональной электрической схемы (Э2)

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними. Для сложного изделия разрабатывают несколько функциональных схем, поясняющих происходящие процессы при различных предусмотренных режимах работы. Количество функциональных схем, разрабатываемых на изделие, степень их детализации и объем помещаемых сведений определяются разработчиком с учетом особенностей изделия. Графическое построение схемы должно наглядно отражать последовательность функциональных процессов, иллюстрируемых схемой. Действительное расположение в изделии элементов и устройств может не учитываться.

Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений (УГО), установленных в стандартах ЕСКД (рис.2.1).

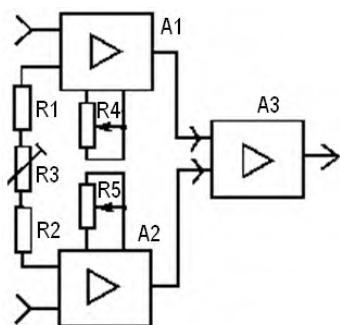


Рис.2.1. Функциональная схема усилителя постоянного тока

Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников. В этом случае части схемы с поэлементной детализацией изобра-



жают по правилам выполнения принципиальных схем, а при укрупненном изображении функциональных частей – по правилам структурных схем (рис.2.2), с указанием в документе:

- позиционных обозначений функциональных групп, устройств и элементов, соответствующих им на принципиальной схеме, и/или их наименований в перечне;

- типов;

- обозначений документов, на основании которых функциональные части были использованы;

- технических характеристик функциональных частей;

- поясняющих надписей, таблиц, диаграмм и рабочих параметров в характерных точках.

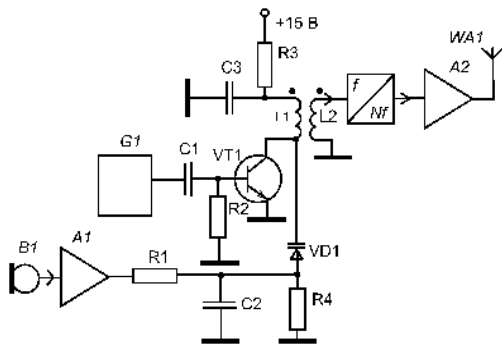


Рис.2.2. Функциональная схема передатчика

Наименования, типы и обозначения функциональных частей рекомендуется размещать внутри прямоугольников. Сокращенные или условные наименования должны содержать пояснения на полях схемы.

На рис. 2.2 по правилам выполнения электрических структурных схем показаны микрофонный усилитель  $A1$ , задающий генератор  $G1$ , умножитель частоты  $U1$ , усилитель мощности  $A2$  с антенной  $WA1$ , а по правилам выполнения электрических принципиальных схем – модуль фазового модулятора.

На функциональной схеме указывают: для функциональных групп – обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме, или наименование (если функциональная группа изображена в виде УГО, то ее наименование не указывают); для каждого устройства или элемента, изображенного УГО, – буквенно-цифровое позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его тип; для каждого устройства, изображенного прямоугольником, – позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его наименование и тип или обозначение документа, на основании которого это устройство применено.

Элементы и устройства на схеме допускается изображать совмещенным или разнесенным способом, а схему выполнять в многолинейном или однолинейном изображении по правилам принципиальной схемы.

При разнесенном способе изображения допускается отдельно изображенные части элементов и устройств соединять линией механической связи (штриховая линия).

Функциональные цепи на одной схеме различают и по толщине линии, применяя на одной схеме не более трех размеров линий по толщине.

На функциональной схеме указывают технические характеристики функциональных частей, параметры в характерных точках, поясняющие надписи.

#### **2.3.4. Выполнение схемы электрической принципиальной**

Схемы электрические принципиальные выполняют в соответствии с ГОСТ 2.701-2008 и ГОСТ 2.702-2011.

На схеме электрической принципиальной (ЭЗ) изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. В обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства изображают на схеме совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу, а при разнесенном способе - в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении. Допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией.

При слиянии линий связи каждую линию помечают на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами) или обозначениями, принятыми для электрических цепей (ГОСТ 2.709-89). Обозначение линий проставляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.721-74.

Каждый элемент и устройство, изображенные на схеме, должны иметь позиционные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81. Порядковые номера должны быть присвоены, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств) с одинаковым буквенным позиционным обозначением, например: R1, R2 и т. д., C1, C2 и т. д.

Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

При необходимости допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов в изделии, направления прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов и устройств с правой стороны или над ними.

При изображении разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства проставляют около каждой составной части.

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен УГО входных и выходных элементов — соединителей, плат и т.п. (рис. 2.3).

Каждой таблице присваивается позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена. Над таблицей допускается указывать УГО контакта — гнезда или штыря. Размеры граф произвольные.

Конт.	Цепь	Адрес
1	+9 В стаб.	=A1-X1:1
2	"0" БР	=A1-X1:2
3	"0" Установ.	=A1-X1:3
4	+9 В стаб.	=A1-X1:4

Рис.2.3. Пример изображения элемента внешнего подключения

Если в изделие входят несколько одинаковых устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем, или функциональных групп, то на схеме изделия допускается не повторять схемы этих устройств. При этом устройства или функциональные группы изображают в виде прямоугольников, выполненных штрихпунктирными линиями. Схему такого устройства изображают внутри одного из прямоугольников или помещают на поле схемы с соответствующей надписью.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные должны быть записаны в перечень элементов, размещенный на первом листе схемы или выполненный в виде самостоятельного документа (рис. 2.4).

При этом связь перечня с УГО должна осуществляться через позиционные обозначения.

Графа обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	

Размеры: высота заголовка 15, высота строки 8, ширина графы 20, ширина наименования 110, ширина столбца 10, ширина примечания 10, общая ширина 185.

Рис.2.4. Форма перечня элементов

В графу «Поз. обозначение» заносят позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп. Графа «Наименование» служит для указания наименования элемента или устройства в соответствии с тем документом, на основании которого этот элемент применён, и обозначения этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, отраслевой стандарт, технические условия). Графа «Примечание» используется для размещения технических данных элемента (устройства), не содержащихся в его наименовании.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа оформляют на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104–2006 (формы 2 и 2а). В этом

случае код перечня элементов должен состоять из литеры «П» и кода схемы, для которой предназначен перечень, например, для электрической принципиальной схемы код перечня элементов – ПЭЗ.

При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» (рис.2.5), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
------	------------------	--------------	------	------------

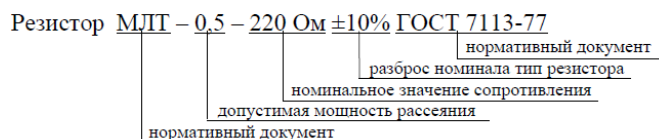
Рис.2.5. Форма перечня элементов с графой «Зона»

ГОСТ 2.701–84 устанавливает ряд правил по составлению перечня элементов. Так, занесение элементов в перечень производится группами по алфавитному порядку буквенных позиционных обозначений. Внутри каждой группы с одинаковыми буквенными позиционными обозначениями, элементы размещают по возрастанию порядковых номеров. При использовании на схеме цифровых обозначений в перечень их заносят в порядке возрастания.

Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп – и между элементами.

При использовании одностипных элементов с одинаковыми параметрами, имеющими на схеме последовательные порядковые номера, допускается заносить их в перечень в одну строку, т.е. в графу «Поз. обозначение» записывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: *VT3, VT4, DD8...DD12*, а в графу «Кол.» – общее число таких элементов.

При занесении в перечень элементов с одинаковым наименованием и буквенным позиционным обозначением, но отличающихся техническими характеристиками и другими данными, допускается в графе «Наименование» записывать общее наименование этих элементов, а в общем наименовании – наименование, тип и обозначение документа, на основании которого эти элементы выпущены. Если в пределах одной группы элементов есть несколько элементов, выпускаемых по одному ГОСТу или ТУ, то обозначение ГОСТ или ТУ записывают в графе «Наименование» в виде заголовка, а запись элементов начинается на следующей за заголовком строке. Для резисторов и конденсаторов делается полная запись их обозначения (рис.2.6).



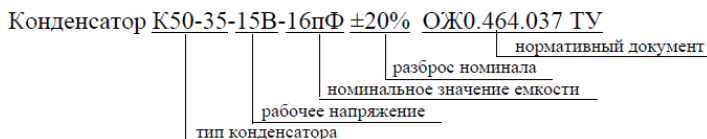


Рис.2.6. Пример полной записи обозначений для резистора и конденсатора

Следует заметить, при внесении в перечень на отечественную элементную базу указывают технические условия или государственные стандарты (например, стабилитрон 2С156А СМ3.362.805 ТУ), а на импортную – название производителя, например микросхема ADM213EARS Analog Devices и т.п.

Позиционные обозначения элементов, параметры которых подбирают при регулировании, отмечают на схеме и перечне звездочкой, например R1\*. В перечне указывают наименование и параметр элемента, близкого к расчетному.

Пример выполнения схемы электрической принципиальной и перечня элементов представлен в Приложениях 7-8.

### 2.3.5. Выполнение чертежа печатной платы

Поле чертежа печатной платы должно содержать:

- основную надпись по ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи, форма 1;
- вид платы со стороны монтажа, со стороны установки элементов и с торца;
- дополнительные виды (при необходимости);
- указание общей шероховатости;
- текстовую часть (технологические указания).

Допускается весь чертеж выполнить на нескольких листах (например, отдельно каждый вид и текстовую часть). Например, удобно текстовую часть сделать первым листом (основная надпись формы 1), а на втором и третьем разместить виды сверху и снизу (основная надпись формы 2а).

В основной надписи название изделия будет «Плата» или «Плата печатная». Обязательно указывать масштаб изображения и марку материала. Чертеж платы должен содержать координатную сетку, пронумерованную вне поля платы.

Для всех отверстий и контактных площадок, не попадающих в узлы сетки, координаты указывают непосредственно по обычным правилам для чертежей. При этом одно базовое отверстие должно попадать в узел сетки. Как правило, при этом пользуются дополнительными, выносными видами. Допуск на точность сетки  $\pm 0,2$  мм.

Форма платы — прямоугольная (кроме специальных случаев), с ключевым элементом (срезанный угол; вырез; несимметричные крепежные отверстия и т.п.). Должны быть указаны габаритные размеры с допусками от  $\pm 0,2$  до  $\pm 0,5$  мм, в зависимости от величины размера. Толщина платы указывается «для справок»: на чертеже этот размер помечается знаком «\*», а в текстовой части дается расшифровка: «\* Размеры для справок».

Масштаб изображения выбирается таким, чтобы шаг сетки соответствовал 5 или 10 мм (например, для шага 1,25 мм обычно берется масштаб 4:1).

Для отверстий разных диаметров применяют условные обозначения (зачерненные секторы), а диаметры указывают в текстовой части. Также условно не показывают стандартные контактные площадки, а их размеры дают в таблице, вместе с указаниями для отверстий (табл.2.2).

Проводники стандартной ширины проводят условно, а ширину указывают в текстовой части.

Плата должна содержать маркировку элементов и отдельных выводов с одной или обеих сторон. Например, краской наносят схемные обозначения элементов и штрихи, указывающие на их выводы. Краской или невытравленной фольгой обозначают: номер чертежа платы; условное обозначение или номер чертежа печатного узла в сборе; полярность конденсаторов и диодов; выводы транзисторов; вывод № 1 многовыводных элементов, при этом также изменяют форму контактной площадки.

Таблица 2.2

### Пример указания параметров отверстий и контактных площадок

Условное обозначение отверстий	Диаметр отверстий, мм	Диаметр конт. площадки, мм	Наличие металлизации в отверстиях	Количество отверстий
	0,8	1,65	есть	32
	1,0	1,85	есть	42
	1,3	2,15	есть	26
	1,5	2,35	есть	4
	3,6	-	нет	6

Шероховатость указывается по ГОСТ 2789-73. Например, на виде с торца используют значок - «не обрабатывать», а в правом верхнем углу указание  $Rz\ 40\ \sqrt{\quad}$ , что означает: «остальная шероховатость не более 40 мкм».

Ниже перечислены указания, выносимые в текстовую часть (табл.2.3).

Таблица 2.3

### Текстовая часть

Содержание	Пример исполнения
1) Способ изготовления платы	Плату изготовить химическим методом.
2) Шаг координатной сетки	Шаг координатной сетки 2,5 мм.
3) Способ выполнения проводников	Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке и чертежу с отклонением не более 1,0 мм.
4) Ширина проводников	Проводники показаны условно; ширина 1,0 мм, в узких местах 0,6 мм.
5) Зазоры между проводниками	Расстояние между проводниками не менее 0,8 мм, в узких местах 0.4 мм.
6) Указания по маркировке	Маркировать краской МКЭ серой по ОСТ 4Г0.028.000. Шрифт 3 по НО. 010.007.
7) Указания по лужению	Проводники покрыты сплавом «Розе» ГОСТ

	21930-76.
8) Указания по влагозащитному покрытию	Плату покрыть лаком ЭП-730 ГОСТ 20824-81, контактные площадки от покрытия защиты.
9) Указания по отверстиям и контактными площадкам	[В виде таблицы; пример см. табл. 2.1]
10) Расшифровка других условных обозначений	* Размер для справок

Фрагменты чертежей печатной платы представлены в Приложениях 9-11.

### 2.4.3. Выполнение сборочного чертежа

*Сборочный чертеж* представляет собой изображение, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей сборочной единицы.

Он должен содержать:

- размеры и их предельные отклонения, контролируемые при сборке;
- указания о сопряжениях, достигаемых при сборке пригонкой и подбором, указания о сварных, паяных и других неразъемных соединениях;
- номера позиций составных частей;
- габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые размеры;

- техническую характеристику изделия;

- размеры, определяющие крайние положения перемещающихся частей.

Допускается не показывать:

- фаски, скругления, углубления, выступы и другие мелкие элементы;
- шкалы, таблички, сетки.

При изображении группы болтов, винтов и заклепок можно полностью начертить только одну из этих деталей, а у остальных показать только положение оси.

На разрезах дают нерассеченными составные части, на которые выполнены самостоятельные сборочные чертежи. Типовые, покупные изделия изображают внешними очертаниями.

Сварное, паяное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями сплошными основными линиями. Допускается не показывать границы между деталями.

Количество изображений должно быть минимальным. Главным выбирают изображение, дающее наиболее полное представление об изделии. Остальные располагают в позиционной связи с главным. Дополнительные виды и сечения помещают в любом свободном месте поля чертежа.

Внутреннее устройство изделия показывают разрезом. Для симметричных изделий соединяют половину вида с половиной разреза.

Составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами, указанными в спецификации.

На сборочном чертеже печатного узла должны быть указаны номера позиций всех составляющих частей, габаритные и присоединительные размеры,

должны содержаться сведения о способах присоединения навесных элементов к печатной плате.

В основной надписи название изделия должно соответствовать функциональному назначению печатного узла. В той же графе указывается вид документа.

Детали, ЭРЭ и другие сборочные единицы вычерчивают упрощенно, оставляя только существенные для сборки подробности.

На виде с торца элементы можно не показывать. Плата вычерчивается толстой сплошной линией, габаритные границы со стороны элементов и со стороны монтажа обозначаются тонкой сплошной или штрихпунктирной линией.

Каждой детали и сборочной единице, из которых собирается изделие, присваивается позиционный номер сквозной нумерацией, под которым затем данная единица приводится в спецификации. Это условие является обязательным, так как обеспечивает правильную комплектацию изделия в целом и рабочего места сборщика в частности.

Номера позиций располагают на полках-выносках длиной 10 мм, располагают их параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. От каждой составной части отводят одну выноску. Линии-выноски не должны пересекаться, совпадать с направлением штриховки, пересекать размерные линии.

Для элементов, имеющих позиционные обозначения на принципиальной схеме, можно не указывать номера позиций. В этом случае на контурах ЭРЭ или рядом с ними пишут позиционные обозначения по принципиальной схеме, а в текстовой части (см. ниже) – указание «Маркировка элементов показана условно».

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, а также для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью при невозможности подвести линию-выноску каждой составной части.

Чертеж должен содержать исчерпывающую информацию по установке каждого элемента. Например, формовка выводов может быть показана: на основном виде с торца или на дополнительных (выносных) видах; в текстовой части чертежа со ссылкой на документ (см. ниже). Текстовая часть чертежа должна содержать необходимые технологические указания и технические требования (табл. 2.4).

Таблица 2.4

### Пример указаний на чертеже печатного узла в сборе

Содержание	Пример исполнения
1) Расшифровка условностей.	* Размеры для справок. Маркировка элементов показана условно.
2) Общие требования к сборке.	Пять ПОС 61 ГОСТ 21930-76 заземленным паяльником.



3) Требования к установке элементов.	Установку элементов производить по ОСТ 4ГО.010.030-81: - элементы С1, С2 - по варианту 1а-К; клей ВК-9 по ОСТ 4ГО.029.204; - элементы R1 - R9 - по варианту 1а; - элементы ...
4) Указания по покрытию	Покрытие: лак ЭП-730 ГОСТ 20824-81 кроме регулировочного винта элемента R10.
5) Общие технические требования	Остальные технические требования по ОСТ 4ГО.070.015.

Фрагменты сборочного чертежа узла на печатном монтаже приведены в Приложениях 12-13.

Фрагменты сборочного чертежа радиоэлектронного прибора, состоящего из нескольких печатных узлов, приведены в Приложениях 14-15.

#### 2.4.4. Правила выполнения спецификации

К каждому сборочному чертежу составляется спецификация согласно ГОСТ 2.108-68.

*Спецификация* - основной конструкторский документ, определяющий состав изделия и всей конструкторской документации, относящейся к этому изделию. Ее составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект. Заглавный лист оформляют по форме 2, последующие листы - по форме 2а (ГОСТ 2.104-2006).

В зависимости от состава специфицируемого изделия спецификация может состоять из разделов, которые следует располагать сверху вниз в такой последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

*Комплекс* - это два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из входящих в комплекс специфицированных изделий предназначено для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса (например, автоматическая линия станков; автоматическая телефонная станция; система, состоящая из метеорологической ракеты, пусковой установки и средств управления).

*Сборочная единица* - это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями

(свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием и пр.), например, осциллограф, блок питания, микромодуль, сварной корпус.

*Деталь* - это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например, стойка из одного куска металла; литой корпус; пластина из биметаллического листа). К деталям относятся также указанные выше изделия с покрытием (защитным или декоративным) независимо от его вида, толщины и назначения (например, передняя панель со сложным покрытием), а также изделия, изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки и т. п. (например, трубка, спаянная из одного куска листового материала).

*Стандартное изделие* - это изделие, примененное по государственному, отраслевому или республиканскому стандарту, полностью и однозначно определяющему его конструкцию, показатели качества, методы контроля, правил приемки и поставки.

*Комплект* - это два и более изделия, не соединенных на предприятии изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное значение вспомогательного характера, например, комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры.

*Специфицированное изделие* - это изделие, состоящее из нескольких составных частей.

*Неспецифицированное изделие* - это изделие, не имеющее составных частей.

*Комплектуемое изделие* - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по конструкторской документации предприятия-поставщика.

*Покупное изделие* - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде.

*Кооперированное изделие* - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по его конструкторской документации на другом предприятии.

*Оригинальное изделие* - это изделие, примененное в конструкторской документации только данного изделия

*Унифицированное изделие* - это изделие, примененное в конструкторской документации нескольких (разных) изделий.

*Типовое изделие* (изделие однотипного исполнения) - это изделие, принадлежащее к группе изделий близких конструкций и обладающее наибольшим числом конструктивных и технологических признаков этой группы.

Наименование разделов записывают в виде заголовков в графе «Наименование» строчными буквами (кроме первой прописной) и подчеркивают.

Ниже заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

В раздел «Документация» вносят все документы специфицируемого изделия, кроме его спецификации, а также документы записываемых в специфици-

кацию неспецифицируемых составных частей (деталей) (если таковые используются), кроме их рабочих чертежей.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали специфицируемого изделия.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов изделия записывают по группам в зависимости от функционального назначения (например, подшипники, крепежные детали, контакты и т.п.), в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Прочие изделия» записывают изделия, взятые из каталогов, прейскурантов и других источников, за исключением стандартных изделий. Порядок записи подобен порядку раздела «Стандартные изделия».

В раздел «Материалы» вносят все материалы специфицируемого изделия в такой последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные; кабели, провода и шнуры; пластмассы и пресс-материалы; бумажные, текстильные и лесные материалы; резиновые, минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы.

В пределах вида материалов их записывают в алфавитном порядке наименований, в пределах наименования - по возрастанию размеров или других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе «Формат» указывают форматы документов, имеющих обозначение в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различного формата, то в графе ставят «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы с постановкой знака звездочки, например: \*А3, А4, А4х3. Для деталей, на которые нет чертежей, в данной графе указывают БЧ. Для документов, записанных в разделы «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу «Формат» не заполняют.

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, где находится номер позиции записываемой части изделия (если поле чертежа разбито на зоны по ГОСТ 2.104-68).

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей в последовательности записи их в спецификации. Порядковые номера должны записываться в порядке возрастания, но рекомендуется пропускать некоторые номера для возможности последующей корректировки документации, например, 1, 3, 7 ... Графу не заполняют для разделов «Документация» и «Комплекты».

В графе «Обозначение» указывают: для раздела «Документация» - обозначение записываемых документов, для разделов «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» - обозначение основных конструкторских документов на записываемые изделия; для деталей, выпущенных без чертежей,

- присвоенное им обозначение (если таковое имеется). Графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы».

В графе «Наименование» указывают:

в разделе «Документация» для документов специфицируемого изделия - только их наименование; например «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия», «Пояснительная записка»; для документов на неспецифицируемые части - наименования изделия и документа;

в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» - наименования изделий в соответствии с их основной надписью на основных конструкторских документах; для деталей без чертежа указывают наименования и материалы, а также размеры, необходимые для их изготовления;

в разделе «Стандартные изделия» - наименования и обозначения изделий в соответствии с нормативно-технической документацией;

в разделе «Прочие изделия» - наименования и условные обозначения изделий по документам на их поставку с указанием обозначений этих документов;

в разделе «Материалы» - обозначение материала с указанием нормативно-технической документации (ГОСТ, СТБ, ТУ ...).

Допускается для изделий и материалов, различающихся размерами и другими данными и примененных по одному документу, общую часть наименования с обозначением документа записывать *на каждом листе* спецификации один раз в виде заголовка. Под общим наименованием следует записывать для каждого изделия и материала только их параметры и размеры. Если основные параметры или размеры изделия обозначаются одним числом или буквой, то не допускается пользоваться указанным допущением. Тогда записывают следующим образом:

Подшипники ГОСТ 8338-75

Подшипник 203

Подшипник 412 и т.д.

В графе «Кол.» указывают количество составных частей на одно специфицируемое изделие, а для раздела «Материалы» - общее количество материала на одно изделие с указанием единицы величины, которая указана в нормативно-технической документации на материал. Последнее допускается записывать и в графе «Примечание». Количество таких материалов, как припой, клей, флюс, электроды для сварки и т.п., в спецификациях не указывают. Эти сведения дают на поле чертежа в технических требованиях. В разделе «Документация» данную графу не заполняют.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Первую и последнюю строки на каждом листе спецификации не заполняют. Наличие разделов спецификации зависит от состава специфицируемого изделия.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии его размещения на листе формата А4. При этом основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 1) с указанием обозначения основного конструкторского документа (спецификации).

Пример выполнения спецификации на сборочный чертеж радиоэлектронного прибора приведен в Приложении 16.

## 2.5. Организация работы и защита курсовой работы

В начале семестра руководитель КР выдает задание. Студент выполняет КР во время, отведенное для самостоятельной работы.

Руководитель систематически консультирует студента и контролирует ход выполнения курсовой работы в соответствии с графиком, приведенным в табл.2.5.

Таблица 2.5.

**График выполнения курсовой работы**

№ этапа	Содержание этапа	Срок выполнения
1.	Разработка и анализ технического задания	1-4 неделя
2.	Разработка конструкции ФУ	5-8 неделя
3.	Разработка компоновки РЭУ	9-12 неделя
4.	Защита РЭУ от воздействия дестабилизирующих факторов. Оформление текстовой и графической части. Проверка работы.	13-15 неделя
5.	Устранение замечаний и защита работы	16-17 неделя

Время и место консультаций определяется руководителем. На консультации студент должен представить все разработанные материалы, выяснить возникшие вопросы. Присутствие каждого студента на консультации обязательно.

Законченная, полностью оформленная и сброшюрованная КР сдается преподавателю на проверку в установленный срок (табл.2.5). При наличии замечаний по содержанию или оформлению КР возвращается на доработку. При отсутствии существенных замечаний разрешается защита курсовой работы.

Защита курсовой работы производится публично перед комиссией в сроки в соответствии с графиком защиты КР, утвержденным заведующим кафедрой. В процессе защиты студент выступает с докладом по теме курсовой работы не более 10 минут и отвечает на вопросы. В докладе указываются основные требования ТЗ, структура конструкции, конструктивное исполнение и особенности основных сборочных единиц, деталей, оригинальные решения, основные характеристики разработанной конструкции, кратко поясняются выполненные чертежи.

Курсовая работа оценивается по пяти (традиционная система) и сто-балльной шкалам. Оценка курсовой работы (проекта) включает в себя формальный и содержательный критерии:

- к формальным критериям относятся: соблюдение сроков сдачи законченной работы, правильность оформления, грамотность структурирования работы, наличие ссылок и научного аппарата, наличие иллюстрационного материала, использование современной и зарубежной литературы и др. Оценка по формальным критериям не должна превышать 30 баллов;

- к содержательным критериям относятся: актуальность темы, сбалансированность разделов работы, правильная формулировка целей и задач исследования, соответствие содержания заявленной теме, степень самостоятельности, наличие элементов научной новизны, практическая ценность работы, знание новейшей литературы, и т. д. Оценка по содержательным критериям не должна превышать 50 баллов.

Отдельно оценивается защита работы. Она включает в себя умение подать материал, ораторское искусство, владение терминологией в устной речи, умение убеждать, ответы на вопросы по теме работы и т. д. Оценка за защиту не должна превышать 20 баллов.

Студентом могут быть получены дополнительные баллы за:

- апробацию материалов работы на научных конференциях;
- использование современных научных методов исследования и интернет-технологий;
- получение квалифицированной рецензии на работу;
- публикацию по теме работы в периодических научных изданиях и т.д.

При этом в оценку включается только та их часть, которая в сумме с основной оценкой не превышает 100 баллов.

### **3. Библиографический список**

1. СТУ 04.02.030-2008. Работы (проекты) курсовые, работы выпускные квалификационные. Общие требования к структуре, оформлению и защите
2. ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий.
3. ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи.
4. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
5. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
6. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.
7. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
8. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
9. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
10. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
11. ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
12. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
13. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
14. ГОСТ 2.723-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы.
15. ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

16. ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
17. ГОСТ 2.731-81 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.
18. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
19. ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
20. ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
22. ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
23. ГОСТ 2.764-86 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Интегральные оптоэлектронные элементы индикации.
24. ГОСТ 11478-88 Аппаратура бытовая радиоэлектронная. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов.
25. ГОСТ 15150-69 Машины приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
26. ГОСТ 25874-83 Аппаратура радиоэлектронная, электронная и электротехническая. Условные функциональные обозначения.
27. ГОСТ 26387-84 Система «Человек-Машина». Термины и определения.
28. ГОСТ 27626-88 Лицевые части авиационных индикаторов и приборов. Общие эргономические требования.
29. ГОСТ 28601.1-90 Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Панели и стойки. Основные размеры.
30. ГОСТ 28601.2-90 Системы несущих конструкций серии 482,6 мм. Шкафы и стоечные конструкции. Основные размеры.
31. ГОСТ 28601.3-90 Системы несущих конструкций серии 482,6 мм. Каркасы блочные и частичные подвижные. Основные размеры.
32. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции.
33. ГОСТ 2.417-91 Платы печатные. Правила выполнения чертежей.
34. ГОСТ 29137-91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.
35. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочное пособие/ Э.Т.Романыхева, А.К.Иванова, А.С.Куликов, Т.П.Новикова.-М.: Радио и связь.-1984.-256 с.
36. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 568 с.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра \_\_\_\_\_

**КУРСОВАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)**по дисциплине « \_\_\_\_\_ »  
(наименование учебной дисциплины)на тему « \_\_\_\_\_ »  
\_\_\_\_\_Специальность (направление подготовки) \_\_\_\_\_  
(код, наименование)Автор работы (проекта) \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (подпись, дата)

Группа \_\_\_\_\_

Руководитель работы (проекта) \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (подпись, дата)Работа (проект) защищена \_\_\_\_\_  
(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)Члены комиссии \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)\_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)\_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Курск, 20 \_\_\_\_ г.



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра \_\_\_\_\_

## ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (ПРОЕКТ)

Студент (слушатель) \_\_\_\_\_ шифр \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

1. Тема \_\_\_\_\_

2. Срок представления работы (проекта) к защите « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

3. Исходные данные (для проектирования, для научного исследования):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Содержание пояснительной записки курсовой работы (проекта):

4.1. \_\_\_\_\_

4.2. \_\_\_\_\_

4.3. \_\_\_\_\_

4.4. \_\_\_\_\_

4.5. \_\_\_\_\_

4.6. \_\_\_\_\_

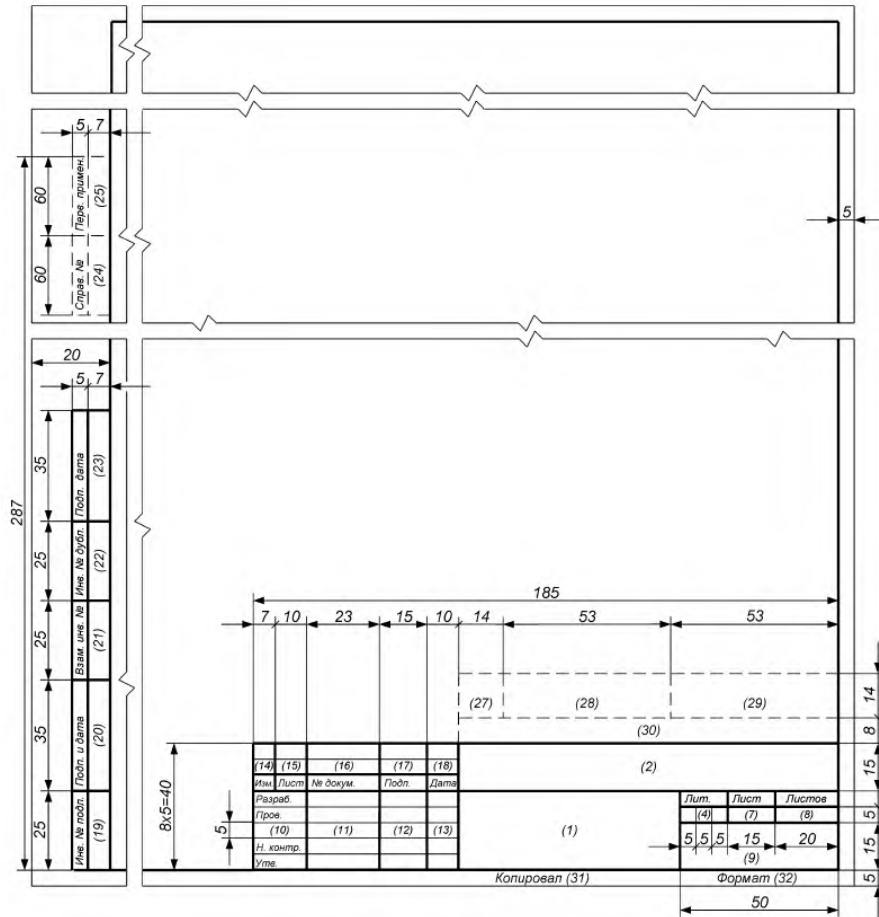
4.7. \_\_\_\_\_

5. Перечень графического материала: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Руководитель работы (проекта) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

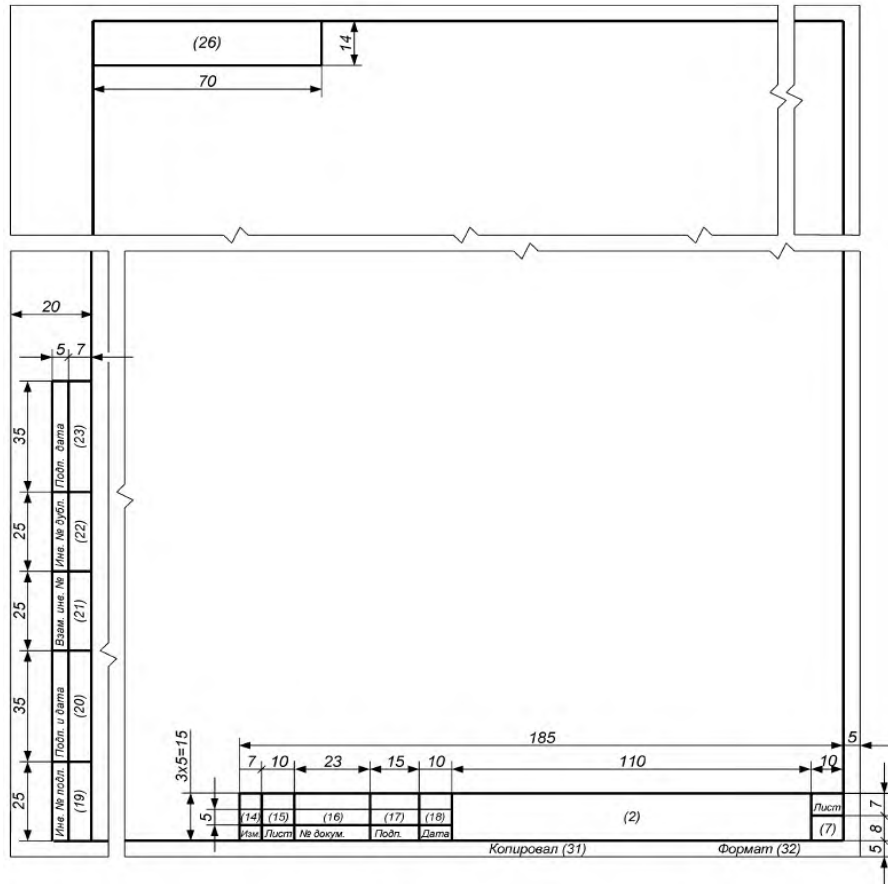


для текстовых конструкторских документов  
(первый или заглавный лист)



Приложение 5  
Форма 2а

Основная надпись и дополнительные графы для чертежей (схем) и текстовых конструкторских документов (последующие листы)



Приложение 6

**Примеры заполнения основной надписи на чертежи и схемы**

					КРКС.11005.701			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата печатная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						у		1:1
Провер.						Лист Листов		
Т.контр.								
Н.контр.					СФ-2-35Г-1,5 1кл	ЮЗГУ КиТЭВС		
Утв.					ГОСТ 10316-78	КС-11Б		
					КРКС.110015.501 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата управления Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						у		
Провер.						Лист Листов		
Т.контр.								
Н.контр.					ЮЗГУ КиТЭВС			
Утв.					КС-11Б			
					КРКС.110015.501 ЭЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата управления Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						у		
Провер.						Лист Листов		
Т.контр.								
Н.контр.					ЮЗГУ КиТЭВС			
Утв.					КС-11Б			

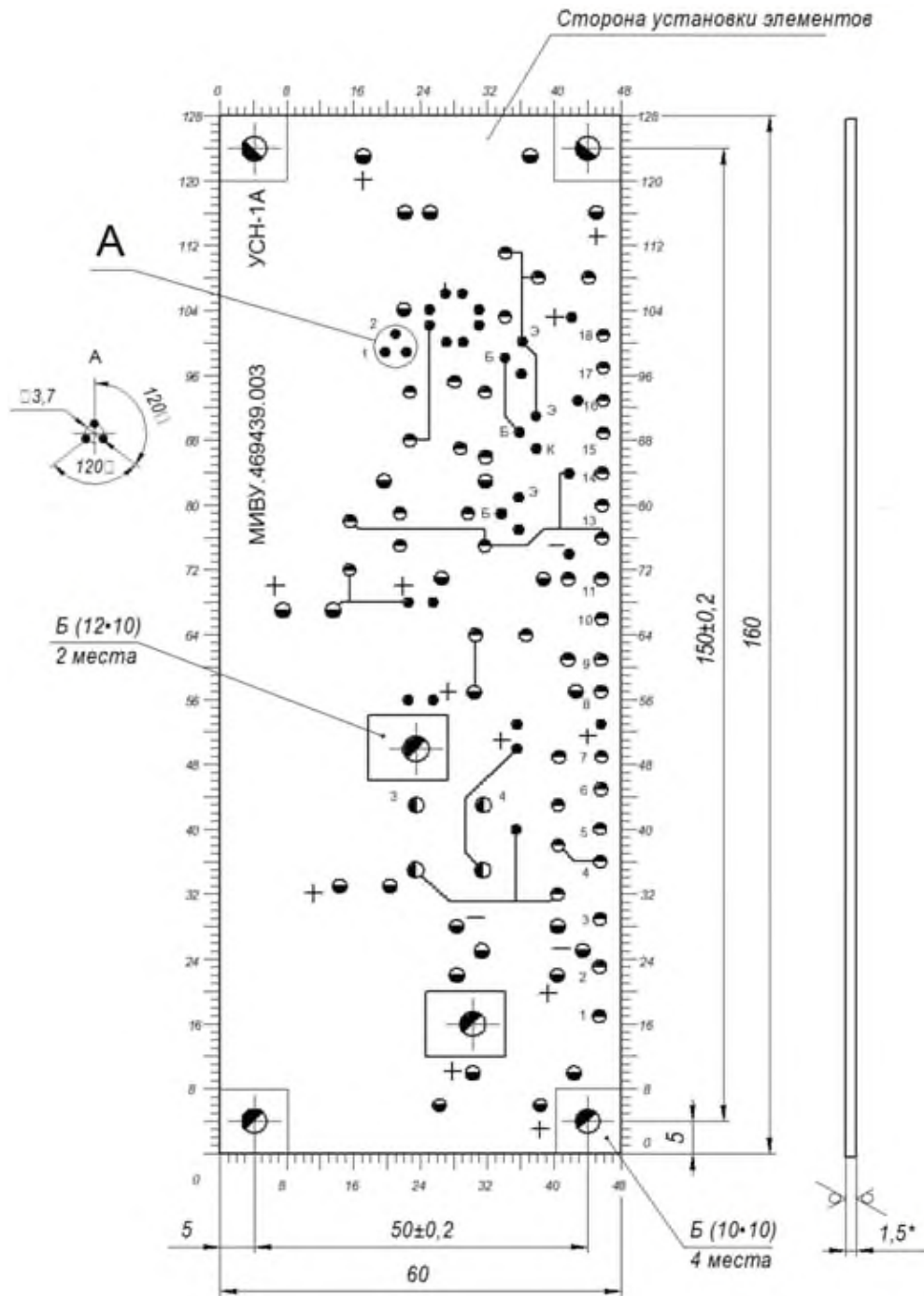
Приложение 7





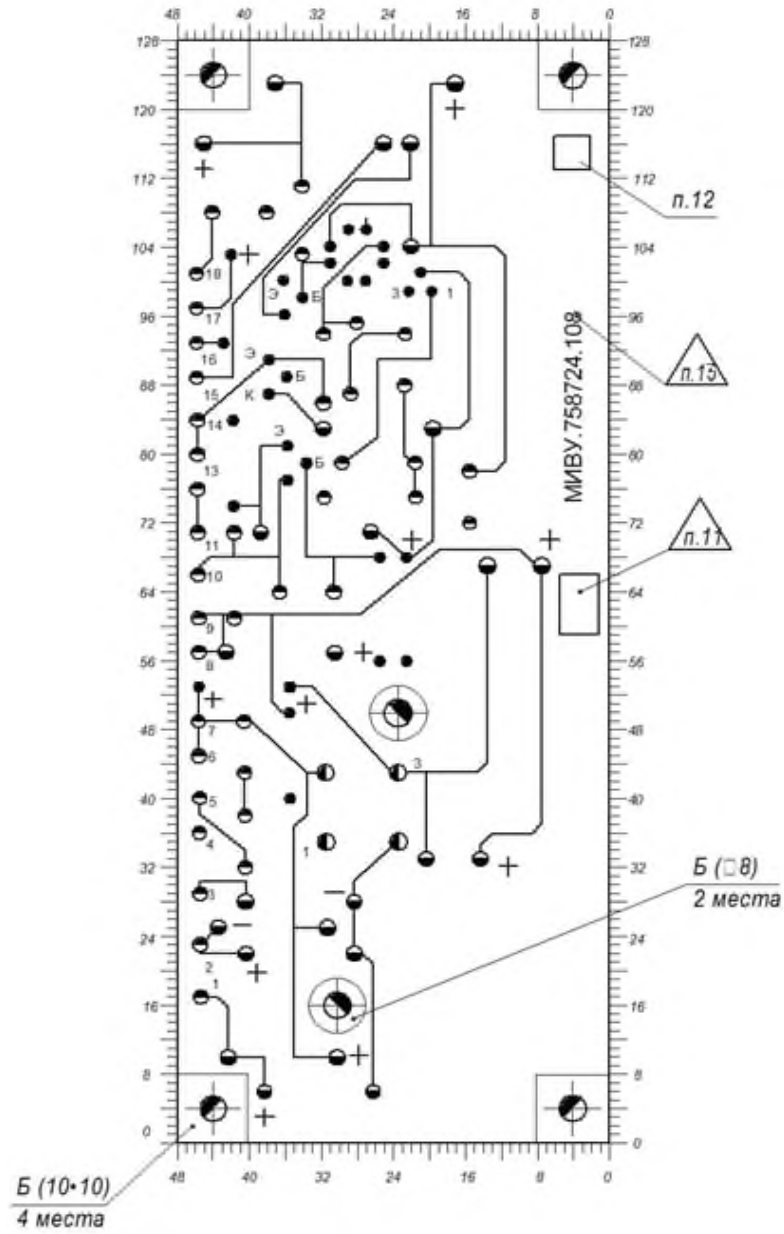


### Фрагмент чертежа печатной платы со стороны установки радиоэлементов





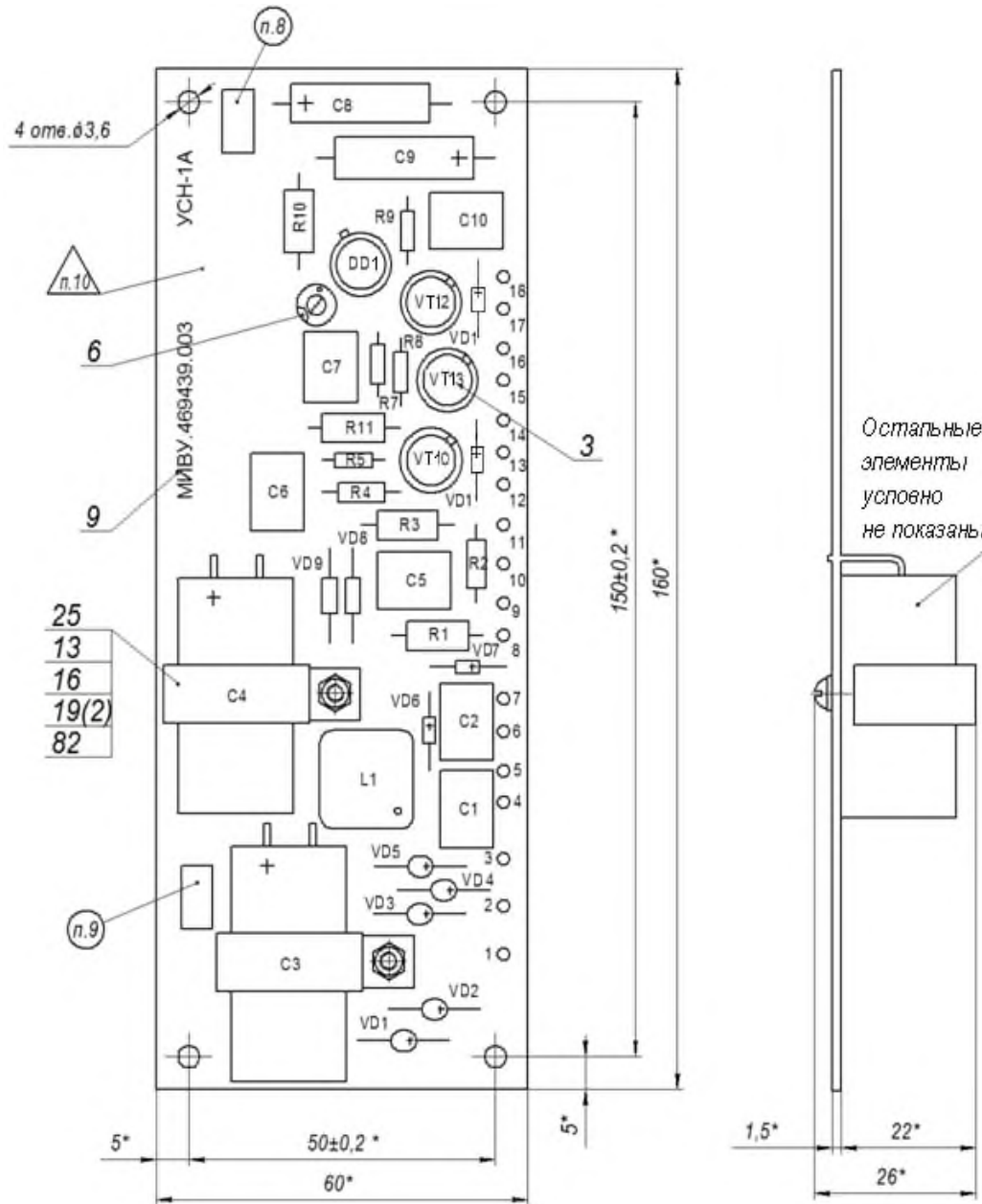
## Фрагмент чертежа печатной платы со стороны пайки



### Пример технических требований, располагаемых на чертеже печатной платы

1. \*Размер для справок.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79 группа жесткости 3.
3. Класс точности 2 по ГОСТ 23751-86.
4. Шаг координатной сетки 1,25 мм.
5. Диаметры контактных площадок согласно таблице.
6. Основной проводник шириной 0,8 мм. Допускается увеличение ширины проводников в свободных местах до 2,5 мм; в узких местах - уменьшение ширины проводников до 0,35 мм. Минимальное расстояние между токопроводящими элементами 0,45 мм.
7. Межцентровые расстояния между отверстиями, не оговоренные допусками, выполнять с точностью  $\pm 0,1$  мм.
8. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - по H14, валов - по h14; остальных - по  $\pm IT 14/2$ .
9. Поверхности Б проводниками и контактными площадками не занимать.
10. Маркировать цифры, буквы, знаки, очередной порядковый номер изменения шрифт 3-Пр3 ГОСТ26.020.-80.
11. Маркировать дату изготовления платы краской МКЭ черной УХЛ1 ОСТ4ГО.054.205 шрифт 3-Пр3 ГОСТ 26-008-85. Маркировку покрыть лаком УР-231 УХЛ2.1 ТУ6-21-14-90, вручную.
12. Место очередного порядкового номера изменения.
13. Клеймить штемпелем.

## Фрагмент сборочного чертежа печатного узла



### Пример технических требований, располагаемых на сборочном чертеже печатного узла

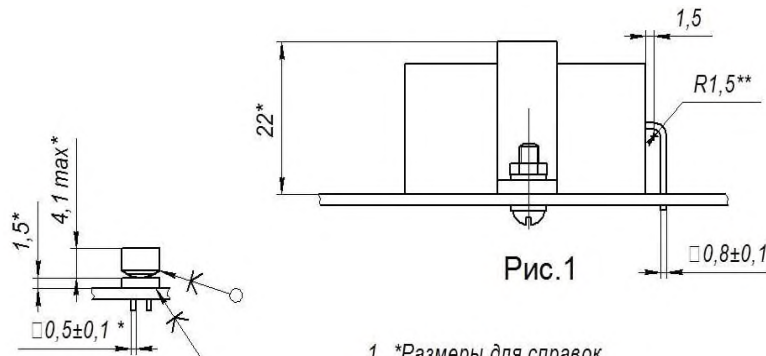


Рис.1

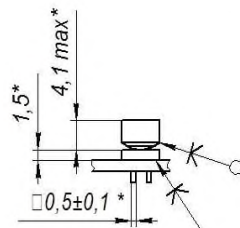


Рис.2

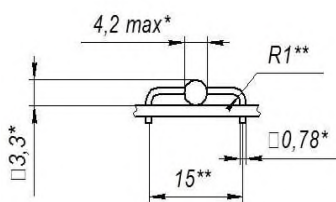


Рис.3

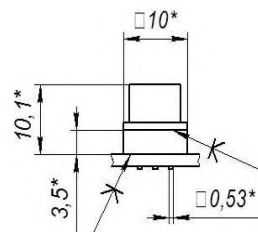


Рис.4

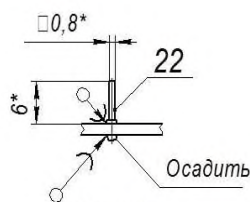
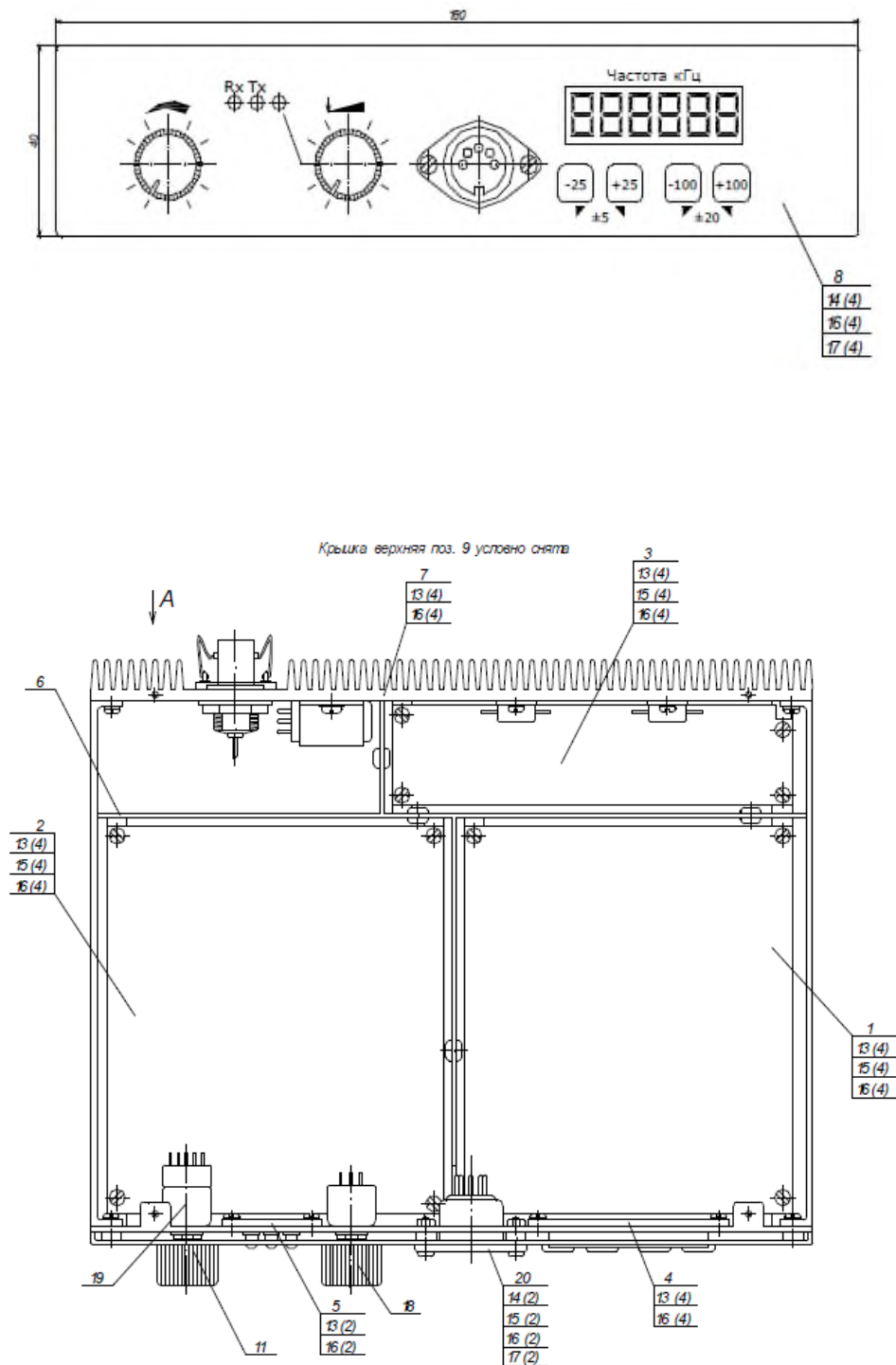


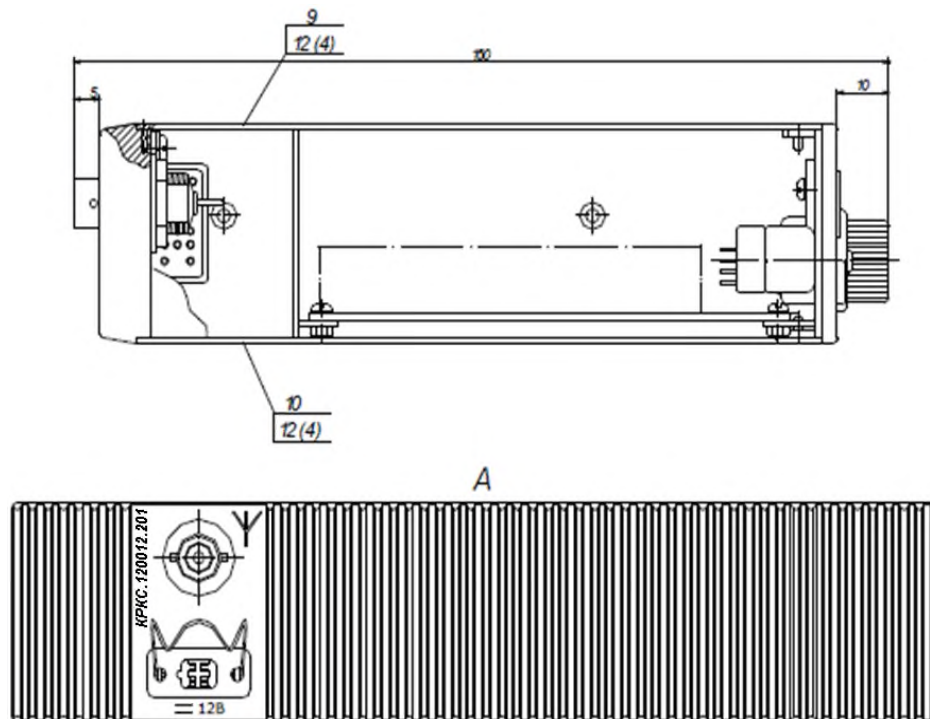
Рис.5

1. \*Размеры для справок.
2. \*\*Размеры обеспеч. инстр.
3. Установку элементов производить по ОСТ4.010.030-81. Шаг координатной сетки 1,25 мм.  
Элементы установить:  
R1...R5, R7...R11, VD1...VD9, V11, VD14-по варианту Ia;  
C8, C9 - по варианту Ia; клеить к плате;  
C1, C2, C5...C7, C10 аналогично установке K10-17-1 по варианту IIe;  
DD1 в корпусе 301.8-2 по варианту VIIa-I;  
C3, C4 - по рис.1; при длине положительного вывода 20 мм.  
R6 - по рис.2, после отмывки платы от флюса;  
VT1...VT5 - по рис.3;  
VT10, VT12, VT13 - по рис.4;  
поз.22 - по рис.5;  
клеить клеем ГИПК 23-12 ОСТ107.460007.009-02, допускается использовать клей ВК-9. Крепление по ОСТ107.460006.001-90. Площадь приклейки - 25 см<sup>2</sup>.
4. Маркировка и позиционные обозначения элементов показаны условно.
5. выводы элементов паять припоем ПОС 61 ГОСТ 21931-76.
6. Стопорить по ОСТ 4Г0.019.200: поз.13 - вид 22Г, желтый.
7. Покрытие: лак УР-231 УХЛ2.3 ТУ6-21-14-90. Регулировочный винт R6, поз.22 от покрытия лаком предохранить.
8. Маркировать дату изготовления платы краской МКЭ черной УХЛ1 ОСТ107.9.4003-96 шрифт 3-Пр3 по ГОСТ 26.008-85.
9. Маркировать порядковый номер платы краской МКЭ черной УХЛ1 ОСТ107.9.4003-96 шрифт 3-Пр3 по ГОСТ 26.008-85.
10. Клеймить штампелем.
11. Остальные технические требования по ОСТ4Г0.070.015.

### Фрагмент сборочного чертежа прибора (вид спереди и сверху)



**Фрагмент сборочного чертежа прибора (вид сбоку, вид сзади и технические требования)**



1. Размеры для справок.
  2. Электромонтажные соединения элементов выполнить проводом поз.22 согласно схеме КРКС.110012.201 Э3 и таблице соединений КРКС.1100012.201 ТБ.
  3. ТТ к конструкции разделки проводов и креплению его жил по ГОСТ 23587-79.
  4. ПОС61 ГОСТ 21931-76.
  5. Обозначение "КРКС.110012.201" маркировать краской МКЭБ, белой, ОСТ ГО.054.205 Л. Шрифт 4,0-ПР3 по ГОСТ 26.020-80.
  6. Поз. 12 стопорить 33-2 ГОСТ 30133-95 эмаль ЭП-51, белая, ГОСТ 9640-85.
  7. Винты поз.14 фальшпанели КРКС.110012.703, поз.13 панели задней КРКС.110012.507, индикатора КРКС.11012.504 и платы светодиодов КРКС.110012.505 стопорить 33-5 ГОСТ 30133-95 эмаль ЭП-51, белая, ГОСТ 9640-85.
- Остальные резьбовые соединения поз.13, 14 стопорить 34-1 ГОСТ 30133-95 эмаль ЭП-51, белая, ГОСТ 9640-85.

### Пример оформления спецификации прибора

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
				<u>Документация</u>																																					
A1				Сборочный чертеж																																					
A3			КРКС.110012.201Э3	Схема электрическая принципиальная																																					
A4			КРКС.110012.201 ПЭ3	Перечень элементов																																					
				<u>Сборочные единицы</u>																																					
A4	1		КРКС.110012.501	Синтезатор частоты	1	A1																																			
A4	2		КРКС.110012.502	Приемопередатчик	1	A2																																			
A4	3		КРКС.110012.503	Усилитель мощности	1	A3																																			
A4	4		КРКС.110012.504	Индикатор	1	A4																																			
A4	5		КРКС.110012.505	Плата светодиодная	1	A5																																			
A4	6		КРКС.110012.506	Корпус	1																																				
A4	7		КРКС.110012.507	Панель задняя	1																																				
				<u>Детали</u>																																					
A2	8		КРКС.110012.703	Фальшпанель	1																																				
A3	9		КРКС.110012.704	Крышка верхняя	1																																				
A3	10		КРКС.110012.705	Крышка нижняя	1																																				
A4	11		КРКС.110012.706	Ручка	2																																				
<b>КРКС.110012.201</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"><i>Изм.</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Лист</i></td> <td style="width: 10%;"><i>№ докум.</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Подп.</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Дата</i></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Прое.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>								<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			Разраб.							Прое.							Н.контр.							Утв.					
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>																																				
	Разраб.																																								
	Прое.																																								
	Н.контр.																																								
	Утв.																																								
				<b>Прибор</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><i>Лит.</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Лист</i></td> <td style="width: 10%;"><i>Листов</i></td> </tr> <tr> <td>У</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table>		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	У	1	2																													
<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>																																							
У	1	2																																							
					ЮЗГУ каф.КИТЭС гр.КС-11Б																																				

## Продолжение приложения 16

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Винт М2,5-6g×5.01.016		
				ГОСТ 17475-80	8	
				Винты ГОСТ 17473-80		
		13		МЗ-6g×6.01.016	22	
		14		МЗ-6g×10.01.016	6	
		15		Гайка МЗ-6Н.5.017		
				ГОСТ 5916-70	14	
		16		Шайба 3.01.08кл.019		
				ГОСТ 11371-78	28	
		17		Втулка 5×2 ГОСТ 4576-80	6	
				Резисторы СПЗ-4М		
				ГОСТ 22738-77		
		18		СПЗ-4аМ-10 кОм±20%	1	
		19		СПЗ-4вМ-4,7 кОм±20%	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
		20		Розетка ШР5П1		
				ВДО.324.008 ТУ	1	
				<u>Материалы</u>		
		21		Проволока ММ-0,5		
				ГОСТ 2112-79	0,1 м	
		22		Провод МГШВ 02 Б		
				ТУ16-505.437-82	2 м	
		23		Нитки х/б черные 12 сл.		
				ГОСТ 6309-80	1 м	
				КРКС.110012.201		Лист
						2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата