

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 02.05.2024 10:28:10

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

Образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 12 » 08 2020 г.



### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА

Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» для студентов направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Курск 2020

УДК 658.512.621:681.3

Составитель: Т.А.Ширабакина, Д.В.Титов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.С. Панищев*

**Разработка конструкции устройства:** методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.А.Ширабакина, Д.В.Титов.- Курск, 2020.- 13 с.: ил.2, табл.2.-Библиогр.:12.

Содержат необходимые сведения по выполнению курсового проектирования: задание, указания по выполнению основных разделов проекта, правила оформления проекта, перечень справочной литературы.

Методические указания соответствуют требованию рабочей программы дисциплины «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.01 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 12.08.20. Формат

Усл. печ. л. 0,7 Уч.-изд. л. 0,6 Тираж 100 экз. Заказ. 243  
Бесплатно.

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



## 1 ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект является частью освоения дисциплины «Конструкторско-технологическое обеспечение ЭВМ»

Данный курсовой проект ставит своей задачей довести до уровня практического использования полученные студентами знания во время изучения курса.

Проект дает возможность:

- систематизировать и расширить теоретические знания, необходимые для решения задач, возникающих при конструировании средств вычислительной техники;

- закрепить конструкторские навыки и методики расчета, полученные при выполнении практических и лабораторных работ;

- проявить умение применять приобретенные в вузе знания для решения конкретных задач, поставленных в заданиях на курсовое проектирование.

Задача студента на первом этапе (конструирование) состоит в выполнении комплекса работ, в которых необходимо учесть требования, предъявляемые к конструкции устройства.

На этапе конструирования решаются следующие задачи:

- геометрической компоновки;

- обеспечения теплового рассеивания;

- оценки уровня помех;

- противодействия механическим и климатическим воздействиям;

- обеспечения надежности.

На втором этапе (технологическое проектирование) выполняются:

- отработка конструкции изделия на технологичность;

- разработка технологических процессов;

- обеспечение качества и др.

Оба этапа сопровождаются созданием технической документации, которая должна отвечать правилам, рекомендованным ЕСКД и ЕСТД [1-16].

В результате выполнения курсового проекта студент показывает свое умение использовать полученные теоретические и практические знания и получает оценку способностей самостоятельного решения поставленных перед ним инженерных задач и уровня практической подготовленности.

## 2 ТЕМАТИКА И ЗАДАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Предмет курсового проектирования – разработка конструкции функционально и конструктивно законченного устройства.

Тематика курсовых проектов охватывает все основные группы средств вычислительной техники: бортовые, морские, наземные устройства.

Для выполнения проекта студенту выдается задание на разработку устройства на бланке специальной формы. Задание на курсовой проект



может быть рассчитано на индивидуальное, мелкосерийное и серийное производство для различных условий эксплуатации.

Поэтому, разрабатывая конструкцию, необходимо уделить достаточное внимание заданным техническим требованиям, так как разработка конструкции блоков электронной аппаратуры по одной и той же принципиальной схеме, но предназначенных для разных условий эксплуатации, различна.

Курсовой проект завершается разработкой комплекта конструкторской документации, в который входит:

- схема электрическая принципиальная;
- чертеж печатной платы;
- сборочный чертеж;
- пояснительная записка;
- технологические документы (маршрутные и операционные карты).

В задании на курсовой проект содержатся: наименование и назначение устройства, условия эксплуатации, частные технические требования, исходные и справочные материалы, перечень материалов, представляемых студентом-исполнителем.

### **3 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект должен содержать расчетно-теоретическую часть, помещаемую в пояснительной записке, и графическую часть, оформленную комплектом чертежей и спецификацией.

Пояснительная записка объемом 20-25 страниц оформляется в соответствии с [16] и включает следующие разделы:

- реферат;
- содержание;
- обозначения и сокращения (при необходимости);
- введение;
- задание и анализ технического задания (определение уровня конструкторской структуры; анализ особенностей устройства и технических требований);
- выбор элементной и конструктивной базы (анализ принципиальной электрической схемы; оформление чертежа принципиальной электрической схемы в соответствии с ЕСКД; выбор элементной базы с оформлением эскизов по установке навесных элементов);
- выбор и описание метода компоновки схемы устройства (разработка компоновочного эскиза устройства; расчет критерия компоновки схемы);
- конструирование печатной платы (выбор метода изготовления печатной платы; выбор материала печатной платы; расчет печатного монтажа; трассировка печатной платы; оформление чертежа печатной платы);

- разработка конструкции устройства (разработка и оформление сборочного чертежа устройства; определение способа защиты от влияния механических и климатических воздействий; расчет надежности устройства);
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения (при необходимости).

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 4.1 Анализ технического задания

Перед выполнением этого раздела необходимо ознакомиться с конструктивной иерархией средств вычислительной техники и факторами, влияющими на технические характеристики устройств [19, 21].

Пользуясь справочной литературой и стандартами ЕСКД, определить диапазоны изменения дестабилизирующих воздействий для условий эксплуатации, указанных в техническом задании. Четко сформулировать задачу конструирования на основе переработанного технического задания с учетом объема производства.

### 4.2 Анализ элементной базы

Анализ принципиальной электрической схемы выполняется на основании выданной схемы и перечня элементов с использованием справочников и ГОСТ:

- а) изучение электрических параметров (заполняется таблица 1).

Таблица 1 – Параметры элементов

Обозначения	155ЛА2	.....	.....
Параметры			
$P_{\text{пот}}, \text{ Вт}$	26		
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	2,4		
$U_{\text{вых}}^1, \text{ В}$	0,4		
$I_{\text{вых}}^0, \text{ мА}$	-1,6		
$I_{\text{вх}}^1, \text{ мА}$	40		

- б) выявление установочных размеров и типа корпуса с оформлением эскизов по установке (рисунок 1).



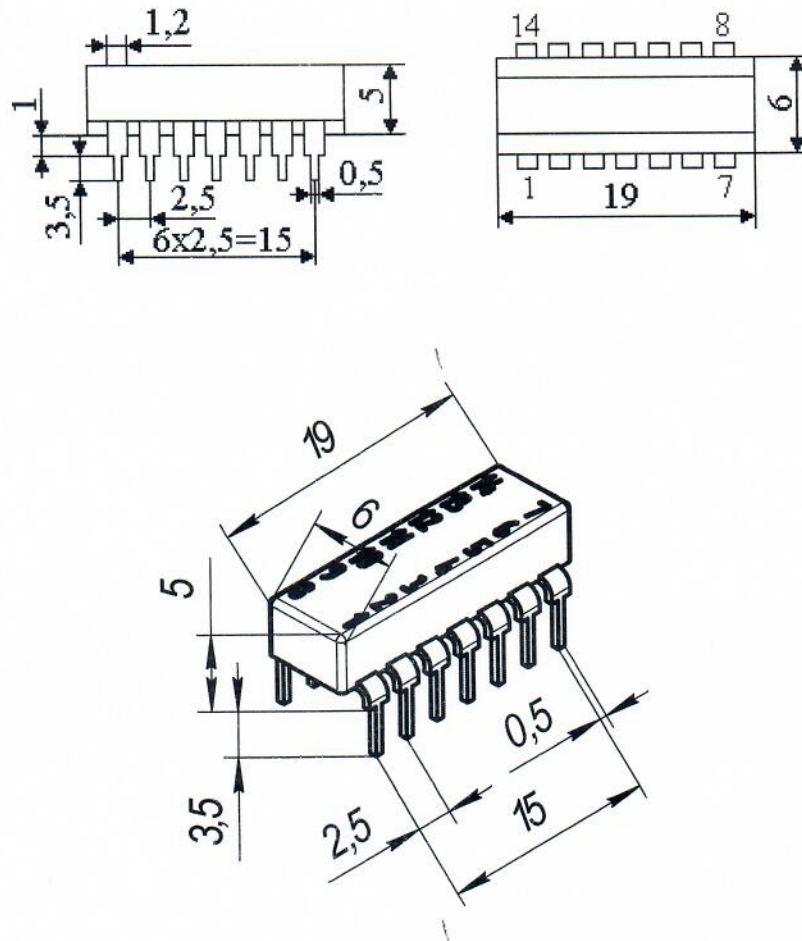


Рисунок 1-Установочные размеры ИМС

Типы корпусов микросхем определяются ГОСТами, например 17467-79. Данные заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры корпусов

Элемент	Тип корпуса	Число выводов	Тип установки	
			$l_x$	$l_y$
155ЛА2	1203.14-5	14		

в) выбор разъема с требуемым числом контактов.

Вычертить принципиальную электрическую схему в соответствии с требованиями ЕСКД, составить перечень элементов к принципиальной электрической схеме [1 - 4, 12-15].

### 4.3 Выбор и описание метода компоновки устройства

Исходя из заданных типоразмеров и количества навесных элементов, необходимо разработать компоновочный эскиз устройства, обычно используется масштаб 1:1, 2:1, 4:1.

Затем обводят контуры элементов и наносят тонкими линиями координатную сетку. Шаг координатной сетки 2,5 мм (1,25 мм). Линии координатной сетки нумеруют.

При размещении элементов на ПП необходимо воспользоваться следующими правилами:

- элементы, имеющие наибольшее число внешних связей, располагаются вблизи соединителя (разъема);
- элементы, имеющие наибольшее число связей, с уже размещенными элементами, располагаются рядом и т.д.
- обеспечение равномерного распределения масс элементов по полю ПП. Элементы с большой массой располагаются вблизи мест крепления ПП.

Размещение выполняется при минимальных значениях длин связей, количества переходов печатных проводников со слоя на слой и т.д.

Графическая компоновка заканчивается разработкой компоновочного эскиза: после удачного размещения обводятся контуры элементов и выполняют разводку проводников.

### 4.4 Расчет габаритных размеров ПП

Для определения габаритов ПП поле ПП делится на 2: основное (для установки ПП и ЭРЭ) и дополнительное (для установки остальных элементов) (рисунок 2).

Габаритный размер ПП определяется как

$$L_x = (l_{x1}n_x) + l_a + l_b;$$

$$L_y = (l_{y1}n_y) + l_a + l_b,$$

где  $l_{y1}$  и  $l_{x1}$  - шаг установки ИМС по осям, мм;  $n_y$ ,  $n_x$  - количество посадочных мест по осям.

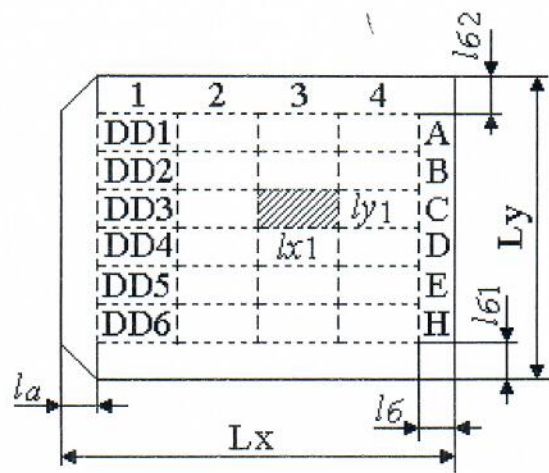


Рисунок 2 - Габаритные размеры ПП



Количество возможных размеров печатных плат и их сочетаний велико, до 100 мм можно применять любые размеры, кратные 2,5 мм; до 350 мм – кратные 5 мм; свыше 350 мм – кратные 10 мм. Соотношение сторон должно быть 1:1, 1:2, 1:4, 2:3, 2:5 и т.д [5].

Координаты посадочного места задаются буквой и цифрой. Вспомогательные участки определяются установочными размерами элементов, которые там устанавливаются:

$a$  – элементы контроля, ручки, съемники и т.д.;

$b$  – разъем;

$b_1, b_2$  – надписи (маркировка).

$l b_1, l b_2$  – зависят от толщины ПП и метода установки и типов корпусов механических.

Рекомендуемые значения:

при толщине ПП до 1,0 мм – от 2,0мм до 7,5 мм;

при толщине ПП до 2,0 мм – от 5,0мм до 7,5 мм.

Размеры плат и их толщина связаны следующим соотношением:

$H$ , мм	0,8	1,0	1,5	2,5	3,0
$L_x$ , мм	80	100	150	200	400

Качество компоновки схемы осуществляется с помощью выбранного критерия, например коэффициента заполнения.

#### 4.5 Конструирование печатной платы

В зависимости от вида конструкции печатной платы и технических требований к ней выбрать один из методов изготовления печатных плат: фотохимический, комбинированный \ позитивный, комбинированный негативный. Обосновать возможность его применения для изготовления проектируемой печатной платы. Привести основные этапы соответствующего типового технологического процесса.

Выбор числа слоев печатной платы – это выбор между односторонней ПП, двусторонней ПП и многослойной ПП.

ОПП – возможность обеспечения высокой точности рисунка, установка элементов со стороны, противоположной стороне пайки; низкая стоимость.

ДПП – высокая точность рисунка, расположение проводящего рисунка на обеих сторонах, высокие коммутационные свойства, более высокая стоимость, чем ОПП.

Число слоев печатной платы выбирается исходя из сложности электрической схемы.



Выбор материала основания печатной платы определяется свойствами печатной платы – жесткостью, теплопроводностью. Толщины плат выбираются из ряда 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм.

Наибольшее распространение в отечественной практике получили печатные платы толщиной 1,0 и 1,5 мм.

При выборе материала платы следует руководствоваться ГОСТ 10316-73, 23751-79.

Расчет элементов печатного монтажа ведется с учетом класса точности [6, 7, 20, 21].

Установлено 5 классов точности печатных плат. ПП 1 и 2 классов наиболее просты в изготовлении, надежны в эксплуатации, имеют минимальную стоимость.

ПП 3, 4 и 5 классов точности требуют высококачественных материалов, инструментов, особых условий при изготовлении. В курсовом проекте следует ориентироваться на 2, 3 класс точности.

С учетом выбранного метода изготовления выполняется расчет элементов печатного монтажа (ширины печатного проводника, контактных площадок, минимального расстояния между двумя проводниками или контактными площадками).

Минимальная ширина печатного проводника по постоянному току для цепей «Питание» «Земля»:

$$t_{\min_1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot h_{\text{ф}}},$$

где  $I_{\max}$  – максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках (из анализа ЭЗ);

$j_{\text{доп}}$  – допустимая плотность тока, которая зависит от метода изготовления;

$h_{\text{ф}}$  – толщина фольги, мм.

#### 4.6 Выполнение чертежа печатной платы

Чертеж печатной платы оформляется в соответствии с ГОСТ 2.417-78. Масштаб 4:1; 2:1; 1:1; 5:1; 10:1.

На чертеже изображаются основные проекции плат с печатными проводниками и отверстиями; наносят координатную сетку линиями толщиной 0,2-0,5 мм. Линии нумеруются через один или несколько шагов цифрами.

Чертеж ОПП и ДПП именуется «Плата печатная».

Размеры отверстий, их количество, размеры контактных площадок, другие сведения помещаются на чертеже ПП, обычно в таблице.

Рекомендуемые размеры таблицы ниже.

	30	30	35	30	25
	Условное обозначение отверстий	Диаметры отверстий, мм	Наличие металлизации в отверстиях	Диаметры контактных площадок, мм	Количество отверстий
10					

На чертеже отверстия показываются условно, упрощенно, одной окружностью (без контактной площадки). Для того, чтобы их различать, применяют условные обозначения, например диаметр обозначается



Контактные площадки рекомендуются выполнять круглой или прямоугольной формы.

Отверстия, расстояния между которыми кратны шагу координатной сетки, располагаются в узлах координатной сетки, остальные – согласно установочным размерам.

Проводники шириной менее 2,5 мм изображаются толстой сплошной линией, являющейся осью симметрии проводники. Действительная ширина оговаривается в технических требованиях.

Проводник шириной более 2,5 мм можно изображать двумя линиями; при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, то указание ширины не требуется.

На чертеже печатной платы размеры указывают одним из способов:

1. В соответствии с ГОСТ 2.307.68;
2. Нанесением координатной сетки;
3. Комбинированным способом с помощью выносных и размерных линий и координатной сетки.

Маркировка печатной платы выполняется по ГОСТ 2.314-68.

При этом основная и дополнительная маркировка – шрифт размером не менее 2,5 мм. (Обозначение печатной платы, дата изготовления; позиционное изображение ИЭТ; цифровое обозначение 1 вывода навесного ИЭТ; точек контроля и т.д.).

На чертеже указываются технические требования, рекомендуемый состав записи:

1. Печатную плату изготовить ..... методом.
2. Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79, группа жесткости....
3. Шаг координатной сетки, .... мм.



4. Сведения об элементах рисунка печатной платы, не указанные в таблице. Например, ширина проводника.
5. Покрытие (по ГОСТ 9.306-85).
6. Маркировка ..... шрифт по .....

#### 4.7 Разработка конструкции устройства

Ячейка - это печатная плата с установленными на ней ЭРЭ, микросхемами и другими элементами.

Сборочный чертеж должен давать полное представление о навесных элементах, их расположении, установке на плате, а также сведения о маркировке позиционных обозначений ЭРЭ; об условных обозначениях выводов приборов (реле, кнопок и др.).

На чертеж наносятся позиционные обозначения, размеры, определяющие положение элементов над платой. Чертеж содержит технические требования.

Варианты установок элементов приведены в [11, 12].

Технические требования:

1. Установку элементов выполнить по .....
2. Припой.....
3. Печатные проводники условно не показаны.
4. На выводы элементов надеть трубки: на базу....., на коллектор.....
5. Плату после сборки покрыть.....
6. Заводской номер маркировать краской: ЧМ– черной, БМ – белой.  
Шрифт 2,5 по ...

К сборочному чертежу всегда прикладывается спецификация, которая содержит перечень всех составных частей, входящих в изделие. Форма и порядок заполнения спецификации приведены в [1, 12].

При разработке конструкции устройства необходимо учесть комплекс вопросов по защите устройства от воздействия дестабилизирующих факторов, указанных в техническом задании. Для этого выполняется расчет теплового режима устройства по известной методике [20, 21], при необходимости следует выбрать конструкцию теплоотводов, указав в пояснительной записке способ крепления элементов.

Способ защиты от влияния механических воздействий определяется механической прочностью конструкции, собственной частотой колебаний элементов устройства, расчет которых выполняется с помощью методов, приведенных в технической литературе, например [19,21].

Разработанная конструкция должна соответствовать требованиям надежности: заданному сроку службы, приспособленностью к длительному хранению и другим показателям надежности, расчет которых можно выполнить, пользуясь литературой [21].



## Список литературы

1. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. М., Изд-во стандартов, 2008.- 8 с.
2. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. М., Изд-во стандартов, 2011.- 16 с.
3. ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. М., Изд-во стандартов, 1981.- 15 с.
4. ГОСТ 2.710-89 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. М., Изд-во стандартов, 1989. - 20 с.
5. ГОСТ 10317-91. Платы печатные. Основные размеры. М., Изд-во стандартов, 1991.- 3 с.
6. ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей. М., Изд-во стандартов, 1986. -11 с.
7. ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Правила выполнения чертежей печатных плат. М., Изд-во стандартов, 1991. -4 с.
8. ГОСТ 25346-89. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. М., Изд-во стандартов 1989.- 41 с.
9. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. М., Изд-во стандартов, 2005.- 38 с.
10. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы М., Изд-во стандартов, 2007.- 4 с.
11. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы М., Изд-во стандартов, 2006.- 3 с.
12. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи. М., Изд-во стандартов, 2006.- 17 с.
13. ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые М., Изд-во стандартов, 1973.- 17 с.
14. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники М., Изд-во стандартов, 2003.- 45 с.
15. ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы М., Изд-во стандартов, 2010.- 14 с.
16. СТУ 04.02.030-2017. Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению
17. Усатенко С.Т., Каченюк Т.А., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД. М.: Издательство стандартов, 1992. - 316с.
18. Савельев М.В. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ.- М. Высшая школа, 2001.-319с.
19. 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.
20. Медведев А.А. Печатные платы. Конструкции и материалы.- М.: Высшая школа, 2005.-228с.



21. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ: учеб. пособие /Т.А.Ширабакина, С.Н.Гвоздева, Д.В.Титов; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск,2019.- 200 с.