

Министерство культуры Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА  
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b  
Основание: УТВЕРЖДАЮ  
Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

«Основы конструирования и технологии  
производства радиоэлектронных систем»

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: заочная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 432 академ. час. / 12 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 57,1 час.

самостоятельная работа: 374,9 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение тестового задания	3,4,5
практикум (защита и выполнение лабораторных работ)	3,4,5
практикум (защита и выполнение практических работ)	3,4,5
присутствие на занятии	3,4,5
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	3,4
экзамен	5

Рабочая программа дисциплины «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

**Составитель(и):**

Пестриков В.М., Профессор кафедры , Д-р техн.наук

**Рецензент(ы):**

Янушковский А.Ю., начальник участка измерений ОАО «Завод «Магнетон»», к.т.н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

**УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС**

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

### Цель(и) дисциплины:

формирование углубленной конструкторско-технологической подготовки студентов

### Задачи дисциплины:

- Получение студентами теоретических знаний и практических навыков по конструированию РЭС и их комплекующих элементов;
- Освоение методов и методик разработки конструкций с использованием современной элементной базы, унифицированных модулей и прогрессивных технологий изготовления;
- Приобретение умений выполнять конструктивно-технологический анализ современной аудиовизуальной техники;
- Привитие навыков получения оценок конструкторско-технологических решений, сравнения и технико-экономические обоснования конструкторско-технологических решений на всех этапах разработки.

## 1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

*нет предшествующих дисциплин*

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

## 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

### Общепрофессиональные компетенции

ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

ОПК-2.2 — Выбирает способы и средства измерений, исходя из целей и задач экспериментального исследования.

**Знает:** основные типы активных приборов, их модели и способы их количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах

**Умеет:** определять основные информативные факторы и физические закономерности исследуемых процессов и явлений;

**Владеет:** методами математического и компьютерного моделирования

ОПК-2.1 — Организует и проводит экспериментальные исследования, используя соответствующие средства и методы.

**Знает:** основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств (РЭС), принципы выбора конструкторских решений и обеспечение надежности.

**Умеет:** применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации

**Владеет:** методами, необходимыми для выбора элементной базы и конструкторских решений с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды; методами построения математических моделей радиотехнических устройств и процессов

## 2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

### 2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 432 академ. час. / 12 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 57,1 час.  
самостоятельная работа: 374,9 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	3,4
экзамен	5

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	2	3	4	5	Итого
Лекции	0	0	0	0	0
Лекции установочные	2	2	2	0	6
Лекции с использованием ДОТ	0	6	2	6	14
Практические с использованием ДОТ	0	4	0	8	12
Лабораторные	0	4	4	8	16
Консультации	0	2	2	2	6
Самостоятельная работа	34	49,5	93,5	183	360
Самостоятельная работа во время сессии	0	4,2	4,2	6,5	14,9
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>71,7</b>	<b>107,7</b>	<b>213,5</b>	<b>428,9</b>

### 2.2. Содержание учебной дисциплины

#### Раздел 1. Процесс проектирования радиоэлектронных средств (РЭС)

##### Тема 1. 1. Задачи дисциплины. Структура процесса проектирования.

Роль конструктора в экономии ресурсов, сохранении окружающей среды и обеспечении эффективности производства. Организация процесса проектирования.

##### Тема 1. 2. Техническое задание на проектирование

Технические требования к конструкциям бортовых приборов и устройств (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).

Обобщенный алгоритм разработки конструкции электронной аппаратуры. Основы теории надежности.

#### Раздел 2. Основы модульного конструирования РЭС

##### Тема 2. 1. Структурные уровни конструкции радиоэлектронной аппаратуры

Цели структурного дробления. Типовая структура конструкции современной электронной аппаратуры.

##### Тема 2. 2. Перспективные направления развития конструкций электронной аппаратуры

Классификация и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений. Особенности конструкций аудиовизуальной радиоэлектронной аппаратуры.

#### Раздел 3. Конструктивное исполнение элементов РЭС нулевого структурного уровня

##### Тема 3. 1. Активные и пассивные компоненты РЭС

Активные и пассивные компоненты. Оптоэлектронные приборы и микромеханические

компоненты.

### **Тема 3. 2. Конструктивное исполнение радиокомпонентов**

микросхем, транзисторов, тиристоров, полупроводниковых модулей и микросборок. Конденсаторы, резисторы, резонаторы и фильтры, дроссели. Устройства защиты и предохранители.

### **Раздел 4. Технология изготовления интегральных схем (ИС)**

#### **Тема 4. 1. Основные технологические процессы изготовления ИС**

Классификация ИС. Изготовление подложек. Методы получения тонкопленочных покрытий. Методы формирования топологии микросхем. Методы получения полупроводниковых слоев и переходов.

#### **Тема 4. 2. Базовые маршруты изготовления структур микросхем**

Изготовление биполярных структур. Изготовление МДП-структур. Конструктивные и технологические особенности КМДП ИС. Структуры "кремний на диэлектрике". Технология сборочных процессов.

### **Раздел 5. Конструктивные модули первого уровня**

#### **Тема 5. 1. Классификация печатных плат (ПП)**

Основные типы плат, методы получения печатных проводников, конструирование печатных плат. Классификация печатных плат (ПП), области применения, материалы. Конструкторско-технологические особенности ПП, классы точности изготовления ПП. Плотность монтажа, понятия об узких местах печатного монтажа. Технологические задачи производства ПП.

#### **Тема 5. 2. Способы получения проводящего рисунка ПП**

Технологические маршруты и точностные возможности различных способов изготовления ПП. Классификация промышленных методов изготовления ПП. Аддитивный и субтрактивный методы изготовления ПП.

#### **Тема 5. 3. Методы изготовления многослойных ПП (МПП)**

Пути повышения плотности монтажа в МПП. Конструктивно-технологический анализ МПП других типов и конструкций. Влияние материалов (диэлектрик, фольга, резисты) и типовых операций (механическая и химическая обработка, осаждение; нанесение рисунка) на качество печатных плат.

### **Раздел 6. Конструирование и технологии модулей высших структурных уровней**

#### **Тема 6. 1. Конструктивно-технологические характеристики конструктивных модулей**

Конструктивно-технологическая характеристика блоков (2-й структурный уровень), стоек, шкафов, пультов (3-й структурный уровень). Проектирование характерных несущих конструкций и методов соединения плат, блоков и стоек между собой. Выбор технологических процессов их изготовления на базе типовых.

#### **Тема 6. 2. Унификация несущих конструкций**

Стандартные базовые несущие конструкции (БНК). Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземных и бортовых РЭС. Базовые технологии изготовления элементов БНК. Выбор типовых технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц БНК.

### **Раздел 7. Методы выполнения электрических соединений**

#### **Тема 7. 1. Навесной и печатный монтаж на ПП**

Конструктивно-технологический анализ электронных модулей, расположение элементов, варианты установки, способы фиксации радиокомпонентов на ПП. Основные этапы и операции монтажа элементов. Подготовка элементов к монтажу: касетирование, формовка, обрезка, лужение выводов. Способы установки радиокомпонентов на ПП. Обеспечение точности навесного монтажа. Способы пайки выводов радиокомпонентов на ПП. Сварка и приклеивание выводов к контактным площадкам. Пайка волной припоя.

#### **Тема 7. 2. Поверхностный монтаж ЭС на ПП**

Конструктивно-технологические особенности ПП и элементов поверхностного монтажа.

Припойные пасты. Способы нанесения припойных паст. Способы установки элементов. Способы пайки элементов поверхностного монтажа.

## **Раздел 8. Обеспечение помехо-устойчивости и тепловых режимов в конструкциях РЭС**

### **Тема 8. 1. Экранирование конструкций РЭС**

Электростатическое и электромагнитное экранирование, фильтрация. Соблюдение требований к длине и взаимному положению сигнальных и электропитающих проводников.

### **Тема 8. 2. Обеспечение теплового режима конструкций РЭС**

Обеспечение теплового режима на поверхности электронного узла. Методика расчета теплового режима системного блока РЭС. Расчет охлаждения при естественной конвекции внутри перфорированного и герметичного кожухов. Методики расчета принудительных способов охлаждения.

## **Раздел 9. Обеспечение взаимодействия человека-оператора в системе человек-машина**

### **Тема 9. 1. Эргономические требования к конструкциям РЭС**

Эргономические требования для обеспечения взаимодействия человека-оператора в системе человек-машина. Нормы на состав и взаимное положение органов индикации и управления РЭС. Результаты инженерной психологии и дизайна, используемые для разработки конструкций РЭС.

## **Раздел 10. Конструкторско-технологическое обеспечение надежности ЭС**

### **Тема 10. 1. Свойства и показатели надежности РЭС**

Выбор показателей для оценки надежности ЭС. Методики расчета показателей надежности ЭС.

## **Раздел 11. Оформление конструкторско-технологической документации**

### **Тема 11. 1. Оформление документации по ЕСКД и ЕСПД**

Требования к оформлению текстовой и графической конструкторской и технологической документации. Требования к схемам и чертежам. Нанесение размеров, отклонений от формы и размеров, указание качества поверхностей и покрытий, маркировки и клеймения. Правила по составу и последовательности указания требований к изготовлению изделий.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
<b>1</b>	<b>Процесс проектирования радиоэлектронных средств (РЭС)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
1.1	Задачи дисциплины. Структура процесса проектирования.	2	0	0	0	0	0	<b>0 *</b>
1.2	Техническое задание на проектирование	0	2	2	0	0	0	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Основы модульного конструирования РЭС</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
2.1	Структурные уровни конструкции радиоэлектронной аппаратуры	0	2	2	0	0	0	<b>4</b>
2.2	Перспективные направления развития конструкций электронной аппаратуры	0	2	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Конструктивное исполнение элементов РЭС нулевого структурного уровня</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
3.1	Активные и пассивные компоненты РЭС	0	0	0	0	2	0	<b>2</b>
3.2	Конструктивное исполнение радиокомпонентов	0	0	0	0	2	0	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Технология изготовления интегральных схем (ИС)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
4.1	Основные технологические процессы изготовления ИС	2	0	0	0	0	0	<b>0 *</b>
4.2	Базовые маршруты изготовления структур микросхем	0	2	2	0	0	0	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Конструктивные модули первого уровня</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
5.1	Классификация печатных плат (ПП)	2	0	0	0	0	0	<b>0 *</b>
5.2	Способы получения проводящего рисунка ПП	0	0	2	0	0	0	<b>2</b>
5.3	Методы изготовления многослойных ПП (МПП)	0	2	2	0	0	0	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Конструирование и технологии модулей высших структурных уровней</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

6.1	Конструктивно-технологическая характеристики конструктивных модулей	0	2	0	0	0	0	2
6.2	Унификация несущих конструкций	0	2	0	0	2	0	4
7	<b>Методы выполнения электрических соединений</b>	0	0	2	0	2	0	4
7.1	Навесной и печатный монтаж на ПП	0	0	0	0	2	0	2
7.2	Поверхностный монтаж ЭС на ПП	0	0	2	0	0	0	2
8	<b>Обеспечение помехоустойчивости и тепловых режимов в конструкциях РЭС</b>	0	0	4	0	4	0	8
8.1	Экранирование конструкций РЭС	0	0	2	0	2	0	4
8.2	Обеспечение теплового режима конструкций РЭС	0	0	2	0	2	0	4
9	<b>Обеспечение взаимодействия человека-оператора в системе человек-машина</b>	0	0	0	0	0	0	0
9.1	Эргономические требования к конструкциям РЭС	0	0	0	0	0	0	0 *
10	<b>Конструкторско-технологическое обеспечение надежности ЭС</b>	0	0	0	0	0	0	0
10.1	Свойства и показатели надежности РЭС	0	0	0	0	0	0	0 *
11	<b>Оформление конструкторско-технологической документации</b>	0	0	0	0	0	0	0
11.1	Оформление документации по ЕСКД и ЕСПД	0	0	0	0	0	0	0 *
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>48</b>

\* — тема для изучения в рамках самостоятельной работы студента

#### 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Тема: «Техническое задание на проектирование».	2
2	Тема: «Структурные уровни конструкции радиоэлектронной аппаратуры».	2
3	Тема: «Базовые маршруты изготовления структур микросхем».	2
4	Тема: «Способы получения проводящего рисунка ПП».	2
5	Тема: «Методы изготовления многослойных ПП (МПП)».	2
6	Тема: «Поверхностный монтаж ЭС на ПП».	2



7	Тема: «Экранирование конструкций РЭС».	2
8	Тема: «Обеспечение теплового режима конструкций РЭС».	2

### 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Порядок составления технического задания на проектирование конструкции РЭС. Основные разделы технического задания	1,5
2	Активные и пассивные компоненты РЭС, конструкции, варианты установки на ПП	1,5
3	Проектирование печатных плат, коммутационная схема, определение числа слоев, определение шага координатной сетки и класса точности	1,5
4	Оформление чертежа печатной платы по ЕСКД	1,5
5	Унификация несущих конструкций. Компонентный расчет	1,5
6	Проектирование сборочного чертежа печатного узла с монтажом в отверстия	1,5
7	Проектирование сборочного чертежа печатного узла с поверхностным монтажом	1,5
8	Проектирование сборочного чертежа печатного узла. Заполнение спецификации на сборочный чертеж	1,5
9	Оформление сборочного чертежа печатного узла по ЕСКД	3
10	Оценка технологичности конструкции печатного узла	1,5
11	Оценка резонансной частоты конструкции печатного узла.	1,5
12	Экранирование конструкций РЭС	1,5
13	Обеспечение теплового режима конструкций РЭС	1,5
14	Свойства и показатели надежности РЭС	1,5
15	Оформление конструкторско-технологической документации по ЕСКД и ЕСПД	1,5

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение тестового задания	3,4,5

практикум (защита и выполнение лабораторных работ)	3,4,5
практикум (защита и выполнение практических работ)	3,4,5
присутствие на занятии	3,4,5
<b>Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты</b>	<b>Семестр (курс)</b>
экзамен	5
зачет	3,4

### 6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль отсутствует.

### 6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерные вопросы для тестирования:

Семестр 3:

1. К электрорадиоэлементам (ЭРЭ) относятся:

- а. - радиаторы охлаждения,
- б.- транзисторы,
- в.- корпус аппаратуры.

2. Под компоновкой понимается :

- а. - процесс размещения комплектующих модулей, ЭРЭ и деталей на плоскости или в пространстве с определением основных геометрических форм и размеров,
- б. - монтаж ЭРЭ на плате,
- в.- расчет стоимости аппаратуры.

3. Уровни компоновки аппаратуры:

- а. - низкий, средний, высокий,
- б. - свободный, средний, плотный,
- в.- на плате, ячеек в блоке, блоков в шкафу и т. д.

4. Процесс компоновки завершается:

- а. - покупкой аппаратуры,
- б. - монтажом изделия,
- в.- получением компоновочного эскиза.

5. В компоновочном эскизе указываются:

- а. - цена изделия,
- б. - требования оптимальных функциональных связей между модулями,
- в.- цвет печатной платы.

6. Замена детали или сборочной единицы:

- а. - не допускается,
- б. - не должна приводить к разборке всей конструкции или ее составных частей,
- в.- производится автоматически.

7. Единый критерий технологичности конструкции изделия:

- а. - обеспечение ручной сборки изделия,
- б. - ремонтпригодность изделия,
- в.- экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства, эксплуатации и ремонта.

8. Высокий уровень технологичности обеспечивает:
  - а. - увеличение трудовых и материальных затрат,
  - б. - сокращение времени на производство изделий,
  - в. - исключение ремонта изделий.
9. К оригинальным относятся составные части (детали, узлы, ЭРЭ):
  - а. - заказываемые по Интернету,
  - б. - взятые из других изделий,
  - в. - разрабатываемые и изготавливаемые впервые.
10. Диапазон рабочих температур задают:
  - а. - в градусах Цельсия,
  - б. - в градусах Кельвина,
  - в. - в градусах Фаренгейта..
11. Размещение комплектующих элементов в модулях всех уровней должно обеспечивать:
  - а. - разборку всей конструкции при замене детали или сборочной единицы,
  - б. - гальваническую развязку элементов от сети питания,
  - в. - максимальное заполнение конструктивного объема.
12. Специфика компоновки печатных узлов с применением микросхем:
  - а. - отсутствие технологической зоны,
  - б. - разделение печатной платы модуля на конструктивные зоны,
  - в. - отсутствие краевых полей вокруг монтажной зоны.
13. Печатная плата модуля делится на конструктивные зоны:
  - а. - зоны монтажная и технологическая,
  - б. - зона электропитания,
  - в. - зоны нагрева и охлаждения.
14. Монтажной зоной является:
  - а. - монтажный участок сборочного цеха,
  - б. - вся площадь печатной платы,
  - в. - зона печатной платы, в пределах которой устанавливаются ЭРЭ..
15. Технологическая зона, это:
  - а. - четыре краевых поля вокруг монтажной зоны,
  - б. - помещение для отдыха персонала,
  - в. - 50 мкм вокруг элемента.
16. Классификация показателей технологичности конструкций по объекту и области проявления:
  - а. - технические, технико-экономические,
  - б. - частные, комплексные,
  - в. - производственные, эксплуатационные.

#### Семестр 4:

1. Разъем с выводами устанавливается:
  - а. - в монтажной зоне платы,
  - б. - в зоне для направляющих,
  - в. - в технологической зоне платы.

2. Площадь, занимаемая электрорадиоэлементами, определяется:
  - а. - с учетом площади, занимаемой электрическим соединителем,
  - б. - с учетом площади, занимаемой соединительными проводниками,
  - в. - с учетом площади зоны для направляющих.
3. Площадь монтажной зоны с учётом соединительных проводников:
  - а. - увеличивается в 2...4 раза,
  - б. - уменьшается в 2...4 раза,
  - в.- не изменяется.
4. Среднее время (час) наработки системы элементов до отказа равно:
  - а. - интенсивности отказов системы элементов,
  - б. - единице, делённой на интенсивности отказов системы,
  - в.- единице, делённой на произведение интенсивности отказов элементов.
5. При расчета надежности изделия предполагается, что:
  - а. - элементы и система находятся только в неработоспособном состоянии,
  - б. - элементы и система находятся только в работоспособном состоянии,
  - в.- отказы элементов независимы.
6. Элемент, при отказе которого отказывает вся система, считается:
  - а. - последовательно соединенным на логической схеме надежности,
  - б. - параллельно соединенным на логической схеме надежности,
  - в. - отсутствующим на логической схеме надежности.
7. При расчете надежности предполагается, что отказы элементов:
  - а. - взаимосвязаны,
  - б.- независимы,
  - в.- не происходят.
8. Элемент, отказ которого не приводит к отказу системы:
  - а. - считается включенным последовательно,
  - б.- считается включенным параллельно,
  - в.- считается не включенным в схему.
9. В нормативные показатели технологичности электронных блоков входит:
  - а. - коэффициент полезного действия,
  - б.- коэффициент повторяемости ЭРЭ,
  - в. - коэффициент использования напряжения питания.
10. Система является не резервированной, если схема:
  - а. - не содержит элементов,
  - б.- состоит только из параллельно включенных элементов,
  - в.- состоит только из последовательно включенных элементов.
11. Интенсивность отказов элементов:
  - а. - не зависит от воздействия механических факторов,
  - б.- зависит от воздействия температуры и влажности воздуха,
  - в.- не зависит от давления воздуха.
12. Интенсивности отказов германиевых транзисторов с увеличением мощности:

- а. - увеличивается,
- б.- уменьшается,
- в.- не изменяется.

13. Интенсивности отказов кремниевых транзистор мощностью 0,5 Вт равна:

- а. -  $0,05 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- б.-  $0,5 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- в.-  $5 \cdot 10^{-6}$  1/ч,.

14. Интенсивности отказов пленочного резистора равна:

- а. -  $0,03 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- б.-  $0,3 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- в.-  $3 \cdot 10^{-6}$  1/ч,.

15. Интенсивности отказов пайки навесного монтажа равна:

- а. -  $0,03 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- б.-  $0,3 \cdot 10^{-6}$  1/ч,
- в.-  $3 \cdot 10^{-6}$  1/ч,.

16. Интенсивность отказов системы элементов:

- а. - произведению интенсивности отказов элементов,
- б.- сумме интенсивности отказов элементов,
- в.- не зависит от интенсивности отказов элементов.

Семестр 5:

1. Изделием называют:

- а. - объект производства, включаемый в номенклатуру продукции предприятия,
- б.- заводской станок,
- в.- покупной материал, используемый в технологическом процессе..

2. Деталью называют:

- а. - изделие, не являющиеся первичным элементом сборки,
- б.- изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций,
- в.- отрезок провода, оставшийся после сборки изделия.

3. Технологичность изделия отражает:

- а. - оптовую цену изделия,
- б.- степень пригодности его к промышленному изготовлению,
- в.- габариты изделия .

4. Высокий уровень технологичности обеспечивает:

- а. - большую стоимость изделия,
- б.- сокращение времени на производство изделия,
- в.- рост трудовых и материальных затрат.

5. Единым критерием технологичности изделия является:

- а. - экономическая целесообразность её при заданном качестве,
- б.- удобство технологического обслуживания изделия,
- в.- возможность ремонта изделия.

6. Основная задача отработки конструкции на технологичность:

- а. - сокращение времени на проектирование,

- б.- ускорение подготовки производства,
  - в.- повышении производительности труда.
7. Значения базовых показателей технологичности регламентированы:
- а. - в соответствующей директивной документации на изделие (ТЗ и пр),
  - б.- в рекламном проспекте на изделие,
  - в.- в инструкции по эксплуатации изделия.
8. Значения показатели уровня технологичности конструкции изделия регламентированы:
- а. - в техническом описании изделия,
  - б.- в документации, обуславливающей изготовление изделия (ТУ и др.),
  - в.- в интернете.
9. При отработке на технологичность конструкции изделия, являющегося объектом производства, нужно учитывать:
- а. - требуемую квалификацию рабочих кадров,
  - б.- сокращение времени на проектирование изделия,
  - в.- транспортабельность.
10. При отработке на технологичность конструкции изделия, являющегося объектом эксплуатации, нужно учитывать :
- а. - возможность использования типовых технологических процессов,
  - б.- удобство и сокращение трудоемкости ремонтных работ,
  - в.- виды и методы получения заготовок.
11. Энергоемкость изделия как показатель технологичности характеризует расход топлива или энергии:
- а. - на производство изделия,
  - б.- на обслуживание и ремонт изделия,
  - в.- на производство, обслуживание и ремонт изделия.
12. Заготовкой называется:
- а. - производственный процесс, включает все этапы, которые проходит природный материал на пути превращения его в изделие,
  - б.- полупродукт производства, из которого изменением формы, состояния поверхности и физических свойств исходного материала изготавливают деталь,
  - в.- готовая часть изделия.
13. Технологической операцией называется:
- а. - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте,
  - б.- способ изготовления детали,
  - в.- цеховая инструкция.
14. Печатный монтаж:
- а. - повышает надежность и качество устройств,
  - б.- снижает механическую прочность отдельных блоков,
  - в.- усложняет обслуживание устройств.
15. Недостатки печатного монтажа по сравнению со жгутовым монтажом:
- а. - снижение качества устройств,
  - б.- пониженная надежность,
  - в.- неремонтопригодность платы, затруднено внесение изменений в схемы.

16. Печатные платы, имеющие ширину проводников 0,5–0,8 мм и зазоры между проводниками (в узких местах) 0,5–0,8 мм., относятся:

- а. - к классу А,
- б.- к классу В,
- в.- к классу С.

17. Печатные платы, имеющие ширину проводников 0,3–0,4 мм и зазоры между проводниками (в узких местах) 0,2–0,4 мм., относятся:

- а.- к классу А,
- б.- к классу В,
- в.- к классу С.

18. Печатные платы, имеющие ширину проводников 0,2 мм, относятся:

- а. - к классу А,
- б.- к классу В,
- в.- к классу С.

### **6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Примерный перечень вопросов к зачету (3 семестр):

Роль конструктора в экономии ресурсов, сохранении окружающей среды и обеспечении эффективности производства.

Организация процесса проектирования.

Технические требования к конструкциям бортовых приборов и устройств (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).

Обобщенный алгоритм разработки конструкции электронной аппаратуры.

Основы теории надежности.

Цели структурного дробления.

Типовая структура конструкции современной электронной аппаратуры.

Классификация и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений.

Особенности конструкций аудиовизуальной радиоэлектронной аппаратуры.

Активные и пассивные компоненты.

Оптоэлектронные приборы и микромеханические компоненты.

Исполнение микросхем, транзисторов, тиристоров, диодов, полупроводниковых модулей и микросборок.

Конденсаторы, резисторы, резонаторы и фильтры.

Трансформаторы, дроссели и ферриты.

Устройства защиты и предохранители.

Базовые маршруты изготовления биполярных ИС.

Технологические маршруты изготовления биполярных ИС изоляций р-п-переходом.

Примерный перечень вопросов к зачету (4 семестр):

МДП-технология.

Особенности технологии КМОП ИС.

Изготовление ИС на основе структур кремний-на-сапфире (КНС).

Контроль технологических процессов с помощью тестовых структур.

Изготовление больших и сверхбольших ИС.

Основные типы плат, методы получения печатных проводников, конструирование печатных плат.

Классификация печатных плат (ПП), области применения, материалы.

Конструкторско-технологические особенности ПП, классы точности изготовления ПП.

Плотность монтажа, понятия об узких местах печатного монтажа.  
Технологические задачи производства ПП.  
Технологические маршруты и точностные возможности различных способов изготовления ПП.  
Классификация промышленных методов изготовления ПП.  
Аддитивный и субтрактивный методы изготовления ПП.

Примерный перечень вопросов к экзамену (5 семестр):

Пути повышения плотности монтажа в МПП.  
Конструктивно-технологический анализ МПП других типов и конструкций.  
Влияние материалов (диэлектрик, фольга, резисты) и типовых операций (механическая и химическая обработка, осаждение; нанесение рисунка) на качество печатных плат.  
Конструктивно-технологическая характеристика блоков (2-й структурный уровень), стоек, шкафов, пультов (3-й структурный уровень).  
Проектирование характерных несущих конструкций и методов соединения плат, блоков и стоек между собой.  
Выбор технологических процессов их изготовления на базе типовых.  
Стандартные базовые несущие конструкции (БНК).  
Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземных и бортовых РЭС.  
Базовые технологии изготовления элементов БНК.  
Выбор типовых технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц БНК.  
Конструктивно-технологический анализ электронных модулей, расположение элементов, варианты установки, способы фиксации радиокомпонентов на ПП.  
Основные этапы и операции монтажа элементов. Подготовка элементов к монтажу: касетирование, формовка, обрезка, лужение выводов.  
Способы установки радиокомпонентов на ПП. Обеспечение точности навесного монтажа.  
Способы пайки выводов радиокомпонентов на ПП.  
Сварка и приклеивание выводов к контактными площадкам.  
Пайка волной припоя.  
Конструктивно-технологические особенности ПП и элементов поверхностного монтажа.  
Припойные пасты. Способы нанесения припойных паст.  
Способы установки элементов. Способы пайки элементов поверхностного монтажа.  
Электростатическое и электромагнитное экранирование, фильтрация.  
Соблюдение требований к длине и взаимному положению сигнальных и электропитающих проводников.  
Обеспечение теплового режима на поверхности электронного узла.  
Методика расчета теплового режима системного блока РЭС.  
Расчет охлаждения при естественной конвекции внутри перфорированного и герметичного кожухов.  
Методики расчета принудительных способов охлаждения.  
Эргономические требования для обеспечения взаимодействия человека-оператора в системе человек-машина.  
Нормы на состав и взаимное положение органов индикации и управления РЭС.  
Результаты инженерной психологии и дизайна, используемые для разработки конструкций РЭС.  
Выбор показателей для оценки надежности ЭС. Методики расчета показателей надежности ЭС.  
Требования к оформлению текстовой и графической конструкторской и технологической документации.  
Требования к схемам и чертежам.  
Нанесение размеров, отклонений от формы и размеров, указание качества поверхностей и покрытий, маркировки и клеймения.



Правила по составу и последовательности указания требований к изготовлению изделий.

#### 6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
<b>Семестр 3</b>			
Обязательная аудиторная работа			
Присутствие на занятии	4	7	28
Практикум (Защита и выполнение лабораторных работ)	7	2	14
Выполнение тестового задания	10	1	10
Практикум (Защита и выполнение практических работ)	9	2	18
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		
<b>Семестр 4</b>			
Обязательная аудиторная работа			
Присутствие на занятии	6	3	18
Практикум (Защита и выполнение лабораторных работ)	10	2	20
Выполнение тестового задания	12	1	12
Практикум (Защита и выполнение практических работ)	10	2	20
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		
<b>Семестр 5</b>			
Обязательная аудиторная работа			
Практикум (Защита и выполнение лабораторных работ)	4	4	16
Присутствие на занятии	2	11	22
Выполнение тестового задания	8	1	8
Практикум (Защита и выполнение практических работ)	6	4	24
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

**Система оценивания результатов обучения по дисциплине**

<b>Шкала по БРС</b>	<b>Отметка о зачете</b>	<b>Оценка за экзамен, зачет с оценкой</b>
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 7.1. Литература

1. Коледов, Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Коледов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 400 с. Режим доступа: на территории института без ограничений, вне института -по логину и паролю.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/192/#1>
2. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учебник / Н.К. Юрков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 480 с. Режим доступа: на территории института без ограничений, вне института -по логину и паролю.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/41019/#1>
3. Поляков, К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / К.П. Поляков. - М. : Радио и связь, 1982. - 240 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
4. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронных средств [Текст] : учебник для студ. вузов / А.П. Ненашев. - М. : Высш. школа, 1990. - 432 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>

### 7.2. Интернет-ресурсы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### 7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Microsoft Windows

Microsoft Office

### 7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>

Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

### 7.5. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.
Лаборатория проектирования радиоэлектронных устройств	Лабораторное оборудование: лабораторный стенд ЭПУ-02 "Однофазный выпрямитель", лабораторный стенд ЭПУ-3 "Двухфазный выпрямитель", проектор.
Лаборатория информационных систем и технологий в медиаиндустрии	Лабораторное оборудование: лабораторные комплексы: "Исследование влияния отрицательной обратной связи на параметры и качественные показатели усилителей", "Исследование усилителя мощности звуковых частот", "Исследование функциональных устройств на основе ОУ".

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучать разделы дисциплины рекомендуется по темам в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины, придерживаясь следующего порядка:

1. Ознакомиться с программой по этой теме.
2. Прочитать лекционный материал и страницы рекомендованных учебников, которые раскрывают содержание данной темы. При первом чтении следует уяснить основные положения. При втором чтении следует вносить особо важные положения, схемы, модели, отсутствующие в конспекте. Отметить вопросы, которые оказались непонятными.
3. По возможности получить консультацию преподавателя, если непонимание частных вопросов препятствует дальнейшему пониманию дисциплины.
4. Изучить материал тщательно, стремясь понять и усвоить основные теоретические положения, закономерности, характеризующие ту или иную конструкцию, свойства и характеристики систем и устройств.
5. В процессе изучения следует дополнить конспект лекций материалами, облегчающими понимание данной темы. Такой конспект позволит улучшить теоретическую подготовку и сэкономит время при подготовке к зачетам и экзамену.
6. В конспекте должны присутствовать следующие материалы:
  - структурные схемы и структурные модели характеристик и свойств конструкций РЭС;
  - пояснения, касающиеся принципа работы, особенностей различных схем, возможности их использования. Основные формулировки;
  - исходные предпосылки для вывода формул и окончательные формулы для анализа свойств конструкций РЭС;
  - краткие выводы по изучаемой теме.

В целом обучение строится по классической схеме изложения материала с последующим закреплением и контролем качества усвоения материала. Для этого в каждой теме предусмотрены блоки: информационные, практические и блоки самоконтроля.

Основные сведения курса изложены в информационных блоках (лекционный материал, рекомендуемая литература).

Контроль и самоконтроль проводится в течение всего периода изучения дисциплины. Закрепление теоретического материала производится во время занятий путем тестирования, во время практических занятий при защите отчетов. Непосредственное общение студента с преподавателем является наиболее эффективным способом изучения дисциплины.

В методических указаниях по выполнению практических работ приведены контрольные вопросы для самопроверки понимания данной темы.

Практические и лабораторные работы могут выполняться обучающимися как самостоятельно, так и в малых группах.

Зачеты и экзамен по теоретической части дисциплины проводится только после успешного выполнения и защиты всего комплекса практических заданий.