

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Информационно-измерительная и биомедицинская техника»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ

\_\_\_\_\_/ Холопов И.С.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

\_\_\_\_\_/ Корячко А.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

Заведующий кафедрой РТС

\_\_\_\_\_/ Кошелев В.И.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.21 «ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОИЗВОДСТВА РЭС»**

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – заочная

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Минобрнауки № 931 от 19.09.2017 г.

Разработчики  
доцент кафедры ИИБМТ  
Дьяков С. Н

---

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_.

Заведующий кафедрой  
ИИБМТ  
В.И. Жулев

---

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является освоение методов конструирования структурных составляющих РЭС, технологических процессов их производства и эксплуатации, которые необходимы для бакалавров при проведении анализа качества продукции и проведения ее сертификации.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение закономерностей построения современных РЭС и перспективных направлений их развития;
- изучение основ конструирования структурных уровней РЭС;
- изучение конструктивных приемов и способов обеспечения электромагнитной совместимости узлов РЭС;
- изучение законов теплообмена в конструктивах РЭС и способов достижения оптимальных тепловых режимов;
- изучение влияния механических воздействий на характеристики РЭС, расчета их допустимых уровней и методов защиты разных структурных уровней РЭС от механических воздействий.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды Компетенций	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	<p>ОПК-4.1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации</p> <p>ОПК-4.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения</p> <p>ОПК-4.4. Умеет использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации</p> <p>ОПК-4.5. Владеет методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «**Ошибка! Источник ссылки не найден.**» является обязательной дисциплиной, относится к обязательной части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения»

Дисциплина изучается по заочной форме обучения на 4 курсе.

В результате изучения дисциплины «**Ошибка! Источник ссылки не найден.**» студент должен знать закономерностей построения РЭС, конструктивных приемов обеспечения электромагнитной совместимости, изучения закономерностей теплообмена и защиты РЭС от механических воздействий студенты должны овладеть знаниями, позволяющими:

- конструировать узлы и блоки РЭС;
- рассчитывать электромагнитную совместимость компонентов;
- рассчитывать компоновочные схемы и характеристики РЭС;
- рассчитать и обеспечить при проектировании тепловые режимы РЭС;
- рассчитать и обеспечить при проектировании требуемый уровень механических воздействий на конструктивы РЭС.

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков, а для успешной профессиональной деятельности.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

*Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).*

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48	-	-
Лекции	16	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	16	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	51	-	-
Курсовая работа / курсовой проект	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	-	-	-
Консультации в семестре	6	-	-
Иные виды самостоятельной работы	45	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	Экзамен	-	-

## 4. Содержание дисциплины

### а. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

#### 1. Введение. Классификация РЭС, общие сведения по конструированию.

Классификация РЭС по функциональному назначению, частотному диапазону. Конструктивные и технологические требования, требования к надежности и безопасности.

Конструктивное построение РЭС. Типовая структура конструкций современных РЭС. Функциональные узлы, модули, блоки, субблоки, стойки, шкафы, пульта. Базовые несущие конструкции. Основы конструирования РЭС. Методы конструирования. Основные этапы НИР и ОКР. Виды конструкторской документации.

## 2. Конструирование и технология печатных плат.

Виды печатных плат, особенности конструирования. Одно, двух, многослойные, гибкие печатные платы. Критерии при конструировании печатных плат. Расчет элементов печатных плат. Методы изготовления печатных плат. Субтрактивный, аддитивный, метод послойного наращивания. Методы получения печатных плат высокой точности. Проектирование функциональных ячеек и сборка печатных узлов. Типы функциональных ячеек, базовые несущие конструкции. Основные технологические операции сборки печатных узлов, технология поверхностного монтажа. Конструирование блоков, стоек, шкафов и пультов РЭС (модулей второго уровня). Компонентные схемы блоков и компонентные характеристики. Основные требования к конструкции блоков, стоек, шкафов и пультов. Конструкции электрических и механических вводов. Конструирование электрических соединений. Виды электромонтажа, неразъемное и разъемное контактирование. Передача электромагнитной энергии по линиям связи.

## 3. Наводки в РЭС.

Емкостные, индуктивные, наводки через провод связи. Причины возникновения и количественная оценка емкостных и индуктивных наводок. Наводка через провод связи и общее сопротивление. Конструктивные приемы ослабления магнитной связи в аппаратуре. Экранирование и фильтрация помех. Виды экранирования. Конструирование линий связи между электро-радиоэлементами. Системы заземления в РЭС. Назначения и требования к системам заземления. Способы заземления электрических цепей в РЭС.

## 4. Теплообмен в конструкциях РЭС.

Передача тепла кондукцией, конвекцией и излучением. Определение количества тепла передаваемого кондукцией, конвекцией и излучением. Критерии подобия при расчете конвективного теплообмена. Законы теплообмена у поверхности твердого тела. Расчет радиаторов. Теплообмен при вынужденном движении среды, сложный теплообмен. Системы принудительного воздушного охлаждения. Особенности расчета теплообмена при вынужденном движении среды и при сложном теплообмене.

## 5. Электротепловая аналогия, моделирование и расчет тепловых режимов конструкций РЭС.

Методы теплового моделирования. Метод изотермических поверхностей, метод однородного изотропного тела, экспериментальный метод. Моделирование РЭС с принудительным воздушным охлаждением. Системы охлаждения конструкций РЭС. Классификация систем охлаждения. Выбор системы охлаждения на стадии проектирования

## 6. Механические воздействия и защита РЭС.

Виды механических воздействий. Динамические характеристики элементов конструкций РЭС. Вибрация, удар, линейные ускорения, акустические шумы, давление как виды механических воздействий в РЭС и их характеристики. Механическая система конструкций РЭС и ее характеристики. Модели элементов конструкций РЭС. Модели для ЭРЭ, модели функциональных узлов, моделирование блоков РЭС. Расчет частоты собственных колебаний радиоэлементов. Расчет моделей в виде балки, в виде рамы. Расчет функциональных узлов РЭС на вибрационные воздействия. Построение расчетных моделей функциональных узлов. Точный метод расчета частот собственных колебаний пла-

стин. Приближенные методы расчета собственных часто колебания пластин. Расчет и проектирование средств защиты от механических воздействий конструктивов РЭС второго и третьего уровней. Особенности расчета моделей РЭС с силовым возбуждением для случая собственных и вынужденных колебаний. Расчет моделей механической системы с кинематическим возбуждением. Явления резонанса. Конструктивно-технологические способы защиты РЭС от механических воздействий. Проверка условий вибропрочности конструкций РЭС.

**в. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).**

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	Лабор	
1	Введение. Классификация РЭС, общие сведения по конструированию.	5	1	1	-	-	4
2	Конструирование и технология печатных плат.	40	28	10	2	16	12
3	Наводки в РЭС.	7	1	1	-	-	6
4	Теплообмен в конструкциях РЭС.	14	2	2	-	-	12
5	Электротепловая аналогия, моделирование и расчет тепловых режимов конструкций РЭС.	17	5	1	4	-	12
6	Механические воздействия и защита РЭС.	25	11	1	10	-	14
	<b>Всего:</b>	<b>108</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>51</b>

**Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ**

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение. Классификация РЭС, общие сведения по конструированию.	СР	Изучение конспекта лекций. Подготовка к Экзамену	4
2	Конструирование и технология печатных плат.	ПР	Расчет конструкции функционального узла	2
		ЛР	Конструирование функционального узла на печатной плате Расчет параметров конструкции	8 8

№ п/п	Тема	Вид работ	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
		СР	Изучение конспекта лекций.	4
			Подготовка к Экзамену.	4
			Оформление отчета по практической работе и лабораторной работе.	4
3	Наводки в РЭС.	СР	Изучение конспекта лекций.	3
			Подготовка к Экзамену.	3
4	Теплообмен в конструкциях РЭС.	СР	Изучение конспекта лекций.	4
			Подготовка к Экзамену.	8
5	Электротепловая аналогия, моделирование и расчет тепловых режимов конструкций РЭС.	ПР	Определение температуры нагретой зоны одиночного блока	4
		СР	Изучение конспекта лекций.	4
			Подготовка к Экзамену.	8
6	Механические воздействия и защита РЭС.	ПР	Расчет конструкции РЭС на механические воздействия	10
		СР	Изучение конспекта лекций.	4
			Подготовка к Экзамену.	8
			Оформление отчета по практической работе.	2

\* СР – самостоятельная работа, ПР – практические занятия, ЛР – лабораторные занятия

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Ненашев, А.П. Конструирование радиоэлектронных средств : Учеб.для вузов. - М.:Высшая школа, 1990. - 432с. - ISBN 5-06-000474-0.
2. Конструирование радиоэлектронных средств : Учеб.для вузов / Под ред.Пестрякова В.Б. - М.:Радио и связь, 1992. - 432с - ISBN 5-256-00696-7
3. Румянцев, В.П. Конструирование радиоэлектронных средств : Метод.указ.к курс.проектир. / РРТИ. - Рязань, 1993. - 25с.
4. Дыкин, В.И. Конструирование лицевых панелей приборов РЭС : Метод.указ.к лаб.работе / РГРТА. - Рязань, 1995. - 24с.
5. Румянцев, В.П. Конструирование РЭС. Разработка функциональных узлов на печатных платах : Метод.указ.к лаб.работе / РГРТА. - Рязань, 1998. - 20с.

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «**Ошибка! Источник ссылки не найден.**»).

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### Основная учебная литература:

1. Ненашев, А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб.для вузов. -

М.:Высшая школа, 1990. - 432с. - ISBN 5-06-000474-0

2. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Сер."Учеб.для вузов". - М.:Форум:ИНФРА-М, 2005. - 559с. - ISBN 5-8199-0138-X
3. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб.для вузов / Под ред.Пестрякова В.Б. - М.:Радио и связь, 1992. - 432с - ISBN 5-256-00696-7
4. Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.А. Брусницына, Е.И. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 200 с. — 978-5-7996-1380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66137.html>
5. Селиванова З.М. Проектирование и технология электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.М. Селиванова, Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 140 с. — 978-5-8265-1093-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63895.html>

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС.-М.: Высш. шк. 1991-336 с.
2. Селиванова З.М. Технология радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсовому проектированию / З.М. Селиванова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 100 с. — 978-5-8265-1136-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63911.html>
3. Муромцев Д.Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин, О.А. Белоусов. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. — 542 с. — 978-5-222-20994-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58949.html>
4. Румянцев, В.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Метод.указ.к курс.проектир. / РРТИ. - Рязань, 1993. - 25с.
5. Дыкин, В.И. Конструирование лицевых панелей приборов РЭС: Метод.указ.к лаб.работе / РГРТА. - Рязань, 1995. - 24с.
6. Румянцев, В.П. Конструирование РЭС. Разработка функциональных узлов на печатных платах : Метод.указ.к лаб.работе / РГРТА. - Рязань, 1998. - 20с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

##### **Электронные образовательные ресурсы:**

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://минобрнауки.рф>
2. Официальный сайт Всероссийской аттестационной комиссии Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://vak.ed.gov.ru>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. – URL: <http://fgosvo.ru>
4. Портал государственных программ Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://programs.gov.ru>



Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам:

– Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

– Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **а. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;

2. Подготовка к практическим занятиям: необходимо изучить рекомендованные преподавателем источники (основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы) и выполнить подготовительные задания;

3. При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, не применялся на практическом занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
- при подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции (10-15 минут),
- в течение периода времени между занятиями выбрать время (минимум 1 час) для самостоятельной работы, проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

### **б. Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучается и дополнительная рекомендованная литература (законодательство, научные и публицистические статьи и др.). Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке или с помощью сети Интернет (источники, которые могут быть скачены без нарушения авторских прав).

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с использованием технологии - *метода проектов*, как эффективного приема изу-

чения материалов курса, что поддерживает достижение общекультурных и профессиональных компетенций.

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, выполнения курсовой работы, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая принятые для данной дисциплины компетенции. С этой целью в приложениях учебных пособий по дисциплине приведены темы и варианты заданий для этих видов занятий, а также формы их проведения.

Проведение большинства занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, а также раздаточных материалов.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

1. аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской, средствами отображения презентаций (мультимедийный проектор, экран, компьютер/ноутбук, лицензионное или свободно-распространяемое программное обеспечение);

2. компьютерный класс для проведения практических занятий и самостоятельной работы, оснащенный индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

Программу составил

канд. техн. наук, доц. каф. ИИБМТ \_\_\_\_\_ / Дьяков С. Н.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ИИБМТ  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_».\_\_\_\_\_.2020 г.