Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.10.2023 10:31:18
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы конструирования и технологии производства РЭС

Специальность
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Профиль
Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н.  А.А. Филимонова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 9
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 11
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 11
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 12
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 12
4.2 Основная литература 12
4.3 Дополнительная литература 12
4.4 Электронные образовательные ресурсы 12
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 13
5 Материально-техническое обеспечение 13
6 Методические рекомендации 13
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7 Фонд оценочных средств 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3 Оценочные средства 20

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью изучения дисциплины является получение базовой теоретической подготовки в области конструкторско-технологического проектирования РЭС и автоматизированного проектирования цифровых компонентов РЭС, в том числе устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

Задачи дисциплины:

- овладение основными сведениями о семействах программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), их свойствах и возможностях;
- освоение основных сведений о конфигурационных постоянных запоминающих устройствах для ПЛИС и программных средств разработки проектов на ПЛИС;
- проектно-конструкторская деятельность: сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования узлов и устройств радиотехнических систем на базе цифровых компонентов РЭС в современных САПР цифровых устройств;
- производственно-технологическая деятельность: выполнение работ по технологической подготовке производства (освоение технологии проектирования и конструирования РЭС, автоматизированного проектирования цифровых компонентов РЭС на современной элементной базе).

Обучение по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства РЭС» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-1. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем передачи информации в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ИПК-1.1 Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, выбирает системы автоматизированного проектирования радиотехнических систем. ИПК-1.2 Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету радиотехнических систем ИПК-1.3 Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства радиотехнические системы в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	**Знать:** конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС; **Уметь:** работать с наиболее распространенными САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА **Владеть:** навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Информационная безопасность
Информационные технологии
Метрология, стандартизация и сертификация
Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств
Основы теории радиосистем передачи информации
Проектирование радиотехнических систем
Производственная практика (конструкторская)
Производственная практика (преддипломная)
Системы автоматизированного проектирования
Стандартизация и унификация в микроэлектронике и радиотехнике
Устройства генерирования и формирования сигналов
Устройства приема и преобразования сигналов
Электропреобразовательные устройства РЭС

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 часа.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			9
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	0	0
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**54**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекциям	30	30
2.2	Подготовка к практическим занятиям	30	30
2.3	Подготовка к диф.зачету по дисциплине	12	12
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	-	Диф.зачет
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Методологические основы конструирования РЭС.**	**16**	**6**	**4**	**0**	**0**	**6**
1.1	Тема 1. РЭС как техническая система. Системный подход – методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств.		2	0	0	0	2
1.2	Тема 2. Техническое задание, функциональный анализ электрической схемы, формирование и размещение функциональных узлов, компонование, детальная проработка конструкции РЭС. Структурные уровни РЭС, уровни разукрупнения, элементная и конструктивная базы. Типовые конструкции РЭС.		2	2	0	0	2
1.3	Тема 3. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС.		2	2	0	0	2
2	**Раздел 2. Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения**	**20**	**6**	**4**	**0**	**0**	**10**
2.1	Тема 1. Классификация конструкций РЭС. Принципы печатного монтажа, достоинства и недостатки. Технология изготовления печатных плат.		2	0	0	0	2
2.2	Тема 2. Разработка печатных плат с применением САПР P-CAD. Основы конструирования и технология микросборок. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное		2	2	0	0	4

	решение. Методы компоновки радиоаппаратуры. Определение компоновочных взаимодействий функциональных узлов, последовательность компонования РЭС.						
2.3	Тема 3. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. Учет требований эргономики и дизайна при конструировании РЭС.		2	2	0	0	4
3	**Раздел 3. Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды**	**16**	**4**	**4**	**0**	**0**	**8**
3.1	Тема 1. Классификация климатических факторов внешней среды. Влияние климатических факторов на РЭС, воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере. Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов.		2	2	0	0	4
3.2	Тема 2. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. Общая характеристика теплообмена в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, сложный теплообмен. Процессы теплообмена при работе РЭС и при взаимодействии РЭС с окружающей средой. Системы обеспечения допустимого теплового режима, основы обеспечения тепловых режимов РЭС.		2	2	0	0	4
4	**Раздел 4. Объекты - носители и защита РЭС от механических воздействий.**	**16**	**4**	**4**	**0**	**0**	**8**
4.1	Тема 1. Классификация объектов – носителей радиоаппаратуры. Вибрации, удары, линейные перегрузки, комплексные механические воздействия. Физический анализ динамических		2	2	0	0	4

	свойств конструкции РЭС. Расчет динамических характеристик конструкций РЭС						
4.2	Тема 2. Выбор систем амортизации для различных конструкций. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий.		2	2	0	0	4
5	**Раздел 5. Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений.**	**16**	**4**	**4**	**0**	**0**	**8**
5.1	Тема 1. Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. Эквивалентные схемы паразитных связей. Принципы экранирования электрических и магнитных полей. Развязывание цепей и фильтрация. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости.		2	2	0	0	4
5.2	Тема 2. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС. Виды излучений, физические процессы в материалах и элементах конструкций при воздействии излучения. Основы защиты конструкций РЭС от ионизирующих излучений. Основные принципы конструирования РЭС, стойких к излучениям.		2	2	0	0	4
6	**Раздел 6. Основы надежности конструкций РЭС.**	**16**	**4**	**4**	**0**	**0**	**8**
6.1	Тема 1. Основы теории надежности РЭС. Термины и определения. Причины возникновения отказов РЭС. Показатели надежности неремонтируемых и ремонтируемых РЭС. Методика расчета показателей надежности РЭС.		2	2	0	0	4
6.2	Тема 2. Общие принципы обеспечения надежности. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. Резервирование.		2	2	0	0	4
7	**Раздел 7. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.**	**14**	**2**	**4**	**0**	**0**	**8**

7.1	Тема 1. Виды технологических процессов. Технологические процессы и качество РЭС. Основы проектирования технологических процессов. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС.		2	2	0	0	4
7.2	Тема 2. Прогрессивные методы обработки и формообразования. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.		0	2	0	0	4
8	**Раздел 8. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.**	**16**	**4**	**4**	**0**	**0**	**8**
8.1	Тема 1. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.		2	2	0	0	4
8.2	Тема 2. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. Базы данных САПР в проектировании РЭС.		2	2	0	0	4
9	**Раздел 9. Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС.**	**14**	**2**	**4**	**0**	**0**	**8**
9.1	Тема 1. Основы контроля и управление качеством. Качество конструкции РЭС и возможность его оценки. Обеспечение качества функционирования РЭС. Основные понятия выборочного контроля качества РЭС. Приемочный и браковочный уровни качества.		2	2	0	0	4
9.2	Тема 2. Расчет и оценка показателей качества РЭС. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. Роль проведения испытаний в повышении качества конструкций РЭС.		0	2	0	0	4
	Итого	**144**	**36**	**36**	**0**	**0**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Методологические основы конструирования РЭС.

Тема 1. РЭС как техническая система.

Системный подход – методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств.

Тема 2. Техническое задание, функциональный анализ электрической схемы, формирование и размещение функциональных узлов, компонование, детальная проработка

конструкции РЭС. Структурные уровни РЭС, уровни разукрупнения, элементная и конструктивная базы. Типовые конструкции РЭС.

Тема 3. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС.

Раздел 2. Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения

Тема 1. Классификация конструкций РЭС. Принципы печатного монтажа, достоинства и недостатки. Технология изготовления печатных плат.

Тема 2. Разработка печатных плат с применением САПР P-CAD. Основы конструирования и технология микросборок. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное решение. Методы компоновки радиоаппаратуры. Определение компоновочных взаимодействий функциональных узлов, последовательность компонования РЭС.

Тема 3. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. Учет требований эргономики и дизайна при конструировании РЭС.

Раздел 3. Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды

Тема 1. Классификация климатических факторов внешней среды. Влияние климатических факторов на РЭС, воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере. Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов.

Тема 2. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. Общая характеристика теплообмена в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, сложный теплообмен. Процессы теплообмена при работе РЭС и при взаимодействии РЭС с окружающей средой. Системы обеспечения допустимого теплового режима, основы обеспечения тепловых режимов РЭС.

Раздел 4. Объекты - носители и защита РЭС от механических воздействий.

Тема 1. Классификация объектов – носителей радиоаппаратуры. Вибрации, удары, линейные перегрузки, комплексные механические воздействия. Физический анализ динамических свойств конструкции РЭС. Расчет динамических характеристик конструкций РЭС

Тема 2. Выбор систем амортизации для различных конструкций. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий.

Раздел 5. Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений.

Тема 1. Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. Эквивалентные схемы паразитных связей. Принципы экранирования электрических и магнитных полей. Развязывание цепей и фильтрация. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости.

Тема 2. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС. Виды излучений, физические процессы в материалах и элементах конструкций при воздействии излучения. Основы защиты конструкций РЭС от ионизирующих излучений. Основные принципы конструирования РЭС, стойких к излучениям.

Раздел 6. Основы надежности конструкций РЭС.

Тема 1. Основы теории надежности РЭС. Термины и определения. Причины возникновения отказов РЭС. Показатели надежности неремонтируемых и ремонтируемых РЭС. Методика расчета показателей надежности РЭС.

Тема 2. Общие принципы обеспечения надежности. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. Резервирование.

Раздел 7. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.

Тема 1. Виды технологических процессов. Технологические процессы и качество РЭС. Основы проектирования технологических процессов. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС.

Тема 2. Прогрессивные методы обработки и формообразования. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.

Раздел 8. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.

Тема 1. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.

Тема 2. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. Базы данных САПР в проектировании РЭС.

Раздел 9. Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС.

Тема 1. Основы контроля и управление качеством. Качество конструкции РЭС и возможность его оценки. Обеспечение качества функционирования РЭС. Основные понятия выборочного контроля качества РЭС. Приемочный и браковочный уровни качества.

Тема 2. Расчет и оценка показателей качества РЭС. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. Роль проведения испытаний в повышении качества конструкций РЭС.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1. Порядок составления технического задания на разработку РЭС.

Практическая работа 2. Нормативная база проектирования РЭС

Практическая работа 3. Элементная и конструктивная базы РЭС

Практическая работа 4. Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды

Практическая работа 5. Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий

Практическая работа 6. Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех

Практическая работа 7. Основы защиты РЭС от воздействия ионизирующих излучений

Практическая работа 8. Основы теории надежности

Практическая работа 9. Системы автоматизированного проектирования конструкций РЭС

Практическая работа 10. Базовые технологические процессы производства РЭС

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Леухин, В. Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС : учебное пособие / В. Н. Леухин. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. — 76 с. — ISBN 978-5-8158-1915-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/102704.

2. Ламанов, А. И. Основы конструирования и технологии производства РЭС. Организация и методология процесса конструирования при разработке РЭС : учебное пособие / А. И. Ламанов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52348.

3. Ламанов, А. И. Основы конструирования и технологии производства РЭС. Допуски и формы расположения поверхностей. Показатели надежности РЭС Ч. 2 : учебное пособие / А. И. Ламанов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 52 с. — ISBN 978-5-7038-3150-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52347.

4. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств : учебное пособие / Г. М. Алдонин, А. К. Дашкова, Ф. В. Зандер [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2019. — 372 с. — ISBN 978-5-7638-4106-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157551.

4.3 Дополнительная литература

1. Зеленский, В. А. Основы конструирования, технологии и надёжности радиоэлектронных средств : учебное пособие / В. А. Зеленский, К. И. Сухачёв. — Самара : Самарский университет, 2020. — 146 с. — ISBN 978-5-7883-1525-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/188958.

2. Черноверская, В. В. Поддержка принятия решений при конструировании радиоэлектронных средств : учебное пособие / В. В. Черноверская, Н. Н. Грачев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 153 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/218609.

3. Грачев, Н. Н. Конструктивные методы обеспечения помехозащищенности при проектировании и монтаже радиоэлектронных устройств : учебное пособие / Н. Н. Грачев, В. В. Черноверская. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/182533.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office

2. Microsoft-Windows

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе практической работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы, определить порядок занятия, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы практической работы подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Основы конструирования и технологии производства РЭС» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и обсуждение отчетов по практическим работам;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий,

демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- практические работы;
- тестирование;
- контрольная работа;

- дифференцированный зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции выпускника
ПК-1	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем передачи информации в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства РЭС».

1	Текущий	Практическая работа	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Тестирование	Тестирование проводится на последнем занятии изучаемой темы. Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. В рамках тестирования проверяется владение терминологией и знание теоретической базы.
3	Текущий	Контрольная работа	Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдаются 3 задания. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает

			правильность произведенных расчетов, формул, использования терминологии и выводы.
4	Промежуточный	Дифференцированный зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме дифференцированного зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Дифференцированный зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения дифференцированного зачета его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность дифференцированного зачета 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства РЭС».

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: конструкторско-технологические основы построения РЭС; основные виды дестабилизирующих факторов на РЭС, их основные характеристики и параметры; принципы и алгоритмы проектирования цифровых функциональных узлов РЭС, технологии работы с САПР цифровых устройств на ПЛИС. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: работать с наиболее распространенными САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: работать с наиболее распространенными САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: работать с наиболее распространенными САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: работать с наиболее распространенными САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: рассчитывать работать с наиболее распространенным и САПР цифровых устройств на ПЛИС; составлять основные конструкторско-технологические документы на проектируемую РЭА. Свободно оперирует приобретенными

		испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	умений на новые, нестандартные ситуации.	умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: навыками работы с пакетами прикладных программ проектирования цифровых устройств; основами технологии проектирования цифровых устройств. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: дифференцированного зачета.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Подготовка и защита отчета по практической работе	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. Отчет по практической работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа.

	основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно -Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	
Тестирование по пройденной теме	Тест содержит 20 заданий, правильный ответ на 1 задание соответствует 1 баллу. Время тестирования - 30 минут. Студенту предоставляется две попытки для прохождения теста. Максимальная оценка за тест - 20 баллов. Тест считается успешно пройденным, если студент дал не менее 60% правильных ответов (набрал не менее 12 баллов).	Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 1 «Порядок составления технического задания на разработку РЭС»

1. Эволюция и поколения РЭС.
2. Объекты-носители и условия эксплуатации РЭС.
3 Цикл жизни РЭС и основные этапы проектирования конструкций и технологий конкурентоспособной РЭС.
4. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 2 «Нормативная база проектирования РЭС»

1. Основные положения государственной системы стандартизации.
2. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
3. Классификатор ЕСКД.

4. Единая система технологической документации (ЕСТД).

5. Документооборот в системах сквозного проектирования конструкций и технологий РЭС.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 3 «Элементная и конструктивная базы РЭС»

1. Уровни функционального и конструктивного разукрупнения РЭС.

2. Элементная база конструкций и принципы построения конструкционных систем РЭС.

3. Элементная база электрорадиокомпонентов РЭС: состав, основные параметры, эволюция активного элемента, порядок применения в конструкциях РЭС.

4. Блочный, функционально-узловой и функционально-модульный методы проектирования конструкций РЭС.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 4 «Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды»

1. Условия эксплуатации и проблемы теплообмена в РЭС, механизмы теплопередачи.

2. Методы и средства обеспечения тепловых режимов РЭС, их расчет и моделирование.

3. Проблемы влагозащиты РЭС, механизмы влагопроникновения.

4. Методы и способы влагозащиты.

5. Контроль герметичности и влажности.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 5 «Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий»

1. Виды и параметры механических воздействий на РЭС со стороны объекта-носителя.

2. Понятие динамического состояния конструкции и его анализ.

3. Расчет параметров динамических состояний пластинчатых конструкций и механических систем с сосредоточенной массой при вибрационных и ударных воздействиях;

4. Методы и способы защиты от механических воздействий, механические фильтры и системы амортизации.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 6 «Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех»

1. Паразитные электрические связи в конструкциях РЭС: источники помех, каналы их передачи и рецепторы.

2. Кондуктивная, емкостная и индуктивная паразитные связи и способы борьбы с ними.

3. Экранирование, механизмы экранирования электрических, магнитных и электромагнитных полей в диапазоне частот.

4. Конструкции экранов и расчет их параметров.

5. Методы помехозащиты и шумоподавления в линиях связи.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 7 «Основы защиты РЭС от воздействия ионизирующих излучений»

1. Виды, параметры, единицы измерения и источники ионизирующих излучений (ИИ), опасных для современных РЭС.

2. Механизмы взаимодействия ИИ с веществом и последствия этих взаимодействий для материалов конструкций и электрорадиокомпонентов РЭС

3. Понятие радиационной стойкости.

4. Методы и средства защиты РЭС от воздействия ИИ.
5. Расчёт параметров защиты.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 8 «Основы теории надежности»

1. Основные понятия и составляющие надёжности.
2. Случайные потоки отказов и восстановлений и их модели.
3. Расчёт показателей надёжности.
4. Методы обеспечения заданного уровня надёжности РЭС.
5. Резервирование и его виды.
6. Испытания на надёжность.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 9 «Системы автоматизированного проектирования конструкций РЭС»

1. Типовые задачи и основные алгоритмы автоматизированного проектирования (АП) конструкций и технологий РЭС.
2. Развитие средств АП.
3. Общие сведения о пакетах прикладных программ АП: PSpice, P-CAD, 3D Studio max, Altium Designer.
4. Понятие сквозного проектирования конструкций РЭС.

Вопросы для подготовки отчета по практической работе 10 «Базовые технологические процессы производства РЭС

1. Понятие технологичности конструкции.
2. Методы интегральной технологии полупроводникового производства.
3. Технологические процессы изготовления печатных плат.
4. Технологические процессы сборки и монтажа РЭС.
5. Методы контроля и оценки качества изделий.

Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию.

1. Как меняется величина характеристического сопротивления электрической составляющей электромагнитного поля в ближней зоне при удалении от источника?

А – не меняется
Б – уменьшается
В – увеличивается
Г – изменяется по гармоническому закону.

2. Что такое эквивалентный радиус экрана?

А-диаметр цилиндрического экрана
Б-поперечный размер сечения экрана произвольной среды
В-величина, связанная с объемом экрана
Г-радиус сферического экрана

3. Каково назначение спецификации?

А – для описания специфических технических характеристик РЭС
Б – для определения специфических условий транспортировки, контроля и эксплуатации РЭС
В – для определения количества, типа, состава и дополнительных разъяснений к сборочному чертежу
Г – для определения количества, типа и дополнительных разъяснений к схеме

4. Сколько раздельных цепей заземления должно быть в РЭС?

А – одна цепь заземления
Б – две цепи заземления

В – три цепи заземления

Г – по количеству блоков в РЭС

5. Какой дополнительный критерий необходимо знать для вычисления критерия Нуссельта при переходе от свободной конвенции к вынужденной конвекции?

А – число Авогадро

Б – постоянную Стефана-Больцмана

В – число Рейнольдса

Г – коэффициент теплопроводности

6. Что необходимо предпринять, чтобы увеличить собственную резонансную частоту ПП?

А – увеличить размеры ПП

Б – увеличить вес ЭРЭ

В – уменьшить толщину ПП

Г – уменьшить площадь ПП и увеличить её толщину.

7. На какие классы делятся электромагнитные помехи?

А-на электростатические, индуцированные и шумовые помехи

Б-на станционные, внешние и шумовые помехи

В-на станционные, индустриальные и естественные помехи

Г-на индустриальные, естественные, конвективные

8. При каком режиме естественной конвекции, при различных характерах движения теплоносителя у поверхности нагретых тел, наблюдается максимальная передача тепла?

А – пленочный поток

Б – ламинарный поток

В – переходный режим

Г – вихревой режим

9. Каково значение коэффициента ориентации (N) нагретого тела берется в случае вертикального положения тела?

А – в случае горизонтального положения тела, нагретой поверхностью вниз

Б – в случае горизонтального положения тела, нагретой поверхностью вверх

10. Сколько существует групп приборных амортизаторов?

А – 10

Б – 14

В – 3

Г – 4

11. В чем заключается цель проведения НИР?

А –подтвердить возможность создания РЭС

Б – проведение экспериментальных исследований

В – создание лабораторного макета

Г – выработка требований к ТЗ на ОКР.

12. Какой метод изготовления ПП основан на избирательном удалении проводящего покрытия?

А –аддитивный метод

Б – позитивный метод

В – субтрактивный метод

Г – комбинированный метод

13. Каким методом можно уменьшить или ликвидировать кондуктивную помеху?

А –экранированием

Б – заземлением

В – заземлением и экранированием

Г – фильтрацией

14. Узкое место ПП это?

А –ширина проводника с минимально допустимыми размерами,
Б –наименьшее расстояние между ЭРЭ
В – расстояние между проводниками с минимально допустимыми размерами
15. (стр.162) Какой показатель является основным показателем надежности?
А –плотность вероятности безотказной работы для ЭРЭ,
Б –интенсивность отказов
В – вероятность безотказной работы,
Г – среднее время наработки на отказ.

Типовой комплект заданий для контрольных работ

Вариант 1.

1. Определить сопротивление по ВЧ R шины заземления между компьютерами, если расстояние между точками заземления L = 2 м, частота передачи информативного сигнала f = 100 МГц, а электрическое сопротивление шины заземления между двумя точками Z = 100 Ом.

2. Определить среднюю наработку на отказ Tср образца РЭС, если суммарная интенсивность отказов его элементов = 1/ч.

3. Чему будет равно магнитное сопротивление RM магнитостатического экрана магнитному потоку при нормальном падении, если длина средней линии магнитной индукции l = 30 см, = 30 и площадь поперечного сечения экрана S = 100 см2 ?

Вариант 2.

1. Определите эквивалентный радиус экрана R, если ширина экрана a = 10 см, высота экрана h = 8 см и длина экрана l = 20 см. Zi = 500 Ом и сопротивление нагрузки Zн = 30 кОм.

2. Определить величину подавления B кондуктивной помехи емкостным фильтром, если емкостное сопротивление Zc = 10 Ом, сопротивление источника помех

3. Определите t0 корпуса прибора с поверхностью S = 2500 см2, если мощность тепловыделения прибора P = 20 Вт, средняя величина коэффициента теплоотдачи 8 Вт/м·К, температура окружающей среды 350С.

Вариант 3.

1. Определите эффективность Эпогл эл/магнитного экрана за счет поглощения на частоте 10 МГц, если μr=1, ρ=10-7 Ом·м, толщина экрана d=1мм.

2. Определите собственную резонансную частоту fo, если статическая деформация δст=1мм.

3. Определите эффективность экранирования Эм , круглого отверстия, выполненного в виде запредельного волновода, для магнитного поля, если высота борта отверстия h=3мм., а радиус отверстия R=1мм.

Вариант 4.

1. Определите интенсивность отказов χ на промежутке времени Δt= 5 ч., если известно, что в начальный момент времени находилось 56 исправных элементов, а к концу 49.

2. Определите тепловое сопротивление пластины толщиной 10мм., длиной 50мм., шириной 50мм. Коэффициент теплопроводности материала 100 Вт/м2К (только цифру).

3. Определить рабочий ток транзистора Iр, если коэффициент нагрузки транзистора Кн = 0,57 , а предельно допустимый ток Iмах = 210 мА.

Вариант 5.

1. Определите перегрузку n при вибрации, если амплитуда вибрации A=10 мм, а частота вибрации f=10 Гц.

2. Рассчитать индуктивность L катушки дросселя в цепи фильтрации, если длина катушки l=12 см, число витков n=30, диаметр катушки D=5 см. О

3. Определите вероятность безотказной работы p(t) за время t = 1000 ч, если интенсивность отказов = 1/ч.

Вариант 6.

1. Определите эффективность безотказной работы блока Pi, состоящего из 120 элементов, если за время t число отказавших элементов n = 8.

2. Чему равно характеристическое сопротивление электромагнитной волны (ЭМВ), если магнитная проницаемость μа= 1000, а диэлектрическая проницаемость = 4?

3. Во сколько раз увеличится теплообмен излучением, если значение коэффициента черноты материала ε увеличить в 4 раза?

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к дифференцированному зачету

Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и технологии производства РЭС	ПК-1
Эволюция и поколения РЭС.	ПК-1
Объекты-носители и условия эксплуатации РЭС.	ПК-1
Проблемы и тенденции создания конструкций современных радиоэлектронных устройств	ПК-1
Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС.	ПК-1
Методы проектирования современных радиоэлектронных средств	
Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение	ПК-1
Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения.	ПК-1
Уровни функционального и конструктивного разукрупнения РЭС.	ПК-1
Основные направления стандартизации в конструировании РЭС	ПК-1
Методы конструирования РЭС.	ПК-1
Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС.	ПК-1
Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.	ПК-1
Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС.	ПК-1
Системы обеспечения допустимого теплового режима РЭС.	ПК-1
Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий.	ПК-1
Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости.	ПК-1

Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации.	ПК-1
Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС	ПК-1
Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС.	ПК-1
Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств.	ПК-1
Влияние климатических факторов на РЭС	ПК-1
Воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере	ПК-1
Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов	ПК-1
Общая характеристика теплообмена в РЭС	ПК-1
Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры.	ПК-1
Перспективы в конструировании и технологии РЭС.	ПК-1
Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС	ПК-1
Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС	ПК-1
Методы компоновки радиоаппаратуры	ПК-1