

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель учебной дисциплины «Проектирование и производство радиоэлектронных систем» состоит в освоении порядка разработки технологического процесса производства современных радиоэлектронных систем.

1.2 Задачи дисциплины

Задача дисциплины – разработка и внедрение технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации производства, выпуск конструкторско-технологической документации на объекты проектирования, разработка программ испытаний и систем контроля, разработка технологической документации.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Проектирование и производство радиоэлектронных систем» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана (Б1.Б.39).

Освоение обучающимися дисциплины «Проектирование и производство радиоэлектронных систем» опираются на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Физические основы функциональных устройств в радиоэлектронных средствах;
- Основы конструирования электронных средств.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Проектирование и производство радиоэлектронных систем», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- Обеспечение качества производства радиоэлектронных систем;
- Современные проблемы технологической подготовки радиоэлектронных систем;

а также при прохождении производственной практики.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Проектирование и производство радиоэлектронных систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

– способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни (УК-6);

– способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8);

– способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-5);

– способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности (ПК-7);

– способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений (ПК-8).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения;
- требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте;
- основные методы проектирования, исследования и эксплуатации радиотехнических систем;
- принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов;
- требования стандартов и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системотехнических, схемотехнических и конструкторских задач, современную элементную базу, основы схемотехники, методы конструирования, основные технологические процессы производства, методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники.

уметь:

- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и само-контроля;
- применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности
- обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте;
- применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники;
- разрабатывать конструкторскую и техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия с соблюдением требований безопасности и экологичности;
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, проводить расчеты характеристик радиоэлектронных систем и комплексов и технико-экономическое обоснование принимаемых решений.

владеть:

- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровые сберегающих подходов и методик;
- навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте;
- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с действующей нормативной базой;
- навыками наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию опытных образцов радиоэлектронных устройств и систем;
- навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных систем и комплексов с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации

	профессиональные решения (B18)	системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.</p>
<p>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</p>	<p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);</p> <p>- формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов;</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при</p>

		работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.
--	--	---

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины в 9 семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя форма)	Аттестация раздела (неделя форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Самост. работа			
9 семестр									
1	Раздел 1	1-4	10	-	6	8	ПР2-2	Т1-4	10
3	Раздел 2	5-9	10	-	10	10	ПР5-7	К1-9	15
4	Раздел 3	10-13	6	-	10	8	ПР8-11	Т2-13	10
5	Раздел 4	14-18	10	-	10	10	ПР11-16	К2-18, РГР	15
Итого			36		36	36			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

УО – устный опрос; Т – тест; ПР – практические работы.

4.1 Содержание лекций

9 семестр

Раздел 1

Тема 1. Введение. Нормативные документы технологического проектирования. Базовые технологические процессы.

Общая характеристика стандартов ЕСТПП и ЕСТД. Характеристика стандартов в группах. Состав стандартов по группам. Стадии разработки технологической документации. Состав технологических документов и их характеристика: карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта.

Тема 2. Сборочно-монтажные процессы. Технология поверхностного монтажа. Технология производства печатных плат (ПП). Метод последовательного наращивания. Методы нанесения рисунка на ПП. Трафаретная печать. Офсетная печать. Изготовление односторонних и двусторонних ПП. Контроль и испытания ПП. Входной контроль материалов. Операционный контроль. Выходной контроль ПП

Раздел 2

Тема 3. Автоматизированное производство РЭС. Автоматизированная технологическая подготовка производства. Роботы.

Автоматизированная система управления (АСУ), автоматизированная система научных исследований (АСНИ), система автоматизированного конструкторского проектирования (САПР), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), гибкое автоматизированное производство (ГАП), автоматизированная система контроля и испытания объектов (АСКИО), банк данных (БД).

Роботы в производстве РЭС. Классификация робототехнических систем (РТС). Манипуляционные РТС. Структура автоматически действующей РТС. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы. Робот «Электроника НЦТМ-01»: кинематическая схема механизмов манипулятора, структурная схема управления манипулятором, схема управления механизмами через буферные регистры, кинематически-пневматическая схема устройства ротации схватов. Датчики роботов. Двигатели роботов. Пневматические системы роботов.

Раздел 3

Тема 4. Технологическая воспроизводимость. Взаимозаменяемость. Выход годного. Понятие о коэффициенте влияния, вывод формулы для расчета отклонения выходного параметра изделия от его номинального значения, распределения параметров, коэффициент корреляции параметров, коэффициент рассеяния параметров, условие технологической воспроизводимости. Вывод формулы для

расчета вероятности годности изделия. Методы взаимозаменяемости РЭС: метод полной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод подгонки. Идентификация технологических объектов. Регрессионная идентификация по критерию минимума суммы квадратических отклонений.

Раздел 4

Тема 5. Контроль технологических процессов. Автоматизированные системы технологического контроля.

Риск изготовителя при одномодальном распределении параметра. Риск Заказчика при одномодальном распределении параметра. Риски заказчика и изготовителя при полимодальном распределении параметров. Выборочный контроль РЭС: постановка задачи, вывод алгоритма выборочного контроля. Синтез оптимального алгоритма проектирования операционного контроля. Выбор оптимального состава контрольного оборудования. Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС. Автотестеры для контроля печатных плат и узлов на печатных платах. Типовые узлы автоматизированной системы технологического контроля. Методы контроля основных параметров бытовой радиоаппаратуры.

Тема 6. Испытания РЭС. Электропрогон изделий РЭС.

Испытания РЭС. Испытания РЭС на механические воздействия: виды вибраций, резонансные частоты конструкций, ударные, линейные, акустические нагрузки. Испытания на климатические воздействия: температурные испытания, испытания на влажность, воздействие пыли, герметичность. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия. Испытания на космические и радиационные воздействия. Испытания электронных средств на надежность. проектирование операции технологической приработки изделий РЭС. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.

4.2 Тематический план практических работ

9 семестр

1. Разработка технического задания на проектирование.
2. Анализ задания и выбор стратегии проектирования.
3. Разработка электрической схемы.
4. Оценка надёжности и расчёт установочных характеристик РЭУ.
5. Оформление конструкторской документации.
6. Расчет наработки до отказа устройства за заданное время.
7. Расчет теплового режима методом коэффициентов.
8. Расчет радиатора полупроводникового прибора или микросхемы.
9. Расчет допустимой длины проводников печатной платы.
10. Расчет надежности блока ЭС по внезапным отказам.

11. Нанесение размеров и предельных отклонений на чертеже печатной платы.

4.2.2 Самостоятельная работа студентов

9 семестр

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 36 часов и включает самостоятельное изучение теоретического курса – проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к экзамену.

Подготовка и сдача экзамена составляет 36 часов.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

**6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
9 семестр			
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
KP1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
KP2	Контрольная работа №2		
PP2	Практическое занятие №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Вопросы к практическим занятиям
PP5	Практическое занятие №2		
PP8	Практическое занятие №3		
PP11	Практическое занятие №4		

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
УК-6	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: PP2, PP5, PP89, PP11, T1, T2, KP1, KP2, PGR
УК-8	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: PP2, PP5, PP89, PP11, T1, T2, KP1, KP2, PGR
ОПК-5	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: PP2, PP5, PP89, PP11, T1, T2, KP1, KP2, PGR
ПК-7	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: PP2, PP5, PP89, PP11, T1, T2, KP1, KP2, PGR

ПК-8	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: ПР2, ПР5, ПР89, ПР11, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
------	--------------------	------------------------	--------------------	--

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
9 семестр						
Раздел 1.	<p>Тема 1. Введение. Нормативные документы технологического проектирования. Базовые технологические процессы. Общая характеристика стандартов ЕСТПП и ЕСТД. Характеристика стандартов в группах. Состав стандартов по группам. Стадии разработки технологической документации. Состав технологических документов и их характеристика: карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта.</p> <p>Тема 2. Сборочно-монтажные процессы. Технология поверхностного монтажа. Технология производства печатных плат (ПП). Метод последовательного наращивания. Методы нанесения рисунка на ПП. Трафаретная печать. Офсетная печать. Изготовление односторонних и</p>	УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-7, ПК-8	31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5	ПР2-2	Т1-4	экзамен

	<p>двусторонних ПП. Контроль и испытания ПП. Входной контроль материалов. Операционный контроль. Выходной контроль ПП</p>					
Раздел 2.	<p>Тема 3. Автоматизированное производство РЭС. Автоматизированная технологическая подготовка производства. Роботы. Автоматизированная система управления (АСУ), автоматизированная система научных исследований (АСНИ), система автоматизированного конструкторского проектирования (САПР), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), гибкое автоматизированное производство (ГАП), автоматизированная система контроля и испытания объектов (АСКИО), банк данных (БД). Роботы в производстве РЭС. Классификация робототехнических систем (РТС). Манипуляционные РТС. Структура автоматически действующей РТС. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы. Робот «Электроника НЦТМ-01»: кинематическая схема механизмов манипулятора, структурная схема управления манипулятором, схема управления механизмами через буферные регистры, кинематически-</p>	<p>УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-7, ПК-8</p>	<p>31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5</p>	<p>ПР5-7</p>	<p>К1-9</p>	

	<p>пневматическая схема устройства ротации схватов. Датчики роботов. Двигатели роботов. Пневматические системы роботов.</p>					
Раздел 3.	<p>Тема 4. Технологическая воспроизводимость. Взаимозаменяемость. Выход годного. Понятие о коэффициенте влияния, вывод формулы для расчета отклонения выходного параметра изделия от его номинального значения, распределения параметров, коэффициент корреляции параметров, коэффициент рассеяния параметров, условие технологической воспроизводимости. Вывод формулы для расчета вероятности годности изделия. Методы взаимозаменяемости РЭС: метод полной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод подгонки. Идентификация технологических объектов. Регрессионная идентификация по критерию минимума суммы квадратических отклонений.</p>	<p>УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-7, ПК-8</p>	<p>31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5</p>	<p>ПР8-12</p>	<p>Т2-13</p>	

<p>Раздел 4.</p>	<p>Тема 5. Контроль технологических процессов. Автоматизированные системы технологического контроля. Риск изготовителя при одномодальном распределении параметра. Риск Заказчика при одномодальном распределении параметра. Риски заказчика и изготовителя при полимодальном распределении параметров. Выборочный контроль РЭС: постановка задачи, вывод алгоритма выборочного контроля. Синтез оптимального алгоритма проектирования операционного контроля. Выбор оптимального состава контрольного оборудования. Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС. Автотестеры для контроля печатных плат и узлов на печатных платах. Типовые узлы автоматизированной системы технологического контроля. Методы контроля основных параметров бытовой радиоаппаратуры.</p> <p>Тема 6. Испытания РЭС. Электропрогон изделий РЭС Испытания РЭС. Испытания РЭС на механические воздействия: виды вибраций, резонансные частоты конструкций, ударные, линейные, акустические нагрузки. Испытания на</p>	<p>УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-7, ПК-8</p>	<p>31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5</p>	<p>ПР11-16</p>	<p>К2-18, РГР</p>	
------------------	--	--	---	----------------	-----------------------	--

	<p>климатические воздействия: температурные испытания, испытания на влажность, воздействие пыли, герметичность. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия. Испытания на космические и радиационные воздействия. Испытания электронных средств на надежность. проектирование операции технологической приработки изделий РЭС. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.</p>					
--	---	--	--	--	--	--

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
К1	Контрольное задание №1	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал	10	10 – 6

		монографической литературы.		
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
К2	Контрольное задание №2	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
РГР	Расчетно-графическая работа	выставляется студенту, если 90-100% работы выполнено правильно	15-14	15-9
		выставляется студенту, если 80-89% работы выполнено правильно	13-11	
		выставляется студенту, если 60-79% работы выполнено правильно	10-9	
		при выполнении студентом менее, чем 60% задания работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<9	

Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		40-50
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	0-39
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Шкала оценки лабораторных работ

5 баллов – все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;
4 балла - все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;

3 балла – работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;

2 балла – указаны нужные формулы, расчеты произведены верно, но вывод и изображения отсутствуют;

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен неправильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.

5 баллов	Отлично	Тема освоена полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы.
4 балла	Хорошо	Теоретическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно.

3 балла	Удовлетворительно	Теоретическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы.
Меньше 3 баллов	Неудовлетворительно	Очень слабые знания, недостаточные для понимания темы, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

<p>«неудовлетворительно» – F</p>	<p>менее 60</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>
--	-----------------	--

Вопросы к экзамену

1. Техническое задание на проектирование (ГОСТ 15.001-88).
2. Технические требования технического задания.
3. Правила выполнения текстовых документов (ГОСТ 2.105-95).
4. Спецификация (ГОСТ 2.106-96). Состав спецификации и заполнение граф и разделов.
5. Общие требования к рабочим чертежам (ГОСТ 2.109-73). Выполнение видов и простановка размеров. Справочные размеры.
6. Общие требования к рабочим чертежам (ГОСТ 2.109-73). Обозначение шероховатости поверхности и покрытий. Технические требования на чертежах.
7. Особенности оформления чертежей печатных плат (ГОСТ 2.417-91).
8. Правила выполнения сборочных чертежей (ГОСТ 2.109-73).
9. Классификация РЭС.
10. Условия эксплуатации РЭС.
11. Требования РЭС.
12. Конструктивное построение РЭС.
13. Методы конструирования РЭС.
14. Организация процесса конструирования.
15. Виды обозначения конструкторской документации.
16. Конструирование печатных плат.
17. Расчет элементов печатных плат.
18. Методы изготовления печатных плат.
19. Сборка печатных узлов.
20. Проектирование функциональных ячеек.
21. Конструирование блоков РЭС.
22. Конструирование электрических соединений.
23. Емкостные наводки в РЭС.

24. Конструктивные приемы ослабления влияния магнитной связи в аппаратуре.
25. Электростатическое и магнитное экранирование.
26. Конструктивно-технологические способы защиты РЭС от механических воздействий.
27. Конструктивно-технологические разновидности печатных плат.
28. Печатные платы и узлы с монтажом на поверхность, их преимущества.
29. Системы заземления в РЭС.
30. Передача тепла теплопроводностью.
31. Конвективный теплообмен.
32. Законы теплообмена у поверхности твердого тела.
33. Теплообмен при вынужденном движении среды.
34. Расчет радиаторов.
35. Тепловая модель РЭС с принудительным воздушным охлаждением.
36. Закон излучение Планка.
37. Закон излучение Стефана-Больцмана.
38. Закон излучения Кирхгофа.
39. Оценка выборочности конструкции РЭС и условия их обеспечения.
40. Активные средства защиты РЭС от механических воздействий.
41. Расчетные модели блоков РЭС.
42. Расчетные модели функциональных узлов РЭС.
43. Расчетные модели ЭРЭ и их особенности.
44. Механические воздействия на РЭС и их виды.
45. Механическая система конструкции РЭС и ее характеристики.
46. Проверка выборочности конструкции РЭС.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржилов; под редакцией А. С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — Текст:

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490270>.

2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Электронные радиационные технологии: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков; под редакцией А. С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 321 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490269>.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схем: учебник для вузов [Электронный ресурс] / Ю. В. Гуляев [и др.]; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 460 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490268>.

4. Трухин М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / М. П. Трухин; под научной редакцией В. Э. Иванова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 134 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492242>.

7.2 Дополнительная литература

1. Колошкина И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / И. Е. Колошкина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 371 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/496617>.

2. Системный анализ: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / В. В. Кузнецов [и др.]; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490660>.

3. Самусевич Г. А. Моделирование процессов функционирования СМО: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Г. А. Самусевич. — Москва:

Издательство Юрайт, 2022. — 117 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/496865>.

7.3 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	https://urait.ru/
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	e.lanbook.com
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	https://www.iprbookshop.ru/
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	http://elibrary.ru
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	http://link.springer.com/
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	https://studfile.net/preview/960265/
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	http://www.gaw.ru/
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	https://digteh.ru/MCS51/MCS51.php
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrrotehnika
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных)	https://istina.msu.ru/journals/96319/
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&id=57
14	KMSOFT (Научные статьи)	http://kmssoft.ru/lc/C012

7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ –

Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>