

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

«ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование знаний о современных приемах и методах конструирования электронных средств (ЭС) и приобретение соответствующих навыков.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи: обучение современным методам построения конструкций ЭС, а также приёмам защиты ЭС от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов; ознакомление с системой стандартизации в области конструирования, руководящими стандартами и нормативно-справочными документами, необходимыми для качественной разработки и оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; приобретение навыков самостоятельной работы в области проектирования ЭС на базе автоматизированных систем.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части.

Освоение обучающимися дисциплины «Основы конструирования электронных средств» (Б1.Б.28) опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Химия;
- Электротехника и электроника;
- Физические основы микро- и наноэлектроники;
- Информационные технологии;
- Схемо- и системотехника электронных средств;
- Метрология, стандартизация и технические измерения;
- Материалы и компоненты электронных средств.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Основы конструирования электронных средств», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- Технология производства электронных средств;
- Интегральные устройства электроники,

а также при прохождении учебной и производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

3.1 Профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Основы конструирования электронных средств» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-5);
- способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ (ОПК-6).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные методы проектирования, исследования и эксплуатации радиотехнических систем;
- современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.

уметь:

- применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники;
- использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий.

владеть:

- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с действующей нормативной базой;

– способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач.

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 (B17)	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 профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации 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

		<p>специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
	<ul style="list-style-type: none"> - формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22) 	<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> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
	<ul style="list-style-type: none"> - формирование культуры информационной безопасности (B23) 	<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 уроне 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", "Схемо- и системотехника 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 работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.</p>
--	--	---

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ 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)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1-4	8	4	4	8	ЛР1	T1	10
2	Раздел 2	5-8	8	4	4	8	ЛР2	KP1	15
3	Раздел 3	9-12	8	4	4	8	ЛР3	T2	10

4	Раздел 4	13-18	12	2	10	12	ЛР4	КР2	15
Итого			36	14	22	36			50
Зачет			-						50
Итого за семестр									100

Общая трудоемкость дисциплины в 7 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)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 7									
1	Раздел 1	1-4	9	4	9	5	ЛР1	Т1	10
2	Раздел 2	5-8	9	5	9	4	ЛР2	КР1	15
3	Раздел 3	9-12	9	4	9	5	ЛР3	Т2	10
4	Раздел 4	13-18	9	5	9	4	ЛР4	КурсП	15
Итого			36	18	36	18			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

6 семестр

Раздел 1. Методологические вопросы конструирования электронных средств (ЭС).

Тема 1.1 Общая характеристика дисциплины;

Тема 1.2 Принципы, цели и задачи конструирования ЭС;

Тема 1.3 Классификация ЭС, регламентируемые свойства конструкции ЭС.

Раздел 2.Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и стандарты

Тема 2.1 Стадии разработки конструкторской документации (КД) и документооборот, конструкции несущих элементов ЭС;

Тема 2.2 Принципы компоновки ЭС на объектах-носителях, общие эргономические требования в системе «человек – машина»;

Тема 2.3 Физиологические и анатомические факторы, определяющие конструкцию приборов, техническая эстетика в приборостроении;

Тема 2.4 Основные характеристики формы изделия, роль цвета в конструировании ЭС.

Раздел 3.Основы защиты ЭС от воздействия окружающей среды, механических и тепловых нагрузок.

Тема 3.1 Окружающая среда и её воздействие на ЭС, климат, климатические зоны и характерные группы эксплуатации, нормальные климатические условия, воздействие ветра и гололёда, воздействие влаги, пыли, солнечной радиации и биологических факторов, воздействие полей СВЧ;

Тема 3.2 Ионизирующие излучения (ИИ), виды, параметры и влияние ИИ на материалы;

Тема 3.3 Влияние ИИ на резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы, электровакуумные приборы;

Тема 3.4 Защита ЭС от ИИ, защита ЭС от механических воздействий, защита ЭС от тепловых воздействий;

Тема 3.5 Обеспечение надёжной работы конструкции ЭС, виды герметизации, пропитка, обволакивание, заливка, разъёмная герметизация, неразъёмная герметизация.

Раздел 4.Электромагнитная совместимость и защита ЭС от помех.

Тема 4.1 Основные сведения об источниках и приёмниках паразитных наводок;

Тема 4.2 Сущность спектрального метода ударных возбуждений, наиболее вероятные источники наводок и приёмники наводок;

Тема 4.3 Защита ЭС от наводок, непосредственная паразитная ёмкостная связь, непосредственная паразитная индуктивная связь, паразитная связь через электромагнитное поле, сравнение различных видов паразитной связи;

Тема 4.4 Виды защиты ЭС от помех, экранирование электрического поля, экранирование магнитного поля, экранирование высокочастотного электромагнитного поля, методы компоновки и монтажа элементов устройств питания.

7 семестр

Раздел 1. Виды и характеристика монтажных соединений. Печатный монтаж и компоновка элементов.

Тема 1.1 Особенности конструирования и виды монтажных соединений, основные этапы конструирования монтажных соединений с позиций ЭМС, виды, модели и электрические параметры линий связи, расчёт электрических параметров линий связи, проводной монтаж, плоский кабель, печатный монтаж и печатные платы (ПП);

Тема 1.2 Типы ПП, определение электрических параметров ПП, материалы ПП, основные конструктивные параметры ПП, покрытие печатных плат;

Тема 1.3 Методы изготовления ПП, сущность методов;

Тема 1.4 Практическое рассмотрение технологических процессов изготовления ПП.

Раздел 2. Системы автоматизированного проектирования конструкций ЭС.

Тема 2.1 Общие сведения о системах автоматизированного проектирования (АП), этапы АП;

Тема 2.2 Основные характеристики, классификация и требования, предъявляемые к АП ЭС, классические и современные методы АП ЭС;

Тема 2.3 Математические модели электронных схем ЭС и монтажного пространства, модели БД в САПР ЭС, конструкторское проектирование функциональных узлов ЭС, последовательные и итерационные методы компоновки функциональных узлов;

Тема 2.4 Размещение элементов в заданных конструктивах;

Тема 2.5 Решение задач коммутации, проводной и печатный монтаж соединений элементов и модулей ЭС, автоматизация тепловых, прочностных и радиационных расчетов конструкций ЭС, расчеты по надежности.

Раздел 3.Выполнение конструкторской документации с использованием ПЭВМ.

Тема 3.1 Технические и программные средства обеспечения взаимодействия человека и ЭВМ при конструировании ЭС;

Тема 3.2 Технические средства машинной графики;

Тема 3.3 Современные тенденции в организации системы человек - машина в конструкторском проектировании ЭС;

Тема 3.4 Оформление технической документации на ЭС, выполнение схемотехнической КД с использованием ПЭВМ, выполнение разводки и КД ПП с использованием ПЭВМ.

Раздел 4.Особенности конструирования ЭС генерирования рентгеновского излучения.

Тема 4.1 Блок-схема рентгеновского аппарата;

Тема 4.2 Классификация и характеристики электронных рентгеновских трубок, основные конструкции и типы электронных рентгеновских трубок;

Тема 4.3 Назначение, устройство, конструкции и типы рентгеновских излучателей и моноблоков, устройства формирования рентгеновского излучения: диафрагмы, фильтры, растры;

Тема 4.4 Классификация рентгеновских питающих устройств, основные схемы питания рентгеновских трубок, устройство, работа и конструктивные особенности основных элементов рентгеновских питающих устройств;

Тема 4.5 Цели, задачи, методы и средства контроля параметров ЭС генерирования рентгеновского излучения.

4.2. Тематический план лабораторных работ

6 семестр

Лабораторная работа №1

Создание символьного изображения РЭК

Лабораторная работа №2
Создание конструкторско-технологического образа РЭК
Лабораторная работа №3
Формирование библиотеки радиоэлектронного компонента
Лабораторная работа №4
Формирование принципиальной электрической схемы

7 семестр

Лабораторная работа №1-2
Создание конструктива ПП, упаковка данных и размещение РЭК на ПП
Лабораторная работа №3-4
Трассировка соединений

4.2.1 Тематический план практических работ

6 семестр

1. Воздействие ветра и гололёда. Расчёт ветровых и гололёдных нагрузок.
2. Тепловые режимы полупроводниковых приборов. Расчёт радиатора в виде пластины.
3. Тепловые режимы полупроводниковых приборов. Расчёт пластинчатого (ребристого) радиатора.

7 семестр

4. Тепловые режимы полупроводниковых приборов. Расчёт игольчато – штыревого радиатора.
5. Проектирование радиационной защиты ЭС.

4.2.2 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельное изучение лекционного материала по темам:

6 семестр

1. Изучение лекционного материала по теме: «Принципы компоновки ЭС на объектах-носителях; роль цвета в конструировании ЭС».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Воздействие полей СВЧ на ЭС; обеспечение надёжной работы конструкции ЭС».

3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Обозначение чертежей деталей и сборочных узлов в соответствии с классификатором ЕСКД».

4. Изучение лекционного материала по теме: «Виды защиты ЭС от помех; экранирование высокочастотного электромагнитного поля».

7 семестр

1. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Выбор элементной базы и составление перечня элементов схемы электрической принципиальной».

2. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Изучение методики и программного обеспечения для моделирования влияния на ЭС механических воздействий».

3. Изучение лекционного материала по теме: «Математические модели электронных схем ЭС и монтажного пространства; модели БД в САПР ЭС».

4. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Синтез печатной платы ЭС с использованием ПЭВМ в среде P-CAD».

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 направлению подготовки 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.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

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
6 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		
LP1	Лабораторная работа № 1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
LP2	Лабораторная работа № 2		
LP3	Лабораторная работа № 3		
LP4	Лабораторная работа №4		
7 семестр			
T	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
KP	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
LP1	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство

ЛР2	Лабораторная работа №2		
ЛР3	Лабораторная работа №3		
ЛР4	Лабораторная работа №4		
КурсП	Курсовая проект	Комплексная проверка освоения всего материала курса	Руководство к курсовому проекту

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)	
ОПК-5	31, 32	У1, У2	В1, В2	6 семестр: Т1,Т2,КР1,КР2,ЛР1, ЛР2,ЛР3,ЛР4 7 семестр: Т, КР, ЛР1, ЛР2,ЛР3,ЛР4, РГР
ОПК-6	31, 32	У1, У2	В1, В2	6 семестр: Т1,Т2,КР1,КР2,ЛР1, ЛР2,ЛР3,ЛР4 7 семестр: Т, КР, ЛР1, ЛР2,ЛР3,ЛР4, РГР

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
6 семестр						
Раздел 1.	Тема 1. Методологические вопросы конструирования электронных средств (ЭС). Общая характеристика дисциплины.	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР1	Т1	зачет
	Тема 2. Принципы, цели и задачи конструирования ЭС.		31, 32, У1, У2,			

	Классификация ЭС, регламентируемые свойства конструкции ЭС.		B1, B2			
Раздел 2.	Тема 1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и стандарты. Стадии разработки конструкторской документации (КД) и документооборот, конструкции несущих элементов ЭС.	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР2	КР1	
	Тема 2. Принципы компоновки ЭС на объектах-носителях, общие эргономические требования в системе «человек – машина». Физиологические и анатомические факторы, определяющие конструкцию приборов, техническая эстетика в приборостроении; Основные характеристики формы изделия, роль цвета в конструировании ЭС.		31, 32, У1, У2, В1, В2			
Раздел 3.	Тема 1. Основы защиты ЭС от воздействия окружающей среды, механических и тепловых нагрузок. Окружающая среда и её воздействие на ЭС, климат, климатические зоны и характерные группы эксплуатации, нормальные климатические условия, воздействие ветра и гололёда, воздействие влаги, пыли, солнечной радиации и биологических факторов, воздействие полей СВЧ. Ионизирующие излучения (ИИ), виды, параметры и влияние ИИ на материалы.	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР3	Т2	

	<p>Тема 2. Влияние ИИ на резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы, электровакуумные приборы. Защита ЭС от ИИ, защита ЭС от механических воздействий, защита ЭС от тепловых воздействий. Обеспечение надёжной работы конструкции ЭС, виды герметизации, пропитка, обволакивание, заливка, разъёмная герметизация, неразъёмная герметизация.</p>		31, 32, У1, У2, В1, В2			
Раздел 4.	<p>Тема 1. Электромагнитная совместимость и защита ЭС от помех. Основные сведения об источниках и приёмниках паразитных наводок. Сущность спектрального метода ударных возбуждений, наиболее вероятные источники наводок и приёмники наводок.</p>	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР4	КР2	
	<p>Тема 2. Защита ЭС от наводок, непосредственная паразитная ёмкостная связь, непосредственная паразитная индуктивная связь, паразитная связь через электромагнитное поле, сравнение различных видов паразитной связи. Виды защиты ЭС от помех, экранирование электрического поля, экранирование магнитного поля, экранирование</p>		31, 32, У1, У2, В1, В2			

	высокочастотного электромагнитного поля, методы компоновки и монтажа элементов устройств питания.					
7 семестр						
Раздел 1.	Тема 1. Виды и характеристика монтажных соединений. Печатный монтаж и компоновка элементов. Особенности конструирования и виды монтажных соединений, основные этапы конструирования монтажных соединений с позиций ЭМС, виды, модели и электрические параметры линий связи, расчёт электрических параметров линий связи, проводной монтаж, плоский кабель, печатный монтаж и печатные платы (ПП).	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР1	Т	экзамен
	Тема 2. Типы ПП, определение электрических параметров ПП, материалы ПП, основные конструктивные параметры ПП, покрытие печатных плат. Методы изготовления ПП, сущность методов. Практическое рассмотрение технологических процессов изготовления ПП.		31, 32, У1, У2, В1, В2			
Раздел 2.	Тема 1. Системы автоматизированного проектирования конструкций ЭС. Общие сведения о	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР2	КР	

	<p>системах автоматизированного проектирования (АП), этапы АП. Основные характеристики, классификация и требования, предъявляемые к АП ЭС, классические и современные методы АП ЭС.</p>					
	<p>Тема 2. Математические модели электронных схем ЭС и монтажного пространства, модели БД в САПР ЭС, конструкторское проектирование функциональных узлов ЭС, последовательные и итерационные методы компоновки функциональных узлов. Размещение элементов в заданных конструктивах. Решение задач коммутации, проводной и печатный монтаж соединений элементов и модулей ЭС, автоматизация тепловых, прочностных и радиационных расчетов конструкций ЭС, расчеты по надежности.</p>		31, 32, У1, У2, В1, В2			
Раздел 3.	<p>Тема 1. Выполнение конструкторской документации с использованием ПЭВМ. Технические и программные средства обеспечения взаимодействия человека и ЭВМ при конструировании ЭС. Технические средства машинной графики;</p>	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР3	ЛР4	
	<p>Тема 2. Современные тенденции в организации системы</p>		31, 32, У1, У2,			

	<p>человек - машина в конструкторском проектировании ЭС. Оформление технической документации на ЭС, выполнение схмотехнической КД с использованием ПЭВМ, выполнение разводки и КД ПП с использованием ПЭВМ.</p>		B1, B2			
Раздел 4.	<p>Тема 1. Особенности конструирования ЭС генерирования рентгеновского излучения. Блок-схема рентгеновского аппарата. Классификация и характеристики электронных рентгеновских трубок, основные конструкции и типы электронных рентгеновских трубок. Назначение, устройство, конструкции и типы рентгеновских излучателей и моноблоков, устройства формирования рентгеновского излучения: диафрагмы, фильтры, растры.</p>	ОПК-5, ОПК-6	31, 32, У1, У2, В1, В2	-	КурсР	
	<p>Тема 2. Классификация рентгеновских питающих устройств, основные схемы питания рентгеновских трубок, устройство, работа и конструктивные особенности основных элементов рентгеновских питающих устройств. Цели, задачи, методы и средства контроля</p>		31, 32, У1, У2, В1, В2			

	параметров ЭС генерирования рентгеновского излучения.					
--	---	--	--	--	--	--

Шкала оценки образовательных достижений

6 семестр

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых вопросов выполнено правильно	8	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых вопросов выполнено правильно	6	
		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	<6	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых вопросов выполнено правильно	8	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых вопросов выполнено правильно	6	
		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	<6	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если все задания решены верно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если почти все решено верно	13	
		выставляется студенту, если работа больше половины выполнена верно	10	
		выставляется студенту, если работа больше половины выполнена верно, но есть небольшие недочеты	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если все задания решены верно	15	15-9
		выставляется студенту, если работа больше половины выполнена верно	13	
		выставляется студенту, если больше половины выполнено верно, но есть небольшие недочеты	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
3	Зачет	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	40-50	50 – 30

		навыками, предусмотренными данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной		
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине		
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентно–ориентированные вопросы		

7 семестр

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т	Тестовое задание	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		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	<2	
Курс II	Курсовой проект	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	
КР	Контрольная работа	выставляется студенту, если все 8 задач решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 7 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9	
		выставляется студенту, если 5 задачи решены верно, а 3 задачи не решены или решения содержат ошибки	8	
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, и хотя бы одна задача из 5 оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	

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
		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
		50 – 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 не правильно, 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 зачету

6 семестр

1. Общие принципы, цели и задачи конструирования ЭС.
2. Общая характеристика стадий разработки КД.
3. Многошаговый поиск синтез - анализ - синтез.
4. Разработка модели и её анализ. Сравнение между собой по эффективности различных решений. Принятие компромиссных решений в условиях неопределённости.
5. Факторы взаимодействия в системе «человек – машина». Общие эргономические требования в системе «человек – машина».
6. Физиологические и анатомические факторы, определяющие конструкцию приборов.
7. Техническая эстетика в приборостроении. Основные характеристики формы изделия. Роль цвета в конструировании РЭС.
8. Несущие конструкции РЭС различных структурных уровней.
9. Основные сведения об источниках и приёмниках паразитных наводок. Ударное возбуждение. Сущность спектрального метода ударных возбуждений.
10. Наиболее вероятные источники наводок и приёмники наводок. Защита РЭС от наводок.
11. Непосредственная паразитная ёмкостная связь. Непосредственная паразитная индуктивная связь. Паразитная связь через электромагнитное поле. Сравнение различных видов паразитной связи.
12. Экранирование электрического поля. Экранирование магнитного поля. Экранирование высокочастотного электромагнитного поля.
13. Обеспечение надёжной работы конструкции РЭС. Герметизация. Виды герметизации. Пропитка. Обволакивание. Заливка. Разъёмная герметизация. Неразъёмная герметизация.

Вопросы к экзамену

7 семестр

1. Конструирование монтажных соединений. Виды и особенности конструирования монтажных соединений. Основные этапы конструирования монтажных соединений с позиций ЭМС.
2. Климат, климатические зоны и характерные группы эксплуатации.
3. Нормальные климатические условия.
4. Воздействие ветра и гололёда.
5. Расчёт интенсивности метеорологических факторов.
 6. Нормативные ветровая и гололёдная нагрузки.
7. Песок и пыль. Пыленепроницаемость.
8. Воздействие полей СВЧ. Поверхностный эффект. Удельное активное поверхностное сопротивление. Удельная проводимость.
9. Виды ионизирующего излучения. Параметры и влияние ИИ на материалы.
10. Влияние ИИ на резисторы. Влияние ИИ на конденсаторы.
11. Влияние ИИ на полупроводниковые приборы: диоды (кремниевые, германиевые, туннельные, интегральные), биполярные транзисторы, униполярные транзисторы.
12. Влияние ИИ на интегральные микросхемы. Влияние ИИ на электровакуумные приборы. Защита РЭА от ИИ.
13. Защита РЭА от тепловых воздействий.
14. Виды переноса тепловой энергии. Теплопроводность. Конвекция. Тепловое излучение.
15. Общие сведения о системах автоматизированного проектирования. Этапы автоматизированного проектирования.
16. Основные характеристики, классификация и требования, предъявляемые к автоматизированному проектированию ЭС. Классические и современные методы автоматизированного проектирования ЭС.
17. Автоматизация тепловых, прочностных и радиационных расчетов конструкций ЭС. Расчеты по надежности.
18. Технические и программные средства обеспечения взаимодействия человека и ЭВМ при конструировании ЭС.

19. Технические средства машинной графики. Современные тенденции в организации системы человек - машина в конструкторском проектировании ЭС.
20. Выполнение схемотехнической КД с использованием ПЭВМ.
21. Выполнение разводки и КД ПП с использованием ПЭВМ.
22. Блок-схема рентгеновского аппарата.
23. Классификация и характеристики электронных рентгеновских трубок.
24. Основные конструкции и типы электронных рентгеновских трубок.
25. Назначение и устройство рентгеновских излучателей.
26. Конструкции и типы рентгеновских излучателей.
27. Назначение и устройство моноблоков.
28. Конструкции и типы моноблоков.
29. Классификация рентгеновских питающих устройств.
30. Основные схемы питания рентгеновских трубок.
31. Устройство, работа и конструктивные особенности высоковольтных выпрямителей.
32. Устройство, работа и конструктивные особенности высоковольтных трансформаторов.
33. Устройство, работа и конструктивные особенности блока управления и защиты рентгеновского питающего устройства.
34. Устройство, работа и конструктивные особенности главной цепи рентгеновского питающего устройства.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Кузовкин В. А. Электротехника и электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 431 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/468688>.
2. Миловзоров О. В. Электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/449920>.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы: 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. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии: учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржилов; под редакцией А. С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451332>.

7.2 Дополнительная литература

1. Алиев И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 291 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/472453>.

2. Конюшков Г. В. Основы конструирования механизмов электронной техники: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Конюшков, В. И. Воронин, С. М. Лисовский. — 2-е изд. — Москва: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 184 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/75210.html>.

3. Конюшков Г. В. Основы конструирования механизмов электронного машиностроения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Конюшков, В. И. Воронин, С. М. Лисовский. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 83 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/79778.html>.

4. Миленина С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453209>.

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/MCS_51.php
10	SCI-ARTICLE Публикация научных статей	https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika
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 источники

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>