

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)

КАФЕДРА

ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора

Т.В.Труфанова

«25» _____ июня 2025 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
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель освоения дисциплины «Основы конструирования электронных средств» – формирование знаний, навыков и умений в разработке конструкций электронных средств (ЭС) различных структурных уровней и назначений, выполнении необходимых проектных расчётов, подготовке конструкторской и технической документации.

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 «Основы конструирования электронных средств» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана. Освоение обучающимися дисциплины опираются на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- управление качеством электронных средств;
- управление жизненным циклом электронных средств;
- технология поверхностного монтажа;
- электроника;
- схемотехника электронных средств;
- материалы и компоненты электронных средств.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины, являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- технология производства электронных средств;
- основы компьютерного проектирования и моделирования;
- проектирование и производство радиоэлектронных систем;
- методика испытания радиоэлектронных систем и технологического оборудования;

а также при прохождении учебной, 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 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

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

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- 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:

- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- 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:

– применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;

– 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:

– методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;

– 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 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 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.

	- 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)	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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - 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.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	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.
	УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	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;

Общая трудоемкость дисциплины в 7 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 7									
1	Раздел 5	1-4	4	4	4	4	ЛР1-2	Т1-4	10
2	Раздел 6	5-9	6	4	4	5	ЛР-7	КР1-9	15
3	Раздел 7	10-13	4	4	4	4	ЛР3-11	Т2-13	10
4	Раздел 8	14-18	4	6	6	5	ЛР4-16	КурсП-18	15
Итого			18	18	18	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 5. Виды и характеристика монтажных соединений. Печатный монтаж и компоновка элементов.

Тема 5.1 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 5.2 Типы ПП, определение электрических параметров ПП, материалы ПП, основные конструктивные параметры ПП, покрытие печатных плат.

Тема 5.3 Методы изготовления ПП, сущность методов.

Тема 5.4 Практическое рассмотрение технологических процессов изготовления ПП.

Раздел 6. Системы автоматизированного проектирования конструкций ЭС.

Тема 6.1 Общие сведения о системах автоматизированного проектирования (АП), этапы АП.

Тема 6.2 Основные характеристики, классификация и требования, предъявляемые к АП ЭС, классические и современные методы АП ЭС.

Тема 6.3 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 6.4 Размещение элементов в заданных конструктивах.

Тема 6.5 Решение задач коммутации, проводной и печатный монтаж соединений элементов и модулей ЭС, автоматизация тепловых, прочностных и радиационных расчетов конструкций ЭС, расчеты по надежности.

Раздел 7. Выполнение конструкторской документации с использованием ПЭВМ.

Тема 7.1 Технические и программные средства обеспечения взаимодействия человека и ЭВМ при конструировании ЭС.

Тема 7.2 Технические средства машинной графики.

Тема 7.3 Современные тенденции в организации системы человек - машина в конструкторском проектировании ЭС.

Тема 7.4 Оформление технической документации на ЭС, выполнение схемотехнической КД с использованием ПЭВМ, выполнение разводки и КД ПП с использованием ПЭВМ.

Раздел 8. Особенности конструирования ЭС генерирования рентгеновского излучения.

Тема 8.1 Блок-схема рентгеновского аппарата.

Тема 8.2 Классификация и характеристики электронных рентгеновских трубок, основные конструкции и типы электронных рентгеновских трубок.

Тема 8.3 Назначение, устройство, конструкции и типы рентгеновских излучателей и моноблоков, устройства формирования рентгеновского излучения: диафрагмы, фильтры, растры.

Тема 8.4 Классификация рентгеновских питающих устройств, основные схемы питания рентгеновских трубок, устройство, работа и конструктивные особенности основных элементов рентгеновских питающих устройств.

Тема 8.5 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.

4.3 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.

4.4 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 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

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника: учебник для вузов / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 416 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/582820>

2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы: учебник для вузов / под редакцией Ю. В. Гуляева. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 460 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/584044>

3. 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, 2025. – 270 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/584046>

7.2 Дополнительная литература

1. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы: учебник для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 291 с. – (Профессиональное образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/585622>

2. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 277 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/585265>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6" с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» – 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» – 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Лаборатория информационных ресурсов:

12 посадочных мест;

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор EPSON;

Экран настенный;

Маркерная доска;

Многофункциональное устройство (МФУ) формата А4;

Автоматизированное рабочее место преподавателя с конфигурацией: процессор Core i5, оперативная память объемом 16 Гб;

Автоматизированные рабочие места на 5 обучающихся с конфигурацией: процессор Core i5, оперативная память объемом 16 Гб;

Автоматизированные рабочие места на 5 обучающихся с конфигурацией:
процессор Core i7, оперативная память объемом 16 Гб;

Ноутбук Dell Inspiron i5, оперативная память объемом 8 Гб – 2 шт.

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечены лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства).

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы – 4 шт.,

Столы ученические – 12 шт.,

Стулья ученические – 24 шт.