

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

**«ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА 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

Целью учебной дисциплины «Обеспечение качества производства радиоэлектронных систем» является изучение основных этапов проектирования и создания радиоэлектронных средств (РЭС), а также принципов выбора конструкторских и технологических решений, основанных на положениях и инструкциях по оформлению технической документации и современных программных средств подготовки конструкторско-технологической документации. Получение знаний студентами в области теоретических основ конструирования РЭС, развития навыков проектирования конструкций, а также знакомства с технологиями изготовления РЭС различного функционального назначения, эксплуатируемых в условиях воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды.

1.2 Задачи дисциплины

Задача дисциплины – изучение принципов: рационального выбора комплектующих компонентов конструкций; оценки устойчивости РЭС к воздействию дестабилизирующих факторов производства и условий эксплуатации с использованием аналитических и численных методов; расчета надежности узлов и блоков РЭС.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Обеспечение качества производства радиоэлектронных систем» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина), читается в А семестре. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, формируемые в дисциплинах «Схемотехника ядерного приборостроения», «Интеллектуальные конструкторско-технологические системы». Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины являются необходимыми при прохождении производственной (технологической) и производственной (преддипломной) практики, а также 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 «Обеспечение качества производства радиоэлектронных систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

– способен производить ввод в эксплуатацию радиоэлектронных комплексов (ПК-1.2).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– теорию и практику эксплуатации радиоэлектронных комплексов, виды и содержание эксплуатационных документов, содержание мероприятий по вводу в эксплуатацию радиоэлектронных комплексов, методы метрологического обеспечения эксплуатации радиоэлектронных комплексов;

уметь:

– работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов;

владеть:

– навыками изучения руководства по эксплуатации радиоэлектронных комплексов, содержащего сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках радиоэлектронных комплексов и их составных частей, инструкций, необходимых для правильной эксплуатации радиоэлектронных комплексов и оценки их технического состояния.

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 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	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

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Основы обеспечения качества в производстве РЭС.

Понятие качества и надёжности РЭС. Нормативно-правовая база (ГОСТ, ISO). Основные показатели качества радиоэлектронных систем. Технологическая подготовка производства (ТПП) и её роль в обеспечении качества. ЕСТПП (Единая система технологической подготовки производства). Автоматизация ТПП. Роль САПР и АСТПП в повышении качества. Стандартизация и унификация в производстве РЭС. Применение стандартов ЕСКД и ЕСТД. Унификация компонентов и технологических процессов. Влияние на себестоимость и качество.

Раздел 2. Контроль качества на этапах проектирования РЭС.

Анализ технологичности конструкции. Расчёт надёжности. Методы моделирования и оптимизации параметров РЭС. Входной контроль материалов и комплектующих. Методы проверки ЭКБ (электронно-компонентной базы). Контроль печатных плат и других базовых элементов. Автоматизированные системы входного контроля. Обеспечение качества технологических процессов сборки и монтажа. Типовые технологические процессы. Особенности поверхностного монтажа. Контроль пайки и монтажа компонентов. Методы и средства контроля качества в производстве РЭС. Неразрушающий контроль (рентген, термография, акустический контроль). Автоматизированные оптические системы инспекции.

Раздел 3. Испытания РЭС. Системы менеджмента качества в производстве РЭС.

Испытания РЭС: виды и методики. Климатические, механические, электрические испытания. Стандарты испытаний (ГОСТ, IEC). Автоматизированные испытательные стенды. Управление качеством на основе статистических методов. Контрольные карты Шухарта. Шесть сигм (Six Sigma). FMEA-анализ (анализ видов и последствий отказов). Системы менеджмента качества (СМК) в производстве РЭС. ISO 9001, IATF 16949. Внедрение СМК на предприятии. Внутренний и внешний аудит качества.

Раздел 4. Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС. Автоматизированные контрольно-измерительные комплексы.

Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС. Нормативы ЭМС. Методы экранирования и фильтрации. Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам. Автоматизация контроля и диагностики РЭС. Системы встроенного контроля (Built-In Test, BIT). Автоматизированные контрольно-измерительные комплексы. Применение ИИ в диагностике. Перспективные технологии обеспечения качества РЭС. Цифровое производство и «умные фабрики». Применение Big Data и IoT для мониторинга качества. Машинное обучение в прогнозировании отказов.

4.2 Тематический план практических работ

1. Анализ технологичности конструкции РЭС. Оценка показателей технологичности на примере типового электронного узла. Расчёт коэффициентов использования материалов и стандартизации.
2. Разработка технологической документации для производства РЭС. Составление маршрутной карты и операционных карт согласно ЕСТД. Оформление технологических инструкций.
3. Проведение входного контроля ЭКБ. Проверка параметров резисторов, конденсаторов, микросхем. Использование измерительных приборов (мультиметр, LCR-метр).
4. Контроль качества печатных плат. Визуальный и автоматизированный контроль дефектов. Выявление нарушений топологии, отслоений, коротких замыканий.
5. Оценка качества пайки поверхностного монтажа. Анализ дефектов пайки (шарики припоя, перемычки, непропай). Работа с системой автоматической оптической инспекции (AOI).
6. Расчёт надёжности РЭС. Определение интенсивности отказов компонентов. Расчёт вероятности безотказной работы по среднегрупповым интенсивностям отказов.

7. Проведение климатических испытаний. Моделирование воздействия температуры и влажности. Анализ результатов испытаний на термоциклирование.
8. Механические испытания РЭС. Вибрационные и ударные испытания. Анализ устойчивости конструкции к механическим воздействиям.
9. Работа с системой статистического контроля качества. Построение контрольных карт Шухарта для параметров технологического процесса. Анализ стабильности процесса.
10. FMEA-анализ для типового узла РЭС. Выявление критических отказов, оценка их последствий. Разработка корректирующих действий.
11. Проверка электромагнитной совместимости. Измерение уровня излучаемых помех. Оценка устойчивости к электростатическим разрядам.
12. Программирование автоматизированного испытательного стенда. Настройка параметров тестирования. Автоматизация сбора и анализа данных.
13. Анализ причин брака в производстве РЭС. Работа с диаграммой Исикавы. Разработка плана корректирующих мероприятий.
14. Моделирование производственных процессов с использованием цифровых двойников. Прогнозирование качества продукции на основе имитационного моделирования. Оптимизация технологических режимов.

4.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы в него входят: самостоятельное изучение материала дисциплины:

1. Оценка классификационной характеристики (кода, класса, вида) выбранного изделия;
2. Разработка ТЗ на печатный узел;
3. Разработка схемы ЭЗ и ПЭЗ;
4. Выбор и анализ ЭРЭ, элементной базы;
5. Разработка трассировки печатной платы, рабочего чертежа печатной платы;
6. Анализ и выбор вариантов установки ЭРЭ на печатную плату;
7. Разработка сборочного чертежа и спецификации;

8. Разработка схемы сборочного состава и технологической схемы сборки.

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.

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. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Электронные радиационные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7154-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/584045>
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). — ISBN 978-5-534-03170-6. — URL : <https://urait.ru/bcode/584044>

7.2 Дополнительная литература

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7153-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/584046>
2. Сажнев, А. М. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств : учебник для вузов / А. М. Сажнев, Л. Г. Рогулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11859-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/585345>

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.

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.,

Стол ученические - 12 шт.,

Стулья ученические - 24 шт.