

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

«26» _____ июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль подготовки: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2024

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Технология производства электронных средств» является получение базовых знаний:

- в области технологии производства электронных средств различных уровней;
- в области технологии регулирования, настройки, контроля, и испытания электронных средств;
- о структуре и задачах технологической подготовки производства;
- о методах проектирования технологической документации;
- об оценке спроектированных изделий на технологичность.

1.2 Задачи дисциплины

Задачей, решаемой при освоении дисциплины «Технология производства электронных средств» является получение практических навыков по:

- проектированию маршрутного технологического процесса сборки и монтажа электронных модулей первого уровня;
- разработке технологической операции по установке компонентов на плату и пайке их выводов к элементам платы;
- технико-экономическому обоснованию выбранного специального технологического оборудования для подготовки компонентов к монтажу, установке их на плату и пайке выводов к элементам платы;
- расчету технологической себестоимости выполнения операции установки компонентов на плату и пайки их выводов к элементам платы;
- выбору технологической базы для установки изделий для обработки и определению ее погрешности;
- расчету точности установки компонента на плату с определением погрешности ее относительно элементов платы;
- по разработке технологических схем сборки электронных модулей различных уровней.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Технология производства электронных средств» (Б1.Б.28)

относится к базовой части дисциплин.

Изучение данной дисциплины базируется на изучении следующих дисциплин:

- химия;
- физика;
- интегральные устройства электроники;
- электротехника и электроника;
- материалы и компоненты электронных средств.

Основные положения дисциплины «Технология производства электронных средств» должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- управление качеством электронных средств.

Кроме того положения дисциплины должны быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

3.1 Универсальные и профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Технология производства электронных средств направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

профессиональных (ПК):

- способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств (ПК-2);
- способен разрабатывать рабочую конструкторскую документацию в соответствии с нормативными документами (ПК-6).

универсальных (УК):

- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы и задачи технологической подготовки производства электронных средств;
- виды специального технологического оборудования для выполнения различных операций в производстве электронных средств, принципы их работы, общее устройство;
- методику разработки технологического маршрута;
- принципы и механизм разработки конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия;
- виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач;
- основные методы оценки разных способов решения задач;
- действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.

уметь:

- проектировать технологические процессы изготовления электронных средств, их составных частей (узлов) методом синтеза типовых технологических операций;
- осуществлять выбор специального технологического оборудования и оснастки для реализации спроектированного технологического процесса;
- применять на практике положения нормативных документов, регламентирующих контроль конструкторской и технической документации;
- проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения;
- анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов;
- использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.

владеть:

- навыками разработки технологического маршрута на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий;
- навыками подготовки конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия;
- методиками разработки цели и задач проекта;
- методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией.

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,	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика

	культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	(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	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	информационной безопасности (B23)	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; 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.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 7 семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

	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	10	-	11	6	УО1	Т1	10	

2	Раздел 2	5-8	11	-	10	6	УО2	КР1	15
3	Раздел 3	9-12	10	-	11	6	УО3	Т2	10
4	Раздел 4	13-14	11	-	10	6	ДЗ1	КР2	15
Итого			42	-	42	24			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

7 семестр

Раздел 1. Технология производства печатных плат.

Тема 1.1 Печатные платы, их назначения, классификация, область применения.

Материалы, применяемые для изготовления печатных плат.

Тема 1.2 Конструкторские и технологические особенности печатных плат, классы точности и плотности монтажа, электрические параметры, понятие об узких местах печатного монтажа. Основные операции технологического процесса изготовления ООП химическим методом. Основные операции технологического процесса изготовления ДПП комбинированным позитивным методом. Основные операции технологического процесса изготовления ДПП электрохимическим (полуаддитивным) методом. Основные этапы технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий. Точностной расчет проводящего рисунка печатной платы с учетом технологических ограничений. Особенности проектирования и изготовления печатных плат для поверхностного монтируемых компонентов.

Тема 1.3 Перспективы развития производства печатных плат, новые материалы, повышение точности и плотности монтажа, перспективные методы изготовления.

Технология изготовления рельефных плат. Технология проводного монтажа на платах.

Тема 1.4 Сущность проводного монтажа на платах, основные методы, их достоинства, область применения. Технологический процесс стежкового монтажа, сущность, особенность выполнения отдельных операций процесса, механизация работ при стежковом методе. Технология многопроводного монтажа фиксируемыми проводами, варианты выполнения монтажа данным методом, особенность выполнения отдельных операций процесса, достоинства, механизация работ при данном методе. Технология

неупорядоченного монтажа незакрепленными проводами, варианты выполнения монтажа данным методом, особенности выполнения отдельных операций процесса, механизация работ при данном методе, достоинства. Технология сборки и монтажа электронных модулей первого уровня.

Раздел 2. Сущность модульного принципа построения аппаратуры.

Тема 2.1 Конструкторские и технологические особенности электронных модулей первого уровня, расположения компонентов, варианты их установки, способы фиксации на плате.

Тема 2.2 Схема технологического процесса сборки и монтажа электронного модуля первого уровня (ЭМ-1), особенности выполнения отдельных операций. Разработка маршрутного техпроцесса сборки и монтажа ЭМ-1. Разработка технологической схемы сборки модулей первого и второго уровней.

Тема 2.3 Комплектование и подготовка компонентов к монтажу, входной контроль, особенности выполнения операций распаковки компонентов, рихтовки, формовки, обрезки, лужения их выводов, укладки в кассеты. Способы установки комплектов на плату, вручную, со световой индикацией, автоматический с применением полуавтоматов, автоматов, их особенности.

Тема 2.4 Технология сборки и монтажа электронных модулей первого уровня (ЭМ-1). Способы пайки выводов компонентов к элементам платы, их разновидности, особенности для каждого вида. Варианты реализации метода пайки погружением в ванну с расплавлением припоя, особенности каждого варианта. Варианты реализации метода пайки волной припоя, особенности каждого варианта. Особенности пайки выводов ИМС в корпусе типа 4 с применением автоматов и полуавтоматов. Разработка технологической операции пайки выводов микросхем в корпусе типа 4 с планарными выводами. Особенности поверхностного монтажа компонентов. Способы нанесения припойной пасты, установки компонентов на плату, пайки выводов компонентов к элементам платы .

Раздел 3. Технология сборки и монтажа электронных модулей второго и более уровней.

Тема 3.1 Способы выполнения монтажа электронных модулей второго и более высокого уровней, их особенности. Требования к разделке концов жил проводов и кабелей, разделке экранов и их соединению, технология выполнения работ.

Требования к вязке жгутов, их креплению к элементам аппаратуры, технология выполнения данных работ. Требования к креплению жил проводов к контакт-деталям и

наконечникам, технология выполнения данных работ. Требования к заделке жил проводов в контакты соединителей, технология выполнения данных работ.

Тема 3.2 Ленточные провода, их виды, преимущества. Особенности и способы монтажа ленточных проводов и кабелей. Пайка проводников ленточных проводов к элементам платы, в контакте соединителей и контакт-деталям, соединение жил ленточных проводов с помощью паяльных муфт, сварка жил ленточных проводов, технология выполнения работ.

Тема 3.3 Технология сборки и монтажа электронных модулей второго и более уровней. Соединение ленточных проводов методом обжатия, прокалывания изоляции, врезания, накруткой, особенности выполнения операций.

Размещение ленточных проводов в аппаратуре, способы их крепления в неподвижных и подвижных блоках, технология выполнения работ.

Тема 3.4 Схема технологического процесса изготовления электромеханических модулей. Точность сборки конструкций модуля. Особенности построения технологического процесса, возможность механизации и автоматизации сборочных работ.

Раздел 4. Методы обработки и формообразования материалов при производстве деталей и конструкций узлов электронных средств. Основные способы обработки деталей резанием, их особенности.

Тема 4.1 Физические методы обработки деталей. Управление технологическими процессами. ■ Технология изготовления многослойных печатных плат; ТП лазерной обработки; ТП плазменной обработки; ТП ультразвуковой очистки, сварки и обработки деталей РЭА; Основы управления технологическими процессами; Конструкторско-технологическая документация и правила оформления; виды покрытий; надежность ТП изготовления РЭА; технология сборки и монтажа РЭА. Типизация технологических процессов сборки РЭА; Технология изготовления изделий из керамики, ферритов, ситаллов и пластмасс.

Тема 4.2 Особенности выполнения различных операций процесса. Электрофизические и Электрохимические методы обработки деталей электронных средств, особенности выполнения операций, процесса при каждом методе. Лучевые методы обработки деталей электронных средств. Технология производства элементов электронных средств. Технология изготовления пластинчатых, витых и формованных магнитопроводов, применяемые материалы, оборудование, оснастка, режимы обработки. Особенности

изготовления магнитных головок различных видов. Технологический процесс изготовления намоточных изделий, виды намотки, параметры намотки, применяемые материалы, оборудование, оснастка.

Технология производства элементов электронных средств. Технологический процесс изготовления жестких магнитных дисков, особенности выполнения операций процесса на каждом этапе, применяемые материалы, оборудование, оснастка.

Технология производства волноводов, особенности выполнения отдельных операций процесса, применяемые материалы, оборудование, оснастка, инструменты.

Технология выполнения пропиточно-заливочных работ различных видов, особенность выполнения отдельных операций процесса, применяемые материалы, оборудование, оснастка. Технология регулирования наладки, контроля и испытаний электронных средств.

Тема 4.3 Регулировочно-настроечные операции, их назначение, методы выполнения. Основные этапы процесса регулировки и настройки, особенности выполнения операций на каждом этапе, применяемые оборудования, оснастка и документация. Основное содержание инструкции для настройки. Основные понятия о неисправности электронных средств и способах их устранения. Классификация дефектов аппаратуры, их особенность, уровни и способы поиска неисправностей в Э.С. Методы поиска неисправностей. Сущность, назначение, состав, порядок проведения технологической тренировки, содержание инструкции по проведению технологической тренировки. Виды испытаний при технологических тренировках электронных средств различных уровней. Оценка результатов проведения технологической тренировки. Технический контроль, его виды, назначения, состав операций при проведении контроля электронных средств различных уровней. Оценка результатов контроля.

Технология регулирования наладки, контроля и испытаний электронных средств.

Тема 4.4 Виды испытаний электронных средств, их назначение. Состав приемно-сдаточных периодических, типовых, предъявительских и других видов испытаний электронных средств. Назначение и состав программы проведения испытаний Э.С. Назначение параметров механических и других видов воздействий Э.С. Оценка результатов проведения испытаний каждого вида. Технологическая подготовка производства электронных средств. Система технологической подготовки производства, ее основные цели, задачи и содержание. Основные требования к технологичности

конструкции деталей, получаемые механической обработкой, методами литья, холодной штамповки, для деталей из пластмасс, сборочных единиц и изделий. Оценка технологичности конструкции изделия по трудоемкости, технологической себестоимости. Основные понятия о базировании деталей сборочных единиц, видах баз. Основные схемы базирования деталей и заготовок различной формы, погрешности, получаемые при этом. Определение погрешности при установке деталей на плоскость, на призму и оправку. Виды приспособлений, их назначение, основные их элементы. Исходные данные для проектирования приспособлений. Основные этапы проектирования приспособлений. Экономическая целесообразность изготовления приспособления. Разработка технологического процесса сборки и монтажа электронных модулей, способы проектирования. Система автоматизированного проектирования техпроцессов (САПР ТП), методы проектирования их сущность, схемы алгоритма проектирования техпроцессов автоматизированным способом. Автоматизация производства электронных средств. Основные понятия об автоматизации производства и ее этапах, традиционной и гибкой ее формах основные технико-экономические характеристики автоматизации процесса производства электронных средств. Автоматизированное (автоматическое) технологическое оборудование, его состав, назначение, основные характеристики, требования. Промышленные роботы, назначение, классификация, основные характеристики, структура, возможности. Агрегатированное и переналаживаемое АСТО, назначение, применение. Схемы компоновки АСТО и роботов в условиях автоматизированного производства ЭС. Основные понятия об гибких производственных модулях (ГПМ), робототехнологических и автоматизированных линиях, их разновидностях, составе, об автоматических роторных линиях сборки АЭС. Понятие о гибких производственных системах (ГПС), их классификации, составе, структуре, технологической системе, назначение элементов ГПС, их состав.

4.2. Тематический план практических работ

1. Разработка маршрутного технопроцесса подготовки ИЭТ к монтажу.
2. Расчет потребного количества оборудования для выполнения операций подготовки ИЭТ к монтажу.
3. Разработка технологической операции пайки микросхем с планарными выводами к площадкам платы паяльником.

4. Разработка маршрутного техпроцесса сборки и монтажа жгута блока.
5. Разработка маршрутного техпроцесса сборки и монтажа жгута блока (ЭМ-2).

4.2.2 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельное изучение лекционного материала по темам:

1. «Точностной расчет проводящего рисунка печатной платы с учетом технологических ограничений».
2. «Влияние качества материалов (диэлектрик, фольга и другие химикаты) и качества выполнения операции (механическая и химическая обработка, нанесение рисунка, осаждение и оплавление) на качество печатных плат».
3. «Технологический процесс пайки узлов на печатных платах методом погружения в расплавленный припой, варианты реализации данного метода, их особенности, преимущества и недостатки каждого варианта».
4. «Технология многопроводного монтажа фиксируемые проводами, варианты выполнения монтажа данным методом особенность выполнения отдельных операций процесса, достоинства, механизация работ при данном методе».
5. «Технология неупорядоченного монтажа незакрепленными проводами, варианты выполнения монтажа данным методом, особенности выполнения отдельных операций процесса, механизация работ при данном методе, достоинства».
6. «Технологический процесс пайки узлов на печатных платах волной припоя, варианты реализации данного метода, их особенности, преимущества и недостатки каждого варианта».
7. «Способы нанесения припойной пасты, особенности каждого способа, технология выполнения работ, применяемое оборудование».
8. «Способы установки компонентов на плату при поверхностном монтаже, технология выполнения работ, применяемое оборудование».
9. «Назначение, состав периодических испытаний электронных средств».
10. «Назначение, состав, порядок проведения типовых испытаний».

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 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств", 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. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем : учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01039-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/560660>
2. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем. Задачи и упражнения. Mathcad для приборостроения : учебник для вузов / А. Г. Щепетов. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03915-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/560818>

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, 2024. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7153-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/561307>
2. 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, 2024. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7154-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/561306>

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>