

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

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ 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

Трехгорный  
2021

# **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1 Цели дисциплины**

Целью учебной дисциплины «Технологические процессы производства радиоэлектронных систем» является изучение студентами сложного комплекса технологических процессов и нормативных документов, необходимых для изготовления радиоэлектронных средств, микросхем и микроблоков.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Задача дисциплины – обучение студентов существующим современным технологическим операциям, позволяющим проводить целенаправленный технологический процесс изготовления радиоэлектронных средств и систем.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Технологические процессы производства радиоэлектронных систем» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана (Б1.Б.40).

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

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

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

- Методика испытания радиоэлектронных систем и технологического оборудования;
  - Методы и устройства синхронизации в радиосистемах передачи информации,
- а также при прохождении производственной практики.

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

## **3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Технологические процессы производства радиоэлектронных систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

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

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

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

– способен выполнять работы по технологической подготовке производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем (ПК-3);

– способен организовывать метрологическое обеспечение производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем (ПК-4).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения;
- требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте;
- основные методы проектирования, исследования и эксплуатации радиотехнических систем;
- основы и задачи технологической подготовки производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем, виды специального технологического оборудования для выполнения различных операций в производстве радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем, принципы их работы, общее устройство;
- комплекс документов метрологического обеспечения производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем.

**уметь:**

- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и само-контроля;
- применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности
- обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте;
- применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники;
- осуществлять выбор специального технологического оборудования и оснастки для реализации спроектированного технологического процесса;
- использовать нормативные и справочные данные для контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации.

**владеть:**

- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровые сберегающих подходов и методик;
- навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте;
- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с действующей нормативной базой;
- навыками проектирования технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем методом синтеза типовых технологических операций;
- навыками работы с нормативной и технической документацией, регламентирующей требования метрологического обеспечения производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия ( <b>B17</b> )	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	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b>	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/практичес- ких решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно- исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно- исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

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

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

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя форма)	Аттестация раздела (неделя форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Самост. работа			
9 семестр									
1	Раздел 1	1-4	8	-	13	4	УО1-3	Т1-4	10
3	Раздел 2	5-9	10	-	14	5	УО2-8	КР1-9	15
4	Раздел 3	10-13	8	-	13	4	УО3-12	Т2-13	10
5	Раздел 4	14-18	10	-	14	5	ДЗ1-17	КР2-18, РГР	15
Итого			36	-	54	18			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

УО – устный опрос; Т – тест; ПР – практические работы, КР- контрольные работы.



## **4.1 Содержание лекций**

### **9 семестр**

#### **Раздел 1**

Жизненный цикл. Основные определения. Основные понятия. Структура и характеристика видов производства ЭС. Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Расчет и анализ технологичности узлов ЭС. Уровень технологичности.

#### **Раздел 2**

Техпроцессы сборки и монтажа аппаратуры. Анализ технологичности электронного узла. Выбор техпроцесса сборки электронного узла. Разработка схемы сборки. Разработка маршрутного ТП сборки. Разработка технологических операций. Технологические процессы и качество РЭА. Точность параметров РЭА. Методы оценки точности. Производительность труда. Технологическая себестоимость.

#### **Раздел 3**

Поверхностно монтируемые изделия (SMD-компоненты). Дискретные полупроводниковые компоненты. Корпуса микросхем. Размещения выводов. Матричные выводы. BGA-технология. Монтаж кристалла. Микрокорпус. Multi Chip Module. Классификация типов сборок. Технологии пайки при поверхностном монтаже. Пайка оплавлением. Пайка волной. Нанесение паяльной пасты на контактные площадки плат. Трафаретный метод нанесения припойной пасты. Установка компонентов. Полуавтоматическая сборка. Автоматическая сборка.

#### **Раздел 4**

Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические факторы. Механические факторы. Радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная РЭА. Транспортируемая РЭА. Портативная РЭА. Значения воздействующих факторов на группы РЭА. Требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Тактикотехнические требования. Конструктивно-технологические требования. Эксплуатационные требования. Требования по надежности. Экономические требования.

## **4.2 Тематический план практических работ**

1. Технология внешней приемки радиотехнических материалов.
2. Технология сборки жгутов для блочного монтажа радиоэлектронной аппаратуры.
3. Технология настройки блоков РЭС.
4. Регулировка ЭС.
5. Исследование процесса монтажа накруткой.
6. Исследование процесса точечной сварки.
7. Проектирование, моделирование и оптимизация технологических процессов.
8. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ЭС.
9. Автоматизированные системы управления технологическими процессами электронных производств.
10. Автоматизированное проектирование технологических процессов механической обработки деталей.
11. Автоматизированное проектирование технологических процессов штамповки.
12. Автоматизированное проектирование технологических процессов литья пластмасс.
13. Типовые процессы изготовления печатных плат.
14. Проектирование процессов сборки печатных узлов.

### **4.2.2 Самостоятельная работа студентов**

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 45 часов и включает самостоятельное изучение теоретического курса – проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к экзамену.

Подготовка и сдача экзамена составляет 27 часов.

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

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

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

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

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

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

### **Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
<b>9 семестр</b>			
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		
УО1	Устный опрос № 1	Средства проверки знания теоретического материала по курсу	Комплект вопросов
УО2	Устный опрос № 2		
УО3	Устный опрос № 3		
ДЗ1	Домашнее задание №1	Средства оценки умения самостоятельной обработки теоретического материала	Материал по курсу

## Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

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

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
УК-6	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: УО1, УО2, УО3, ДЗ1, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
УК-8	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: УО1, УО2, УО3, ДЗ1, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
ОПК-5	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: УО1, УО2, УО3, ДЗ1, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
ПК-3	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: УО1, УО2, УО3, ДЗ1, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
ПК-4	31, 32, 33, 34, 35	У1, У2, У3, У4, У5, У6	В1, В2, В3, В4, В5	9 семестр: УО1, УО2, УО3, ДЗ1, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР

## Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>9 семестр</b>						
Раздел 1.	Жизненный цикл. Основные определения. Основные понятия. Структура и характеристика видов производства ЭС. Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Расчет и анализ технологичности	УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-3, ПК-4	31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5	УО1	Т1	экзамен

	узлов ЭС. Уровень технологичности					
Раздел 2.	<p>Техпроцессы сборки и монтажа аппаратуры. Анализ технологичности электронного узла. Выбор техпроцесса сборки электронного узла. Разработка схемы сборки. Разработка маршрутного ТП сборки. Разработка технологических операций. Технологические процессы и качество РЭА. Точность параметров РЭА. Методы оценки точности. Производительность труда. Технологическая себестоимость</p>	<p>УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-3, ПК-4</p>	<p>31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5</p>	УО2	КР1	
Раздел 3.	<p>Поверхностно монтируемые изделия (SMD-компоненты). Дискретные полупроводниковые компоненты. Корпуса микросхем. Размещения выводов. Матричные выводы. BGA-технология. Монтаж кристалла. Микрокорпус. Multi Chip Module. Классификация типов сборок. Технологии пайки при поверхностном монтаже. Пайка оплавлением. Пайка волной. Нанесение паяльной пасты на контактные площадки плат. Трафаретный метод нанесения припойной пасты.</p>	<p>УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-3, ПК-4</p>	<p>31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5</p>	УО3	Т2	

	Установка компонентов. Полуавтоматическая сборка. Автоматическая сборка					
Раздел 4.	Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические факторы. Механические факторы. Радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная РЭА. Транспортируемая РЭА. Портативная РЭА. Значения воздействующих факторов на группы РЭА. Требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Тактикотехнические требования. Конструктивно-технологические требования. Эксплуатационные требования. Требования по надежности. Экономические требования	УК-6, УК-8, ОПК-5, ПК-3, ПК-4	31, 32, 33, 34, 35, У1, У2, У3, У4, У5, У6, В1, В2, В3, В4, В5	ДЗ1	КР2, РГР	

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т2	Тестовое	выставляется студенту, если 90-100% тестовых	5	5 – 3

	задание №2	вопросов выполнено правильно		
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	

РГР	Расчетно-графическая работа	выставляется студенту, если 90-100% работы выполнено правильно	15-14	15-9
		выставляется студенту, если 80-89% работы выполнено правильно	13-11	
		выставляется студенту, если 60-79% работы выполнено правильно	10-9	
		при выполнении студентом менее, чем 60% задания работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<9	
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		40-50
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	0-39
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно-ориентированные вопросы	<30	

### Шкала оценки лабораторных работ

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

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

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

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен 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» –	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но

<i>E, D</i>		не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – <i>F</i>	менее 60	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.

### Вопросы к экзамену

1. Основные определения. Этапы развития технологии. Типовые ТП.
2. Особенности ЭС с точки зрения ее изготовителя.
3. Структура современного радиозавода.
4. Структура жизненного цикла аппаратуры длительного функционирования.
5. Стандартизация. Ее роль в современном развитии техники. Этапы разработки ГОСТов.
6. Структура ТП. ЕСТПП.
7. Содержание работ по этапам ТПП.
8. Классификация ТП.
9. Обобщенная функциональная схема ТП. Понятие функционала.
10. Иерархические уровни производства ЭС.
11. Типы производства, их сравнительная характеристика.
12. Технологичность конструкции и пути ее повышения.
13. Критерии технологичности Бородачева.
14. Этапы отработки конструкции на технологичность.
15. Классификация показателей технологичности.
16. Разработка ТП как основная часть ТПП. Этапы проектирования полного ТП.
17. Этапы проектирования частного ТП.
18. Основные требования при проектировании ТП сборки.
19. Конструкторско-технологическая классификация документов.
20. Точность системы Станок-Приспособление-Инструмент-Деталь. Виды погрешностей.
21. Базирование деталей. Классификация баз.

22. Причины возникновения производственных погрешностей. Законы их распределения.

23. Устойчивость и стабильность ТП.

24. Типизация ТП.

25. Технология групповой обработки.

26. Пайка монтажных соединений. Припой, флюсы, требования к ним.

27. Сварка. Классификация видов сварки.

28. Технология жгутового монтажа. Монтаж накруткой. Работа УАМ-1.

29. Стежковый монтаж.

30. Технология намотки электрических катушек.

31. Методы создания токопроводящих покрытий печатных плат.

32. Способы нанесения рисунков печатных плат.

33. Материалы печатных оснований.

34. Фоторезисты. Диазопирование.

35. Сравнительный анализ методов изготовления одно- и двусторонних печатных плат.

36. Классификация методов изготовления многослойных печатных плат.

Электрические межслойные соединения механическими деталями.

37. Методы изготовления МПП: металлизация сквозных отверстий и попарное прессование.

38. Методы изготовления МПП: послойное наращивание, открытые контактные площадки и метод выступающих выводов.

39. Защита ЭС от влаги. Пропитка, заливка, обволакивание и герметизация.

40. Новое в технологии коммутационных плат.

41. Сущность и особенности сборки ЭС.

42. Методы обусловленной сборки.

43. Разъемные и неразъемные механические соединения: клепка, развальцовка, цапфы, запрессовка.

44. Схемы сборки ЭС.

45. Теоретическая схема сборки. Анализ технологий сборки ЭС по теоретической схеме сборки.

46. Методы регулировки ЭС.
47. Принципы построения контроля ЭС. Классификация методов контроля.
48. Контроль ЭРЭ. Диаграммы трудоемкости сборки ТЭЗов и распределения причин отказов в ТЭЗах.
49. Контроль качества монтажных соединений.
50. Методы контроля качества металлизации печатных плат.
51. Комбинированный метод изготовления печатных плат.
52. Ультразвуковая сварка.
53. Выбор оптимального ТП с точки зрения его себестоимости.
54. Виды оснасток. Правила выбора средств оснащения.
55. Полуаддитивная технология изготовления печатных плат.
56. Целевая функция технологии изготовления ЭС.
57. Пайка алюминия и его сплавов.
58. Монтаж ткаными устройствами коммутации и плоскими кабелями.
59. Поверхностный монтаж.
60. Методы групповой пайки элементов с радиальными выводами.
61. Методы групповой пайки элементов с планарными выводами.
62. Классификация методов нагрева при пайке.
63. Этапы проведения работ по наладке ЭС.
64. Технология жгутового монтажа. Сравнительная характеристика по сравнению с печатным монтажом.
65. Сравнительная характеристика методов изготовления МПП.
66. Методы графического отображения точек базирования и самих баз.

## **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 [Электронный ресурс] / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков; под редакцией А. С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022.

— 321 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490269>.

2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржилов; под редакцией А. С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490270>.

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

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Фарафонов С. Ю. Основы конструирования электронных средств: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / С. Ю. Фарафонов. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 34 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/102128.html> .

2. Филиппов Б. И. Информационная безопасность. Основы надежности средств связи: учебник [Электронный ресурс] / Б. И. Филиппов, О. Г. Шерстнева. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 227 с. — Текст: электронный // Электронно-

### 7.3 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	<a href="https://studfile.net/preview/960265/">https://studfile.net/preview/960265/</a>
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	<a href="http://www.gaw.ru/">http://www.gaw.ru/</a>
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	<a href="https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php">https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php</a>
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	<a href="https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrrotehnika">https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrrotehnika</a>
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	<a href="http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html">http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html</a>
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования Наукометрических данных)	<a href="https://istina.msu.ru/journals/96319/">https://istina.msu.ru/journals/96319/</a>
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	<a href="http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57">http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57</a>
14	KMSOFT (Научные статьи)	<a href="http://kmsoft.ru/lc/C012">http://kmsoft.ru/lc/C012</a>

### 7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ –

Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](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](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](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](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](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](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>