

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Трехгорный технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ  
\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«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» (Б1.В.ДВ.10.1) относится к вариативной части дисциплин по выбору.

### **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 «Обеспечение качества производства радиоэлектронных систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен проводить монтаж, наладку, испытания и сдачу опытных образцов (опытной партии) радиоэлектронных устройств или системы в соответствии с программами и методиками испытаний и другой нормативно-технической документацией (ПК-1);
- способен выполнять работы по технологической подготовке производства радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем (ПК-3);
- способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности (ПК-7);
- 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:**

- принципы наладки, настройки, регулировки и испытания радиоэлектронных средств и оборудования;
- 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;

- принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов;
- 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:**

- организовывать профилактические работы на радиоэлектронном оборудовании;
- осуществлять выбор специального технологического оборудования и оснастки для реализации спроектированного технологического процесса;
- разрабатывать конструкторскую и техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия с соблюдением требований безопасности и экологичности;
- 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:**

- навыками тестирования, обслуживания и обеспечения бесперебойной работы радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем;
- навыками проектирования технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем методом синтеза типовых технологических операций;
- навыками наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию опытных образцов радиоэлектронных устройств и систем;
- 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
<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 профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b>	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 <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:

		<p>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</p> <p>- 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>
	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></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 <b>(B23)</b></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 пользователей.</p>
	<p><b>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</b></p> <p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств <b>(B27)</b>;</p> <p>- формирование</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</p>

	культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (В28)	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 8 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 А										
1	Раздел 1	1-4	9	-	9	8	ПР1	КР1	10	
2	Раздел 2	5-8	9	-	8	9	ПР2	КР2	15	
3	Раздел 3	9-12	9	-	10	10	ПР3	КР3	10	
4	Раздел 4	13-18	9	-	9	9	ПР4	КР4	15	
Итого			36	-	36	36			50	
Зачет с оценкой			-						50	
Итого за семестр									100	

## 4.1 Содержание лекций

### А семестр

#### **Раздел 1. Тенденции развития и классификация РЭС. Общие принципы конструирования РЭС.**

Терминология и классификация РЭС по различным признакам: по функциональному назначению; по условиям эксплуатации; в зависимости от климатического исполнения; в зависимости от вида помещения, в котором расположено РЭС; в зависимости от стабильности параметров, сохраняемых при различных условиях.

Тенденции развития конструкций РЭС: комплексная микроминиатюризация (уменьшение массогабаритных характеристик); повышение надежности; уменьшение стоимости и цены; повышение конкурентоспособности; мультиплексирование, многоканальность.

#### **Раздел 2. ЕСКД, ее основные элементы и положения. Конструирование функциональных ячеек и блоков РЭС. Проектирование печатных плат и узлов.**

Виды изделий по ЕСКД: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Группы стандартов по ЕСКД. Стадии разработки КД. Виды КД (графической и текстовой) и ее комплектность. Способы выполнения КД. Учет и внесение изменений в КД. Классификаторы ЕСКД: структура кода; структура обозначения кода; классификаторы радиотехнических изделий. Виды схем по ЕСКД. Правила построения электрических схем: Э1, Э2, Э3, Э4. Требования к чертежу схемы Э3. Оформление перечня элементов к Э3.

#### **Раздел 3. Основные понятия технологии производства РЭС. Анализ технологичности конструкций РЭС. Виды и комплектность технологических документов. ЕСТД; ее положения.**

Производственный процесс, технологический процесс, технологическая операция, технологический переход, рабочее место, такт выпуска, ритм выпуска. Основные виды производства (единичное, серийное, массовое) и их особенности.

#### **Раздел 4. Технология производства печатных плат. Виды соединений в конструкциях РЭС. Технология сборки. Механические воздействия. Защита конструкций РЭС.**

Основные методы изготовления ПП. Технология изготовления ПП субтрактивным химическим методом. Технология изготовления ПП субтрактивным комбинированным базовым методом. Аддитивные методы изготовления ПП. Изготовление ПП трафаретным методом. Применение фотопечати в производстве ПП. Офсетный метод получения рисунка ПП. Финишная обработка ПП.

## 4.2 Тематический план практических работ

### А семестр

1. Анализ, классификационной характеристики выбранного РЭС.

2. Разработка внешней функциональной модели, формирование функциональных зон по ЭЗ.
3. Разработка чертежа схемы ЭЗ. Оформления ПЭЗ.
4. Разработка ТЗ для конструирования ПП выбранного РЭС.
5. Разработка ТЗ для конструирования ПП выбранного РЭС.
6. Анализ элементной базы.
7. Выбор характеристик ЭРЭ.
8. Разработка вариантов установки и размещения ЭРЭ на ПП.
9. Разработка вариантов трассировки ПП.
10. Разработка сборочного чертежа функционального узла.
11. Разработка спецификации к сборочному чертежу.
12. Расчет показателей технологичности конструкции выбранного РЭС.
13. Разработка схемы сборочного состава выбранного РЭС.
14. Разработка технологической схемы сборки РЭС.
15. Оформление маршрутной карты на сборку РЭС.
16. Изучение технологий изготовления ПП.
17. Изучение технологии монтажа на поверхность.

#### **4.2.2 Самостоятельная работа студентов**

##### **А семестр**

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

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 направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

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

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

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории на лабораторных установках бригадой студентов из 3-4 человек. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

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

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

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

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>А семестр</b>			
КР1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа №2		
КР3	Контрольная работа №3		
КР4	Контрольная работа №4		
ПР1	Практическая работа №1	Построение комплексного чертежа	Практическое задание
ПР2	Практическая работа №2		
ПР3	Практическая работа №3		
ПР4	Практическая работа №4		

**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)	
ПК-1	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	А семестр: КР1, КР2, КР3, КР4, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-3	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	А семестр: КР1, КР2, КР3, КР4, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-7	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	А семестр: КР1, КР2, КР3, КР4, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4
ПК-8	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	А семестр: КР1, КР2, КР3, КР4, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4

## Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>А семестр</b>						
Раздел 1.	Тенденции развития и классификация РЭС. Общие принципы конструирования РЭС. Терминология и классификация РЭС по различным признакам: по функциональному назначению; по условиям эксплуатации; в зависимости от климатического исполнения; в зависимости от вида помещения, в котором расположено РЭС; в зависимости от стабильности параметров, сохраняемых при различных условиях. Тенденции развития конструкций РЭС: комплексная микроминиатюризация (уменьшение массогабаритных характеристик); повышение надежности; уменьшение стоимости и цены; повышение конкурентоспособности; мультиплексирование, многоканальность.	ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ПР1	КР1	Зачет с оценкой
Раздел 2.	ЕСКД, ее основные элементы и положения. Конструирование функциональных ячеек и блоков РЭС. Проектирование	ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ПР2	КР2	

	<p>печатных плат и узлов. Виды изделий по ЕСКД: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Группы стандартов по ЕСКД. Стадии разработки КД. Виды КД (графической и текстовой) и ее комплектность. Способы выполнения КД. Учет и внесение изменений в КД. Классификаторы ЕСКД: структура кода; структура обозначения кода; классификаторы радиотехнических изделий. Виды схем по ЕСКД. Правила построения электрических схем: Э1, Э2, Э3, Э4. Требования к чертежу схемы Э3. Оформление перечня элементов к Э3.</p>					
Раздел 3.	<p>Основные понятия технологии производства РЭС. Анализ технологичности конструкций РЭС. Виды и комплектность технологических документов. ЕСТД; ее положения. Производственный процесс, технологический процесс, технологическая операция, технологический переход, рабочее место, такт выпуска, ритм выпуска. Основные виды производства (единичное, серийное, массовое) и их особенности.</p>	ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ПР3	КР3	

Раздел 4.	Технология производства печатных плат. Виды соединений в конструкциях РЭС. Технология сборки. Механические воздействия. Защита конструкций РЭС. Основные методы изготовления ПП. Технология изготовления ПП субтрактивным химическим методом. Технология изготовления ПП субтрактивным комбинированным базовым методом. Аддитивные методы изготовления ПП. Изготовление ПП трафаретным методом. Применение фотопечати в производстве ПП. Офсетный метод получения рисунка ПП. Финишная обработка ПП.	ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПК-8	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ПР4	КР4	
-----------	--	---------------------------------	---	-----	-----	--

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
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,	<6	

		оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
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	
КР3	Контрольная работа №3	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	
КР4	Контрольная работа №4	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	10	10 – 6

		монографической литературы.		
		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	
30	Зачет с оценкой	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
30	Зачет с оценкой	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	50 – 30
		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	

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
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E
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 твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	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 зачету с оценкой

1. Классификация РЭС по различным признакам: по функциональному назначению; по условиям эксплуатации в зависимости от климатического исполнения, вида помещения, в котором расположена РЭС, в зависимости от стабильности параметров, сохраняемых при различных условиях;
2. Тенденции развития РЭС: мультиплексирование, микроминиатюризация, уменьшение массогабаритных характеристик, увеличение надежности РЭС, уменьшение стоимости и цены;
3. Требования, учитываемые при разработке РЭС: общие, специфические, эксплуатационные, конструкторско-технологические;
4. Показатели качества РЭС;
5. Функциональный подход при конструировании РЭС: ВМ, ФСС, матрица А;
6. Свойства конструкций РЭС; типовая структура РЭС: 0 – 3 уровни;

7. Методы и принципы конструирования РЭС: преемственность, повторяемость, типизация, унификация, метод параметрических рядов, метод нормализации, метод стандартизации, принцип взаимозаменяемости;

8. Общая методика конструирования РЭС;

9. ЕСКД, ее элементы и положения; виды изделий по ЕСКД: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект; группы стандартов по ЕСКД; стадии разработки КД; виды КД (графическая и текстовая и ее комплектность; способы выполнения КД; учет и внесение изменений в КД;

10. Классификаторы ЕСКД: структура кода; структура обозначения кода; классификаторы радиотехнических изделий;

11. Виды схем по ЕСКД. Правила построения электрических схем: Э1, Э2, Э3, Э4. Требования к чертежу схемы Э3. Разработка ПЭЗ;

12. Основные понятия, термины и определения при проектировании печатных плат и узлов;

13. Проектирование платы (основные размеры плат, материал для изготовления печатных плат, конструирование печатных плат и элементов печатного монтажа; правила оформления (разработки чертежа ПП);

14. Проектирование печатных узлов: конструирование печатных плат, выбор типоразмеров печатных плат, правила размещения ЭРЭ, варианты установки, трассировка печатных проводников;

15. Конструирование функциональных узлов РЭС с поверхностным монтажом; технология монтажа на поверхность: варианты конструкций узлов, правила конструирования;

16. Оформление сборочного чертежа функционального узла

17. Правила оформления спецификации к сборочному чертежу печатной платы;

18. Электрические требования и характеристики печатных плат;

19. Выбор типоразмеров печатных плат;

20. Формы и размеры контактных площадок. Факторы и ограничения при проектировании контактных площадок;

21. Расчет контактных площадок: круглой формы, прямоугольной формы;

22. Элементная база. Анализ элементной базы – основа размещения ЭРЭ на печатной плате;

23. Оптимальные варианты установки ЭРЭ на печатные платы: резисторов и конденсаторов, электролитических конденсаторов, диодов, микросхем;
24. Разработка ТЗ на печатный узел;
25. Основные понятия: производственный процесс, технологический процесс, технологическая операция, технологический переход, рабочее место, такт выпуска, ритм выпуска;
26. Основные виды производства (единичное, серийное, массовое и их особенности);
27. Анализ и расчет технологичности электронного узла: система базовых показателей и комплексный показатель технологичности;
28. Нормативные значения комплексного показателя технологичности;
29. Виды описания ТП: маршрутное, операционное, маршрутно-операционное;
30. Виды и назначение технологических документов: карта эскизов, маршрутная карта, операционная карта;
31. Схема сборочного состава и технологическая схема сборки: назначение, правила составления и примеры выполнения;
32. Технология изготовления ПП субтрактивным химическим методом;
33. Технология изготовления ПП субтрактивным комбинированным базовым методом;
34. Аддитивные методы изготовления ПП;
35. Применение фотопечати в производстве ПП;
36. Офсетный метод получения рисунка ПП;
37. Финишная обработка ПП;
38. Механические и электрические соединения;
39. Методы получения паяных соединений;
40. Последовательность технологических операций сборки узла РЭС;
41. Варианты технологических процессов при монтаже на поверхность и в отверстие на односторонних и двусторонних печатных платах;
42. Классификация механических воздействий на конструкции РЭС;
43. Конструктивные способы защиты РЭС от механических воздействий;
44. Электромагнитное экранирование РЭС;
45. Фильтрации электрических помех в РЭС;

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Введение в нанотехнологию: учебник [Электронный ресурс] / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 464 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168460>.
2. Корнеев С. С. Технология машиностроения и приборостроения: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / С. С. Корнеев, А. Л. Галиновский, В. М. Корнеева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 366 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/497493>.
3. Соседко В. В. Система автоматизированного проектирования печатных плат - Altium Designer: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Соседко, А. Г. Янишевская, Л. Ю. Забелин. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 198 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/90599.html>.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Ёлшин Ю. М. Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200x [Электронный ресурс] / Ю. М. Ёлшин. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2018. — 464 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/90329.html>.
2. Конюшков Г. В. Основы конструирования механизмов электронной техники: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Конюшков, В. И. Воронин, С. М. Лисовский. — 2-е изд. — Москва: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 184 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/75210.html>.
3. Лозовский В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 332 с. — Текст: электронный //

Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа:  
<https://e.lanbook.com/book/113943>.

### 7.3 Интернет-ресурсы

№ №	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ)	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>
2	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
3	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
6	НП НЭИКОН Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
7	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>
8	Международная система цитирования Web Of Science Правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
9	Международная система цитирования Scopus Издательство Elsevier, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</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. РАДИО – Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7974](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7974) .
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>