

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**  
**«МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ**  
**СРЕДСТВ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Трехгорный  
2021

# **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1 Цели дисциплины**

Подготовка специалистов в области испытания жизнеспособных электронных средств и систем, в результате обучения студентов современным методам испытания конструкций ЭС.

Изучение влияния результатов испытаний на эффективность и надежность радиотехнических устройств и систем методик конструирования ЭС с точки зрения. Обеспечения высокого уровня технических и эксплуатационных характеристик и технологичности.

В результате изучения курса и на основе предварительно изученных дисциплин студент получает знания и практические навыки при организации и проведении испытаний конструкций ЭС на основе системного подхода в соответствии с задачами повышения эффективности производства и применения электронных средств.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Обучить студентов существующим современным методам организации и проведения испытаний ЭС, результаты которых позволяют проводить целенаправленный синтез и системный анализ конструкций электронных средств и систем.

Привить будущему специалисту системный подход при решении задач, связанных с испытаниями и экспериментальными исследованиями электронных средств и систем. Изучение влияния внешних и внутренних факторов, воздействующих на ЭС, при их эксплуатации, транспортировании и хранении с целью обоснованного выбора конструктивных мер защиты от внешних воздействующих факторов на этапах проектирования и испытания.

Изучение принципов и задач испытаний ЭС и их теоретическое обоснование на основе классических положений теоретической механики, термодинамики и аэрогидромеханики позволяющих обеспечивать эффективность и качество проектируемых ЭС.

Изучение методов и средств испытаний широкого класса ЭС на тепловые и механические воздействия с учетом назначения и условий эксплуатации, взаимного влияния.

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

Дисциплина «Методы и устройства испытаний электронных средств» Б1.Б.41 относится к вариативной части обязательных дисциплин.

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

### **3.1 Профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Методы и устройства испытаний электронных средств» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

– 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 решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-7);

– 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);

- подготовка документации на ремонт радиоэлектронного оборудования, контроль технического состояния оборудования, поступившего из ремонта (ПК-2);
- способен производить ввод в эксплуатацию радиоэлектронных комплексов (ПК-1.2);
- способен проводить техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов (ПК-1.3);
- способен проводить текущий ремонт радиоэлектронных комплексов (ПК-1.4).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте;
- современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации;
- принципы наладки, настройки, регулировки и испытания радиоэлектронных средств и оборудования;
- правила, нормы и требования разработки документации на ремонт радиоэлектронного оборудования, методику и методы технической диагностики оборудования;
- теорию и практику эксплуатации радиоэлектронных комплексов, виды и содержание эксплуатационных документов, содержание мероприятий по вводу в эксплуатацию радиоэлектронных комплексов, методы метрологического обеспечения эксплуатации радиоэлектронных комплексов;
- способы настройки и монтажа составных частей радиоэлектронных комплексов;

– методы мониторинга и диагностики технического состояния радиоэлектронных комплексов, принципы работы, устройство, технические возможности средств контроля технического состояния радиоэлектронных комплексов и перспективы их совершенствования, радиоизмерительного оборудования в объеме выполняемых работ, методы и способы калибровки контрольно-измерительных приборов.

**уметь:**

– 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;

– решать стандартные задачи профессиональной деятельности с помощью современных средств автоматизации;

– организовывать профилактические работы на радиоэлектронном оборудовании;

– производить выбор диагностических параметров для дефектов и неисправностей оборудования, осуществлять выбор технологии метода и средств технического диагностирования для конкретных задач диагностики оборудования;

– работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов;

– монтировать и настраивать составные части радиоэлектронных комплексов, диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных комплексов, использовать измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных комплексов;

– использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронных комплексов, производить замену ответственных узлов и элементов радиоэлектронных комплексов, составлять ремонтные ведомости и рекламационные акты, необходимые для устранения возникших во время

эксплуатации неисправностей в радиоэлектронных комплексах или их составных частях.

**Владеть:**

– навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте;

– навыками применения современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий при решении задач профессиональной деятельности;

– навыками тестирования, обслуживания и обеспечения бесперебойной работы радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем;

– навыками применения инструментальных средств для составления документации по техническому сопровождению в ходе эксплуатации радиоэлектронного оборудования и навыками контроля технического состояния оборудования, поступившего из ремонта;

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

– навыками изучения инструкций по монтажу, настройке, пуску и обкатке радиоэлектронных комплексов и их составных частей, тестирования работы радиоэлектронных комплексов, настройки радиоэлектронных комплексов при проведении их технического обслуживания;

– навыками проведения мониторинга технического состояния радиоэлектронных комплексов по основным показателям, локализации неисправностей при техническом диагностировании радиоэлектронного комплекса, отказ части которого привел к возникновению его неработоспособного состояния, проверки функционирования радиоэлектронных комплексов после проведения ремонтных работ, контроля

качества проведения ремонта радиоэлектронных комплексов и их составных частей.

### 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>(В17)</b>	<p>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.</p> <p>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.</p>
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</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	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

	<p>исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</p> <p>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> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- 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.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</li> <li>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</li> <li>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></li> </ul>	<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры информационной</li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков</p>



	безопасности <b>(B23)</b>	информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователей.
	<b>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</b> - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств <b>(B27)</b> ; - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории <b>(B28)</b>	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 6 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				
6 семестр										
1	Раздел 1	1-4	7	4	7	9	ЛР1	Т1	10	
2	Раздел 2	5-8	7	3	8	9	ЛР2	КР2	15	
3	Раздел 3	9-12	7	4	7	9	ЛР3	Т2	10	
4	Раздел 4	13-18	7	3	8	9	ЛР4	КР2, РГР	15	
Итого			28	14	30	36			50	
Зачет с оценкой									-	50
Итого за семестр									100	

#### **4.1 Содержание лекций**

##### **Раздел 1. Факторы и испытания электронных средств**

1.1 Факторы, воздействующие на электронные средства. Проблемы испытаний.

1.2 Общие сведения о воздействующих факторах на ЭС.

1.3 Классификация воздействий. Виды и классификация воздействующих факторов.

1.4 Классификации внешних воздействующих факторов и требования действующих стандартов.

1.5 Механические, климатические, радиационные, электромагнитные и др. воздействующие фактор. Причины образования и характеристики.

1.6 Основы теории испытаний электронных средств.

1.7 Некоторые понятия теории вероятностей, применяемые при испытаниях ЭС.

1.8 Выборочный метод испытаний. Основные характеристики. Классификация испытаний.

1.9 Проведение лабораторных и стендовых испытаний. Программа испытаний ЭС. Методика испытаний.

## **Раздел 2. Испытания**

2.1 Испытания электронных средств и механические воздействия. Основные характеристики и виды механических воздействующих факторов.

2.2 Основные принципы защиты ЭС от механических воздействий. Анализ основных требований, предъявляемых к ЭС при вибрационных воздействиях.

2.3 Методика оценки ЭС на виброустойчивость.

2.4 Испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Обзор методов и средств защиты ЭС от вибрационных воздействий.

2.5 Воздействие ударной нагрузки. Методы оценки удароустойчивости ЭС с применением различных средств защиты. Испытания на ударопрочность и удароустойчивость.

2.6 Воздействие линейной нагрузки. Унифицированные и неунифицированные виброизоляторы.

2.7 Виды, типоразмеры, области применения и условия эксплуатации.

Воздействие акустического шума. Методы и средства испытаний на акустические воздействия.

2.8 Испытания электронных средств и климатические воздействия. Методология климатических испытаний. Внешние и внутренние тепловые воздействия.

2.9 Принципы обеспечения заданных тепловых режимов ЭС. Воздействие пониженной и повышенной температуры среды. Изменение температуры и термоудар.

2.10 Основы проектирования способов и средств защиты ЭС от термических воздействий. Виды теплопередачи. Основные законы тепло-массообмена в ЭС.

2.11 Методы оценки эффективности средств обеспечения заданного теплового режима.

2.12 Рекомендации по использованию средств обеспечения заданного теплового режима.

2.13 Воздействие повышенной влажности. Воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления.

2.14 Воздействие солнечного излучения. Воздействие атмосферы содержащей агрессивные среды.

2.15 Воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на герметичность.

2.16 Комплексные климатические воздействия. Основы методологии проведения комплексных климатических испытаний.

### **Раздел 3. Испытания на прочие воздействия**

3.1 Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия.

3.2 Биологические воздействия на ЭС. Испытания на грибоустойчивость. Методы испытаний и оборудование. Коррозионно-активное воздействие на ЭС.

3.3 Испытания на коррозионно-активное воздействие. Оценка коррозионной стойкости.

3.4 Технологические воздействия на ЭС. Испытания на воздействие газовых сред заполнения.

3.5 Испытания на теплостойкость при пайке узлов ЭС.

3.6 Испытания электронных средств на воздействие космической среды и радиационные воздействия.

3.7 Воздействие криогенных и высоких температур на элементы конструкций ЭС. Воздействие потоков корпускулярных частиц на покрытия космических ЭС.

3.9 Радиационные пояса Земли. Защита ЭС от действия радиационных поясов Земли.

3.10 Специальные виды космических испытаний.

Радиационные воздействия на ЭС. Воздействие на ЭС радиоактивного излучения.

3.11 Количественные характеристики радиоактивного излучения. Организация защиты от радиационных излучений. Радиационные испытания ЭС.

#### **Раздел 4. Обработка данных об испытаниях**

4.1 Испытания электронных средств на надежность.

Количественные показатели надежности. Средняя наработка изделия до отказа и вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов.

4.2 Планирование испытаний на надежность. План контроля. Планирование по приемочному и браковочному уровням.

4.3 Методы планирования испытаний на надежность. Параметры-критерии годности при испытании на надежность. Испытания на долговечность и сохраняемость. Ускоренные испытания.

4.4 Статистическая обработка результатов испытаний электронных средств.

4.5 Влияние точности измерительных средств на результаты испытаний. Критерии исключения выбросов ПКГ при статистической обработке результатов испытаний.

4.6 Аттестация средств испытаний. Цели и задачи аккредитации испытательных лабораторий.

4.7 Основополагающие стандарты по испытаниям изделий на воздействие внешних факторов.

- 4.8 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов.
- 4.9 Автоматизация и обеспечение испытаний электронных средств. Автоматизированная система испытаний и ее информационная модель. станции. Разработка автоматизированной системы испытаний.
- 4.10 Техническое, математическое, программное, информационное и организационное обеспечение АСИ.

## **4.2. Тематический план лабораторных работ**

**Лабораторная работа №1** Исследование и отыскание неисправностей стабилизаторов напряжения.

**Лабораторная работа №2** Исследование и отыскание неисправностей усилителей высокой частоты.

**Лабораторная работа №3** Исследование и отыскание неисправностей генераторов низкой частоты.

**Лабораторная работа №4** Исследование и отыскание неисправностей импульсных усилителей.

### **4.2.1 Тематический план практических работ**

1. «Виды воздействующих факторов. Методы испытаний».
2. «Приобретение заряда космическим летательным аппаратом и защита от него».
3. «Испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Защита ЭС от механических воздействий».
4. «Температурные испытания. Оценка тепловых режимов полупроводниковых узлов (теплоотвод-полупроводниковый прибор)».
5. «Методы оценки эффективности средств обеспечения заданного теплового режима ЭС».
6. «Защита ЭС от действия радиационных поясов Земли. Специальные виды космических испытаний».

7. «Практика проведения испытаний на надежность. Планирование испытаний»
8. «Стандарты и практика испытаний ЭС на воздействие внешних факторов».
- 9.«Основы метрологии при испытаниях ЭС. Приборы, стенды и оборудование».

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

1. Изучение лекционного материала по теме: «Необходимость и проблемы испытаний ЭС».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Анализ частотной зависимости амплитуды колебаний ЭС и разработка практических рекомендаций».
3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Исследование тепловых режимов конструкций блоков ЭС. Испытания ЭРЭ на тепловые воздействия».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Воздействие песка и пыли».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Исследование основных принципов защиты ЭС от вибрационных воздействий. Испытания ЭС на вибрационные воздействия.».
6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Изучение воздействия ударных нагрузок на конструкции ЭС. Испытания ЭС на ударные воздействия».
- 7.Изучение лекционного материала по теме: «Графические методы представления экспериментальных данных».
8. Изучение лекционного материала по теме: «Экономическая эффективность применения АСИ».

### **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 компетентного 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.

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 проверке текущих знаний.

## **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
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		
ЛР1	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
ЛР2	Лабораторная работа №2		
ЛР3	Лабораторная работа №3		
ЛР4	Лабораторная 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)	
УК-8	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР
ОПК-7	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР

ПК-1	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР
ПК-2	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР
ПК-1.2	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР
ПК-1.3	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР
ПК-1.4	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	6 семестр: Т1, Т2, Т3, КР, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, РГР

### Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>6 семестр</b>						
Раздел 1.	Факторы, воздействующие на электронные средства. Проблемы испытаний.  Основы теории испытаний электронных средств.  Некоторые понятия теории	УК-8, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	ЛР1	Т1	Зачет с оценкой

	вероятностей, применяемые при испытаниях ЭС.				
Раздел 2.	Испытания электронных средств и механические воздействия.  Испытания электронных средств и климатические воздействия.  Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия.	УК-8, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	ЛР2	КР1
Раздел 3.	Испытания электронных средств на воздействие космической среды и радиационные воздействия.  Испытания электронных средств на надежность.	УК-8, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	ЛР3	Т2
Раздел 4.	Статистическая обработка результатов испытаний электронных средств.  Автоматизация и обеспечение испытаний электронных средств.	УК-8, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	ЛР4	КР2

## 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 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		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	<2	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		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	<2	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		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	<2	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если все 8 задач решены верно	10	

		выставляется студенту, если 7 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9	<b>10 – 6</b>
		выставляется студенту, если 5 задачи решены верно, а 3 задачи не решены или решения содержат ошибки	8	
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, и хотя бы одна задача из 5 оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если все 10 задач решены верно	10	<b>10 – 6</b>
		выставляется студенту, если 8 задачи решены верно, а 2 задачи не решены или решения содержат ошибки	9	
		выставляется студенту, если 6 задач решены верно, а две задачи не решены или решения содержат ошибки	8	
		выставляется студенту, если 4 задачи решены верно, и хотя бы 1 задача из 4 оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
РГР	Расчетно-графическая работа	выставляется студенту, если 90-100% работы выполнено правильно	15-14	<b>15-9</b>
		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	

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	

### **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	
	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
<p>«отлично»</p> <p>–</p> <p>A</p>	<p>90 ÷ 100</p>	<p>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.</p>
<p>«хорошо»</p> <p>–</p> <p>D, C, B</p>	<p>70 ÷ 89</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.</p>
<p>«удовлетворительно»</p> <p>–</p> <p>E, D</p>	<p>60 ÷ 69</p>	<p>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.</p>
<p>«неудовлетворительно»</p> <p>–</p> <p>F</p>	<p>менее 60</p>	<p>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.</p>

### Вопросы к зачету с оценкой

1. Проблемы испытаний.
2. Общие сведения о воздействующих факторах на ЭС.
3. Классификация воздействий. Виды и классификация воздействующих факторов.
4. Классификации внешних воздействующих факторов и требования действующих стандартов.
5. Механические, климатические, радиационные, электромагнитные и др. воздействующие фактор.



6. Причины образования и характеристики.
7. Некоторые понятия теории вероятностей, применяемые при испытаниях ЭС.
8. Выборочный метод испытаний. Основные характеристики. Классификация испытаний.
9. Проведение лабораторных и стендовых испытаний. Программа испытаний ЭС. Методика испытаний.
10. Основные характеристики и виды механических воздействующих факторов.
11. Основные принципы защиты ЭС от механических воздействий.
12. Анализ основных требований, предъявляемых к ЭС при вибрационных воздействиях.
13. Методика оценки ЭС на виброустойчивость. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость. Обзор методов и средств защиты ЭС от вибрационных воздействий.
14. Воздействие ударной нагрузки. Методы оценки удароустойчивости ЭС с применением различных средств защиты. Испытания на ударопрочность и удароустойчивость.
15. Воздействие линейной нагрузки. Унифицированные и неунифицированные виброизоляторы.
16. Виды, типоразмеры, области применения и условия эксплуатации.
17. Воздействие акустического шума. Методы и средства испытаний на акустические воздействия.
18. Методология климатических испытаний.
19. Внешние и внутренние тепловые воздействия.
20. Принципы обеспечения заданных тепловых режимов ЭС.
21. Воздействие пониженной и повышенной температуры среды. Изменение температуры и термоудар.
22. Основы проектирования способов и средств защиты ЭС от термических воздействий.

23. Виды теплопередачи. Основные законы тепло-массообмена в ЭС.
24. Методы оценки эффективности средств обеспечения заданного теплового режима.
25. Рекомендации по использованию средств обеспечения заданного теплового режима.
26. Воздействие повышенной влажности. Воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления.
27. Воздействие солнечного излучения. Воздействие атмосферы содержащей агрессивные среды.
28. Воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на герметичность.
29. Комплексные климатические воздействия. Основы методологии проведения комплексных климатических испытаний.
30. Биологические воздействия на ЭС. Испытания на грибоустойчивость. Методы испытаний и оборудование.
31. Коррозионно-активное воздействие на ЭС. Испытания на коррозионно-активное воздействие. Оценка коррозионной стойкости.
32. Технологические воздействия на ЭС. Испытания на воздействие газовых сред заполнения.
33. Испытания на теплостойкость при пайке узлов ЭС.
34. Воздействие криогенных и высоких температур на элементы конструкций ЭС.
35. Воздействие потоков корпускулярных частиц на покрытия космических ЭС.
36. Радиационные пояса Земли. Защита ЭС от действия радиационных поясов Земли. Специальные виды космических испытаний.
37. Радиационные воздействия на ЭС. Воздействие на ЭС радиоактивного излучения.

38. Количественные характеристики радиоактивного излучения. Организация защиты от радиационных излучений. Радиационные испытания ЭС.
39. Количественные показатели надежности.
40. Средняя наработка изделия до отказа и вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов.
41. Влияние точности измерительных средств на результаты испытаний.
42. Критерии исключения выбросов ПКГ при статистической обработке результатов испытаний.
43. Аттестация средств испытаний. Цели и задачи аккредитации испытательных лабораторий.
44. основополагающие стандарты по испытаниям изделий на воздействие внешних факторов. Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов.
45. Автоматизированная система испытаний и ее информационная модель. станции. Разработка автоматизированной системы испытаний.
46. Техническое, математическое, программное, информационное и организационное обеспечение АСИ.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Жуков В. К. Метрология. Теория измерений: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. К. Жуков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 414 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490336>.
2. Латышенко К. П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Практикум: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / К. П. Латышенко, В. В. Головин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство

Юрайт, 2022. — 161 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/491305>.

3. Сафиуллин Р. К. Основы автоматики и автоматизация процессов: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Р. К. Сафиуллин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 146 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492843>.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Латышенко К.П. — 2-е изд. - Саратов: Вузовское образование, 2019. — 307 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа IPR BOOKS [сайт]. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/79612.html?replacement=1>.

2. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств: учебник [Электронный ресурс] / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 480 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168617>.

## 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	Вебсайт электроники	<a href="http://www.goldcrocus.ru/pc/elektro-tex.ru/index.html">http://www.goldcrocus.ru/pc/elektro-tex.ru/index.html</a>
8	Электрика для всех	<a href="http://www.nr-labs.ru/clauses.html">http://www.nr-labs.ru/clauses.html</a>
9	Электромеханика	<a href="http://elektromehnika.org/publ/stati_po_ehlektrotekhnike/2">http://elektromehnika.org/publ/stati_po_ehlektrotekhnike/2</a>
10	SCI-ARTICLE Публикация научных статей	<a href="https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika">https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika</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>

#### 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. 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.
5. 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>