

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**

### **«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ 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**

Изучение основных положений теории надежности, показателей надежности, методов расчета показателей надежности, способ повышения надежности электронных средств.

## **1.2 Задачи дисциплины**

поставленная цель достигается путем изучения:

- общей характеристики современных ЭС и РЭС;
- воздействий на конструкции ЭС (РЭС);
- традиционных методов их конструирования;
- основ системного подхода при конструировании ЭС (РЭС);
- математических основ конструирования и моделей ЭС (РЭС);
- основ теории надежности.

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

Дисциплина «Основы теории надежности электронных средств» (Б1.В.ДВ.4.1) 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**

Изучение дисциплины «Основы теории надежности электронных средств» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- 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 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:**

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

	<p>культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <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</li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для</p>

	информационной безопасности (В23)	формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	<b>УГНС 11.00.00</b> <b>«Электроника, радиотехника и системы связи»:</b> - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (В27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (В28)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемы 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 составляет 3 зачетные единицы, 108 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)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа				
7 семестр										

1	Раздел 1	1-4	5	5	4	7	ЛР1	ЛР2	10
2	Раздел 2	5-8	4	4	5	6	ЛР3	КР №1	15
3	Раздел 3	9-12	5	5	4	7	ЛР4	ЛР5	10
4	Раздел 4	13-18	4	4	5	7	РГР	КР №2	15
Итого			18	18	18	27			50
Экзамен							27		50
Итого за семестр									100

## 4.1 Содержание лекций

### 7 семестр

#### Раздел 1. Основные понятия

- 1.1 Введение. Основные понятия и положения теории надежности .
- 1.2 Стандарты и руководящие материалы по надежности.
- 1.3. Обзор методологий прогнозирования и обеспечения безотказности.
- 1.4 Предпосылки для построения модели прогнозирования надежности.

#### Раздел 2. Модели прогнозирования

- 2.1 Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС.
- 2.2 Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне.
- 2.3 Модели прогнозирования надежности ММНС на системном уровне.
- 2.4 Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры.

#### Раздел 3. ММНС

- 3.1 Исследование безотказности технологических структур ММНС.
- 3.2 Методы прогнозирования безотказности программных средств ММНС.

3.3 Методы расчета безотказности с учетом структуры алгоритма и различных видов отказов.

3.4 Метод обеспечения безотказности ММНС на элементном и структурном уровне с использованием различных видов избыточности.

#### **Раздел 4. Анализ ММНС**

4.1 Методы экспериментальной проверки надежности ММНС.

4.2 Программы обеспечения надежности ММНС на этапе разработки.

4.3 Программы обеспечения стойкости ММНС.

4.4 Методы анализа экономической эффективности мероприятий по надежности ММНС.

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

Лабораторная работа № 1 Создание и редактирование символа компонента

Лабораторная работа № 2 Создание и редактирование паттерна компонента.

Создание библиотеки компонента

Лабораторная работа № 3 Создание и редактирование принципиальных электрических схем

Лабораторная работа № 4 Размещение компонентов и трассировка соединений на печатной плате

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

1. Предпосылки для построения модели прогнозирования надежности.

2. Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС.

3. Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне.

4. Модели прогнозирования надежности ММНС на системном уровне.

5. Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры.

6. Исследование безотказности технологических структур ММНС.

7. Методы прогнозирования безотказности программных средств ММНС.



8. Методы расчета безотказности с учетом структуры алгоритма и различных видов отказов.
9. Метод прогнозирования безотказности ММНС по внезапным отказам.
10. Метод обеспечения безотказности ММНС на элементном и структурном уровне с использованием различных видов избыточности.
11. Программы обеспечения надежности ММНС на этапе разработки.

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

1. Изучение лекционного материала по теме: «Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры».
2. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Обзор методологий прогнозирования и обеспечения безотказности ММНС».
3. Изучение лекционного материала по теме: «Метод прогнозирования безотказности ММНС по внезапным отказам».
4. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне».
6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Модели прогнозирования надежности НПС на системном уровне».
7. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от рабочей температуры».
8. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции».

## 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 физических 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>7 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		
LP1	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
LP2	Лабораторная работа №2		
LP3	Лабораторная работа №3		
LP4	Лабораторная работа №4		
RGR	Расчетно-графическая работа	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство

**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-7	31, 32	У1, У2	В1, В2	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4
ПК-8	31, 32	У1, У2	В1, В2	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4

## Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>7 семестр</b>						
Раздел 1.	<p>1.1 Введение. Основные понятия и положения теории надежности.</p> <p>1.2 Стандарты и руководящие материалы по надежности.</p> <p>1.3. Обзор методологий прогнозирования и обеспечения безотказности.</p> <p>1.4 Предпосылки для построения модели прогнозирования надежности.</p>	ПК-7, ПК-8	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР1	Т1	
Раздел 2.	<p>2.1 Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС.</p> <p>2.2 Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне.</p> <p>2.3 Модели прогнозирования надежности ММНС на системном уровне.</p> <p>2.4 Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры.</p>	ПК-7, ПК-8	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР2	КР1	экзамен

Раздел 3.	<p>3.1 Исследование безотказности технологических структур ММНС.</p> <p>3.2 Методы прогнозирования безотказности программных средств ММНС.</p> <p>3.3 Методы расчета безотказности с учетом структуры алгоритма и различных видов отказов.</p> <p>3.4 Метод обеспечения безотказности ММНС на элементном и структурном уровне с использованием различных видов избыточности.</p>	ПК-7, ПК-8	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР3	Т2	
Раздел 4.	<p>4.1 Методы экспериментальной проверки надежности ММНС.</p> <p>4.2 Программы обеспечения надежности ММНС на этапе разработки.</p> <p>4.3 Программы обеспечения стойкости ММНС.</p> <p>4.4 Методы анализа экономической эффективности мероприятий по надежности ММНС.</p>	ПК-7, ПК-8	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР4, РГР	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	<2	

		образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе		
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 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.	10-9	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	8-7	
		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.	6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если все 10 задач решены верно	10	10 – 6
		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	
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 демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	<b>50 – 30</b>
		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 твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.



<p align="center"><i>«удовлетворительно»</i> – <i>E, D</i></p>	<p align="center">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 align="center"><i>«неудовлетворительно»</i> – <i>F</i></p>	<p align="center">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 экзамену**

1. Стандарты и руководящие материалы по надежности.
2. Обзор методологий прогнозирования и обеспечения безотказности.
3. Предпосылки для построения модели прогнозирования надежности.
4. Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС.
5. Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне.
6. Модели прогнозирования надежности ММНС на системном уровне.
7. Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры.
8. Исследование безотказности технологических структур ММНС.
9. Методы прогнозирования безотказности программных средств ММНС.
10. Методы расчета безотказности с учетом структуры алгоритма и различных видов отказов.
11. Метод обеспечения безотказности ММНС на элементном и структурном уровне с использованием различных видов избыточности.
12. Методы экспериментальной проверки надежности ММНС.
13. Программы обеспечения надежности ММНС на этапе разработки.
14. Программы обеспечения стойкости ММНС.
15. Методы анализа экономической эффективности мероприятий по надежности ММНС.

16. Предпосылки для построения модели прогнозирования надежности.
17. Методы построения моделей прогнозирования надежности ММНС.
18. Модели прогнозирования надежности технических и программных средств ММНС на элементном уровне.
19. Модели прогнозирования надежности ММНС на системном уровне.
20. Методы построения функциональных зависимостей интенсивности отказов ММНС от степени интеграции и рабочей температуры.
21. Исследование безотказности технологических структур ММНС.
22. Методы прогнозирования безотказности программных средств ММНС.
23. Методы расчета безотказности с учетом структуры алгоритма и различных видов отказов.
24. Метод прогнозирования безотказности ММНС по внезапным отказам.
25. Метод обеспечения безотказности ММНС на элементном и структурном уровне с использованием различных видов избыточности.
26. Программы обеспечения надежности ММНС на этапе разработки.

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

### **7.1 Основная литература**

1. Малафеев С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие [Электронный ресурс] / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 316 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168982>.
2. Северцев Н. А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Н. А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 473 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/493202>.

3. Тимошенко С. П. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 502 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489439>.
4. Шишмарёв В. Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 289 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/473175>.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Лаврищева Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов [Электронный ресурс] / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 432 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/491029>.
2. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник [Электронный ресурс] / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 352 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167412>.

## 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://kmssoft.ru/lc/C012">http://kmssoft.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>