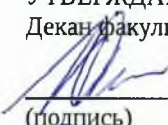


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Ракетостроение Цифровые технологии проектирования и конструирования
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)								ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
				АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Колычев Алексей Васильевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**


Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

24.03.01 (A1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
24.03.01 (A1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
24.03.01 (A1)	ОПК-6 — способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
24.03.01 (A1)	ОПК-6 — способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1 (24.03.01, A1)**

*знания:*

Знание основных методов повышения надежности известной конструкции, физических принципов различных элементов и систем ракетной -космической техники, примеров из истории, демонстрирующие эффект от повышения надежности;;

*умения:*

Иметь составить структурную схему надежности сложной технической системы, оценивать вероятность безотказной работы системы и ее подсистем на основе естественнонаучных и общетехнических знаний, статистики ее применения;;

*навыки:*

Навык составление структурной схемы надежности, оценка надежности составляющих сложной технической системы по известным литературным данным и аналогам;.

## **ОПК-1 (24.03.01, A1)**

*знания:*

о Знание основных методов повышения надежности известной конструкции, физических принципов различных элементов и систем ракетной -космической техники, примеров из истории, демонстрирующие эффект от повышения надежности;;

*умения:*

о Уметь составить структурную схему надежности сложной технической системы, оценивать вероятность безотказной работы системы и ее подсистем на основе естественнонаучных и общетехнических знаний, статистики ее применения;;

*навыки:*

о Навык составление структурной схемы надежности, оценка надежности составляющих сложной технической системы по известным литературным данным и аналогам;.

## **ОПК-6 (24.03.01, A1)**

*знания:*

Знать об методах сбора и анализа информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники, в том числе в области методов расчета и обеспечения надежности;

*умения:*

Уметь составить структурную схему надежности сложной технической системы, оценивать вероятность безотказной работы системы и ее подсистем на основе естественнонаучных и общетехнических знаний, статистики ее применения;

*навыки:*

Навык составление структурной схемы надежности, оценка надежности составляющих сложной технической системы по известным литературным данным и аналогам.

## **ОПК-6 (24.03.01, A1)**

*знания:*

Знать об методах сбора и анализа информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники, в том числе в области методов расчета и обеспечения надежности;

*умения:*

Уметь составить структурную схему надежности сложной технической системы, оценивать вероятность безотказной работы системы и ее подсистем на основе естественнонаучных и общетехнических знаний, статистики ее применения;;

*навыки:*

Навык составление структурной схемы надежности, оценка надежности составляющих сложной технической системы по известным литературным данным и аналогам;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗДЕЛИЙ РКТ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (24.03.01)	ОПК-1 (24.03.01)	ОПК-6 (24.03.01)	ОПК-6 (24.03.01)
3	5	<b>Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.</b> Основные понятия теории надежности. Термины и определения. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Модели отказов. Мгновенное повреждение. Экспоненциальное распределение наработки на отказ. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания. Реализации износа. Параметрическая надежность.	31	14	8	6	17	20	20	20	20
3	5	<b>Раздел 2. Показатели надежности.</b> -Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. - Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. -Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. - Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. -Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.	23	13	8	5	10	20	20	20	20
3	5	<b>Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.</b> Модель «нагрузка – несущая способность» Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности. Изменение надежности объектов РКТ, их элементов в процессе их создания. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Управления ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.	18	8	6	2	10	20	20	20	20
3	5	<b>Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.</b> Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок.	18	8	6	2	10	20	20	20	20
3	5	<b>Раздел 5. Комплексные показатели надежности.</b> Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	18	8	6	2	10	20	20	20	20
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	Общие вопросы теории надежности.	6
2	Раздел 2. Показатели надежности.	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов	2
3		Показатели надежности восстанавливаемых объектов	2
4		Долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость	1
5	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	2
6	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод)	1
7		Задачи роста надежности путем доработок	1
8	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности..	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	Общие вопросы теории надежности.	17
2	Раздел 2. Показатели надежности.	2.1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. 2.2. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. 2.3. Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. 2.4. Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. 2.5. Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.	10
3	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической	Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов. Модель «нагрузка – несущая способность» Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности.	10



	техники, их основных и составляющих элементов.		
4	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	4.1. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. 4.2. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. 4.3. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. 4.4. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. 4.5. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). 4.6. Задачи роста надежности путем доработок.	10
5	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	10
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					Отч. по ПЗ, ВПЗ	ДР			Отч. по ПЗ, ВПЗ	ДР		Отч. по ПЗ, ВПЗ				ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем. СПб.: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
4. В. А. Керножицкий, Л. Н. Бызов, А. В. Колычев. . Надёжность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 83 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://repository.library.voenmeh.ru/jsru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 (24.03.01) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-1 (24.03.01) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-6 (24.03.01) способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники;

ОПК-6 (24.03.01) способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами расчета и обеспечения надежности сложных технических систем ракетно-космической техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.</b>		
Общие вопросы теории надежности.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1) В. А. Керножицкий, Л. Н. Бызов, А. В. Колычев. . Надёжность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Показатели надежности.</b>		
2.1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. 2.2. Показатели	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. .	10

<p>надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. 2.3. Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. 2.4. Ремонтопригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтопригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. 2.5. Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.</p>	<p>Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2-8)</p>	
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.</b>		
<p>Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов. Модель «нагрузка – несущая способность» Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности.</p>	<p>В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (6-8) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (4)</p>	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.</b>		
<p>4.1. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. 4.2. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. 4.3. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. 4.4. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. 4.5. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). 4.6. Задачи роста надежности путем доработок.</p>	<p>А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (5) В. А.</p>	10

	Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно- технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (8)	
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Комплексные показатели надежности.</b>		
<p>Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.</p>	<p>А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (8) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно- технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (10)</p>	10
Итого по разделу 5		10

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Перечень вопросов по темам ПЗ представлен в УМК дисциплины. Контрольное мероприятие считается выполненным при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практическому заданию.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Перечень практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия теории надежности. Термины и определения.
2. Задачи теории надежности применительно к различным составным частям, основным, составляющим и комплектуемым элементам системы.
3. Методы теории эффективности в задачах надежности.
4. Модели отказов. Общая схема формирования мгновенного отказа.
5. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания.
6. Параметрическая надежность. Общая схема формирования параметрического (постепенного) отказа элемента
7. Физические основы надежности. Процессы старения и разрушения.
8. Математические основы теории надежности. Законы распределения случайных величин.
9. Потоки случайных событий. Формула Эрланга. Действия над потоками.
10. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Связь между ними.
11. Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
12. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением (ведущая функция потока отказов, параметр потока отказов, среднее число отказов).
13. Связь между показателями надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов (уравнение Вольтерра второго рода с центральным ядром).
14. Показатели долговечности. Модели долговечности
15. Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления.
16. Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов.
17. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина).
18. Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.
19. Задачи расчета показателей надежности элементов системы на основе модели «нагрузка – несущая



способность».

20. Элементы теории стохастической индикации в задачах расчета показателей надежности.
21. Законы распределения стохастических индикаторов.
22. Определение гарантированных вероятностей показателей безотказности методами теории стохастической индикации.
23. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности.
24. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением.
25. Расчет показателей надежности мостиковых схем.
26. Резервирование с применением мажоритарных элементов.
27. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод).
28. Оптимальные задачи расчета комплектов запасных элементов.
29. Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.
30. Модели и показатели надежности обслуживаемых составных частей объектов РКТ.
31. Обобщенный показатель надежности. Общая характеристика модели поддержания систем в готовности.
32. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями.
33. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.
34. Определение объема технического обслуживания. Принципы построения плана технического обслуживания.
35. Изменение надежности объектов РКТ, их элементов в процессе их создания.
36. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях
37. Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок.
38. Управление ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний.
39. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.

### **Экзамен**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Экзамен проводится в форме итогового тестирования и предполагает ответы студента на теоретические вопросы к экзамену.

Результаты тестирования оцениваются следующим образом:

- оценка «неудовлетворительно» при наличии менее 50% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» при наличии 50-65% правильных ответов;
- оценка «хорошо» при наличии 65-80% правильных ответов;
- оценка «отлично» при наличии более 80% правильных ответов.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (24.03.01)	ОПК-1 (24.03.01)	ОПК-6 (24.03.01)	ОПК-6 (24.03.01)	
3	5	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	31	14	8	6	17	20	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 2. Показатели надежности.	23	13	8	5	10	20	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	18	8	6	2	10	20	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	18	8	6	2	10	20	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	18	8	6	2	10	20	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	