

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии проектирования и конструирования ракетных систем
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)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	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: 2025

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Бородавкин Вячеслав Александрович, д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой

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 В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

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:

ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

ПК-8.2 — Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-3

знания:

- Нормативных документов, стандартов и правил, регулирующих разработку технической документации и требований по надежности ракетных систем;
- Методы расчета показателей надежности изделий и их включение в технические задания и конструкторскую документацию;
- Принципы системного подхода при оформлении документации с учетом расчётов надежности.;

умения:

- Формировать технические задания и техническую документацию с учетом рассчитанных показателей надежности изделий;
- Разрабатывать требования по надежности для элементов и систем ракетных комплексов;
- Анализировать и корректировать техническую документацию с целью обеспечения соответствия стандартам и требованиям надежности.;

навыки:

- Оформлять техническую документацию с расчетными требованиями надежности в соответствии с действующими стандартами;
- Использовать современные программные средства для разработки документации и расчета показателей надежности;
- Применять на практике нормы и правила при подготовке отчетов и технических заданий, связанных с надежностью..

ПК-8.2

знания:

- Теории надежности, математических моделей отказов и безотказной работы элементов и систем;
- Методы расчета надежности по различным схемам;
- Статистические методы обработки результатов испытаний и прогнозирования надежности.;

умения:

- Создавать цифровые модели элементов и систем ракетных комплексов для анализа надежности;
- Проводить расчет вероятности безотказной работы и оценку показателей надежности на основе экспериментальных данных;
- Использовать специализированные программные комплексы для моделирования и анализа функционирования ракетных систем.;

навыки:

- Выполнять расчеты надежности по заданным структурным схемам и параметрам;
- Обрабатывать и анализировать экспериментальные данные с применением математико-статистических методов;
- Разрабатывать рекомендации по повышению надежности на основе результатов моделирования..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

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
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших

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-3	ПК-8.2
4	7	Раздел 1. Ракетный комплекс как сложная система. Причины и статистика отказов ракетных систем. Основные понятия и определения теории надежности. Определение предметной области. Состояния технических объектов. Понятие отказа в теории надежности. Надежность технических систем и причины недостаточной надежности.	7	5	4	1	2	10	10
4	7	Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Усеченное нормальное распределение. Логарифмическое нормальное распределение. Распределение Вейбулла.	9	5	2	3	4	15	15
4	7	Раздел 3. Критерии и показатели надежности. Единичные и комплексные показатели надежности. Показатели безотказности, ремонтопригодности, долговечности и сохраняемости. Критерии надежности невосстанавливаемых изделий. Критерии надежности восстанавливаемых изделий.	26	11	8	3	15	20	15
4	7	Раздел 4. Методы анализа надежности. Расчет надежности по структурным схемам (расчет надежности при последовательном соединении элементов; расчет надежности при параллельном (резервированном) соединении элементов; расчет надежности на основе "дерева отказов"; расчёт надежности на основе графов состояний).	27	12	8	4	15	15	20
4	7	Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем. Конструктивные способы обеспечения надежности. Резервирование систем. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.	27	12	8	4	15	20	20
4	7	Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники. Анализ специфических факторов, влияющих на надёжность ракетно-космических изделий, включая экстремальные условия эксплуатации и ограниченность статистических данных. Изучение методов комплексного анализа надёжности с учётом резервирования, восстановления, а также применения моделей деревьев отказов и графов состояний. Особенности применения методологии и требований к надёжности на различных этапах жизненного цикла изделий РКТ.	12	6	4	2	6	20	20
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Ракетный комплекс как сложная система. Причины и статистика отказов ракетных систем. Основные понятия и определения теории надежности.	Изучение основных терминов и понятий теории надежности.	1
2	Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности.	Применение основных законов распределения при решении задач теории надежности технических систем	3
3	Раздел 3. Критерии и показатели надежности.	Анализ основных критериев и расчет показателей надежности технических систем.	3
4	Раздел 4. Методы анализа надежности.	Комплексный анализ надежности технических систем с применением различных методов.	4
5	Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.	Применение методов повышения надежности сложных технических систем.	4
6	Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники.	Расчет и оценка надёжности резервированных систем ракетно-космической техники	2
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Ракетный комплекс как сложная система. Причины и статистика отказов ракетных систем. Основные понятия и определения теории надежности.	Изучение основных терминов и понятий теории надежности.	2
2	Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности.	Решение задач с применением изученного материала.	4
3	Раздел 3. Критерии и показатели надежности.	Закрепление изученного материала. Самостоятельное решение задач по изученной теме. Оформление отчета по проделанной практической работе.	15
4	Раздел 4. Методы анализа надежности.	Закрепление изученного материала. Самостоятельное решение задач по изученной теме. Оформление отчета по проделанной практической работе.	15
5	Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.	Закрепление изученного материала. Оформление отчета по проделанной практической работе.	15
6	Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники.	Применение комплексных методов анализа надёжности для оценки отказоустойчивости ракетно-космических систем.	6
Всего за 7 семестр			57

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
7			ТекК		Отч. по ПЗ	ДР	ВПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	ВПЗ	ТекК		Отч. по ПЗ	ВиЗ	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ВиЗ – вопросы и задания;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы и задания;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 41 экз.
2. А. З. Красильников. . Статистические методы в механике. Теория распределений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 59 экз.
3. А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем. СПб.: Лань, 2011, 52 экз.
4. В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 167 экз.
5. 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.
6. В. Л. Файншмидт. . Элементы теории вероятностей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
7. И. В. Любимов, С. А. Мешков, Е. А. Скорнякова. . Статистические методы контроля качества и надёжности технических систем. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 31 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем. СПб.: Лань, 2016, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=443 - Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа "Юрайт".

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 - 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. Mathcad Prime 3.1;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office.

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. Интерактивная доска;
3. Mathcad Prime 3.1;
4. Matlab 2015a SP1;
5. Microsoft Office.

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 В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *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-3 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил;

ПК-8.2 Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных понятий и определений теории надежности, а также количественных характеристик надежности технических систем и связи между ними. В рамках курса рассматриваются методы обеспечения выполнения норм надёжности, а также нормирование требований к надёжности на этапах проектирования, производства и эксплуатации ракетных систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы и задания;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

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.
Раздел 1. Ракетный комплекс как сложная система. Причины и статистика отказов ракетных систем. Основные понятия и определения теории надежности.		
Изучение основных терминов и понятий теории надежности.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2011 (1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности.		
Решение задач с применением изученного материала.	И. В. Любимов, С. А. Мешков, Е. А. Скорнякова. . Статистические методы контроля качества и надёжности технических систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1) А. З. Красильников. . Статистические методы в механике. Теория распределений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) В. Л. Файншмидт. . Элементы теории вероятностей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (13-21)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Критерии и показатели надежности.		
Закрепление изученного материала. Самостоятельное решение задач по изученной теме. Оформление отчета по проделанной практической работе.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2016 (1,2,3)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Методы анализа надежности.		
Закрепление изученного материала. Самостоятельное решение задач по изученной теме. Оформление отчета по проделанной практической работе.	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) . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1,2)	15
Итого по разделу 4		15
Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.		
Закрепление изученного материала. Оформление отчета по проделанной практической работе.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2011 (4)	15
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники.		
Применение комплексных методов	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А.	6

анализа надёжности для оценки отказоустойчивости ракетно-космических систем.	Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	
Итого по разделу 6		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы и задания;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- 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 для текущего контроля

Текущая аттестация проводится в форме тестирования в системе Moodle, которое студенты выполняют во время практического занятия. Тест включает 10 вопросов. Аттестация считается пройденной, если студент дал правильные ответы как минимум на 6 вопросов.

Вопросы и задания

Оценивание работы обучающегося производится по пяти критериям:

1. Полнота и правильность ответа. Максимальный балл ставится в случае, если ответ содержит все ключевые элементы, раскрывающие суть вопроса или задания. Ошибок в логике и фактах нет или они незначительны (не более 1–2 мелких неточностей).
2. Аргументация и обоснование. Максимальный балл ставится в случае, если приведены чёткие и логичные аргументы, подтверждающие выбранный ответ. Используются математические методы и термины, соответствующие дисциплине.
3. Соответствие теме и требованиям задания. Максимальный балл ставится в случае, если ответ полностью соответствует формулировке вопроса или условиям задания. Соблюдён объём и формат ответа, указанные преподавателем.
4. Самостоятельность и глубина анализа. Максимальный балл ставится в случае, если ответ отражает личное понимание и осмысленное применение знаний. Присутствует анализ, сравнение или выводы, а не только перечисление фактов.
5. Ясность и структурированность изложения. Максимальный балл ставится в случае, если ответ изложен понятно, логично и последовательно. Используются абзацы, списки или формулы для удобства восприятия.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Оценивание работы обучающегося производится по пяти критериям:

1. Полнота и правильность ответа. Максимальный балл ставится в случае, если ответ раскрывает все основные вопросы, заданные по отчёту практической работы. Отсутствуют существенные ошибки в теоретических положениях и расчетах.
2. Аргументация и обоснование. Максимальный балл ставится в случае, если приведены чёткие, логичные и корректные объяснения, подтверждающие выбранные решения и выводы. Используются математические методы и термины, соответствующие дисциплине.
3. Понимание выполненной практической работы. Максимальный балл ставится в случае, если ответы основаны на результатах и данных, полученных в ходе практической работы. Отражено понимание методики и последовательности выполнения задания.
4. Структурированность и ясность изложения. Максимальный балл ставится в случае, если ответы изложены логично, последовательно, с использованием необходимых формул и обозначений. Отсутствуют излишние повторения и неясности.
5. Самостоятельность и уровень владения материалом. Максимальный балл ставится в случае, если ответ демонстрирует самостоятельное осмысление материала и умение применять знания на практике. Присутствуют собственные выводы и анализ, а не только пересказ учебного материала.

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 80% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Перечень практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

Экзамен

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 60% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» при наличии 60-74% правильных ответов;
- оценка «хорошо» при наличии 75-84% правильных ответов;
- оценка «отлично» при наличии более 85% правильных ответов.

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-3	ПК-8.2	
4	7	Раздел 1. Ракетный комплекс как сложная система. Причины и статистика отказов ракетных систем. Основные понятия и определения теории надежности.	7	5	4	1	2	10	10	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности.	9	5	2	3	4	15	15	Вопросы и задания
4	7	Раздел 3. Критерии и показатели надежности.	26	11	8	3	15	20	15	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 4. Методы анализа надежности.	27	12	8	4	15	15	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.	27	12	8	4	15	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники.	12	6	4	2	6	20	20	Вопросы и задания
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

ОПК-3 - Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В технической документации на техническое изделие указано требование по вероятности безотказной работы $P(t) \geq 0,95$ на время эксплуатации 1000 часов. Какое из следующих утверждений наиболее корректно отражает смысл этого требования?

- 1) Система должна работать без отказов ровно 1000 часов.
- 2) Вероятность того, что система проработает 1000 часов без отказа, не менее 95%.
- 3) Среднее время наработки до отказа системы равно 1000 часов.
- 4) Интенсивность отказов системы за 1000 часов равна 5%.

- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При оформлении технического задания на проектирование космического аппарата необходимо указать нормируемые показатели надежности. Какие показатели следует включить в первую очередь согласно стандартам?

- 1) Вероятность безотказной работы и средняя наработка до первого отказа.
- 2) Коэффициент готовности и среднее время восстановления.
- 3) Плотность распределения отказов и интенсивность повреждений.
- 4) Вероятность отказа и время наработки на отказ.

- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При оформлении нормативных документов по надежности ракетных систем необходимо учитывать системный подход. Что из перечисленного наиболее полно отражает этот подход?

- 1) Надежность оценивается только по отдельным элементам системы.
- 2) Надежность системы определяется суммой надежностей всех элементов.
- 3) Надежность системы нормируется с учетом взаимосвязи и резервирования элементов.
- 4) Надежность системы не зависит от надежности отдельных элементов.

- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из перечисленных мероприятий относятся к подтверждению надежности ракетных систем?

- 1) Проведение летных испытаний
- 2) Анализ результатов эксплуатации
- 3) Разработка маркетинговой стратегии
- 4) Расчетно-теоретические исследования

- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между видами документации и их содержанием в части обеспечения надежности ракетных систем:

Вид документации:

1. Техническое задание (ТЗ);
2. Программа обеспечения надежности (ПОН);
3. Отчет по результатам летных испытаний.

Содержание:

- а) Нормируемые показатели надежности и требования к ним;
- б) Расчеты надежности, анализ отказов, перечень критичных элементов;
- в) План мероприятий и контрольных этапов по обеспечению надежности;

г) Результаты испытаний и подтверждение соответствия показателей требованиям;

д) Описание технологических процессов и контроля качества.

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между методами повышения надежности ракетных систем и их характеристиками.

Метод повышения надежности:

- 1) Резервирование;
- 2) Упрощение конструкции;
- 3) Выбор качественных материалов;
- 4) Техническое обслуживание и ремонт

Характеристика:

- а) Снижение сложности системы для уменьшения числа потенциальных отказов
- б) Применение материалов с высокими эксплуатационными характеристиками
- в) Использование дополнительных элементов для обеспечения работоспособности при отказе основных
- г) Автоматическое отключение неисправных элементов
- д) Организация регулярных мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите правильную последовательность основных этапов формирования требований по надежности в технической документации ракетных систем:

1. Разработка методик контроля и подтверждения надежности.
2. Анализ условий эксплуатации и выявление факторов, влияющих на надежность.
3. Включение требований в техническое задание и нормативные документы.
4. Определение нормируемых показателей надежности и их требований.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При оформлении технической документации по надежности ракетных систем необходимо учитывать основные показатели надежности. Какие из перечисленных показателей следует включать в нормативные требования?

- 1) Вероятность безотказной работы
- 2) Среднее время наработки до отказа
- 3) Коэффициент аэродинамического сопротивления
- 4) Интенсивность отказов

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите правильную последовательность этапов разработки и внедрения системы аварийной защиты ракетного двигателя:

- 1) Анализ аварийных отказов и определение критичных параметров.
- 2) Проведение испытаний и оценка эффективности системы.
- 3) Выбор и разработка диагностических параметров и алгоритмов контроля.
- 4) Внедрение системы в конструкцию ракеты и сопровождение в эксплуатации.
- 5) Создание аппаратуры и дополнительных систем для реализации алгоритмов.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Какие из перечисленных методов повышения надежности ракетных систем должны быть отражены в технической документации?

- 1) Резервирование ключевых элементов системы
- 2) Упрощение конструкции для снижения числа отказов
- 3) Использование материалов с повышенной термостойкостью
- 4) Увеличение стартовой массы ракеты для повышения прочности

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В процессе контроля надежности изделий ракетных систем применяются следующие подходы:

- 1) Статистический анализ результатов испытаний
- 2) Проверка соответствия нормативным документам
- 3) Оценка эстетических характеристик изделия
- 4) Экспертная оценка на этапах проектирования

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Раскройте особенности разработки и оформления раздела пояснительной записки по надежности ракетных систем согласно требованиям ГОСТ Р 56526-2015. Какие ключевые элементы и результаты должны быть отражены в этом разделе?

№ 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите роль и значение нормативных документов и стандартов в обеспечении системного подхода к надежности и безопасности ракетных систем на всех этапах их жизненного цикла. Как это отражается в разработке и согласовании технической документации?

ПК-8.2 - Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст:

«В сложных ракетных системах надёжность обеспечивается за счёт резервирования критических элементов и применения моделей деревьев отказов и графов состояний. При этом важно учитывать влияние экстремальных условий эксплуатации, ограниченность статистических данных и необходимость адаптации моделей по мере накопления информации.»

Вопрос:

Обоснуйте, каким образом математические методы моделирования (деревья отказов, графы состояний) помогают повысить достоверность оценки надёжности ракетных систем в условиях ограниченных экспериментальных данных и экстремальной эксплуатации.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст:

«Для оценки надёжности ракетных систем часто используется метод построения функции распределения времени до отказа на основе экспериментальных данных, с последующим применением нормального или экспоненциального закона распределения.»

Вопрос:

Опишите процесс построения функции надёжности по экспериментальным данным и объясните, как выбор закона распределения влияет на точность оценки надёжности ракетной системы.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Прочитайте текст и установите соответствие между типами резервирования и их характеристиками.

Тип резервирования:

1. "Горячее" резервирование
2. "Холодное" резервирование
3. Метод «два из трёх»
4. Резервирование с мажоритарной логикой

Характеристика:

- а) Используется для последовательных систем без резервирования
- б) Система работает, если исправны как минимум два из трёх элементов
- в) Резервный элемент не работает и включается только после отказа основного
- г) Резервный элемент работает параллельно с основным и готов к немедленному включению при отказе
- д) Отказ системы происходит при отказе большинства элементов подсистемы

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите правильную последовательность шагов при построении модели надёжности ракетной системы с использованием графа состояний.

1. Определение всех возможных состояний системы (исправное, частично отказавшее, отказавшее)
2. Сбор исходных данных: интенсивности отказов и восстановления элементов
3. Построение графа переходов между состояниями с указанием интенсивностей переходов
4. Расчёт показателей надёжности (вероятность безотказной работы, среднее время наработки на отказ)
5. Решение системы уравнений Колмогорова для нахождения стационарных вероятностей состояний
6. Анализ результатов и корректировка модели при необходимости

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите правильную последовательность этапов проведения статистического анализа экспериментальных данных по надёжности ракетного изделия.

1. Построение функции надёжности и её графического представления
2. Оценка параметров распределения (например, интенсивности отказов, среднего времени наработки)
3. Проверка соответствия экспериментальных данных выбранному закону распределения (например, с помощью критерия согласия)
4. Выбор предположительного закона распределения времени до отказа (экспоненциальное, нормальное и др.)
5. Сбор данных о времени наработки до отказа по серии испытаний
6. Интерпретация результатов и формулирование выводов о надёжности изделия

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что характеризует коэффициент готовности системы?

- 1) Вероятность безотказной работы за время t
- 2) Отношение времени исправной работы к общему времени
- 3) Среднее время между отказами
- 4) Интенсивность отказов

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой этап является первым при построении графа состояний системы?

- 1) Решение уравнений Колмогорова
- 2) Определение интенсивностей переходов

- 3) Задание всех возможных состояний системы
4) Расчёт стационарных вероятностей
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой закон распределения чаще применяется для моделирования внезапных отказов элементов ракетных систем?
1) Нормальный
2) Экспоненциальный
3) Равномерный
4) Вейбулла
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Прочитайте текст:
Надёжность ракетных систем оценивается с помощью различных показателей, которые отражают вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее время наработки и другие характеристики.
- Вопрос:
Выберите все верные показатели надёжности из списка:
1) Вероятность безотказной работы
2) Интенсивность отказов
3) Средняя наработка на отказ
4) Коэффициент запаса прочности
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Прочитайте текст:
В анализе надёжности ракетных систем используются различные законы распределения времени до отказа.
- Вопрос:
Выберите все верные утверждения о законах распределения:
1) Экспоненциальное распределение предполагает постоянную интенсивность отказов
2) Нормальное распределение подходит для анализа внезапных отказов
3) Закон Вейбулла позволяет учитывать изменение интенсивности отказов во времени
4) Равномерное распределение часто применяется для моделирования отказов в РКТ
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Прочитайте текст:
При построении цифровых моделей надёжности применяются методы статистической обработки экспериментальных данных.
- Вопрос:
Выберите все верные методы статистической обработки:
1) Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки
2) Расчёт доверительных интервалов для математического ожидания
3) Метод конечных элементов
4) Проверка гипотезы о равенстве средних значений двух выборок
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие
Прочитайте текст и установите соответствие между методами анализа надёжности и их применением в ракетных системах.
- Методы:
1. Дерево отказов
 2. Граф состояний
 3. Расчёт по структурным схемам
 4. Статистический анализ экспериментальных данных

Применение:

- а) Оценка параметров распределения времени до отказа на основе испытаний
- б) Прогнозирование остаточного ресурса и адаптация моделей по мере эксплуатации
- с) Анализ надёжности при последовательном и параллельном соединении элементов
- д) Моделирование динамики переходов между состояниями системы с учётом восстановления
- е) Качественный анализ причинно-следственных связей отказов и построение логических схем