

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 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-космическая техника |
| 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: 2026

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Бурунова Виктория Юрьевна, старший преподаватель

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;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ВиЗ – вопросы и задания.

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

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

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-космическая техника 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/задания по темам ПЗ;
- вопросы и задания.

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. | 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) 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) | 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. | . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1,2) 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) | 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 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

№ 2 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.

№ 3 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

№ 4 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

№ 5 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
- № 6 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
- № 7 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?
- № 8 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?
- № 9 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.
- № 10 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.
- № 11 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.

№ 12 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%.

№ 13 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.

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:

Обсудите, 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 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

№ 4 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

№ 5 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

№ 6 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
- № 7 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
- № 8 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
- № 9 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
- № 10 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
- № 11 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
- № 12 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