

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
3	6	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)**

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

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-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

ПК-6 — Способен оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

- Основы теории надежности ракетных систем и методы построения математических моделей надежности с учётом физических факторов и резервирования;
- Принципы статистического и структурного анализа надёжности сложных систем с изменяющейся структурой и резервированием;
- Методы оценки и прогнозирования отказов, включая влияние внешних факторов на надёжность ракетных систем;

умения:

- Разрабатывать и применять математические модели, описывающие особенности работы элементов и подсистем ракетных комплексов;
- Использовать численные и статистические методы для анализа и оптимизации планов проведения испытаний на надёжность;
- Осуществлять моделирование процессов функционирования и отказов ракетных систем с учётом физических и эксплуатационных факторов;

навыки:

- Разрабатывать математические модели в программных средствах для проведения имитационного моделирования и анализа надёжности;
- Анализировать экспериментальные и статистические данные для подтверждения и корректировки моделей надёжности;
- Формулировать технические выводы и рекомендации по обеспечению надёжности ракетных систем на основе результатов моделирования и расчётов..

ПК-6

знания:

- Методы анализа надёжности, применяемые для оценки технических систем;
- Математические модели надёжности, используемые при разработке ракетной техники;
- Подходы к анализу эксплуатационной надёжности сложных организационно-технических систем.;

умения:

- Оценивать соответствие требованиям по надёжности на основе математических моделей;
- Прогнозировать надёжность разрабатываемых изделий;
- Применять методы сбора и обработки данных о надёжности аппаратуры по результатам эксплуатации.;

навыки:

- Анализировать эксплуатационные данные для выявления причин отказов и снижения надёжности ракетных комплексов;
- Оценивать риски и разрабатывать меры по обеспечению безопасности и повышению надёжности эксплуатации;
- Формировать отчёты и рекомендации по улучшению технического состояния и надёжности ракетной техники на основе результатов моделирования и расчетов..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

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: **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, 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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПК-1 — Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений

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-5	ПК-6
3	6	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
3	6	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	20	15
3	6	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	15	20
3	6	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	20	20
3	6	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	15	15
3	6	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 6 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 6 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 6 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
6			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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;
ПК-6 Способен оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ.

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.	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-5	ПК-6	
3	6	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
3	6	Раздел 2. Основные законы распределения, используемые в теории надежности.	9	5	2	3	4	20	15	Вопросы и задания
3	6	Раздел 3. Критерии и показатели надежности.	26	11	8	3	15	15	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 4. Методы анализа надежности.	27	12	8	4	15	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 5. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.	27	12	8	4	15	15	15	Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 6. Особенности анализа надежности изделий ракетно-космической техники.	12	6	4	2	6	20	20	Вопросы и задания
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Объясните, как резервирование влияет на надежность ракетной системы и каким образом это учитывается в модели надежности.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите, как можно смоделировать надежность ракетной системы, состоящей из нескольких подсистем, соединённых последовательно и параллельно. Какие основные принципы используются для оценки надежности?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что из перечисленного лучше всего описывает понятие «надежность» в ракетных системах?
- 1) Способность системы работать без отказов в течение заданного времени при определённых условиях.
 - 2) Способность системы быстро восстанавливаться после отказа.
 - 3) Способность системы сохранять технические параметры при хранении.
 - 4) Способность системы работать с максимальной производительностью.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой метод наиболее подходит для оценки надежности сложной ракетной системы с множеством взаимозависимых подсистем?
- 1) Простое суммирование надежностей подсистем.
 - 2) Моделирование с учётом взаимозависимостей и вероятностей совместных отказов.
 - 3) Игнорирование взаимозависимостей для упрощения расчётов.
 - 4) Использование только статистики отказов без учёта структуры системы.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что из перечисленного является примером физического фактора, влияющего на надежность ракетной системы?
- 1) Организационные процедуры технического обслуживания.
 - 2) Вибрационные нагрузки во время запуска.
 - 3) Квалификация персонала.
 - 4) Программное обеспечение системы управления.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных факторов влияют на надежность компонентов ракетной системы? Выберите все верные варианты.
- 1) Температура эксплуатации
 - 2) Вибрационные нагрузки
 - 3) Цвет покрытия деталей
 - 4) Время эксплуатации
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Прочитайте текст и установите соответствие между методами моделирования надёжности и их основными характеристиками.
- Методы моделирования надёжности:
1. Структурный метод
 2. Логико-вероятностный метод
 3. Марковское моделирование

4. Имитационное моделирование

Характеристика:

- а) Воспроизводит случайные процессы с помощью компьютерных моделей
- б) Применяется для простых систем без резервирования
- в) Учитывает переходы между состояниями системы во времени
- г) Использует статистические данные отказов;
- д) Использует только физические характеристики материалов
- е) Описывает функционирование системы через логические схемы и вероятности

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

Какие из перечисленных факторов повышают надежность ракетной системы? Выберите все подходящие.

- 1) Резервирование ключевых элементов
- 2) Регулярное техническое обслуживание
- 3) Игнорирование требований к условиям эксплуатации
- 4) Использование материалов с высокой стойкостью к нагрузкам

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

Какие методы помогают прогнозировать срок службы компонентов ракетной техники? Выберите все верные варианты.

- 1) Анализ накопления повреждений
- 2) Статистический анализ отказов
- 3) Оценка по внешнему виду компонентов
- 4) Моделирование влияния эксплуатационных факторов

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

Какие из перечисленных факторов могут влиять на точность оценки надежности ракетных систем? Выберите все подходящие.

- 1) Неполнота информации о входных данных
- 2) Использование устаревших моделей без учёта новых данных
- 3) Качество окраски корпуса
- 4) Учет индивидуальных особенностей эксплуатации

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типами соединения элементов в ракетной системе и особенностями расчёта надёжности.

Тип соединения элементов:

- 1. Последовательное соединение
- 2. Параллельное соединение
- 3. Смешанное соединение

Особенность расчёта надёжности:

- а) Надёжность системы равна произведению надёжностей элементов;
- б) Надёжность системы равна сумме надёжностей элементов;
- в) Надёжность системы выше, чем у каждого отдельного элемента;

г) Надёжность системы не зависит от надёжности элементов;

д) Комбинация последовательных и параллельных соединений

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между этапами разработки моделей надёжности и их основными задачами.

Этап разработки модели:

1. Сбор и анализ данных;
2. Построение математической модели;
3. Верификация модели;
4. Применение модели.

Основная задача:

- а) Формализация процессов и явлений в виде уравнений и функций;
- б) Использование модели для прогнозирования и оптимизации;
- в) Получение статистики отказов и параметров работы;
- г) Проверка соответствия модели реальным данным;
- д) Игнорирование данных эксплуатации

№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность оценки надёжности системы с резервированием:

- 1) Расчёт показателей системы с учётом параллельного соединения;
- 2) Построение структурной схемы надёжности
- 3) Определение вероятностей безотказной работы компонентов
- 4) Формулировка рекомендаций по оптимизации резервирования
- 5) Сравнение результатов с нормативными требованиями

№ 14 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность применения метода Монте-Карло для оценки надёжности:

- 1) Генерация случайных входных параметров по распределениям
- 2) Формулировка целевой функции надёжности
- 3) Статистическая обработка результатов моделирования
- 4) Определение доверительных интервалов вероятности отказа
- 5) Визуализация чувствительности системы к ключевым факторам

ПК-6 - Способен оценивать вопросы эффективности, надёжности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ

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

Какие из перечисленных показателей являются ключевыми для оценки надёжности РКТ в процессе эксплуатации? Выберите все верные варианты.

- 1) Вероятность безотказной работы
- 2) Среднее время восстановления после отказа
- 3) Максимальная дальность полёта
- 4) Коэффициент готовности системы

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

Какие из перечисленных факторов могут снижать надёжность ракетных систем в эксплуатации? Выберите все верные.

- 1) Неполное или несвоевременное техническое обслуживание
- 2) Использование устаревших компонентов

- 3) Соблюдение регламентов эксплуатации
4) Влияние экстремальных температур
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие методы применяются для оценки надёжности и безопасности ракетных систем в процессе эксплуатации? Выберите все подходящие.
- 1) Мониторинг состояния и диагностика
2) Анализ отказов и аварий
3) Оценка по цвету корпуса
4) Прогнозирование остаточного ресурса
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Для оценки надёжности изделия в эксплуатации важно учитывать:
- 1) только конструктивные особенности изделия
2) только условия эксплуатации и техническое обслуживание
3) конструктивные особенности, условия эксплуатации и качество технического обслуживания
4) только статистические данные отказов
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что из перечисленного является основным методом прогнозирования отказов в эксплуатации?
- 1) Анализ технической документации
2) Статистический анализ эксплуатационных данных
3) Визуальный осмотр изделия
4) Сравнение с аналогами
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Основной показатель, характеризующий вероятность безотказной работы изделия за заданный промежуток времени, называется:
- 1) среднее время восстановления
2) интенсивность отказов
3) вероятность безотказной работы
4) среднее время наработки на отказ
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие между основными факторами, влияющими на надёжность изделий, и мерами по их контролю.
- Влияющие факторы:
1. Конструктивные особенности;
2. Качество изготовления;
3. Условия эксплуатации
- Меры контроля:
- а) Проведение испытаний на прочность и виброустойчивость;
б) Мониторинг параметров эксплуатации;
в) Организация регламентированных ремонтов и профилактики;
г) Внедрение систем контроля качества;
д) Обучение персонала и контроль выполнения процедур
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность
- Установите последовательность этапов оценки эксплуатационной надёжности изделия ракетно-космической техники:

- 1) Сбор и анализ статистических данных о фактах отказов в эксплуатации
- 2) Корректировка программы обеспечения надежности с учётом полученных данных
- 3) Оценка влияния внешних факторов на интенсивность отказов
- 4) Формирование модели остаточного ресурса изделия
- 5) Принятие решений по продлению или ограничению срока эксплуатации

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность разработки и внедрения системы управления эксплуатационной надежностью:

- 1) Формулирование требований к надежности и безопасности изделий в условиях эксплуатации
- 2) Создание базы данных о параметрах эксплуатации и отказах
- 3) Внедрение системы мониторинга и автоматизированного анализа данных
- 4) Разработка математических моделей оценки состояния и прогнозирования отказов
- 5) Корректировка эксплуатационных процедур и программ технического обслуживания

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Прочитайте текст и установите соответствие между методами оценки надёжности и их особенностями.

Методы оценки надёжности:

1. Экспертные методы;
2. Статистический анализ;
3. Математическое моделирование;
4. Методология оценки остаточного ресурса.

Особенности:

- а) Оценка оставшегося срока службы компонентов;
- б) Использование только классических методов расчёта;
- в) Основан на обработке данных эксплуатации и испытаний;
- г) Использование экспертных суждений при недостатке данных;
- д) Применение моделей для прогнозирования и оптимизации;
- е) Игнорирование влияния внешних факторов

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Проанализируйте, каким образом интеграция методов математического моделирования и анализа эксплуатационных данных позволяет повысить надежность и безопасность изделий в ракетно-космической технике. Приведите примеры таких методов и их применения.

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите основные этапы оценки эксплуатационной надежности изделия ракетно-космической техники и объясните, каким образом данные этапы способствуют обеспечению безопасности и эффективности эксплуатации.