

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

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ РКТ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Эксплуатация вооружения и военной техники (по областям и видам)
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	ВУЦ Военный Учебный Центр
Выпускающая кафедра	ВУЦ Военный Учебный Центр
Кафедра-разработчик рабочей программы	A1 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	
5	9	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Колычев Алексей Васильевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

ВУЦ Военный Учебный Центр

Заведующий кафедрой Лозинский А.Г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ РКТ

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:

ПСК-5 — способность осуществлять эксплуатацию и ремонт вооружения и военной техники подразделения в соответствии с требованиями эксплуатационной документации, организовать выполнение требований безопасности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-5

знания:

Знание особенностей эксплуатационной документации;

умения:

умение организовать выполнение требования безопасности;

навыки:

Навык эксплуатации и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ РКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ПСК-5
5	9	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности. Основные понятия теории надежности. Термины и определения. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Модели отказов. Мгновенное повреждение. Экспоненциальное распределение наработки на отказ. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания. Реализации износа. Параметрическая надежность.	31	14	8	6	17	20
5	9	Раздел 2. Показатели надежности. -Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. - Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. -Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. - Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. -Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.	32	13	8	5	19	20
5	9	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов. Модель «нагрузка – несущая способность». Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях. Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Управление ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.	27	8	6	2	19	20
5	9	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок.	27	8	6	2	19	20
5	9	Раздел 5. Комплексные показатели надежности. Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	27	8	6	2	19	20
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	Основные понятия теории надежности. Термины и определения. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Модели отказов. Мгновенное повреждение. Экспоненциальное распределение наработки на отказ. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания. Реализации износа. Параметрическая надежность.	6
2	Раздел 2. Показатели надежности.	-Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. - Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением.	5

		-Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. - Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. -Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов	
3	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	Модель «нагрузка – несущая способность». Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях. Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Управление ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.	2
4	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок	2
5	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	2
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	Основные понятия теории надежности. Термины и определения. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Модели отказов. Мгновенное повреждение. Экспоненциальное распределение наработки на отказ. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания. Реализации износа. Параметрическая надежность.	17
2	Раздел 2. Показатели надежности.	-Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. - Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением.	19

		-Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. - Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. -Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов	
3	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	Модель «нагрузка – несущая способность». Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях. Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Управление ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.	19
4	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок	19
5	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	19
Всего за 9 семестр			93

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
9					ВПЗ, Отч. по ПЗ	ДР		ВПЗ, Отч. по ПЗ	ДР			ВПЗ, Отч. по ПЗ				ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;

- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

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

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ РКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5 способность осуществлять эксплуатацию и ремонт вооружения и военной техники подразделения в соответствии с требованиями эксплуатационной документации, организовать выполнение требований безопасности.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Общие вопросы теории надежности.		
Основные понятия теории надежности. Термины и определения. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Модели отказов. Мгновенное повреждение. Экспоненциальное распределение наработки на отказ. Накапливающиеся повреждения. Модели изнашивания. Реализации износа. Параметрическая надежность.	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надежность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,2)	17
Итого по разделу 1		17
Раздел 2. Показатели надежности.		
-Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. - Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. -Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. - Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. -Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надежность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	19

Итого по разделу 2		19
Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.		
<p>Модель «нагрузка – несущая способность». Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности. Логико-вероятностные модели процесса роста показателей надежности (математического ожидания показателей безотказности) при испытаниях. Модель реализации процесса изменения показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Управления ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.</p>	<p>А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (9) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (11)</p>	19
Итого по разделу 3		19
Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.		
<p>Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок</p>	<p>В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (4)</p>	19
Итого по разделу 4		19
Раздел 5. Комплексные показатели надежности.		
<p>Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период</p>	<p>В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических</p>	19

между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (10-15) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (7)	
Итого по разделу 5		19

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

Вопросы/задания по темам ПЗ

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

Отчет по практическому заданию

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

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

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

Перечень практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

Вопросы к экзамену

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

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

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

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-5		
5	9	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	31	14	8	6	17	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию	
5	9	Раздел 2. Показатели надежности.	32	13	8	5	19	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену	
5	9	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	27	8	6	2	19	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию	
5	9	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	27	8	6	2	19	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию	
5	9	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	27	8	6	2	19	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию	
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100		
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100		

Критерии оценивания

ПСК-5

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	<p>n - число неотказавших элементов</p> <p>N - число элементов, поставленных на эксперимент</p> <p>Вероятность безотказной работы?</p> <p>жизненный цикл объекта</p>
№ 2	Прочность в теории надежности
№ 3	Отказы при мгновенных повреждениях наступают
№ 4	Сколько этапов имеет износ
№ 5	каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям
№ 6	свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования
№ 7	техническая проверка целесообразна
№ 8	отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта.
№ 9	Процессы, вызывающие изменения параметров и характеристик элементов в значительной степени зависят от ...
№ 10	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	<p>отказ, обусловленный другими отказами</p> <p>Ресурсный отказ</p> <p>Независимый отказ</p> <p>Зависимый отказ</p> <p>Внезапный отказ</p>
№ 2	<p>самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора</p> <p>Сбой</p> <p>Перемежающийся отказ</p> <p>Явный отказ</p> <p>Скрытый отказ</p>
№ 3	<p>многократно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера</p> <p>Сбой</p> <p>Перемежающийся отказ</p> <p>Явный отказ</p> <p>Скрытый отказ</p>
№ 4	<p>отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению.</p> <p>Сбой</p> <p>Перемежающийся отказ</p> <p>Явный отказ</p> <p>Скрытый отказ</p>
№ 5	отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами

контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики.

Сбой

Перебегающий отказ

Явный отказ

№ 6 Скрытый отказ
отказ, возникший из-за несовершенства или нарушения установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования.

Конструктивный отказ

Производственный отказ

Эксплуатационный отказ

№ 7 Деградационный отказ
...отказ, возникший из-за несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии.

Конструктивный отказ

Производственный отказ

Эксплуатационный отказ

№ 8 Деградационный отказ
отказ, возникший из-за нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации

Конструктивный отказ

Производственный отказ

Эксплуатационный отказ

№ 9 Деградационный отказ
отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления в эксплуатации

Конструктивный отказ

Производственный отказ

Эксплуатационный отказ

№ 10 Деградационный отказ
продолжительность или объем работы объекта. Нарботка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в часах, километраж пробега и т. п.), так и целочисленной величиной (число рабочих циклов, запусков и т. п.).

Нарботка

Нарботка до отказа

Нарботка между отказами

Время восстановления