

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) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Крылатые ракеты
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	диф. зач.

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: 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

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

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

ОПК-7 — способность критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
--

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

Знать основные принципы построения моделей надежности исследуемых объектов ракетно-космической техники;;

умения:

Уметь находить в открытых источниках сведения о надежности составляющих элементов и сложной технической системы в целом;

навыки:

Строить структурную схему исследуемого объекта ракетно-космической техники и производить оценки его надежности.

ОПК-7

знания:

Знание современных достижений ракетостроения и космонавтики;;

умения:

Уметь критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте;

навыки:

Навык поиска информации в специализированных источниках о достижениях ракетостроения и космонавтики,.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ** 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**.

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

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

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	ОПК-7
3	6	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	20
3	6	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, воздействию метеофакторов.	23	13	8	5	10	20	20
3	6	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. Управления ростом показателей надежности при испытаниях с учетом доработок. Параметры уравнения отработки. Расчет числа испытаний, необходимых для достижения требуемого значения безотказности. Метод неполных испытаний. Планы испытаний элементов систем, их характеристики. Определение основных показателей надежности элементов.	18	8	6	2	10	20	20
3	6	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники. Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). Задачи роста надежности путем доработок.	18	8	6	2	10	20	20
3	6	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.	18	8	6	2	10	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. Общие вопросы теории надежности.	Общие вопросы теории надежности.	6
2	Раздел 2. Показатели надежности.	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов	2
3		Показатели надежности восстанавливаемых объектов	2

4		Долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость	1
5	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	2
6	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод)	1
7		Задачи роста надежности путем доработок	1
8	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности..	2
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. Общие вопросы теории надежности.	Общие вопросы теории надежности	17
2	Раздел 2. Показатели надежности.	2.1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невосстанавливаемых объектов. 2.2. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. 2.3. Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. 2.4. Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. 2.5. Сохраняемость. Показатели сохраняемости. Факторы, влияющие на сохраняемость объектов и их элементов. Учет режима работы и хранения объектов на их безотказность. Понятие ресурса надежности (физический принцип надежности Н.М. Седякина). Мероприятия по обеспечению сохраняемости объектов при хранении, транспортировании, воздействии метеофакторов.	10
3	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов. Модель «нагрузка – несущая способность» Расчет показателей безотказности элементов системы при некоторых законах распределения нагрузки и несущей способности.	10
4	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-	4.1. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. 4.2. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. 4.3. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. 4.4. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. 4.5. Показатели надежности систем (метод свертки,	10

	космической техники.	логику-вероятностный метод). 4.6. Задачи роста надежности путем доработок.	
5	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	Функция и коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности.. Назначение и общее содержание технического обслуживания. Системы технического обслуживания и принципы их выбора. Коэффициент готовности систем непрерывно контролируемых в период между техническими обслуживаниями. Коэффициент готовности объектов неконтролируемых в период между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.	10
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				Отч. по ПЗ, ВПЗ		ДР			Отч. по ПЗ, ВПЗ	ДР		Отч. по ПЗ, ВПЗ				ДР	Вопр. Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. 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.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — 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 СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ** 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 способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

ОПК-7 способность критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. Общие вопросы теории надежности.		
Общие вопросы теории надежности	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (3) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2)	17
Итого по разделу 1		17
Раздел 2. Показатели надежности.		
2.1. Показатели надежности невозстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Связь между различными показателями надежности невозстанавливаемых объектов. 2.2. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели надежности восстанавливаемых объектов с мгновенным восстановлением. 2.3. Показатели долговечности. Модели долговечности (гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы). Показатели долговечности объектов, долговечность которых определяется числом циклов включений-отключений и времени нахождения во включенном состоянии. Моральный износ. 2.4. Ремонтпригодность и восстанавливаемость объектов. Показатели ремонтпригодности. Вероятность восстановления. Интенсивность восстановления. Среднее время восстановления. Гамма-процентное время восстановления. 2.5. Сохраняемость. Показатели сохраняемости.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. .	10

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.	Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4)	
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Надёжность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.		
Надёжность 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.	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (6) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.		
4.1. Классификация методов резервирования, их использование в задачах обеспечения и повышения надежности. 4.2. Расчет показателей надежности при общем и раздельном резервировании замещением. 4.3. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании. 4.4. Резервирование с применением мажоритарных элементов. Использование адаптивных органов для повышения надежности элементов систем. 4.5. Показатели надежности систем (метод свертки, логико-вероятностный метод). 4.6. Задачи роста надежности путем доработок.	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (7) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических	10

	систем: СПб.: Лань, 2011 (7)	
Итого по разделу 4		10
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 между техническими обслуживаниями. Выбор оптимальной периодичности технического обслуживания.</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 (8) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2011 (8)</p>	10
Итого по разделу 5		10

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 зачету;
- дифференцированный зачет.

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 зачету

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.

Дифференцированный зачет

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

Дифференцированный зачет проводится в форме итогового тестирования и предполагает ответы студента на теоретические вопросы к дифференцированному зачету.

Результаты тестирования оцениваются следующим образом:

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

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ОПК-7	
3	6	Раздел 1. Общие вопросы теории надежности.	31	14	8	6	17	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 2. Показатели надежности.	23	13	8	5	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию, Вопросы к зачету
3	6	Раздел 3. Надежность изделий и систем ракетно-космической техники, их основных и составляющих элементов.	18	8	6	2	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 4. Методы повышения надежности изделий и систем ракетно-космической техники.	18	8	6	2	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 5. Комплексные показатели надежности.	18	8	6	2	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-5

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	показатели надежности элементов систем после хранения по сравнению с аналогичными показателями до хранения могут быть
№ 2	Средняя наработка до отказа системы с интенсивностью отказов $\lambda=0,0012$ 1/ч
№ 3	Вероятность безотказной работы в течение наработки $t=500$ ч.
№ 4	Вероятность безотказной работы
№ 5	Вероятность безотказной работы P объекта связана с вероятностью отказа F следующим соотношением:
№ 6	Интенсивность отказов
№ 7	Для оценки долговечности применяют следующие показатели:
№ 8	Коэффициент готовности
№ 9	отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния
№ 10	отказ, не обусловленный другими отказами.
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа
	Наработка
	Наработка до отказа
	Наработка между отказами
	Время восстановления
№ 2	наработка объекта от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа
	Наработка
	Наработка до отказа
	Наработка между отказами
	Время восстановления
№ 3	продолжительность восстановления работоспособного состояния объекта
	Наработка
	Наработка до отказа
	Наработка между отказами
	Время восстановления
№ 4	суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.
	Ресурс
	Срок службы
	Срок сохраняемости
	Остаточный ресурс
№ 5	календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние
	Ресурс
	Срок службы
	Срок сохраняемости

№ 6	Остаточный ресурс – календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта, в течение которой сохраняются в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции.
	Ресурс
	Срок службы Срок сохраняемости
№ 7	Остаточный ресурс суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние.
	Ресурс
	Срок службы Срок сохраняемости
№ 8	Остаточный ресурс проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям
	Испытания
	Контроль
	Условия испытаний
№ 9	Нормальные условия испытаний совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях
	Испытания
	Контроль
	Условия испытаний
№ 10	Нормальные условия испытаний условия испытаний, установленные нормативно-технической документацией на данный вид продукции.
	Испытания
	Контроль
	Условия испытаний
ОПК-7	Нормальные условия испытаний
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
	№ 1 п - число неотказавших элементов N - число элементов, поставленных на эксперимент
	Вероятность безотказной работы?
	№ 2 жизненный цикл объекта
	№ 3 Прочность в теории надежности
	№ 4 Отказы при мгновенных повреждениях наступают
	№ 5 Сколько этапов имеет износ
	№ 6 каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям
	№ 7 свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров,

	характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования
№ 8	техническая проверка целесообразна
№ 9	отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта.
№ 10	Процессы, вызывающие изменения параметров и характеристик элементов в значительной степени зависят от ... <i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	отказ, обусловленный другими отказами
	Ресурсный отказ
	Независимый отказ
	Зависимый отказ
	Внезапный отказ
№ 2	самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора
	Сбой
	Перемежающийся отказ
	Явный отказ
	Скрытый отказ
№ 3	многократно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера
	Сбой
	Перемежающийся отказ
	Явный отказ
	Скрытый отказ
№ 4	отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению.
	Сбой
	Перемежающийся отказ
	Явный отказ
	Скрытый отказ
№ 5	отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики.
	Сбой
	Перемежающийся отказ
	Явный отказ
№ 6	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
№ 8	Эксплуатационный отказ
	Деградационный отказ
	отказ, возникший из-за нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации
	Конструктивный отказ
№ 9	Производственный отказ
	Эксплуатационный отказ
	Деградационный отказ
	отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления в эксплуатации
№ 10	Конструктивный отказ
	Производственный отказ
	Эксплуатационный отказ
	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