

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Сизова Анастасия Александровна, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

## **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-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
ПСК-3 — способность проводить анализ летно-технических характеристик ЛА
ПСК-7 — способность обеспечивать надежность системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

- основных показателей надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов расчета надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов оценки показателей надежности по результатам испытаний на надежность;
- аналитических методов прогнозирования и расчета надежности систем ;
- методов обеспечения заданного уровня надежности при ограничении массы, размеров и стоимости ракет и КА;

*умения:*

- оценивать показатели надежности по результатам испытаний на надежность;
- использовать различные аналитические методы прогнозирования показателей надёжности систем;
- уметь осуществлять сбор и обработку экспериментальных данных с целью оценки надежности систем;

*навыки:*

- количественного измерения и расчёта надёжности систем.

## **ПСК-3**

*знания:*

- основных показателей надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов расчета надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов оценки показателей надежности по результатам испытаний на надежность;
- аналитических методов прогнозирования и расчета надежности систем ;
- методов обеспечения заданного уровня надежности при ограничении массы, размеров и стоимости ракет и КА;

*умения:*

- оценивать показатели надежности по результатам испытаний на надежность;
- использовать различные аналитические методы прогнозирования показателей надёжности систем;
- уметь осуществлять сбор и обработку экспериментальных данных с целью оценки надежности систем;

*навыки:*

- владеть методами обеспечения заданного уровня надежности при ограничении массы, размеров и стоимости ракет и КА.

## **ПСК-7**

*знания:*

- основных показателей надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов расчета надежности ракет, КА и их систем управления;
- методов оценки показателей надежности по результатам испытаний на надежность;
- аналитических методов прогнозирования и расчета надежности систем ;
- методов обеспечения заданного уровня надежности при ограничении массы, размеров и стоимости ракет и КА;

*умения:*

- использовать различные методы прогнозирования показателей надёжности систем управления БПЛА;

*навыки:*

- владеть методами обеспечения заданного уровня надежности систем управления БПЛА при ограничении массы, размеров и стоимости.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.04 *Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ПСК-3 — Способен проводить анализ летно-технических характеристик ЛА

### 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-1	ПСК-3	ПСК-7
4	7	<b>Раздел 1. Основные понятия теории надежности.</b> 1.1. Определение надежности, проблема надежности. Основные понятия теории надежности. 1.2. Основное и резервное соединение изделий. Классификация способов резервирования.	13	5	4	1	8	20	20	20
4	7	<b>Раздел 2. Основные характеристики надежности.</b> 2.1. Основные количественные характеристики надежности невосстанавливаемых изделий. 2.2. Основные количественные характеристики надежности восстанавливаемых изделий. 2.3. Основные законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.	24	10	6	4	14	20	20	20
4	7	<b>Раздел 3. Испытания на надежность.</b> 3.1. Классификация методов испытаний на надежность. Планы испытаний. 3.2. Оценка показателей надежности по результатам испытаний, статистическая функция распределения и гистограмма испытаний. 3.3. Точечные оценки параметров распределения. Требования к точечным оценкам. Методы определения точечных оценок. Примеры определения точечных оценок. 3.4. Интервальные оценки параметров надежности. Примеры определения интервальных оценок.	27	12	8	4	15	20	20	20
4	7	<b>Раздел 4. Аналитические методы расчета надежности.</b> 4.1. Последовательность расчета систем, структурные схемы надежности. 4.2. Расчет надежности параллельно-последовательных структур. 4.3. Логико-вероятностный метод расчета метод расчета надежности. Использование аппарата булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. 4.4. Порядок расчета надежности с использованием аппарата булевой алгебры. Примеры расчета надежности с использованием аппарата булевой алгебры. 4.5. Метод расчета, основанный на составлении графа переходов изделия в различные состояния работоспособности. 4.6. Использование метода графов переходов для расчета надежности изделий при резервировании замещением.	33	18	12	6	15	20	20	20
4	7	<b>Раздел 5. Оптимальное резервирование.</b> 5.1. Алгоритмы оптимального резервирования. 5.2. Применение оптимального резервирования в системах управления ракет и космических аппаратов.	11	6	4	2	5	20	20	20
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	34	17	57	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории надежности.	Выбор вида резервирования	1
2	Раздел 2. Основные характеристики надежности.	Проведение контрольной работы по разделам 1 и 2.	2
3		Основные характеристики надежности. Решение задач по определению связи между характеристиками надежности.	1
4		Решение задач на использование различных законов распределения наработки до отказа.	1
5	Раздел 3. Испытания на надежность.	Проведение контрольной работы по разделу 3.	2
6		Решение задач на определение точечные оценок параметров распределения.	1
7		Решение задач на определение интервальных оценок параметров распределения.	1
8	Раздел 4. Аналитические методы расчета надежности.	Примеры расчета надежности с использованием графов переходов.	2
9		Проведение контрольной работы по разделу 4.	2
10		Аналитические методы расчета надежности. Примеры расчета надежности параллельно-последовательных структур.	1

11		Примеры расчета надежности с использованием аппарата булевой алгебры.	1
12	Раздел 5. Оптимальное резервирование.	Примеры использования некоторых алгоритмов оптимизации надежности систем управления ракетно-космической техники.	2
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории надежности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	8
2	Раздел 2. Основные характеристики надежности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	14
3	Раздел 3. Испытания на надежность.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
4	Раздел 4. Аналитические методы расчета надежности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
5	Раздел 5. Оптимальное резервирование.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	5
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>57</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	ТекК		ТекК	Контр.Р.	ДР				ТекК, Контр.Р.	ДР				ТекК	Контр.Р.	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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. 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.
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, 167 экз.
4. С. И. Малафеев. . Надёжность технических систем. СПб.: Лань, 2021, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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](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:

не требуется.

### 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. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **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 РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности;

ПСК-3 способность проводить анализ летно-технических характеристик ЛА;

ПСК-7 способность обеспечивать надежность системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обеспечением и расчетом надежности ракет и космических аппаратов, так как требования по надежности являются определяющими при проектировании, производстве, испытаниях ракет и космических аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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.
<b>Раздел 1. Основные понятия теории надежности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	С. И. Малафеев. . Надёжность технических систем: СПб.: Лань, 2021 (1) А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (1) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,9) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,9)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Основные характеристики надежности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (2,3) С. И. Малафеев. . Надёжность технических систем: СПб.: Лань, 2021 (1,2) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3,5) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3,5)	14
Итого по разделу 2		14
<b>Раздел 3. Испытания на надежность.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (10) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (12) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.	15

	Устинова, 2011 (12) С. И. Малафеев. . Надёжность технических систем: СПб.: Лань, 2021 (10)	
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Аналитические методы расчета надежности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2022 (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 (9,10) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (9,10) С. И. Малафеев. . Надёжность технических систем: СПб.: Лань, 2021 (6, 8)	15
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Оптимальное резервирование.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	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) 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)	5
Итого по разделу 5		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- 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 для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля приведены в УМК дисциплины

#### Контрольная работа

Примеры задач контрольной работы входят в состав УМК дисциплины.

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Контрольные работы №1, 2, 3 включают в себя четыре задачи.

В контрольной работе №1 для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить 2 задачи. Для получения оценки «хорошо» необходимо правильно решить 3 задачи. Для получения оценки «отлично» необходимо правильно решить 4 задачи.

В контрольных работах №2 и 3 для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить 2 задачи (за исключением задачи №1). Для получения оценки «хорошо» необходимо правильно решить 3 задачи. Для получения оценки «отлично» необходимо правильно решить 4 задачи.

Если в плановый срок проведения контрольной работы в соответствии с графиком контрольных мероприятий студентом получена оценка не ниже «удовлетворительно», ему зачитываются все темы этой контрольной работы. При отсутствии положительной оценки в плановый срок студенту необходимо полностью или частично переписывать контрольную работу в часы плановых консультаций и приема задолженностей вплоть до получения положительной оценки.

Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

#### Зачет

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме зачета. Зачет выставляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы), т.е. при написании всех контрольных работ на положительную оценку.

Паспорт фонда оценочных средств

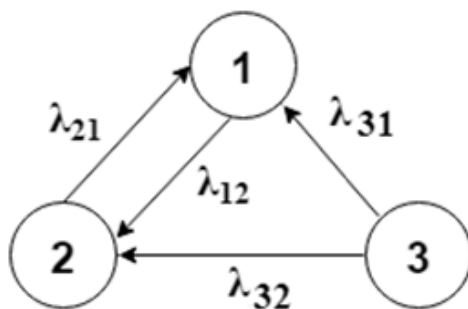
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-3	ПСК-7	
4	7	Раздел 1. Основные понятия теории надежности.	13	5	4	1	8	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Основные характеристики надежности.	24	10	6	4	14	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Контрольная работа
4	7	Раздел 3. Испытания на надежность.	27	12	8	4	15	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Контрольная работа
4	7	Раздел 4. Аналитические методы расчета надежности.	33	18	12	6	15	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Контрольная работа
4	7	Раздел 5. Оптимальное резервирование.	11	6	4	2	5	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Если при расчете надежности системы учитывают лишь метод соединения независимых элементов, то что используют в качестве модели надежности?
- № 2 Если при расчете надежности системы необходимо учесть метод соединения элементов и возможные виды безотказной работы, то что используют в качестве модели надежности?
- № 3 Если при расчете надежности системы необходимо учесть метод соединения элементов, виды безотказной работы, зависимость по надежности, а также последовательность отказов элементов, то что используют в качестве модели надежности?
- № 4 Имеется граф перехода системы в различные фазы работоспособности. Составьте дифференциальные уравнения перехода по данному графу. (проставьте знаки перед слагаемыми)

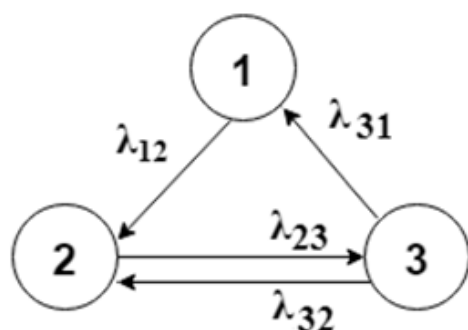


$$\frac{dP_1}{dt} = P_1\lambda_{12} \quad P_2\lambda_{21} \quad P_3\lambda_{31}$$

$$\frac{dP_2}{dt} = P_1\lambda_{12} \quad P_2\lambda_{21} \quad P_3\lambda_{32}$$

$$\frac{dP_3}{dt} = P_3\lambda_{31} \quad P_3\lambda_{32}$$

- № 5 Имеется граф перехода системы в различные фазы работоспособности. Составьте дифференциальные уравнения перехода по данному графу. (проставьте знаки перед слагаемыми)

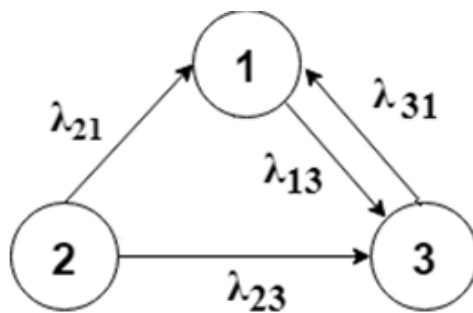


$$\frac{dP_1}{dt} = P_1\lambda_{12} \quad P_3\lambda_{31} |$$

$$\frac{dP_2}{dt} = P_1\lambda_{12} \quad P_2\lambda_{23} \quad P_3\lambda_{32}$$

$$\frac{dP_3}{dt} = P_2\lambda_{23} \quad P_3\lambda_{31} \quad P_3\lambda_{32}$$

- № 6 Имеется граф перехода системы в различные фазы работоспособности. Составьте дифференциальное уравнение перехода для состояния 2. (слагаемые добавлять в порядке возрастания индексов у интенсивности перехода)

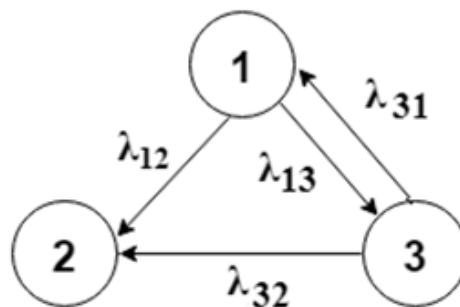


Используем следующие элементы:

$$\begin{aligned} \frac{dP_2}{dt} = & \\ & - P_2 \lambda_{21} \\ & + P_2 \lambda_{21} \\ & - P_1 \lambda_{21} \\ & + P_1 \lambda_{21} \\ & - P_2 \lambda_{23} \\ & + P_2 \lambda_{23} \\ & - P_3 \lambda_{23} \\ & + P_3 \lambda_{23} \end{aligned}$$

№ 7

Имеется граф перехода системы в различные фазы работоспособности. Составьте дифференциальное уравнение перехода для состояния 2. (слагаемые добавлять в порядке возрастания индексов у интенсивности перехода)



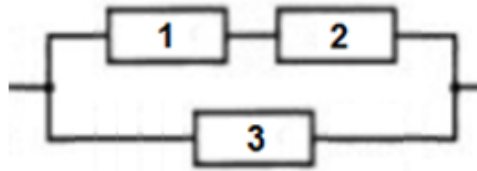
Используем следующие элементы:

$$\begin{aligned} \frac{dP_2}{dt} = & \\ & - P_2 \lambda_{12} \\ & + P_2 \lambda_{12} \\ & - P_1 \lambda_{12} \\ & + P_1 \lambda_{12} \\ & - P_2 \lambda_{32} \\ & + P_2 \lambda_{32} \\ & - P_3 \lambda_{32} \\ & + P_3 \lambda_{32} \end{aligned}$$

№ 8

Составьте функцию работоспособности для данной системы (элементы добавлять в порядке возрастания индексов)





Используем следующие элементы:

$$(x_1 \vee x_2)$$

$$(x_1 \wedge x_2)$$

$$(x_1 \vee x_3)$$

$$\wedge x_3$$

$$\vee x_3$$

$$\wedge x_2$$

$$\vee x_2$$

№ 9

Составьте функцию работоспособности для данной системы (элементы добавлять в порядке возрастания индексов)



Используем следующие элементы:

$$(x_1 \vee x_2)$$

$$(x_1 \wedge x_2)$$

$$(x_1 \vee x_3)$$

$$\wedge x_3$$

$$\vee x_3$$

$$\wedge x_2$$

$$\vee x_2$$

№ 10

Что такое функция работоспособности системы?

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1

Укажите, чему равна вероятность появления  $n$  событий  $A$  в  $N$  независимых испытаниях:

$$A) P_{n,k} = \frac{C_M^k C_{N-M}^{n-k}}{C_N^n};$$

$$B) P_{N,n} = Np(1-p);$$

$$C) P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t};$$

$$D) P_{N,n} = C_N^n p^n (1-p)^{N-n}$$

№ 2

Укажите, чему равна вероятность появления случайного события  $A$   $n$  раз за время  $t$ :

$$A) P_{n,k} = \frac{C_M^k C_{N-M}^{n-k}}{C_N^n};$$

$$B) P_{N,n} = Np(1-p);$$

$$C) P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t};$$

$$D) P_{N,n} = C_N^n p^n (1-p)^{N-n}$$

№ 3

Укажите, чему равна вероятность появления  $k$  отказов в выборке объемом  $n$  которая относится к партии  $N$ , если известно, что в этой партии есть  $M$  бракованных изделий:

$$A) P_{n,k} = \frac{C_M^k C_{N-M}^{n-k}}{C_N^n};$$

$$B) P_{N,n} = Np(1-p);$$

$$C) P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t};$$

$$D) P_{N,n} = C_N^n p^n (1-p)^{N-n}$$

№ 4

Расставьте по порядку основные этапы расчета надежности логико-вероятностным методом:

1. Определение функции надежности системы.
2. Арифметизация логической функции работоспособности.
3. Замена событий (высказываний) их вероятностями.
4. Минимизация логической функции работоспособности.
5. Составление логической функции работоспособности.

A) 1-2-3-4-5

B) 5-2-4-1-3

C) 5-4-2-3-1

D) 2-3-4-5-1

№ 5

Расставьте по порядку основные этапы расчета надежности с использованием графов перехода:

1. Составляется граф переходов.
2. Определяются интенсивности переходов системы между состояниями.
3. Перечисляются и нумеруются все состояния, в которых находится система. Из этих состояний выделяются работоспособные состояния и состояния отказа.
4. Определяются функциональные зависимости вероятности нахождения системы в каждом из состояний от времени.
5. Составляется система дифференциальных уравнений перехода.
6. Определяется функция надежности системы.

A) 6-4-5-3-2-1

- В) 3-2-1-5-4-6
- С) 4-1-2-5-6-3
- Д) 5-6-1-2-4-3
- № 6 Испытания, в результате которых определяются числовые значения показателей надежности это:
- А) аттестационные испытания;
- В) контрольные испытания;
- С) определительные испытания;
- Д) сравнительные испытания.
- № 7 Испытания, которые проводятся для контроля соответствия показателей надежности заданным требованиям, путем проверки выполнения статистических гипотез это:
- А) аттестационные испытания;
- В) контрольные испытания;
- С) определительные испытания;
- Д) сравнительные испытания.
- № 8 Испытания, которые предназначены для определения влияния некоторых факторов на надежность (помехи, радиация и т.д), это
- А) специальные испытания;
- В) контрольные испытания;
- С) определительные испытания;
- Д) сравнительные испытания.
- № 9 Какой это план испытаний?
- [N, U, r]
- А) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия заменяются новыми, а наблюдения производятся до момента появления определенного числа отказов;
- В) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени;
- С) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени;
- Д) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения производятся до момента появления определенного числа отказов
- № 10 Какой это план испытаний?
- [N, R, T]
- А) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия заменяются новыми, а наблюдения производятся до момента появления определенного числа отказов;
- В) Испытания партии объемом N, в которых отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени;

С) Испытания партии объемом  $N$ , в которых отказавшие изделия заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени;

Д) Испытания партии объемом  $N$ , в которых отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения производятся до момента появления определенного числа отказов

### ПСК-3

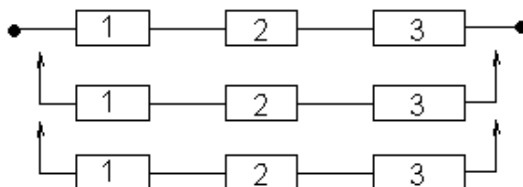
*Вопросы открытого типа:*

№ 1

Что такое система?

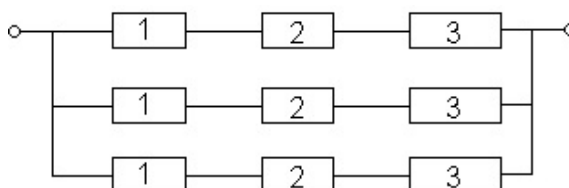
№ 2

Определите вид и кратность резервирования



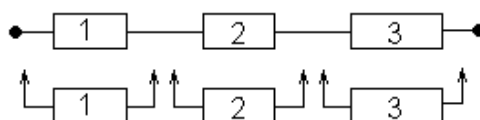
№ 3

Определите вид и кратность резервирования



№ 4

Определите вид резервирования



№ 5

Определите вид резервирования

№ 6

Какое обозначение будет иметь план испытаний, в котором испытывается партия объемом  $N$ , отказавшие изделия заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени?

№ 7

Какое обозначение будет иметь план испытаний, в котором испытывается партия объемом  $N$ , отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения ведутся в течение заданного интервала времени?

№ 8

Какое обозначение будет иметь план испытаний, в котором испытывается партия объемом  $N$ , отказавшие изделия не заменяются новыми, а наблюдения производятся до момента появления определенного числа отказов?

№ 9

Если математическое ожидание оценки показателя надежности равно оцениваемому параметру, то оценка называется

№ 10

Если при увеличении числа наблюдений  $N$  до бесконечности оценка показателя надежности сходится по вероятности к оцениваемому параметру, то она называется

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1

Продолжите утверждение:

«Степень детализации при делении системы на элементы должна быть закончена на уровне.....»:

А) на котором элементов становится более 1000;

В) на котором характеристики надежности элементов либо известны по опыту их эксплуатации или результатам испытаний, либо могут быть рассчитаны;

- С) на котором каждый элемент является отдельным изделием, произведенным одним производителем;
- Д) на котором оставалось бы справедливым допущение о независимости отказов элементов.
- № 2 По способу подключения резервных изделий различают:
- А) постоянное резервирование;
- В) общее резервирование;
- С) раздельное резервирование;
- Д) резервирование замещением
- № 3 В зависимости от условий, в которых находится резервное изделие во время ожидания, различают:
- А) нагруженный резерв;
- В) общее резервирование;
- С) ненагруженный резерв;
- Д) раздельное резервирование.
- № 4 Что должно быть указано в задании на расчет надежности?
- А) назначение системы, её состав;
- В) показатели надежности, признаки отказов, целевое назначение расчетов;
- С) условия, в которых работает система;
- Д) вид структурной схемы.
- № 5 Что такое структурная схема надёжности?
- А) наглядное представление условий безотказной работы элементов системы;
- В) наглядное представление условий безотказной работы системы;
- С) наглядное представление перехода системы из одного состояния в другое;
- Д) это параллельно-последовательное соединение.
- № 6 Перечислите основные методы проведения контрольных испытаний:
- А) Метод моментов;
- В) Метод однократной выборки;
- С) Метод параллельного контроля;
- Д) Метод двукратной выборки;
- Е) Метод последовательного контроля.
- № 7 Вопрос на соответствие:
- 1) ошибка первого рода имеет место –
- 2) ошибка второго рода имеет место –
- А) когда бракуется хорошая партия
- В) когда принимается плохая партия

- № 8 1-В, 2-А  
Вопрос на соответствие:
- 1) Контроль по методу однократной выборки –
  - 2) Контроль по методу двукратной выборки –
  - 3) Последовательный контроль –
- А) легче планируется и осуществляется, но менее экономичен, т.к. требует относительно большого объема выборки;
- В) более экономичен, но его преимущества проявляются при контроле больших партий с очень низкой или очень высокой надежностью;
- С) является самым экономичным, его техническое осуществление не связано с какими-либо трудностями. Единственным недостатком является большее время контроля, чем при остальных методах.
- 1-А,2-В,3-С
- 1-В,2-С,3-А
- 1-А,2-С,3-В
- 1-С,2-В,3-А
- № 9 Каким свойствами должна обладать оценка параметра закона распределения?
- А) несмещенность
  - В) достаточность
  - С) состоятельность
  - Д) эффективность
  - Е) точность
- № 10 Зависимость, связывающую зафиксированные в процессе испытаний статистические, экспериментальные данные с значением оцениваемого показателя называют:
- А) центральным моментом распределения;
  - В) квантилью распределения;
  - С) оценкой показателя надежности;
  - Д) функцией распределения;
  - Е) плотностью вероятности.
- ПСК-7**
- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Дайте определение понятию «Надежность»
  - № 2 Дайте определение понятию «резервирование»
  - № 3 Какое резервирование целесообразно использовать для резервирования объектов с большим числом элементов и длительным временем использования?
  - № 4 Какое резервирование целесообразно использовать для резервирования достаточно надежных объектов разового использования с коротким временем непрерывной работы?
  - № 5 Плотность вероятности отказа рассчитывается по формуле

$$q(t) = \lambda_0 \alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t^\alpha}$$

- Укажите закон распределения.
- № 6 Определите закон распределения наработки до отказа, если известно, что отказы вызваны износом
- № 7 Определите закон распределения наработки до отказа, если известно, что отказы появились внезапно в период нормальной эксплуатации
- № 8 Вероятность чего определяется по данной формуле в теории надежности?

$$P_{N,n} = C_N^n p^n (1-p)^{N-n}$$

- № 9 Вероятность чего определяется по данной формуле в теории надежности?

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}$$

- № 10 Вероятность чего определяется по данной формуле в теории надежности?

$$P_{n,k} = \frac{C_M^k C_{N-M}^{n-k}}{C_N^n}$$

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 На какие 2 группы принято разделять критерии надежности?

- А) Критерии надежности невосстанавливаемых изделий
- В) Критерии надежности систем
- С) Критерии надежности восстанавливаемых изделий
- Д) Критерии надежности отдельных элементов систем

- № 2 Что такое функция надежности?

- А) это вероятность того, что при определённых условиях эксплуатации в заданном интервале времени 0 до t не произойдет ни одного отказа;
- В) это функция распределения случайной величины  $\tau$  (времени работы до отказа);
- С) это вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени от 0 до t произойдет хотя бы 1 отказ;
- Д) это математическое ожидание случайного времени  $\tau$  работы до отказа

- № 3 Что такое вероятность отказа?

- А) это вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в момент времени t произойдет отказ;
- В) это вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени от 0 до t произойдет хотя бы 1 отказ;
- С) это математическое ожидание случайного времени  $\tau$  работы до отказа;
- Д) это вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в момент времени t-dt произойдет отказ.

- № 4 Что такое интенсивность отказов?

- А) это производная по времени вероятности отказа;
- В) это условная плотность вероятности отказов изделия в момент времени t при условии, что до этого момента времени изделие было исправно;
- С) это математическое ожидание случайного времени  $\tau$  работы до отказа;

- № 5 D) это производная по времени от функции надежности.  
Что такое средняя наработка до отказа?
- A) это математическое ожидание числа изделий, отказавших до момента времени  $t$ ;
- B) это суммарная наработка до отказа всех изделий в партии;
- C) это дисперсия случайного времени  $t$  работы до отказа;
- № 6 D) это математическое ожидание случайного времени  $t$  работы до отказа.  
Какими свойствами обладает стационарный Пуассоновский поток отказов?
- A) ординарность
- B) интенсивность
- C) отсутствие последствия
- D) стационарность
- № 7 Отношение числа резервных изделий к числу основных это
- A) Кратность резервирования
- B) Частота резервирования
- C) Плотность резервирования
- D) Надежность резервирования
- № 8 Выберите, какие требования прописываются в плане испытаний:
- A) объем партии поставленной на испытания;
- B) порядок замены отказавших изделий;
- C) продолжительность испытаний;
- D) последовательность, в которой должны быть испытаны изделия;
- E) состав рабочей группы для проведения испытаний.
- № 9 Укажите методы определения точечных оценок параметров надежности:
- A) Метод максимального правдоподобия;
- B) Метод квантилей;
- C) Метод наименьших квадратов;
- D) Метод усреднения;
- E) Метод моментов.
- № 10 Интервальный метод оценивания параметров распределения случайных величин заключается в:
- A) определении вероятности того, что оцениваемый параметр превысит нижнюю границу доверительного интервала;
- B) определении вероятности того, что оцениваемый параметр окажется внутри доверительного интервала;
- C) определении вероятности того, что оцениваемый параметр превысит верхнюю границу доверительного интервала;
- D) определении интервала, в котором с заданной степенью достоверности будет заключено значение оцениваемого параметра.