

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование, производство и эксплуатация стартовых систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ 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	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Шерин Петр Алексеевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. \_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ**

### **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:

ПК-7.1 — Способен проводить обработку результатов экспериментальных исследований функционирования элементов, узлов и механизмов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ, а также проводить расчет показателей надежности элементов стартовых систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-7.1**

*знания:*

Знать основы обработки результатов экспериментальных исследований;

*умения:*

Уметь проводить расчёты показателей надёжности элементов стартовых систем и обрабатывать экспериментальные данные;

*навыки:*

Владеть навыками обработки результатов экспериментальных данных и расчётов показателей надёжности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**.

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, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ПК-7.5 — Способен проводить проектирование и эксплуатацию гидравлических, пневматических, электрических и газовых приводов и систем, а также различных элементов, агрегатов и механизмов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ
- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

### 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, % ПК-7.1
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
4	7	<b>Раздел 1. Безопасность.</b> 1.1. Основные определения. 1.2. Принципы обеспечения безопасности. 1.3. Причины возникновения опасных ситуаций. 1.4. Система безопасности (меры правила, нормы безопасности и техника безопасности). 1.5. Вредные и опасные факторы, определяющие параметры опасных факторов, факторы опасности. 1.6. Обеспечение безопасности на этапе проектирования. 1.7. Количественная оценка безопасности.	11	8	4	4	3	10
4	7	<b>Раздел 2. Надежность: термины и определения.</b> 2.1. Свойства надежности. 2.2. Состояния технического объекта. 2.3. Нормативно-техническая и конструкторская документация. 2.4. Отказы, классификация отказов.	12	8	4	4	4	10
4	7	<b>Раздел 3. Показатели надежности.</b> 3.1. Перечень показателей. 3.2. Статистические показатели надежности. 3.3. Точность и надежность оценок показателей надежности.	12	8	4	4	4	10
4	7	<b>Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.</b> 4.1. Полная группа, несовместимые, противоположные, независимые события. 4.2. Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. 4.3. Биноминальное, Пуассона, гипергеометрическое, геометрическое, экспоненциальное, усеченное нормальное распределения. Распределение Вейбулла. Производящая функция.	17	9	5	4	8	15
4	7	<b>Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов.</b> 5.1. Расчет безотказности невосстанавливаемых элементов при внезапных отказах. 5.2. Расчет безотказности при одновременном действии внезапных и постепенных отказов. 5.3. Расчет безотказности при случайной длительности выполняемой работы. 5.4. Расчет безотказности восстанавливаемых элементов с мгновенным восстановлением. 5.5. Расчет показателей ремонтпригодности. 5.6. Расчет безотказности восстанавливаемых элементов с конечным временем восстановления. 5.7. Расчет показателей долговечности и сохраняемости, функция долговечности 5.8. Коэффициент и функция готовности.	16	8	4	4	8	15
4	7	<b>Раздел 6. Физические методы расчета надежности.</b> 6.1. Общий подход. 6.2. Расчет вероятности безотказной работы заданным критериям. 6.3. Обеспечение надежности на этапах жизненного цикла. 6.4. Расчет номенклатуры и количественного состава ЗИП. 6.5. Испытания на надежность. 6.6. Программа обеспечения надежности.	13	8	4	4	5	15
4	7	<b>Раздел 7. Расчет надежности систем.</b> 7.1. Классификация способов резервирования. 7.2. Правила составления структурной схемы надежности. 7.3. Расчет показателей безотказности при последовательном, параллельном, последовательно-параллельном соединении, частичном резервировании. 7.4. Расчет показателей безотказности при резервировании замещением, последовательном соединении восстанавливаемых элементов.	14	9	5	4	5	15
4	7	<b>Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.</b> 8.1. Равномерное распределение. 8.2. Неравномерное распределение. 8.3. Распределение с учетом уязвимости элементов.	13	10	4	6	3	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	68	34	34	40	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Безопасность.	Основные определения. Принципы обеспечения безопасности. Система безопасности (меры правила, нормы безопасности и техника безопасности). Обеспечение безопасности на этапе проектирования. Количественная оценка безопасности	4
2	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	Свойства надежности. Состояния технического объекта. Отказы, классификация отказов.	4
3	Раздел 3. Показатели надежности.	Перечень показателей. Статистические показатели надежности. Точность и надежность оценок показателей надежности.	4
4	Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.	Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности, апостериорная вероятность. Биноминальное, Пуассона, гипергеометрическое, геометрическое, экспоненциальное, усеченное нормальное распределения. Распределение Вейбулла. Производящая функция.	4
5	Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов.	Расчет безотказности невосстанавливаемых элементов при внезапных отказах. Расчет безотказности при одновременном действии внезапных и постепенных отказов. Расчет безотказности при случайной длительности выполняемой работы. Расчет безотказности восстанавливаемых элементов с мгновенным восстановлением. Расчет показателей ремонтпригодности. Расчет безотказности восстанавливаемых элементов с конечным временем восстановления.	4
6	Раздел 6. Физические методы расчета надежности.	Общий подход. Расчет вероятности безотказной работы заданным критериям. Обеспечение надежности на этапах жизненного цикла. Расчет номенклатуры и количественного состава ЗИП. Испытания на надежность.	4
7	Раздел 7. Расчет надежности систем.	Правила составления структурной схемы надежности. Расчет показателей безотказности при последовательном, параллельном, последовательно-параллельном соединении, частичном резервировании. Расчет показателей безотказности при резервировании замещением, последовательном соединении восстанавливаемых элементов.	4
8	Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.	Равномерное распределение. Неравномерное распределение	6
<b>Всего за 7 семестр</b>			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Безопасность.	Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.2, 1.3 и 1.5 по учебной литературе.	3
2	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 по учебной литературе	4

3	Раздел 3. Показатели надежности.	Повторение ранее изученного материала. Подготовка к аудиторному практикуму.	4
4	Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.	Повторение ранее изученного материала. Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единицы 4.1 по учебной литературе.	4
5		Подготовка к лабораторной работе №1	4
6	Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов.	Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.8 по учебной литературе.	5
7		Подготовка к лабораторной работе №2	3
8	Раздел 6. Физические методы расчета надежности.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе.	3
9		Подготовка к лабораторной работе №3	2
10	Раздел 7. Расчет надежности систем.	Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 7.1 по учебной литературе.	3
11		Подготовка к лабораторной работе №4	2
12	Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 8.3 по учебной литературе	3
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>40</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
7			ВПЗ			ДР		ВПЗ		ДР			ВПЗ			ДР
																Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск . Новосибирск: НГТУ, 2016, 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, 167 экз.
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.
4. В. А. Малугин. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.
5. Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем. Санкт-Петербург: Лань, 2019, эл. рес.
6. Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
7. Ю. М. Зубарев. . Математические основы управления качеством и надёжностью изделий. Санкт-Петербург: 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – 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:**

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

### **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 СТАРТОВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-7.1 Способен проводить обработку результатов экспериментальных исследований функционирования элементов, узлов и механизмов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ, а также проводить расчет показателей надежности элементов стартовых систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оценкой надежности технических систем, организацией и проведением испытаний на надежность, методов обеспечения надежности.

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;
- вопросы к дифференцированному 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. Безопасность.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.2, 1.3 и 1.5 по учебной литературе.	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (1) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (1)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Надежность: термины и определения.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 по учебной литературе	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (2) 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) 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)	4
Итого по разделу 2		4
<b>Раздел 3. Показатели надежности.</b>		
Повторение ранее изученного материала. Подготовка к аудиторному практикуму.	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (2)	4
Итого по разделу 3		4
<b>Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.</b>		
Повторение ранее изученного материала. Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1 по учебной литературе.	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) 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)	4
Подготовка к лабораторной работе №1	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)	4
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.8 по учебной литературе.	Ю. М. Зубарев. . Математические основы управления качеством и надёжностью изделий: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (4)	5
Подготовка к лабораторной работе №2	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (3)	3
Итого по разделу 5		8
<b>Раздел 6. Физические методы расчета надежности.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе.	Ю. М. Зубарев. . Математические основы управления качеством и надёжностью изделий: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	3
Подготовка к лабораторной работе №3	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (5)	2
Итого по разделу 6		5
<b>Раздел 7. Расчет надежности систем.</b>		
Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 7.1 по учебной литературе.	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (7) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (5) В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надежность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4)	3
Подготовка к лабораторной работе №4	В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надежность организационно-технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4)	2
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 8.3 по учебной литературе	В. А. Малугин. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2023 (7) Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (5)	3
Итого по разделу 8		3

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Выполнение задания является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по соответствующему разделу дисциплины.

Оценивается полнота, соответствие заданию, верность полученных результатов и способность их объяснить.

Если задание соответствует указанным требованиям, оно считается выполненным.

Примеры заданий по темам ПЗ входят в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК для дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Уровень знаний студента оценивается полнотой ответа как на вопросы в билете, так и на дополнительные теоретические вопросы по данной дисциплине. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы:

«зачтено-отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«не зачтено» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК для дисциплины.

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		ПК-7.1	
4	7	Раздел 1. Безопасность.	11	8	4	4	3	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы/задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	12	8	4	4	4	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы/задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 3. Показатели надежности.	12	8	4	4	4	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы/задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.	17	9	5	4	8	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов.	16	8	4	4	8	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 6. Физические методы расчета надежности.	13	8	4	4	5	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 7. Расчет надежности систем.	14	9	5	4	5	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.	13	10	4	6	3	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

## Оценочные материалы по дисциплине НАДЕЖНОСТЬ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ

**ПК-7.1 - Способен проводить обработку результатов экспериментальных исследований функционирования элементов, узлов и механизмов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ, а также проводить расчет показателей надежности элементов стартовых систем**

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность  
Описать порядок определения коэффициента готовности восстанавливаемой системы. Запишите соответствующую последовательность действий
1. Сбор и анализ показателей надежности и восстанавливаемости элементов, входящих в систему
  2. Создание структурной схемы надежности системы
  3. Разбиение структурной схемы надежности на простейшие субблоки
  4. Вычисление для каждого простейшего субблока среднего времени наработки на отказ
  5. Определение суммарного времени наработки на отказ системы и коэффициента готовности восстанавливаемой системы
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В соответствии с каким нормативным документом происходит построение структурной схемы надежности системы?
1. ГОСТ РВ 15.203-2001
  2. ГОСТ Р 51282-99
  3. ГОСТ РВ 0020-57.312-2019
  4. ГОСТ Р МЭК 61078-2021
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой нормативный документ предъявляет требования к анализу видов, последствий и критичности отказов (АВПКО)?
1. ГОСТ РВ 15.203-2001
  2. ГОСТ Р 51282-99
  3. ГОСТ 27.310-95
  4. ГОСТ РВ 0020-57.312-2019
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Имеется невосстанавливаемый объект. По какой формуле определяется его коэффициент готовности?

1.  $K_r = e^{-\lambda \cdot t}$

2.  $K_r = 1 / (T_0 + T_B)$

3.  $K_r = T_0 - T_B / T_0 + T_B$

4.  $K_r = (T_0 - T_B / T_0 + T_B)^2$

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие функции методы рекомендуется использовать для расчетной оценке показателей надежности системы со сложной структурой, которая формализована структурной схемой надежности последовательно-параллельного типа?
1. Методы прямого перебора
  2. Методы половинного деления
  3. Методы разложения структуры относительно «ключевых» элементов
  4. Интегрально-дифференциальные методы
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Порядок инженерной методики расчетной оценки вероятности безотказной работы системы. Запишите соответствующую последовательность шагов.
1. Сбор и анализ показателей надежности элементов, входящих в систему
  2. Создание структурной схемы надежности системы
  3. Разбиение структурной схемы надежности на простейшие субблоки
  4. Вычисление для каждого простейшего субблока среднего времени наработки на отказ
  5. Определение суммарного времени наработки на отказ системы и вероятности безотказной работы
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В чем состоит цель расчетного обоснования надежности системы на этапе проектирования?
1. В оценке принципиальной возможности обеспечения заданных требований по надежности, предъявляемых к системе
  2. В выборе схемно-конструктивного построения системы, в наибольшей степени удовлетворяющей заданным требованиям надежности
  3. В возможности совершенствования методов расчета надежности подобных систем

4. В возможности оценки экономического эффекта от проведенной работы
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие исходные данные необходимы для расчета показателей надежности системы любого уровня разукрупнения?
1. Структурная схема надежности
  2. Стоимость элементов
  3. Интенсивности отказов элементов, входящих в структурную схему надежности
  4. Гарантийные сроки составных элементов системы
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
Приведите в соответствие термины, относящиеся к теории надежности.

Термин	Определение
1. Элемент	А. Объект, представляющий собой множество взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенное единое целое, отделенное от окружающей среды
2. Система	Б. Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения, эксплуатации, хранения и транспортирования
3. Надежность (объекта)	В. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени и в заданных режимах и условиях применения
4. Безотказность	Г. Способность объекта выполнять требуемые функции в заданных условиях, в заданный момент или в течение заданного времени, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены
5. Готовность (объекта)	Д. Свойство объекта, заключающееся в его способности восстанавливаться после отказа или ремонта Е. Объект, у которого отсутствуют (или в рамках данного исследования не рассматриваются) составные

- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Дайте определение АВПО?
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Назовите цели АВПКО?
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Формула	Параметр
1. $\prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i \cdot t_i}$	А. Вероятность безотказной работы в последовательном соединении n элементов без резервирования
2. $1 - \prod_{i=1}^n (1 - e^{-\lambda_i \cdot t_i})^n$	Б. Вероятность безотказной работы в последовательном соединении n элементов с горячим резервированием
3. $e^{-\lambda \cdot t} \cdot \sum_{j=0}^M \frac{(\lambda \cdot t)^j}{j!}$	В. Вероятность безотказной работы в ненагруженном резерве ( $\lambda = c$ )
4. $\frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{i=0}^m \left( \frac{1}{n + i \cdot \alpha} \right)$	Г. Среднее время наработки на отказ в ненагруженном резерве ( $\lambda = c$ )
5. $\frac{1}{\sum_{i=0}^n \left( \frac{1}{T_{0i}} \right)}$	Д. Среднее время наработки на отказ в последовательном соединении n элементов без резервирования
6. $\int_0^{\infty} p(t) dt$	Е. Среднее время наработки на отказ элемента