

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
5	9	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

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

год набора группы: 2024

Программу составили:

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

Синильщиков Валерий Борисович, к.т.н., доцент, доцент

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 Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

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

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-10 — способность разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-10**

*знания:*

на уровне представлений – знать основные понятия и методологию теории надежности;

на уровне воспроизведения – знать методы анализа, расчета параметров и методы испытаний надежности космических стартовых комплексов и их элементов;

на уровне понимания – определение надежности вариантов элементов космических стартовых комплексов и их элементов по результатам расчетно-теоретических и экспериментальных работ;

*умения:*

теоретические: классифицировать причины отказов оборудования КСК;

практические: определять показатели надежности и проектировать надежность создаваемых КСК;

*навыки:*

применение методов организация и проведения испытаний элементов КСК на надежность;

владение методикой и математико-статистическим аппаратом для выявления существенных факторов, влияющих на характеристики надежности элементов и подсистем КСК;

прогнозирование показателей надежности элементов и подсистем проектируемых КСК.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ МАТЛАВ, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**.

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

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-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-04 — Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- 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 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-10
5	9	<b>Раздел 1. Безопасность.</b> Раздел 1. Безопасность. 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 КСК на этапе проектирования. 1.7. Количественная оценка безопасности.	17	7	3	4	10	15
5	9	<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.	11	6	2	4	5	15
5	9	<b>Раздел 3. Показатели надежности.</b> 3.1. Перечень показателей. 3.2. Статистические показатели надежности. 3.3. Точность и надежность оценок показателей надежности.	16	6	2	4	10	15
5	9	<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.	21	6	2	4	15	15
5	9	<b>Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов КСК.</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 ремонтопригодности. 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.	20	6	2	4	14	10
5	9	<b>Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.</b> 6.1. Общий подход. 6.2. Расчет вероятности безотказной работы заданным критерием. 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.	21	6	2	4	15	10
5	9	<b>Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.</b> 7.1. Классификация способов резервирования. 7.2. Правила составления структурной схемы надежности элементов КСК. 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.	21	6	2	4	15	10
5	9	<b>Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.</b> 8.1. Равномерное распределение. 8.2. Неравномерное распределение. 8.3. Распределение с учетом уязвимости элементов.	17	8	2	6	9	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			144	51	17	34	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	34	93	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.	Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности, апостериорная вероятность. Биноминальное, Пуассона, гипергеометрическое, геометрическое, экспоненциальное, усеченное нормальное распределения. Распределение Вейбулла. Производящая функция.	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 КСК.	Общий подход. Расчет вероятности безотказной работы. Обеспечение надежности на этапах жизненного цикла КСК. Расчет номенклатуры и количественного состава ЗИП КСК. Испытания на надежность.	4
6	Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.	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
7	Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.	Правила составления структурной схемы надежности элементов КСК. 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 9 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.	10
2	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 по учебной литературе	5

3	Раздел 3. Показатели надежности.	Повторение ранее изученного материала. Подготовка к аудиторному практикуму.	10
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.	11
5		Подготовка к лабораторной работе №1	4
6	Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов КСК.	Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.7-5.8 по учебной литературе.	11
7		Подготовка к лабораторной работе №2	3
8	Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.	Подготовка к лабораторной работе №3	3
9		Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе	12
10	Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.	Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 7.1 по учебной литературе.	12
11		Подготовка к лабораторной работе №4	3
12	Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 8.3 по учебной литературе	9
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>93</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
<b>9</b>				КВ		ДР		КВ		ДР			КВ			ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КВ – контрольные вопросы;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Васильев. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2017, эл. рес.
2. А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск . Новосибирск: НГТУ, 2016, эл. рес.
3. В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
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. 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 надежностью 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/> — 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:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows;
3. Microsoft Office.

### 5.6. Информационные технологии:

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

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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 И БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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 А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-10 способность разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оценкой надежности элементов космических стартовых комплексов, 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;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

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

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Безопасность.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.2, 1.3 и 1.5 по учебной литературе.	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (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 (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 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Надежность: термины и определения.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 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 (1) Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (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 (1)	5
Итого по разделу 2		5
<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)	10
Итого по разделу 3		10
<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)	11
Подготовка к лабораторной работе №1		4
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов КСК.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.7-5.8 по учебной литературе.	Ю. М. Зубарев. . Математические основы управления качеством и надежностью изделий: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (4) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (3)	11
Подготовка к лабораторной работе №2		3
Итого по разделу 5		14
<b>Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.</b>		
Подготовка к лабораторной работе №3	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (5) Ю. М. Зубарев. . Математические основы управления качеством и надежностью изделий: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	3
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе		12
Итого по разделу 6		15
<b>Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.</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) 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)	12
Подготовка к лабораторной работе №4		3
Итого по разделу 7		15
<b>Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.</b>		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение	Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая	9

ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 8.3 по учебной литературе	статистика: Москва: Юрайт, 2022 (7) А. А. Васильев. Теория вероятностей и математическая статистика: М.: Юрайт, 2017 (5) Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (7)	
Итого по разделу 8		9

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Контрольные вопросы

Контроль усвоения учебного материала разделов 1-5 проводится в форме ответов на контрольные вопросы.

Каждому студенту задается один вопрос по базовым понятиям курса или основным закономерностям. Ответ должен быть дан без подготовки.

Опрос считается успешно пройденным, если студент дал верное по смыслу определение понятия; правильно записал формулу и перечислил входящие в нее величины.

Перечень контрольных вопросов представлен в УМК дисциплины.

#### Вопросы к экзамену

1. Безопасность. Основные определения.
2. Опасности аварий РКТ и их последствия.
3. Основные источники аварий и катастроф РКТ.
4. Понятие риска, связь с понятиями безопасность, надежность.
5. Нормы проектирования, изготовления и эксплуатации по безопасности функционально опасных систем.
6. Понятие надежности КСК, основные свойства надежности.
7. Виды состояний объектов.
8. Понятия: дефекты, повреждения, виды отказов.
9. Показатели надежности элементов КСК.
10. Комплексные показатели надежности.
11. Модели распределений, используемых в теории надежности.
12. Математические зависимости для оценки надежности.
13. Теорема сложения вероятностей и умножения вероятностей. Формула полной вероятности.
14. Расчет надежности систем при внезапных отказах.
15. Расчет надежности систем при постепенных отказах.
16. Расчет надежности систем при одновременной действии внезапных и постепенных отказов.
17. Показатели надежности невосстанавливаемого элемента.
18. Показатели надежности восстанавливаемого элемента.
19. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.
20. Распределение нормируемых показателей надежности.
21. Расчет показателей надежности элементов КСК.
22. Структурная схема надежности элементов КСК с последовательным соединением элементов.
23. Структурные схемы надежности элементов КСК с параллельным соединением элементов.
24. Структурные схемы надежности элементов КСК с другими видами соединения элементов.
25. Методы повышающие надежность сложных технических систем.
26. Резервирование. Виды.
27. Проектный расчет надежности элементов КСК.
28. Испытания на надежность.

#### Экзамен

Студент допускается к экзамену при условии защищенных лабораторных работ и правильных ответов на контрольные вопросы.

Экзамен по дисциплине проходит по билетам. В состав билета входят два теоретических вопроса из числа приведенных в пункте "Вопросы к экзамену".

Оценка выставляется после собеседования со студентом по билету в соответствии со следующими критериями:

- оценка ОТЛИЧНО – полное раскрытие теоретических вопросов, высокий уровень владения материалом;
- оценка ХОРОШО – полное раскрытие теоретических вопросов, средний уровень владения материалом;
- оценка УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – неполное раскрытие теоретических вопросов, средний уровень владения материалом, либо полное раскрытие теоретических вопросов при посредственном владении материалом;
- оценка НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – в иных случаях.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-10	
5	9	Раздел 1. Безопасность.	17	7	3	4	10	15	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
5	9	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	11	6	2	4	5	15	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
5	9	Раздел 3. Показатели надежности.	16	6	2	4	10	15	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
5	9	Раздел 4. Вероятности событий, связанных с надежностью.	21	6	2	4	15	15	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
5	9	Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов КСК.	20	6	2	4	14	10	Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы
5	9	Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.	21	6	2	4	15	10	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.	21	6	2	4	15	10	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.	17	8	2	6	9	10	Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-10

Вопросы открытого типа:

- № 1  $\gamma$ -процентная наработка до отказа это  
№ 2 Какую зависимость нужно использовать для подсчета суммы вероятностей совместимых событий?  
№ 3 Какие отказы характерны для периода нормальной эксплуатации?  
№ 4 Напишите формулу полной вероятности  
№ 5 Какими свойствами обладает пуассоновский поток событий?  
№ 6 Пусть «п»- фиксированное число опытов, результаты опытов независимы, вероятность появления события А в каждом опыте различна. Каким образом подсчитать вероятность появления события «п» раз? Воспользоваться .....?  
№ 7 Проводятся 3 пуска изделия. Вероятность успешного пуска 0,9. Какова вероятность отказа в 3-ем пуске?  
№ 8

Матожидание СКО допустимого напряжения в критическом сечении металлоконструкции под действующей нагрузкой соответственно равны  $m_R=640$  Мпа,  $\sigma_R=40$  Мпа,  $m_F=540$  Мпа,  $\sigma_F=40$  Мпа. Определить безотказность конструкции по критериям неразрушения.

- № 9 При каком значении параметра формы  $\alpha$  распределение Вейбулла превращается в экспоненциальное?  
№ 10 По какой формуле можем быть определено среднее время восстановления?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Вероятность успешного пуска 0,9. Выполняется 4 пуска, какова вероятность менее 2-х отказов?

0,112

0,948

0,682

0,991

№ 2

Вероятность отказа одного узла  $P_1=0,7$ , второго –  $P_2=0,8$ . Найти вероятность отказа хотя бы одного узла. Отказы независимы и совместимы.

0,15

0,94

0,14

0,56

№ 3

Наработка на отказ  $t_1 < t_2$  значение функции распределения вероятностей отказа  $F(t)$ ?

$F(t_1) > F(t_2)$

$F(t_1) = F(t_2)$

$F(t_1) < F(t_2)$

$F(t_1) \leq F(t_2)$

№ 4

На испытания поставлено 500 объектов, их интенсивность отказов каждого  $10^{-4}$  1/час. Найти вероятность отказов 2-х объектов за наработку 10 час.

0,076

0,013

0,607

0,393

№ 5

Наработка до отказа объекта распределения по экспоненциальному закону. Найти вероятность безотказной работы за наработку от 500 до 2500 час. Интенсивность отказов  $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5}$  час.

0,6832

0,9512

0,0554

0,0488

№ 6

Наработка до отказа объекта распределена по экспоненциальному закону. Найти вероятность отказа за наработку от 500 до 2500 час., при условии безотказной работы от 0 до 500 час. Интенсивность отказов  $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5}$  час.

0,6832

0,9512

0,0554

0,0488

№ 7 Среднее число отказов за наработку 1000 ч. равно 3. Какова вероятность 4-х отказов за 2000 ч. Распределение отказов – экспоненциальное.

0,032

0,152

0,258

0,135

№ 8 Средняя наработка объекта отказа равна  $t = 640$  ч. Отказы распределены по экспоненциальному закону. Какова плотность распределения вероятностей отказов при  $t = 120$  ч.

$1,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$

$1,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$

$1,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$

$1,6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$

№ 9 Устройство содержит 2 независимо работающих элемента. Вероятности отказов элементов 0,05 и 0,08. Найти вероятность отказа устройства, если для этого достаточно отказа хотя бы одного из элементов.

0,252

0,126

0,874

0,004

№ 10 Имеется 20 работоспособных и 5 неработоспособных узлов. Случайным образом отбираются 3 узла. Какова вероятность, что все 3 узла окажутся работоспособными?

0,4956

0,4221

0,3425

0,2174