

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 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	51	17	0	34	57	0	0	57	ЭКЗ.

*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: 2024

Программу составил:

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

Маштаков Андрей Павлович, к.т.н., доцент

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 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:

ПСК-7.1 — способность 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:

### **ПСК-7.1**

*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 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: **МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ МАТЛАВ, 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
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ПСК-7.3 — Способен проводить расчеты прочности, динамики элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ с помощью систем автоматизированного анализа, численных методов, в том числе с использованием языков программирования низкого и высокого уровней
- 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, % ПСК-7.1
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
4	7	<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.	14	7	3	4	7	15
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.	14	6	2	4	8	15
4	7	<b>Раздел 3. Вероятности событий, связанных с надежностью. Показатели надежности.</b> 3.1. Полная группа, несовместимые, противоположные, независимые события. 3.2. Правила сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. 3.3. Биноминальное, Пуассона, гипергеометрическое, геометрическое, экспоненциальное, усеченное нормальное распределения. Распределение Вейбулла. Производящая функция. 3.4. Перечень показателей. 3.5. Статистические показатели надежности. 3.6. Точность и надежность оценок показателей надежности.	16	10	2	8	6	15
4	7	<b>Раздел 4. Расчет показателей надежности элементов КСК.</b> 5.1. Расчет безотказности восстанавливаемых 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.с.	18	6	2	4	12	15
4	7	<b>Раздел 5. Физические методы расчета надежности КСК.</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.	14	6	2	4	8	10
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.	15	7	2	5	8	10
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.	15	7	2	5	8	10
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.	2	2	2	0	0	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	17	34	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	34	57	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. 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

4	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
5	Раздел 4. 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 5. 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 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.	5
8	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.	5
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Безопасность.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.2,1.3 и 1.5 по учебной литературе.	7
2	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 по учебной литературе	8
3	Раздел 3. Вероятности событий, связанных с надежностью. Показатели надежности.	Повторение ранее изученного материала	6
4	Раздел 4. Расчет показателей надежности элементов КСК.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.7-5.8 по учебной литературе.	12
5	Раздел 5. Физические методы расчета надежности КСК.	Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе	8
6	Раздел 6. Физические методы расчета надежности.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе.	8
7	Раздел 7. Расчет надежности систем.	Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 7.1 по учебной литературе.	8
<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			ДР		ТекК		ДР			ТекК			ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- 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. Москва: Юрайт, 2020, 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, 167 экз.
4. В. А. Керножицкий, В. А. Санников, И. А. Ледовой. . Надёжность организационно-технических систем и их элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
5. В. Е. Гмурман. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
6. Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем. Санкт-Петербург: Лань, 2019, 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 Office;
3. Microsoft Windows.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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

### **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*:

ПСК-7.1 способность 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 для текущего контроля;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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. Безопасность.</b>		
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)	7
Итого по разделу 1		7
<b>Раздел 2. Надежность: термины и определения.</b>		
Самостоятельное изучение дидактической единицы 2.3 по учебной литературе	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (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) 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)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Вероятности событий, связанных с надежностью. Показатели надежности.</b>		
Повторение ранее изученного материала	Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (2)	6
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Расчет показателей надежности элементов КСК.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.7-5.8 по учебной 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 (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 (2)	12
Итого по разделу 4		12

<b>Раздел 5. Физические методы расчета надежности КСК.</b>		
Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 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)	8
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 надежностью изделий: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (5)	8
Итого по разделу 6		8
<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. . Надёжность организационно- технических систем и их элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (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 (4)	8
Итого по разделу 7		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Вопросы для текущего контроля

Вопросы текущего контроля предназначены для контроля усвоения учебного материала соответствующих разделов дисциплины.

Перечень вопросов представлен в УМК дисциплины.

#### Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену входит в состав УМК дисциплины.

#### Экзамен

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

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов на 2 вопроса экзаменационного билета и возможные дополнительные вопросы:

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

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

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

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

Перечень экзаменационных вопросов 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		ПСК-7.1	
4	7	Раздел 1. Безопасность.	14	7	3	4	7	15	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Надежность: термины и определения.	14	6	2	4	8	15	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Вероятности событий, связанных с надежностью. Показатели надежности.	16	10	2	8	6	15	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 4. Расчет показателей надежности элементов КСК.	18	6	2	4	12	15	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 5. Физические методы расчета надежности КСК.	14	6	2	4	8	10	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 6. Физические методы расчета надежности.	15	7	2	5	8	10	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля

4	7	<b>Раздел 7. Расчет надежности систем.</b>	15	7	2	5	8	10	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
4	7	<b>Раздел 8. Распределение нормируемых показателей надежности.</b>	2	2	2	0	0	10	Вопросы к экзамену, Вопросы для текущего контроля
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	17	34	57	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	34	57	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-7.1

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Запишите формулу полной вероятности
- № 2 Какими свойствами обладает пуассоновский поток событий?
- № 3 Пусть «n»- фиксированное число опытов, результаты опытов независимы, вероятность появления события А в каждом опыте различна. Каким образом подсчитать вероятность появления события «m» раз?
- № 4 Проводится два испытательных пуска с 2-х ПУ. Вероятность успешного пуска с первой ПУ  $P_1=0,5$ , со второй ПУ  $P_2=0,8$ . Какова вероятность одного успешного пуска с двух ПУ?
- № 5 Проводятся 3 пуска изделия. Вероятность успешного пуска 0,9. Какова вероятность отказа в 3-ем пуске?
- № 6

Найти приближенное значение вероятности безотказной работы привода ПУ  $P(t;t_0)$  на интервале времени  $t_0$ , если отказы внезапные, интенсивность отказов  $\lambda = 10^{-5} \frac{1}{\text{ч}}$ ,  $t=10^3 \text{ ч.}$ ,  $t_0=10^2 \text{ ч}$

№ 7

Функция распределения Вейбулла определяется уравнением:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x^\alpha} \text{ при } x \geq 0.$$

Какое значение принимает параметр формы кривой распределения на этапе нормальной эксплуатации?

- № 8 Какова связь между вероятностью безотказной работы  $P(t)$  и интенсивностью отказов при произвольном законе распределения?
- № 9 Какова связь между плотностью распределения и интенсивностью отказов при произвольном законе распределения?
- № 10 Как определить среднюю наработку до отказа при произвольном законе распределения?

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 В какие два свойства надежности входит требование сохранять работоспособность до наступления предельного состояния?

Безотказность и сохраняемость

Ремонтопригодность и сохраняемость

Долговечность и сохраняемость

Безотказность и долговечность

- № 2 В каком состоянии объекта его дальнейшее использование по назначению недопустимо, либо восстановление его работоспособности нецелесообразно?

Предельное

Неисправное

Неработоспособное

Поврежденное

- № 3 Для периода нормальной эксплуатации характерны следующие отказы:

Все перечисленные варианты

Внезапные

Постепенные

Конструктивные

№ 4 γ-процентная наработка до отказа это:

Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не возникнет

Средняя наработка до отказа

Средняя наработка между отказами

Наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с заданной вероятностью

№ 5 По какой из ниже приведенных формул может быть найдена по экспериментальным данным оценка интенсивности отказов (где  $N(t)$ ,  $\Delta n$  - количество работоспособных и отказавших объектов соответственно)?

$$\frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}$$
$$\frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(0)\Delta t}$$
$$\frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(0)\Delta t} \quad \text{и} \quad \frac{\Delta n}{N(0)\Delta t}$$
$$\frac{\Delta n}{N(0)\Delta t}$$

№ 6 Назначенный ресурс это:

Наработка объекта, при достижении которого применение объекта должно быть прекращено

Средний срок службы

Календарная продолжительность эксплуатации объекта, при достижении которого применение объекта должно быть прекращено

Средний ресурс

№ 7 Из перечисленных ниже показателей надежности комплексными являются:

Показатели ремонтпригодности

Показатели долговечности

Коэффициент готовности

Показатели сохраняемости

№ 8 Для каких показателей надежности указывается вид действия при наступлении предельного состояния:

Безотказность

Ремонтопригодность

Долговечность

Сохраняемость

№ 9 Какую зависимость нужно использовать для подсчета суммы вероятностей совместимых событий:

$$\begin{aligned}P(A) + P(\bar{A}) &= 1 \\P\left(\sum_{i=1}^n A_i\right) &= \sum_i P(A_i) - \sum_{ij} P(A_i A_j) + \\&+ \sum_{i,j,k} P(A_i A_j A_k) + (-1)^{n-1} P(A_1 \dots A_n) \\P\left(\sum_i A_i\right) &= \sum_1 P(A_i) \\P\left(\sum_i A_i\right) &= 1\end{aligned}$$

№ 10 При каких условиях может использоваться формула Бернулли для определения появления «m» событий в опытах?

Число опытов «n» величина фиксированная

Результаты опытов независимы

Вероятность появления событий постоянна

Все перечисленные варианты