

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>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: 2025

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 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 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:

ПК-10 — Способен 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:

### **ПК-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, 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
- 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 |                                  | ПК-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                               | 10                         |
| 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                                | 10                         |
| 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                               | 10                         |
| 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. Биномиальное, 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 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. | 20    | 6                                     | 2      | 4                    | 14                               | 15                         |
| 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                               | 15                         |
| 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                               | 15                         |
| 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. Биномиальное, 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. Биномиальное, 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. | 10        |
| 5                         |   | Подготовка к лабораторной работе №1   | 5         |
| 6                         | Раздел 5. Расчет показателей надежности элементов КСК.      | Подготовка к аудиторному практикуму. Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.7-5.8 по учебной литературе.                                     | 10        |
| 7                         |   | Подготовка к лабораторной работе №2   | 4         |
| 8                         | Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.         | Подготовка к лабораторной работе №3   | 5         |
| 9                         |   | Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.6 по учебной литературе   | 10        |
| 10                        | Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.                     | Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение дидактических единиц 7.1 по учебной литературе.                                       | 10        |
| 11                        |   | Подготовка к лабораторной работе №4   | 5         |
| 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/> — 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:

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*:

ПК-10 Способен 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)<br>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)<br>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)<br>Е. Ф. Березкин. . Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (1)<br>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)<br>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)   | 10                 |
| Подготовка к лабораторной работе №1  |  | 5                  |
| 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)<br>А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (3)   | 10                 |
| Подготовка к лабораторной работе №2  |  | 4                  |
| 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)   | 5                  |
| 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)   | 10                 |
| 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)<br>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)   | 10                 |
| Подготовка к лабораторной работе №4  |  | 5                  |
| 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 | <p>статистика: Москва: Юрайт, 2022 (7)</p> <p>А. А. Васильев. Теория вероятностей и математическая статистика: М.: Юрайт, 2017 (5)</p> <p>Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (7)</p> |   |
| 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<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА     |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПК-10                      |   |
| 5                   | 9       | Раздел 1. Безопасность.                                     | 17    | 7                                     | 3      | 4                    | 10                               | 10                         | Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы |
| 5                   | 9       | Раздел 2. Надежность: термины и определения.                | 11    | 6                                     | 2      | 4                    | 5                                | 10                         | Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы |
| 5                   | 9       | Раздел 3. Показатели надежности.                            | 16    | 6                                     | 2      | 4                    | 10                               | 10                         | 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                               | 15                         | Вопросы к экзамену, Контрольные вопросы |
| 5                   | 9       | Раздел 6. Физические методы расчета надежности КСК.         | 21    | 6                                     | 2      | 4                    | 15                               | 15                         | Вопросы к экзамену                      |
| 5                   | 9       | Раздел 7. Расчет надежности систем КСК.                     | 21    | 6                                     | 2      | 4                    | 15                               | 15                         | 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                        |   |

# Оценочные материалы по дисциплине НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

**ПК-10 - Способен разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф**

№ 1 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 заданных условиях, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены   |
| 5. Готовность (объекта) | Д. Свойство объекта, заключающееся в его способности восстанавливаться после отказа или ремонта<br>Е. Объект, у которого отсутствуют (или в рамках данного исследования не рассматриваются) составные   |

№ 2 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  |

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Порядок инженерной методики расчетной оценки вероятности безотказной работы системы. Запишите соответствующую последовательность действий.

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

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение АВПО?

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Назовите цели АВПКО?

№ 6 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
- № 7 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

- № 8 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

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Имеется невосстанавливаемый объект. По какой формуле определяется его коэффициент готовности?

1.  $K_T = e^{-\lambda \cdot t}$
2.  $K_T = 1 / (T_0 + T_B)$
3.  $K_T = T_0 - T_B / T_0 + T_B$
4.  $K_T = (T_0 - T_B / T_0 + T_B)^2$

- № 10 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

- № 11 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

- № 12 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