

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА

|   |   |
|---|---|
| Направление/специальность<br>подготовки       | 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов |
| Специализация/профиль/программа<br>подготовки | Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы                                |
| Уровень высшего образования                   | Специалитет   |
| Форма обучения                                | Очная   |
| Факультет                                     | А Ракетно-космическая техника   |
| Выпускающая кафедра                           | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ   |
| Кафедра-разработчик рабочей<br>программы      | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ   |

| 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    | 10      | 4                                       | 144                             | 51                 | 17     | 0                         | 34                      | 93                     | 0               | 0               | 93                            | диф.<br>зач.                   |

*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: 2026

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ \_\_\_\_\_

Бабук Валерий Александрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА**

## **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-2 — Способен задавать, оценивать и обеспечивать надёжность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-2**

*знания:*

на уровне представлений: положения общей теории надёжности;

на уровне воспроизведения: математический аппарат исследования надёжности на этапах проектирования и экспериментальной отработки;

на уровне понимания: принципы определения истинных значений характеристик надёжности.;

*умения:*

теоретические: использовать математический аппарат для определения характеристик надёжности.

практические: определять характеристики надёжности применительно к изделию и отдельным его элементам.;

*навыки:*

определения характеристик надёжности на этапах проектирования и экспериментальной отработки..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА** 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: **НАДЕЖНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-2 — Способен задавать, оценивать и обеспечивать надёжность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла

### 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-2                       |
| 5                   | 10      | Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники (РКТ). 1.1. Характеристики надежности для восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий. 1.2. Задачи исследования надежности применительно к различным изделиям РКТ.  | 2     | 2                                     | 1      | 1                    | 0                                | 5                          |
| 5                   | 10      | Раздел 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин. 2.1. Разработка генераторов случайных величин. 2.2. Использование встроенных функций в рамках современных программных комплексов.  | 16    | 6                                     | 2      | 4                    | 10                               | 10                         |
| 5                   | 10      | Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций. 3.1. Разработка генераторов систем случайных величин. 3.2. Разработка генераторов случайных функций.   | 26    | 6                                     | 2      | 4                    | 20                               | 10                         |
| 5                   | 10      | Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы. 4.1. Принципы разработки структурно-функциональной схемы надежности. 4.2. Метод элементарных структурных схем надежности. 4.3. Матричный метод. 4.4. Метод графов. 4.5. Метод статистических испытаний.   | 20    | 10                                    | 4      | 6                    | 10                               | 15                         |
| 5                   | 10      | Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования. 5.1. Метод линеаризации. 5.2. Корреляционный метод. 5.2. Метод статистических испытаний.  | 26    | 6                                     | 2      | 4                    | 20                               | 20                         |
| 5                   | 10      | Раздел 6. Параметрическая надежность изделия и его элементов. 6.1. Метод, базирующийся на использовании статистического моделирования 6.2. Метод, базирующийся на задании допусков на характеристики изделия.   | 14    | 4                                     | 2      | 2                    | 10                               | 10                         |
| 5                   | 10      | Раздел 7. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ. 7.1. Методы нормирования при заданной вероятности безотказной работы. 7.2. Методы нормирования при заданном среднем времени активного существования.  | 10    | 6                                     | 2      | 4                    | 4                                | 10                         |
| 5                   | 10      | Раздел 8. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ. 8.1. Модель «отказ – успех» для восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий. 8.2. Использование модели «нагрузка – прочность» в случае принятия гипотезы о законе распределения характерного параметра (нормальный и экспоненциальный законы распределения). 8.3. Изменение надежности сложной технической системы в процессе ее экспериментальной отработки. | 30    | 11                                    | 2      | 9                    | 19                               | 20                         |
| Всего за 10 семестр |         |   | 144   | 51                                    | 17     | 34                   | 93                               | 100                        |
| Всего по дисциплине |         |   | 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. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники (РКТ). | Анализ надежности применительно к восстанавливаемым и невосстанавливаемым изделиям  | 1                 |
| 2     | Раздел 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.           | Разработка и использование генераторов случайных величин                            | 4                 |
| 3     | Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций.         | Разработка и использование генераторов систем случайных величин и случайных функций | 4                 |
|       |  |   |                   |

|                            |   |  |           |
|----------------------------|---|--|-----------|
| 4                          | Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.                       | Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию. Сравнительный анализ метода элементарных структурных схем и надежности т матричного метода. Разработка алгоритма использования метода графов для конкретной системы. Разработка алгоритма решения системы уравнений Колмогорова. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы.  | 6         |
| 5                          | Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования. | Сравнительный анализ метода линеаризации и корреляционного метода. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы   | 4         |
| 6                          | Раздел 6. Параметрическая надежность изделия и его элементов.                                       | Решение задачи определения характеристик параметрической надежности изделий РКТ  | 2         |
| 7                          | Раздел 7. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.                                   | Решение задачи нормирования надежности для структурных единиц изделий РКТ  | 4         |
| 8                          | Раздел 8. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.                       | Разработка алгоритма отыскания точечных оценок характеристик надежности при использовании метода максимального правдоподобия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности невозстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности восстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «нагрузка-прочность» для оценки характеристик надежности. Решение задачи исследования надежности на этапе экспериментальной отработки в условиях проведения доработок. | 9         |
| <b>Всего за 10 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 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.   | Разработка и использование генераторов случайных величин  | 10           |
| 2     | Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций. | Разработка и использование генераторов систем случайных величин и случайных функций   | 20           |
| 3     | Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как                                     | Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию. Сравнительный анализ метода элементарных структурных схем и надежности т матричного метода. Разработка алгоритма использования метода графов для конкретной системы. Разработка | 10           |

|                            |   |  |           |
|----------------------------|---|--|-----------|
|                            | сложной технической системы.  | алгоритма решения системы уравнений Колмогорова. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы.  |           |
| 4                          | Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования. | Сравнительный анализ метода линеаризации и корреляционного метода. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы.  | 20        |
| 5                          | Раздел 6. Параметрическая надежность изделия и его элементов.                                       | Решение задачи определения характеристик параметрической надежности изделий РКТ  | 10        |
| 6                          | Раздел 7. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.                                   | Решение задачи нормирования надежности для структурных единиц изделий РКТ  | 4         |
| 7                          | Раздел 8. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.                       | Разработка алгоритма отыскания точечных оценок характеристик надежности при использовании метода максимального правдоподобия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности невозстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности восстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «нагрузка-прочность» для оценки характеристик надежности. Решение задачи исследования надежности на этапе экспериментальной отработки в условиях проведения доработок. | 19        |
| <b>Всего за 10 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>10</b> | ТекК            | ТекК | ТекК | ТекК | ТекК | ДР | ТекК | ТекК,<br>ДЗ | ТекК | ДР | ТекК |    | ТекК | ТекК | ТекК | ДР | ТекК,<br>диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 41 экз.
2. А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надёжность технических систем и техногенный риск . Новосибирск: НГТУ, 2016, эл. рес.
3. А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надёжность технических систем и техногенный риск . Новосибирск: НГТУ, 2016, эл. рес.
4. Е. Ф. Березкин. . Надёжность и техническая диагностика систем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. Е. Ф. Березкин. . Надёжность и техническая диагностика систем. Санкт-Петербург: Лань, 2019, эл. рес.
6. Ю. М. Зубарев. . Основы надёжности машин и сложных систем. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=443](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=443) —  
Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА** 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-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2 Способен задавать, оценивать и обеспечивать надёжность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием надёжности изделий космических систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.</b>   |   |                    |
| Разработка и использование генераторов случайных величин  | Е. Ф. Березкин. .<br>Надёжность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)                   | 10                 |
| Итого по разделу 2  |   | 10                 |
| <b>Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций.</b>   |   |                    |
| Разработка и использование генераторов систем случайных величин и случайных функций   | Ю. М. Зубарев. .<br>Основы надёжности машин и сложных систем: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1)                       | 20                 |
| Итого по разделу 3  |   | 20                 |
| <b>Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.</b>  |   |                    |
| Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию. Сравнительный анализ метода элементарных структурных схем и надежности т матричного метода. Разработка алгоритма использования метода графов для конкретной системы. Разработка алгоритма решения системы уравнений Колмогорова. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы. | А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. .<br>Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (2) | 10                 |
| Итого по разделу 4  |   | 10                 |
| <b>Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования.</b>  |   |                    |
| Сравнительный анализ метода линеаризации и корреляционного метода. Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы.   | Е. Ф. Березкин. .<br>Надежность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2019 (2)                   | 20                 |
| Итого по разделу 5  |   | 20                 |
| <b>Раздел 6. Параметрическая надежность изделия и его элементов.</b>  |   |                    |
| Решение задачи определения характеристик параметрической надежности изделий РКТ   | А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. .   | 10                 |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | Надёжность технических систем и техногенный риск :<br>Новосибирск:<br>НГТУ, 2016 (3)  |    |
| Итого по разделу 6  |   | 10 |
| <b>Раздел 7. Нормирование надёжности структурных единиц изделий РКТ.</b>  |   |    |
| Решение задачи нормирования надёжности для структурных единиц изделий РКТ   | Е. Ф. Березкин. .<br>Надёжность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)                               | 4  |
| Итого по разделу 7  |   | 4  |
| <b>Раздел 8. Оценка надёжности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.</b>  |   |    |
| Разработка алгоритма отыскания точечных оценок характеристик надёжности при использовании метода максимального правдоподобия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надёжности невозстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надёжности восстанавливаемого изделия. Разработка алгоритма использования модели «нагрузка-прочность» для оценки характеристик надёжности Решение задачи исследования надёжности на этапе экспериментальной отработки в условиях проведения доработок. | . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1) | 19 |
| Итого по разделу 8  |   | 19 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Вопросы для текущего контроля

При опросе студентов задаются вопросы по теме занятия. При полном ответе студент получает 10 баллов, при неполном - 5 баллов, в случае неверного ответа - 0 баллов. Условием для успешного завершения опроса является количество баллов в диапазоне от 5 до 10.

#### Домашнее задание

В течение семестра студенты выполняют две домашние работы, связанные с исследованием надежности на этапах проектирования и экспериментальной отработки. Темы работ приведены в УМК, в методических указаниях: Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: методические указания к выполнению домашнего задания. Изд. 3-е, перераб. и доп./ БГТУ "ВОЕНМЕХ"; сост. В. А. Бабук. -СПб., 2017. -23 с.

Выполненные работы проходят процедуру защиты. Защита проходит в форме ответов студента на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и ответы студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов -100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- неполные ответы на вопросы – 20 баллов,
- небрежное оформление – 10 баллов,
- низкое качество графического материала – 10 баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 5 до 10 являются:

- небрежное оформление работы,
- низкое качество графического материала.

Зачет по выполненной работе осуществляется при достижении 75 баллов.

#### Дифференцированный зачет

К сдаче дифференцированного зачета допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все контрольные мероприятия, предусмотренные программой дисциплины.

Оценка проставляется по результатам ответов на вопросы по материалам курса. Вопросы выложены в УМК дисциплины.

При полном ответе на вопрос студент получает оценку "отлично".

В случае неполного ответа, но максимального количества баллов за выполненные задачи студент получает оценку "хорошо".

При невыполнении второго условия студент получает оценку "удовлетворительно".

В случае неверного ответа студент получает оценку "не зачтено".

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц  | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА                |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПК-2                       |   |
| 5                   | 10      | Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники (РКТ).        | 2     | 2                                     | 1      | 1                    | 0                                | 5                          | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.                  | 16    | 6                                     | 2      | 4                    | 10                               | 10                         | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций.                | 26    | 6                                     | 2      | 4                    | 20                               | 10                         | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.                       | 20    | 10                                    | 4      | 6                    | 10                               | 15                         | Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание |
| 5                   | 10      | Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования. | 26    | 6                                     | 2      | 4                    | 20                               | 20                         | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 6. Параметрическая надежность изделия и его элементов.                                       | 14    | 4                                     | 2      | 2                    | 10                               | 10                         | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 7. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.                                   | 10    | 6                                     | 2      | 4                    | 4                                | 10                         | Вопросы для текущего контроля                   |
| 5                   | 10      | Раздел 8. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.                       | 30    | 11                                    | 2      | 9                    | 19                               | 20                         | Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание |
| Всего за 10 семестр |         |   | 144   | 51                                    | 17     | 34                   | 93                               | 100                        |   |
| Всего по дисциплине |         |   | 144   | 51                                    | 17     | 34                   | 93                               | 100                        |   |

**ПК-2 - Способен задавать, оценивать и обеспечивать надёжность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Почему точечная оценка среднего времени безотказной работы при использовании метода статистических испытаний распределена по нормальному закону?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Существует ли связь между законами распределения времени безотказной работы и точечной оценкой среднего времени безотказной работы?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Точечная оценка характеристики надежности –
  2. Характеристика надежности –
  3. Граница интервальной оценки характеристики надежности -
- А – случайная величина
- Б – константа
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Относительная частота случаев успешной работы при ограниченном количестве экспериментов распределена
  2. Относительная частота случаев успешной работы при большом количестве экспериментов распределена
  3. Среднее время работы при большом количестве экспериментов распределено
- А – по биномиальному закону
- Б – по усеченному нормальному закону
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Определить последовательность действий для использования метода графов
1. При использовании заданного времени работы определяются характеристики надежности
  2. Разработка графа состояний
  3. Интегрирование уравнений Колмогорова
  4. Составление уравнений Колмогорова
  5. Определение вероятности безотказной работы системы как функция времени
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Закон распределения относительной частоты случаев успешной работы при ограниченном количестве экспериментов является ...
1. биномиальным
  2. нормальным
  3. равномерной плотности
  4. законом хи-квадрат
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Закон распределения относительной частоты случаев успешной работы при использовании метода статистических испытаний является...

1. биномиальным
2. нормальным
3. равномерной плотности
4. законом хи-квадрат

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Закон распределения точечной оценки среднего времени активного существования при использовании метода статистических испытаний является...

1. биномиальным
2. нормальным
3. равномерной плотности
4. законом хи-квадрат

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для моделирования непрерывной случайной величины (СВ) необходимо наличие:

1. генератора СВ, распределенной равномерно от 0 до 1
2. функции распределения моделируемой СВ
3. значений функции распределения моделируемой СВ при различных значениях аргумента
4. значений функции плотности распределения моделируемой СВ при различных значениях аргумента

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Использование метода линеаризации возможно в том случае, когда ...

1. характерные параметры являются явными функциями случайных аргументов
2. характерные параметры не являются случайными функциями
3. известен закон распределения случайных аргументов
4. дисперсии случайных аргументов не меньше некоторых предельных значений.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Знание закона распределения точечной оценки обеспечивает ....

1. определение интервальной оценки искомого параметра
2. определение точности отыскания искомого параметра
3. отыскание закона распределения исследуемой случайной величины, параметры которого определяются,
4. сокращение количества испытаний.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Определить последователь действий для имитации работы элемента системы в рамках использования метода статистических испытаний

1. Определение входных параметров рассматриваемой модели
2. Моделирование входных параметров
3. Разработка генераторов случайных величин и случайных функций для входных параметров
4. Определение критического и действующего значений характерных параметров
5. Численный анализ модели при использовании полученных входных параметров
6. Фиксация времени работы и исхода имитации