


УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ

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

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

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

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Бабук Валерий Александрович, д.т.н., 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**

### **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-18 — Способность задавать, оценивать и обеспечивать надежность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-18**

*знания:*

на уровне представлений: положения общей теории надежности

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

на уровне понимания: принципы определения истинных значений характеристик надежности;

*умения:*

теоретические: использовать математический аппарат для определения характеристик надежности

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

*навыки:*

определения характеристик надежности на этапах проектирования и экспериментальной отработки.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ** 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: **МАТСТАТИСТИКА ПРИ ИСПЫТАНИИ РКТ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-25 — Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-18
5	9	Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники (РКТ). 1.1. Характеристики надежности. 1.2. Задачи исследования надежности применительно к различным изделиям РКТ.	1	1	1	0	0	5
5	9	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.	15	5	1	4	10	15
5	9	Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций. 3.1. Разработка генераторов систем случайных величин. 3.2. Разработка генераторов систем случайных функций.	2	2	2	0	0	15
5	9	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. 4.4. Матричный метод. 4.3. Метод статистических испытаний.	21	6	2	4	15	20
5	9	Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования. 5.1. Метод линеаризации. 5.2. Метод статистических испытаний.	33	8	4	4	25	15
5	9	Раздел 6. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ. 6.1. Методы нормирования при заданной вероятности безотказной работы. 6.2. Методы нормирования при заданном среднему времени активного существования.	21	6	2	4	15	10
5	9	Раздел 7. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ. 7.1. Модель «отказ – успех» (невосстанавливаемое изделие). 7.2. Использование модели «нагрузка – прочность» в случае принятия гипотезы о законе распределения характерного параметра (нормальный и экспоненциальный законы распределения). 7.3. Изменение надежности сложной технической системы в процессе ее экспериментальной отработки.	51	23	5	18	28	20
Всего за 9 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 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.	Разработка и использование генераторов случайных величин	4
2	Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.	Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для технической системы	4
3	Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования.	Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы	4
4	Раздел 6. Нормирование надежности	Решение задачи нормирования надежности для структурных единиц изделий РКТ	4

	структурных единиц изделий РКТ.		
5	Раздел 7. 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 Разработка алгоритма использования модели «нагрузка-прочность» для оценки характеристик надежности	18
<b>Всего за 9 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.	Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин	10
2	Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.	Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы	15
3	Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования.	Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования	25
4	Раздел 6. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.	Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ	15
5	Раздел 7. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.	Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ	28
<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>	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ДР	ТекК	Задан	ТекК	ДР	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	Задан	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Задан – задание.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 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. В. Л. Файншмидт. . Элементы теории вероятностей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
4. И. В. Хрущёва, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. . Основы математической статистики и теории случайных процессов. СПб.: Лань, 2009, 7 экз.
5. М. С. Попов, А. М. Попов. . Теория вероятностей и математическая статистика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
6. Надёжность космического аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 95 экз.
7. Ю. М. Милёхин, А. Ю. Берсон, В. К. Кавицкая. . Надёжность ракетных двигателей на твёрдом топливе. М.: Изд-во МГУП, 2005, 6 экз.

### 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:

1. 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:**

1. Проектор;
2. Microsoft Office.

### **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** 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 АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-18 Способность задавать, оценивать и обеспечивать надежность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием надежности при создании изделий космической техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**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 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.</b>		
Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин	В. Л. Файншмидт. . Элементы теории вероятностей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) И. В. Хрущёва, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. . Основы математической статистики и теории случайных процессов: СПб.: Лань, 2009 (2) М. С. Попов, А. М. Попов. . Теория вероятностей и математическая статистика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.</b>		
Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (2) Надёжность космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (1)	15
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования.</b>		
Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования	Ю. М. Милёхин, А. Ю. Берсон, В. К. Кавицкая. . Надёжность ракетных двигателей на твёрдом топливе: М.: Изд-во МГУП, 2005 (2)	25
Итого по разделу 5		25
<b>Раздел 6. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.</b>		
Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. . Надежность технических систем и техногенный риск : Новосибирск: НГТУ, 2016 (3)	15
Итого по разделу 6		15
<b>Раздел 7. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.</b>		
Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ	. Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	28
Итого по разделу 7		28

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- задание;
- 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 для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины. 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.

#### 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.

#### Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К экзамену допускаются обучающиеся при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины». Оценка проставляется по результатам ответов на вопросы билета. Вопросы, содержащиеся в билетах, выложены в УМК. При полном ответе на два вопроса в билете студент получает оценку "отлично". При неполном ответе на один из вопросов оценка снижается, студент получает оценку "хорошо". Неполные ответы на оба вопроса приведут к оценке "удовлетворительно". Неверные ответы на оба вопроса будут иметь следствием оценку "неудовлетворительно".

Паспорт фонда оценочных средств

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-18	
5	9	Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники (РКТ).	1	1	1	0	0	5	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Решение задачи моделирования непрерывных и дискретных случайных величин.	15	5	1	4	10	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Решение задачи моделирования систем случайных величин и случайных функций.	2	2	2	0	0	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Определение надежности изделия РКТ как сложной технической системы.	21	6	2	4	15	20	Вопросы для текущего контроля, Задание
5	9	Раздел 5. Методы определения характеристик надежности элемента изделия РКТ на этапе проектирования.	33	8	4	4	25	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 6. Нормирование надежности структурных единиц изделий РКТ.	21	6	2	4	15	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 7. Оценка надежности на этапе экспериментальной отработки изделий РКТ.	51	23	5	18	28	20	Задание, Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	