


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ РКТ

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	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 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	10	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

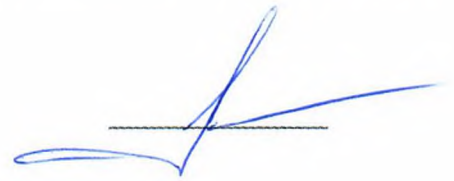
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

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

год набора группы: 2022

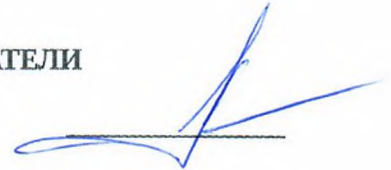
Программу составил:

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 ИЗДЕЛИЙ РКТ

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 ИЗДЕЛИЙ РКТ** 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, НАДЕЖНОСТЬ**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-18 — Способность задавать, оценивать и обеспечивать надежность изделий РКТ на всех этапах жизненного цикла
- 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	10	Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники. 1.1. Характеристики надежности для восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий. 1.2. Задачи исследования надежности.	1	1	1	0	0	5
5	10	Раздел 2. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность системы). 2.1 Метод графов. 2.2. Метод статистических испытаний.	26	10	2	8	16	10
5	10	Раздел 3. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность элемента системы). 3.1. Корреляционный метод. 3.2. Метод статистических испытаний.	30	6	2	4	24	10
5	10	Раздел 4. Параметрическая надежность изделия и его элементов. Метод статистических испытаний Метод, базирующийся на задании допусков на характеристики изделия.	2	2	2	0	0	15
5	10	Раздел 5. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки. 5.1. Метод максимального правдоподобия для определения точечных оценок искомых параметров. 5.2. Метод, базирующийся на модели «отказ-успех» для восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий. 5.3. Метод, базирующийся на модели «нагрузка – прочность».	32	14	4	10	18	20
5	10	Раздел 6. Исследование надежности по результатам (летных) испытаний КА (малое количество испытаний). 6.1. Метод, базирующийся на задании закона распределения времени безотказной работы. 6.2. Метод, базирующийся модели «отказ-успех». 6.3. Метод, базирующийся на использовании информации системы телеметрии.	25	10	2	8	15	25
5	10	Раздел 7. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки с учетом информации о доработках. 7.1. Модель изменения надежности, учитывающая информацию о доработках изделия. 7.2. Логико-вероятностная модель.	28	8	4	4	20	15
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 2. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность системы).	Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию Разработка графа состояний применительно к конкретной СФСН Разработка алгоритма решения системы уравнений Колмогорова Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы	8
2	Раздел 3. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность элемента системы).	Сравнительный анализ использования метода линеаризации и корреляционного метода Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы	4
3	Раздел 5. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки.	Разработка алгоритма отыскания точечных оценок характеристик надежности при использовании метода максимального правдоподобия Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности невосстанавливаемого изделия Разработка алгоритма использования модели «отказ-успех» для оценки характеристик надежности восстанавливаемого изделия	10
4	Раздел 6. Исследование надежности по результатам	Разработка алгоритма определения характеристик надежности КА с длительным сроком активного существования	8

	(летних) испытаний КА (малое количество испытаний).		
5	Раздел 7. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки с учетом информации о доработках.	Разработка алгоритма использования моделей изменения надежности КА в процессе проведения доработок	4
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 2. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность системы).	Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию Разработка графа состояний применительно к конкретной СФСН Разработка алгоритма решения системы уравнений Колмогорова Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы	16
2	Раздел 3. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность элемента системы).	Сравнительный анализ использования метода линеаризации и корреляционного метода Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы	24
3	Раздел 5. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки.	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	18
4	Раздел 6. Исследование надежности по результатам (летних) испытаний КА (малое количество испытаний).	Разработка алгоритма определения характеристик надежности КА с длительным сроком активного существования	15
5	Раздел 7. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки с учетом информации о доработках.	Разработка алгоритма использования моделей изменения надежности КА в процессе проведения доработок	20
Всего за 10 семестр			93

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
10	ТекК	ТекК, Задан	ТекК, Задан	Задан	ТекК	ДР	ТекК	ТекК	ТекК	ДР	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ДР	ТекК, диф. зач.

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- 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. . Надежность технических систем и техногенный риск . Новосибирск: НГТУ, 2016, эл. рес.
3. А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе. М.: Воениздат, 1972, 41 экз.
4. Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2001, 65 экз.
5. Надежность космического аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 95 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 —
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 - 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 ИЗДЕЛИЙ РКТ** 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 определением характеристик надежности изделий ракетно-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:

- 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.
Раздел 2. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность системы).		
Разработка СФСН применительно к рассматриваемому изделию Разработка графа состояний применительно к конкретной СФСН Разработка алгоритма решения системы уравнений Колмогорова Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для конкретной системы	Надёжность космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (1)	16
Итого по разделу 2		16
Раздел 3. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность элемента системы).		
Сравнительный анализ использования метода линеаризации и корреляционного метода Разработка алгоритма использования метода статистических испытаний для элемента системы	А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (13)	24
Итого по разделу 3		24
Раздел 5. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки.		
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	Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей: М.: Высшая школа, 2001 (4)	18
Итого по разделу 5		18
Раздел 6. Исследование надежности по результатам (летных) испытаний КА (малое количество испытаний).		
Разработка алгоритма определения характеристик надежности КА с длительным сроком активного существования	Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей: М.: Высшая школа, 2001 (5) . Оценка характеристик надёжности изделия на этапе экспериментальной отработки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	15
Итого по разделу 6		15
Раздел 7. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки с учетом информации о доработках.		
Разработка алгоритма использования моделей изменения	А. М. Синюков, Л. И.	20

надежности КА в процессе проведения доработок	Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (15)	
Итого по разделу 7		20

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- 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

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 работы, связанные с исследованием надежности изделия, которое каждый студент проектирует в рамках курсового проекта. Первая работа посвящена определению характеристик надежности изделия, которое рассматривается как система. Вторая работа посвящена определению характеристик надежности элемента системы.

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

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.

В получении зачета допускаются обучающиеся при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины. Оценка проставляется по результатам ответов на вопросы к дифференцированному зачету. Вопросы выложены в УМК. При полном ответе на вопрос студент получает оценку "отлично". В случае неполного ответа, но максимального количества баллов за выполненные работы студент получает оценку "хорошо". При невыполнении второго условия студент получает оценку "удовлетворительно". Неверный ответ будет 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	10	Раздел 1. Приложение понятий теории надежности к изделиям ракетно-космической техники.	1	1	1	0	0	5	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 2. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность системы).	26	10	2	8	16	10	Вопросы для текущего контроля, Задание
5	10	Раздел 3. Исследование надежности на этапе проектирования (надежность элемента системы).	30	6	2	4	24	10	Задание, Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 4. Параметрическая надежность изделия и его элементов.	2	2	2	0	0	15	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 5. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки.	32	14	4	10	18	20	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 6. Исследование надежности по результатам (летных) испытаний КА (малое количество испытаний).	25	10	2	8	15	25	Вопросы для текущего контроля
5	10	Раздел 7. Исследование надежности на этапе экспериментальной отработки с учетом информации о доработках.	28	8	4	4	20	15	Вопросы для текущего контроля
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	