

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.2.1 Математические основы надежности в ракетостроении»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

2137562

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.2.1 Математические основы надежности в ракетостроении» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 7 от " 02 " февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

В.С. Горьков

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Припадчев

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

С.А. Биктимирова

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Горьков В.С., 2024

© ОГУ, 2024

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

- освоения дисциплины: получение знаний о теоретических основах и практическом применении науки о надежности технических объектов и технических систем, о методах планирования и проведения испытаний на надежность, об основных направлениях обеспечения и повышения надежности машин и летательных аппаратов.

### Задачи:

- изучить действующие государственные стандарты и освоить терминологию в области надежности технических объектов;
- изучить определения частных свойств и количественных показателей надежности технических объектов;
- освоить методы применения математической статистики, теории вероятностей и законов распределения случайных величин для расчета показателей надежности технических объектов;
- изучить методы планирования и проведения испытаний на надежность, освоить методы проведения ускоренных испытаний;
- освоить методы расчета надежности технических систем с различной структурой с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- изучить методы повышения надежности технических объектов посредством применения различных видов резервирования.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.1 Технология конструкционных материалов в ракетостроении*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-4 Способен вести работу по технологическому обеспечению подготовки и проведению дефектации, контроля изделий ракетно-космической техники	ПК*-4-В-1 Знать: - состав технологической документации для подготовки, разработки и дефектации изделий РКТ ПК*-4-В-2 Уметь: - отбирать и готовить эталонные образцы деталей и узлов изделий РКТ с допустимыми дефектами ПК*-4-В-3 Владеть: - практическим опытом корректировки технической документации в соответствии с особыми	<b>Знать:</b> - основные законы распределения случайных величин и методы применения элементов математической статистики в науке о надежности; - методы проведения испытаний ракетно-космической техники на надежность; - основные направления обеспечения надежности ракетно-космической техники на этапах проектирования, производства и использования по назначению. <b>Уметь:</b> - назначать нормируемые и определяемые в испытаниях показатели надежности в соответствии с функциональным назначением, условиями эксплуатации ракетно-космической техники;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	указаниями на дефектируемые изделия РКТ	<p>- применять методы статистической обработки результатов испытаний на надежность, рассчитывать параметры законов распределения;</p> <p>- выполнять расчет основных показателей надежности ракетно-космической техники по результатам испытаний и по заданным функциям распределения измеряемых параметров.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками систематизации, упорядочивания и анализа результатов испытаний для установления статистических закономерностей;</p> <p>- методами расчета показателей надежности ракетно-космической техники;</p> <p>- навыками анализа влияния условий эксплуатации на надежность технических объектов.</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>36,25</b>	<b>36,25</b>
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю; - выполнение комплексного задания).	<b>71,75</b>	<b>71,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Количественные показатели надежности технических объектов	26	2	2	4	18
2	Теоретические законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности	28	2	4	4	18

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Испытания на надежность технических объектов	26	2	4		20
4	Расчет надежности технических систем и применение методов резервирования	28	2	4	6	16
	Итого:	108	8	14	14	72
	Всего:	108	8	14	14	72

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 Количественные показатели надежности технических объектов

1.1 Надежность технических объектов, определение, частные свойства для оценки надежности.

1.2 Виды состояний технического объекта, отказы, повреждения и их связь с состоянием объекта.

1.3 Вероятность безотказной работы и ее расчет по результатам испытаний и а надежность.

1.4 Функция плотности распределения отказов, использование для расчетов вероятности безотказной работы.

1.5 Средняя наработка до отказа, расчет по результатам испытаний и через функцию вероятности безотказной работы.

1.6 Средняя наработка на отказ и ее расчет.

1.7 Интенсивность отказов и ее связь с другими характеристиками безотказности.

1.8 Экспоненциальный закон распределения отказов, применение для расчета характеристик безотказности.

1.9 Гамма-процентная наработка до отказа и ее расчет при экспоненциальном законе распределения отказов.

1.10 Основные показатели долговечности технических объектов и их расчет.

1.11 Основные показатели ремонтпригодности технических объектов и их расчет.

1.12 Основные показатели сохраняемости технических объектов и их расчет.

1.13 Комплексные показатели надежности технических объектов и их расчет.

### 2 Теоретические законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности

2.1 Методика статистической обработки результатов испытаний на надежность, группирование, число интервалов, частота вариант, частость.

2.2 Основные статистические характеристики, определяемые при обработке результатов испытаний.

2.3 Вероятностные распределения, используемые при анализе надежности, решаемые с их помощью задачи.

2.4 Нормальное распределение, параметры распределения, использование в расчетах надежности, применение функции Лапласа.

2.5 Экспоненциальное распределение, параметры распределения, использование в расчетах надежности.

2.6 Распределение Вейбулла, параметры распределения, использование в расчетах надежности.

2.7 Методы оценки параметров распределения результатов испытаний и проверка согласия теоретического распределения с экспериментальными данными.

### 3 Испытания на надежность технических объектов

3.1 Испытания на надежность, цели и виды испытаний.

3.2 Стендовые, полигонные и эксплуатационные испытания на надежность, порядок проведения.

3.3 Условия эксплуатации машин, классификация внешних воздействующих факторов

3.4 Виды и режимы ускоренных испытаний на надежность, коэффициенты ускорения и форсирования.

3.5 Методы ускорения испытаний на надежность.

3.6 Методы проведения форсированных испытаний на надежность.

3.7 Планирование испытаний на надежность, условное обозначение планов испытаний по трем параметрам.

#### 4 Расчет надежности технических систем и применение методов резервирования

4.1 Надежность систем, положительные и отрицательные свойства систем, виды структур систем.

4.2 Расчет схемной надежности системы с последовательной структурой.

4.3 Расчет схемной надежности системы с параллельной структурой.

4.4 Расчет схемной надежности системы с последовательно-параллельной структурой.

4.5 Расчет схемной надежности системы с параллельно-последовательной структурой.

4.6 Повышение надежности методами резервирования, виды резервирования и условий их применения.

4.7 Структурное резервирование, виды резервов, расчет надежности при структурном резервировании.

4.8 Надежность систем со сложной структурой, использование функций компьютерных технологий для расчета надежности сложных систем.

#### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение показателей надежности по опытными данным	4
2	2	Исследование надежности и риска нерезервированной технической системы	4
3	4	Исследование свойств структурно резервированных систем при общем резервировании замещением	2
4	4	Исследование надежности и риска резервированной восстанавливаемой системы	4
		Итого:	14

#### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Расчет количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах	2
2	2	Расчет вероятностных характеристик наработки на отказ и построение функции надежности	4
3	3	Расчет надежности комбинированной схемы технической системы и повышение ее надежности	2
4	3	Тестирование программ	2
5	4	Расчет надежности восстанавливаемых систем	4
		Итого:	14

#### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### 5.1 Основная литература

1. Барметов, Ю. П. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебное пособие : [16+] / Ю. П. Барметов ; науч. ред. В. С. Кудряшов ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. – 149 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612364> (дата обращения: 09.04.2024). – Библиогр.: с. 138-139. – ISBN 978-5-00032-486-8. – Текст : электронный.

2. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 6-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. –

(Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684426> (дата обращения: 09.04.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04581-3. – Текст : электронный.

2. Сидоров, В. А. Техническая диагностика механического оборудования : учебник : [16+] / В. А. Сидоров. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 256 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617471> (дата обращения: 09.04.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0738-0. – Текст : электронный.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Половко, А. М. Основы теории надежности. Практикум [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БВХ-Петербург, 2006. - 560 с. : ил. - Библиогр.: с. 559. - ISBN 5-94157-542-4.

2. Ушаков, И. А. Курс теории надежности систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. А. Ушаков. - М. : Дрофа, 2008. - 240 с. - (Высшее образование) - ISBN 978-5-358-01586-9.

3. Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] : учеб. пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БВХ-Петербург, 2008. - 704 с. - Библиогр.: с. 689-698. - Предм. указ.: с. 699-702. - ISBN 978-5-94157-541-1.

4. Щурин, К. В. Надежность мобильных машин [Текст] / К. В. Щурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2010. - 586 с. - Библиогр.: с. 559-564. - Прил.: с. 565-585. - ISBN 978-5-7410-1070-9.

5. Решетов, Д. Н. Надежность машин [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Д. Н. Решетов, А. С. Иванов, В. З. Фадеев. - М. : Высш. шк., 1988. - 237 с. - Библиогр. : с. 230-233. - ISBN 5-06-001200-X.

6. Надежность машиностроительной продукции: практическое руководство по нормированию, подтверждению и обеспечению [Текст] . - М. : Изд-во стандартов, 1990. - 328 с.

## 5.3 Периодические издания

Справочник. Инженерный журнал : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016, 2017, 2018.

## 5.4 Интернет-ресурсы

<http://rusplane.ru/> - Авиация России. Самолёты МИГ. История Авиации;

<https://www.aviaport.ru/> - Отраслевое Агентство «АвиаПорт»;

<http://avia-simply.ru/tipi-avia-dvigatelej/> - Авиация, понятная всем;

[https://biblioclub.ru/index.php?page=journal\\_red&jid=578569/](https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=578569/) - Аэрокосмическое обозрение, Электронные журналы на платформе ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»;

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Базы данных»;

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений LibreOffice.

3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.

4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

5. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.

6. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и конструирование в машиностроении).

7. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.

8. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

9. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1!\CONSULT\cons.exe>

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических занятий используются лаборатории кафедры ЛА - компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.