



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ»**

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

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

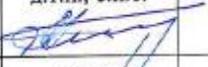
**Автор:** к.т.н., доцент Юров В.М. Рабочая программа дисциплины: «Основы теории надежности ракетно-космической техники» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

**Рецензент:** д.т.н., с.н.с. Мороз А.П.

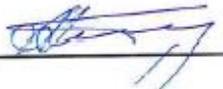
Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 				
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.			

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП ВО**  **Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.**

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины является:

1. Формирование и развитие у будущего специалиста общей инженерной культуры и профессиональных навыков в области анализа и управления надежностью и безопасностью технических (ТС) и эргатических систем на основе ранее изученных социально-гуманитарных, математических, естественно-научных и специальных дисциплин общенаучного, общепрофессионального и специального циклов.
2. Формирование социотехнического подхода к проблемам безопасности, риска и их основы – надёжности ТС.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие **компетенции**:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

ПК-5. Способность к анализу и оценке работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации;

ПК-8. Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ;

ПК-9. Способен оформлять ТД в целях обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и расходными материалами;

ПК-10. Способность к выявлению причины и устранению дефектов на изделиях в составе комиссии;

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Ознакомление студентов с ключевыми проблемами надёжности, безопасности и риска в техносфере;
2. Формирование базовых знаний о математических и экспериментальных методах управления надёжностью ТС;
3. Формирование базовых знаний о повреждающих процессах, обуславливающих отказы ТС;
4. Формирование базы данных о прикладных методах обеспечения надёжности на этапах расчёта, проектирования, изготовления и эксплуатации ТС.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

**Необходимые знания:**

- Знать физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем.

Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.

Знать условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц.

Нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты.

Знать порядок проведения проверки технологической дисциплины.

**Необходимые умения:**

- Проводить анализ материалов исследований патентной чистоты разрабатываемых космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

Оформлять технические отчеты по результатам эксплуатации составных частей космических аппаратов и космических систем.

Знать физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем.

Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.

Уметь осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте.

Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического контроля и начальника подразделения.

Уметь отражать выявленные замечания в журнале контроля технологической дисциплины.

**Трудовые действия:**

- Владеть разработкой предложений по модернизации составных частей космических аппаратов и космических систем в перспективных разработках.

Производить расчет потребного количества вспомогательного и расходного материала. Проводить дефектацию изделия РКТ в составе комиссии.

Производить анализ с выявлением первопричины отклонения от КД или технологического процесса.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теории надежности ракетно-космической техники» относится к обязательным дисциплинам части формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Дисциплина «Основы теории надежности ракетно-космической техники» базируется на дисциплинах: «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятности и математическая статистика», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость в ракетно-космической технике», «Сопротивление материалов», «Детали машин» и ранее частично изученные компетенции УК-1,8, ОПК-1,2,4,5,8, ПК-1,3,4,5,6,8,9,10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Основы теории надежности ракетно-космической техники», являются базовыми для изучения дисциплин: «Экспериментальная отработка ракетной техники», «Основы эксплуатации космических комплексов», «Мехатронные космические системы», «Основы технологии машин и оборудования», при прохождении производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины **Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр 9	Семестр А(10)	Семестр ...	Семестр ...
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>64</b>	<b>64</b>			
Лекции (Л)	32	32			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Контр. самост. раб. (КСР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>80</b>	<b>80</b>			
Курсовые, расчетно-графические работы	-	-			
Расчётно-графические работы	-	-			
Контрольная работа, домашнее задание	+	+			
Текущий контроль знаний (7 – 8, 15 - 16 недели)	Тест	Тест			
Вид итогового контроля	Экзамен	Экзамен			
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – не предусмотрена ФГОС</b>					

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	28		28		
Лекции (Л)	12		12		
Практические занятия (ПЗ)	16		16		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Контр. самост. раб. (КСР)	-		-		
Самостоятельная работа	116		116		
Курсовые, расчетно-графические работы	-		-		
Расчётно-графические работы	-	-	-		
Контрольная работа, домашнее задание	+		+		
Текущий контроль знаний (7 - 8 недели)	-		-		
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен		

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий (ОФО/ОЗФО)

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, Очное / заочное (очно-заочное)	Практические занятия Очное / заочное (очно-заочное)	Занятия в интер-активной форме Очное / заочное (очно-заочное)	Практическая подготовка, час. Очное / заочное (очно-заочное)	Код компетенций
Тема 1. Введение. Основные понятия и категории теории надёжности	2 / 1	2 / 1	2 / 0,5		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 2. Основные объекты и состояния в надёжности ТС	2 / 1	2 / 1	2 / 0,5		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 3. Основные показатели надёжности ТС	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 4. Математические основы анализа показателей надёжности	4 / 1	4 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 5. Анализ процессов накопления	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8

параметрических отказов. Изнашивание.					ПК-9 ПК-10
Тема 6. Коррозионные разрушения деталей машин.	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 7. Усталостные разрушения деталей машин.	4 / 1	4 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 8. Повреждающие процессы эрозии и старения.	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 9. Основные методы диагностирования и диагностические системы	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 10. Структурные функции ТС. Резервирование.	4 / 1	4 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 11. Оценка показателей надёжности ТС в условиях информационной неопределенности.	2 / 1	2 / 1	2 / 1		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
Тема 12. Нормирование показателей надёжности.	4 / 1	4 / 1	-		ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10
<b>Итого:</b>	<b>32 / 12</b>	<b>32 / 16</b>	<b>16 / 8</b>		

#### 4.2. Содержание тем дисциплины

##### **Тема 1. Введение. Основные понятия и категории теории надёжности.**

Место и значение курса «Основы теории надёжности» в подготовке инженера. История, современные достижения и специфика общей теории надёжности и прикладных методов обеспечения надёжности. Понятие и специфика проблемы надёжности.

##### **Тема 2. Основные объекты и состояния в надёжности ТС.**

Исправное, работоспособное и предельное состояние. Основное событие надежности – отказ. Классификация видов отказов.

### **Тема 3. Основные показатели надежности ТС.**

Показатели для оценки безотказности. Показатели для оценки долговечности. Показатели для оценки ремонтпригодности. Показатели для оценки сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Экономический аспект надежности.

### **Тема 4. Математические основы анализа показателей надежности.**

Генеральная совокупность, выборка и вариационный ряд. Статистические моменты случайных величин. Построение гистограмм.

Законы распределения случайных величин. Экспоненциальное (показательное) распределение. Нормальное распределение (закон Гаусса). Распределение Вейбулла.

Критерии согласия экспериментальных и теоретических распределений: критерии Пирсона, Романовского, Колмогорова. Доверительные интервалы для показателей надежности.

Корреляционный анализ экспериментальных данных. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Основы анализа случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность случайного процесса. Экспериментальные методы оценки колебаний машин.

### **Тема 5. Анализ процессов накопления параметрических отказов.**

#### **Изнашивание.**

Виды фрикционных связей. Виды трения. Классификация видов изнашивания.

Характеристики изнашивания. Экспериментальные методы определения износа. Методы снижения интенсивности изнашивания деталей машин.

### **Тема 6. Коррозионные разрушения деталей машин.**

Химическая и электрохимическая коррозия. Интенсивность коррозионных процессов. Классификация коррозионных повреждений. Методы повышения сопротивления коррозии.

### **Тема 7. Усталостные разрушения деталей машин.**

Физико-механические основы усталости. Кривая Велера и характеристики сопротивления усталости.

Факторы снижения характеристик сопротивления усталости. Прогнозирование усталостной долговечности и остаточного ресурса элементов ТС. Методы повышения сопротивления усталости.

### **Тема 8. Повреждающие процессы эрозии и старения.**

Классификация процессов эрозии и старения. Закономерности и особенности развития повреждающих процессов эрозии и старения в элементах ракетно-космических ТС.

**Тема 9. Основные методы диагностирования и диагностические системы.**

Классификация дефектов. Задачи генезиса, диагноза и прогноза. Объекты и параметры диагностирования. Функциональное и тестовое диагностирование. Методы неразрушающего контроля.

#### **Тема 10. Структурные функции ТС. Резервирование.**

Применение теории графов при оценке показателей надежности. Двухполюсные схемы расчета надежности и дерева отказов. Построение дерева отказов.

Расчет показателей надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Резервирование в сложных системах. Классификация способов резервирования.

#### **Тема 11. Оценка показателей надежности ТС в условиях информационной неопределенности.**

Классификация и содержание эвристических методов поиска решений. Экспертный метод оценки показателей надежности.

#### **Тема 12. Нормирование показателей надежности.**

Классификация рисков в технических и эргатических системах. Связь показателей надежности с показателями качества и показателями безопасности ТС. Экономический аспект нормирования.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

1. Рабочая тетрадь.
2. Практикум на кафедре.
3. Глоссарий в Библиотеке Университета.

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Основы теории надёжности» приведена в Приложении 1.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. **Малафеев, С. И.** Надёжность технических систем : ; учеб. пособие / С.И. Малафеев, А. И. Копейкин. – М.: Лань, 2015. - 320 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-1268-6.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778)  
Электронный ресурс
2. **Зорин, В. А.** Надёжность механических систем: Учебник / В.А. Зорин. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 380 с. - ISBN 978-5-16-010252-8.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=478990>

Электронный ресурс.

3. **Долгин, В. П.** Надёжность технических систем : Учебное пособие / В. П. Долгин. – М.: Вузовский учебник: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 167 с. - ISBN 978-5-9558-0430-9.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=503591>

Электронный ресурс

#### **Дополнительная литература:**

1. **Аполлонский, С.М.** Надёжность и эффективность электрических аппаратов : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. – М.: Лань, 2016. - 443 с. - ISBN 978-5-8114-1130-6.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2034)  
Электронный ресурс.
2. **Антонов, А.В.** Теория надёжности. Статистические модели: Учебное пособие / А.В. Антонов [и др.]. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 528 с. - ISBN 978-5-16-010264-1.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=479401>  
Электронный ресурс.
3. **Мартишин, С.А.** Основы теории надёжности информационных систем: Учебное пособие / С.А. Мартишин [и др.]. – М.: Издательский Дом "ФОРУМ": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-8199-0563-0.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=419574>  
Электронный ресурс.
4. **Щурин, К.В.** Надёжность мобильных машин / К.В. Щурин. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 585 с.: ил. - ISBN 978-5-7410-1070-9.

#### **Нормативные документы:**

1. ГОСТ 27.001-95 - [Система стандартов "Надёжность в технике". Основные положения.](#)
2. ГОСТ 27.002-89 - [Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.](#)
3. ГОСТ 27.003-90 - [Надёжность в технике. Состав и общие правила задания требований по надёжности.](#)
4. ГОСТ 27.004-85 - [Надёжность в технике. Системы технологические. Термины и определения.](#)
5. ГОСТ 27.202-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Методы оценки надёжности по параметрам качества изготавливаемой продукции.](#)
6. ГОСТ 27.203-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надёжности.](#)
7. ГОСТ 27.204-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надёжности по параметрам производительности.](#)

8. ГОСТ 27.301-95 - [Надёжность в технике. Расчет надёжности. Основные положения.](#)
9. ГОСТ 27.310-95 - [Надёжность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.](#)
10. ГОСТ 27.402-95 - [Надёжность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа \(на отказ\). Часть 1. Экспоненциальное распределение.](#)
11. ГОСТ 27.410-87 - [Надёжность в технике. Методы контроля показателей надёжности и планы контрольных испытаний на надёжность.](#)
12. ГОСТ Р 51901.16-2005 – Менеджмент риска. Повышение надёжности. Статистические критерии и методы оценки.
13. ГОСТ Р 51901.6-2005 – Менеджмент риска. Программа повышения надёжности.
14. ГОСТ Р 51901.5-2005 - Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надёжности.
15. ГОСТ Р 51901.14-2005 - Менеджмент риска. Метод структурной схемы надёжности.
16. ГОСТ Р 51901.2-2005 - Менеджмент риска. Системы менеджмента надёжности.
17. [ГОСТ Р 50779.0-95 - Статистические методы. Основные положения.](#)
18. ГОСТ Р ИСО 16269-6-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерантных интервалов.
19. ГОСТ Р ИСО 16269-8-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение предикционных интервалов.
20. ГОСТ Р 50779.22-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего.
21. ГОСТ Р 50779.24-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Оценка медианы
22. ГОСТ Р ИСО 16269-7-2004 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Медиана. Определение точечной оценки и доверительных интервалов.
23. ГОСТ Р 50779.25-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Мощность тестов для средних и дисперсий.
24. ГОСТ Р 50779.21-2004 - Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение.
25. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 - Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.
26. ГОСТ Р ИСО 11453-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Проверка гипотез и доверительные интервалы для пропорций.

27. ГОСТ Р 50779.23-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Сравнение двух средних в парных наблюдениях.
28. ГОСТ Р 50779.77-99 - Статистические методы. Планы и процедуры статистического приемочного контроля нештучной продукции.
29. ГОСТ Р ИСО 11843-4-2005 - Статистические методы. Способность обнаружения. Метод сравнения минимального обнаруживаемого значения с заданным значением.
30. ГОСТ Р 50779.76-99 - Статистические методы. Последовательные планы выборочного контроля по количественному признаку для процента несоответствующих единиц продукции (стандартное отклонение известно).
31. ГОСТ Р 50779.75-99 - Статистические методы. Последовательные планы выборочного контроля по альтернативному признаку.
32. ГОСТ Р 50779.70-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 0. Введение в систему выборочного контроля по альтернативному признаку на основе приемлемого уровня качества AQL.
33. ГОСТ Р 50779.71-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества AQL.
34. ГОСТ Р 50779.73-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 3. Планы выборочного контроля с пропуском партий.
35. ГОСТ Р ИСО 2859-4-2006 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 4. Оценка соответствия заявленному уровню качества.
36. ГОСТ Р 50779.72-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 2. Планы выборочного контроля отдельных партий на основе предельного качества LQ.
37. ГОСТ Р 50779.44-2001 - Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Основные методы расчета.
38. ГОСТ Р 50779.74-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку для процента несоответствующих единиц продукции.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

1. [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.miiris.ru](http://www.miiris.ru)

4. <http://www.statsoft.ru>.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения: *MSOffice, Maple, программы «Statistika», «Mathcad», «Mathlab».***

#### **Информационные справочные системы:**

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ».
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Основы теории надёжности».

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

##### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

##### **Практические занятия:**

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения занятий в форме слайд-презентаций, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows XP; офисные программы MS Office 7;

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**ИНСТИТУТ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

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

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

**Королёв  
2023**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-5	Способность к анализу и оценке работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации	Тема 1-12	Проводить анализ материалов исследований и патентной чистоты разрабатываемых космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Владеть разработкой предложений по модернизации и составных частей космических аппаратов и космических систем в перспективных разработках	Знать физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем. Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.
2	ПК-8	Способность осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ	Тема 1-12	Отражать выявленные замечания в журнале контроля технологической дисциплины.	Уметь осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте. Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического	Знать: условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц. Нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты. Знать порядок проведения проверки технологической дисциплины.

					о контроля и начальника подразделения.	
3	ПК-9	Способен оформлять ТД в целях обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и расходными материалами	Тема 1-12	Производить расчет потребного количества вспомогательного и расходного материала.	уметь разрабатывать и оформлять производственно-контрольную документацию. (ПКД) на сборку, выполнение монтажей и проведения испытаний изделий и агрегатов РКТ.	Знать: Нормативные и методические документы по порядку оформления ПКД Знать порядок оформления ВО и ТЗ на технологическое оснащение и специальный инструмент Знать правила расчета потребного количества оснащения и инструмента
4	ПК-10	Способность к выявлению причины и устранению дефектов на изделиях в составе комиссии	Тема 1-12	проводить дефектацию изделия РКТ в составе комиссии Производить анализ с выявлением первопричины отклонения от КД или технологического процесса.	Знать перечень критичных элементов конструкции, технологических процессов, критичных конструктивных и технологических параметров НД по работе с продукцией, имеющей отклонения от КД и ТД.	Проводить оформление ВО на доработку технологического оснащения и испытательных стендов.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструмент, оценивающий	Этапы и показатель	Критерии оценки и шкалы
-----------------	-------------------------	--------------------	-------------------------

	<b>сформированность компетенции</b>	<b>оценивания компетенции</b>	
ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10	Тест	А) полностью сформирована – 90% правильных ответов Б) частично сформирована – 70% правильных ответов В) не сформирована – 50% и менее правильных ответов	Проводятся письменно. Время отведенное на процедуру - 30 минут. Неявка – 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
ПК-5 ПК-8 ПК-9 ПК-10	Курсовая работа	А) полностью сформирована – 5 баллов Б) частично сформирована – 3-4 балла В) не сформирована- менее 2 и менее баллов	Проводится в письменной форме Критерии оценки: 1.Соответствие содержания курсовой работы заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной работы (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов.
ПК-5 ПК-8	Доклад	А) полностью сформирована - 5 баллов	Проводится в устной форме в соответствии с

ПК-9 ПК-10		Б) частично сформирована 3-4 балла В) не сформирована – 2 и менее баллов	материалами реферата. Критерии оценки: 1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов.
---------------	--	---	---

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Контрольные задания:**

1. Методы и теории, формирующие базу науки о надёжности технических систем (ТС).
2. Изменение суммарной технико-экономической эффективности ТС во времени.
3. Основные объекты в надёжности ТС – изделие, элемент и система.
4. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия.
5. Основные состояния и события в надёжности - работоспособность, исправность, правильность функционирования, отказ.
6. Классификация отказов.
7. Основные показатели надёжности – безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.
8. Показатели для оценки безотказности – вероятности безотказной работы и вероятность отказа, параметр потока отказов, средняя

наработка на отказ (между отказами), средняя наработка до отказа, интенсивность отказов.

9. Физический смысл параметра потока отказов.
10. Показатели для оценки долговечности – технический ресурс, срок службы, гамма-процентный ресурс.
11. Показатели для оценки ремонтпригодности ТС – время восстановления и среднее время восстановления работоспособности, вероятность восстановления работоспособности в заданные сроки.
12. Показатели для оценки сохраняемости ТС.
13. Обобщающие показатели надёжности ТС – коэффициент технического использования, коэффициент готовности и коэффициента оперативной готовности.
14. Экономический показатель надёжности ТС.
15. Техническая диагностика и её основные цели.
16. Основные этапы изменения суммарной экономической эффективности ТС во времени.
17. Экономический показатель надёжности и его связь с другими показателями надёжности.
18. Центральные моменты случайных величин показателей надёжности.
19. Характеристики рассеивания случайных величин показателей надёжности.
20. Асимметрия и эксцесс случайных величин показателей надёжности.
21. Законы распределения случайных величин.
22. Плотности и функции распределений основных законов распределения показателей надёжности.
23. Критерии согласия эмпирических и теоретических распределений показателей надёжности.
24. Методика и области применения критериев согласия Пирсона, Романовского и Колмогорова.
25. Корреляционный и регрессионный анализ случайных величин.
26. Корреляционная функция и спектральная плотность случайного процесса и их взаимосвязь.
27. Сущность законов состояния, старения и превращения.
28. Этапы процесса потери работоспособности ТС.
29. Идеальная и реальная модели изменения и восстановления потенциала работоспособности ТС.
30. Составные части потенциала работоспособности ТС.
31. Классификации и основные характеристики повреждающих процессов.
32. Классификация видов изнашивания деталей ТС.
33. Физическая сущность и особенности кавитационного изнашивания.
34. Физико-химическая сущность и применение процесса избирательного переноса.
35. Характеристики изнашивания.

36. Экспериментальные методы определения износа.
37. Усталость материалов и её механизмы.
38. Цикл напряжений и его основных характеристики.
39. Характеристики сопротивления усталости и их экспериментальное определение. Построение кривой усталости.
40. Основные зависимости для расчета усталостной долговечности.
41. Анализ факторов, влияющих на сопротивление усталости деталей ТС.
42. Методы снижения скорости накопления усталостных повреждений.
43. Техничко-экономическая сущность проблемы коррозии.
44. Виды коррозии в зависимости от характера коррозионной среды и условий протекания коррозионного процесса.
45. Влияние величин электродных потенциалов металлов на скорость протекания коррозионных процессов. Диаграмма Пурбэ.
46. Атмосферная коррозия.
47. Основные методы борьбы с коррозией деталей ТС.
48. Физико-химическая сущность процессов старения и эрозии.
49. Сложные системы и их особенности с позиции теории надежности.
50. Классификация и группирование элементов сложных систем.
51. Основные типы структур сложных систем – расчлененные, связанные и комбинированные.
52. Расчет схемной надежности сложных систем при последовательном, параллельном и смешанном соединениях элементов ТС.
53. Сущность проблемы избыточности сложных систем и пути её минимизации при сохранении высоких показателей надежности.
54. Классификация и расчет схемной надежности при различных видах резервирования.
55. Эвристические методы в условиях информационной неопределенности.
56. Экспертный метод и границы его применения.
57. Градация ТС по классам надежности.
58. Категории последствий отказов и уровни их опасности.
59. Экономические факторы в процессе нормирования показателей надежности ТС.

### **Тесты для промежуточной аттестации.**

**1. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы от начала эксплуатации объекта до его первого капитального ремонта, это:**

- средний межремонтный срок службы
- гамма-процентный срок сохраняемости
- гамма-процентный срок службы
- средний срок службы до капитального ремонта

**2. Многократно возникающий самоустраниющийся отказ объекта одного и того же характера - это:**

- зависимый отказ
- перемежающийся отказ (сбой)
- внезапный отказ
- постепенный

**3. Какая временная характеристика объекта обозначает наработку объекта от начала его эксплуатации до достижения предельного состояния:**

- технический ресурс
- суммарная наработка
- срок службы
- срок сохраняемости

**4. Параметр потока отказа может быть определен как:**

- отношение числа отказов объекта за определенный интервал времени к длительности этого интервала при ординарном потоке отказов
- плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени
- условная плотность вероятности восстановления работоспособности объекта, определенная для рассматриваемого момента времени, при условии, что до этого момента восстановление не было завершено
- усредненное на заданном интервале значение нестационарного коэффициента оперативной готовности

**5. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта, называется:**

- зависимый отказ
- независимый отказ
- перемежающийся отказ (сбой)
- внезапный отказ

**6. Из показателей долговечности и сохраняемости, суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния, это:**

- средний ремонтный ресурс
- гамма-процентный срок сохраняемости
- назначенный ресурс
- гамма-процентный ресурс

**7. Отказ, характеризующийся медленным изменением значений параметра объекта, называется:**

- зависимый отказ
- независимый отказ
- перемежающийся отказ (сбой)
- постепенный

**8. Исправное состояние объекта это:**

- это такое состояние, при котором объект соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и конструкторской документации

- состояние объекта до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта
- это такое состояние, при котором объект соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации
- вероятность того, что восстанавливаемый элемент окажется работоспособным в произвольный момент времени

**9. Отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта, называется:**

- зависимый отказ
- независимый отказ
- перемежающийся отказ (сбой)
- внезапный отказ

**10. Переход объекта в предельное состояние влечет за собой:**

- возникновение дефекта
- только окончательное прекращение его эксплуатации
- временное или окончательное прекращение его эксплуатации
- только временное прекращение его эксплуатации

**11. Отказ, характеризующийся медленным изменением значений параметра объекта, называется:**

- зависимый отказ
- перемежающийся отказ (сбой)
- внезапный отказ
- постепенный

**12. Для какого периода кривой интенсивности отказов характерно наименьшее число отказов:**

- период приработки
- период нормальной эксплуатации
- период интенсивного износа и старения
- для всех вышеперечисленных периодов характерно

**13. Показатели надежности – это:**

- количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта
- качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта
- количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта
- качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта

**14. Что относится к комплексным показателям надежности объектов:**

- время безотказной работы системы
- интенсивность отказов
- коэффициент оперативной готовности, коэффициент готовности, коэффициент технического использования
- все названные

**15. Коэффициент оперативной готовности характеризует:**

- вероятность безотказной работы
- надежность объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени
- интенсивность отказов
- наработку на отказ

**16. Коэффициент технического использования характеризует:**

- долю времени нахождения объекта и в работоспособном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации
- надежность объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени
- признак, по которому можно количественно оценить надежность различных устройств
- наработку на отказ

**17. При анализе надежности объектом исследования являются:**

- разнообразные факторы надежности
- отказы элементов
- случайные события и величины
- только случайные события

**18. Экспоненциальный закон распределения называют:**

- вероятностным законом надежности
- основным законом надежности
- массовым законом надежности
- постоянным законом надежности

**19. Нормальный закон распределения называется законом**

- Фишера
- Эйнштейна
- Вейбулла
- Гаусса

**20. Назовите факторы, не влияющие на надежность объектов:**

- конструктивные
- производственные
- экономические
- эксплуатационные

**21. Какой из перечисленных факторов не относится к конструктивному:**

- выбор структурной и функциональной схем, способов резервирования и контроля
- определение материалов и комплектующих элементов
- выбор режимов и условий работы элементов в системе
- организация технологического процесса изготовления оборудования

**22. К климатическому фактору не относится:**

- солнечная радиация
- коррозия
- низкие и высокие температуры
- влажность воздуха

**23. Влияние какого климатического фактора может вызвать снижение электрической прочности изоляции:**

- пыльные бури
- туман
- метели
- низкая температура воздуха

**24. Повышение эксплуатационной надежности эргатической системы осуществляется путем:**

- отбора операторов
- приспособления техники к психофизиологическим особенностям человека-оператора в процессе ее проектирования
- тренировки и обучения операторов выполнения операций обслуживания
- всеми перечисленными

**25. Надежность объектов закладывается на этапе:**

- производства
- проектирования и конструирования
- изготовления
- фундаментальных исследований

**26. При параллельном соединении элементов:**

- отказ хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы
- система может переходить из одного состояния в другое
- отказ системы, не обусловлен отказом одного объекта
- отказ наступает лишь при одновременном отказе всех элементов , а остальные состояния представляют собой состояние работоспособности системы

**27. В результате отказа элемента системы при последовательном соединении элементов:**

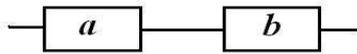
- этот элемент заменяется аналогичным ему
- наступает отказ всей системы
- этот элемент исключается из системы, и система продолжает функционировать
- система продолжает работать, но среднее время безотказной работы уменьшается в 1,5 раза

**28. Резервирование – это метод повышения надежности объекта путем:**

- удаления избыточности
- замены данной системы аналогичной ей, но с меньшим риском отказа
- добавления избыточности
- замены данной системы системой, состоящей из  $n/2$  элементов

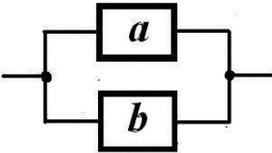
**29. Методы резервирования по виду делятся на:**

- общее, отдельное, смешанное
- постоянное, динамическое
- целое, дробное
- замещения, скользящее, мажоритарное



**30.** - это схема операции:

- отрицания
- дизъюнкции
- конъюнкции
- минимизации



**31.** - это схема операции:

- отрицания
- дизъюнкции
- конъюнкции
- максимизации

**32. Один из наиболее эффективных методов повышения надежности объектов:**

- резервирование
- уменьшение интенсивности отказов элементов системы
- выбор рациональной периодичности и объема контроля систем
- сокращение времени непрерывной работы

**33. Уменьшение числа элементов при прочих равных условиях приводит к:**

- уменьшению вероятности безотказной работы и увеличению массы и стоимости
- безотказная работа не изменяется, но увеличивается стоимость
- увеличению вероятности безотказной работы и снижению массы, габаритов и стоимости
- уменьшению вероятности безотказной работы в два раза

**34. Под риском следует понимать:**

- ожидаемую частоту возникновения опасностей определенного класса
- ожидаемую вероятность возникновения опасностей определенного класса
- размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события
- все вышеперечисленное

**35. Процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий:**

- планирование и организация работ; идентификация опасностей; оценка риска; разработка рекомендаций по управлению риском
- идентификация опасностей; разработка рекомендаций по уменьшению риска
- идентификация опасностей; оценка риска
- идентификация опасностей; оценка риска; разработка рекомендаций по управлению риском

**36. Из перечисленных наиболее эффективным методом неразрушающего контроля является:**

- магнитный
- ультразвуковой
- органолептический
- капиллярный

**37. В нашей стране наука о надёжности машин начала интенсивно развиваться с \_\_\_\_ года:**

- 1812
- 1917
- 1934
- 1941

**38. Наука о надёжности начала интенсивно развиваться в связи с:**

- Указом Императора Александра I
- Декретом Совета Народных Комиссаров
- решением АН СССР
- Постановлением Государственного Комитета по обороне

**39. Надёжность является одним из:**

- показателей безопасности
- квалиметрических показателей
- показателей назначения
- условий минимизации риска

**40. Наиболее высокое нормативное значение вероятности безотказной работы имеет оборудование:**

- медицинское
- авиационно-космическое
- атомной энергетики
- все названные

### **Типовые вопросы, выносимые на экзамен**

1. Основные показатели надёжности.
2. Характеристики рассеивания показателей надёжности.
3. Виды повреждающих процессов.
4. Классификация отказов.
5. Центральные моменты случайных величин.
6. Составные части потенциала работоспособности ТС.
7. Показатели безотказности.
8. Методика построения гистограмм показателей надёжности.
9. Модели изменения и восстановления потенциала работоспособности.
10. Показатели долговечности.
11. Асимметрия и эксцесс случайной величины.
12. Виды трения.

13. Комплексные показатели надежности.
14. Законы распределения случайных величин.
15. Классификация видов изнашивания.
16. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости.
17. Нормальный закон распределения случайных величин.
18. Экспериментальные методы определения износа.
19. Методы нормирования показателей надежности ТС.
20. Закон распределения Вейбулла.
21. Механизм усталостного разрушения.
22. Виды диагностики ТС и диагностические параметры.
23. Критерий согласия Пирсона.
24. Характеристики циклов усталостного нагружения.
25. Показатели безотказности ТС.
26. Корреляционный анализ показателей надежности.
27. Характеристики сопротивления усталости. Кривая усталости.
28. Последовательность статистической обработки случайных величин.
29. Система сбора и обработки информации о надежности ТС в эксплуатации.
30. Классификация сложных систем.
31. Классификация повреждающих процессов.
32. Расчет безотказности при смешанном соединении элементов.
33. Характеристики процессов химической коррозии и методы защиты.
34. Особенности оценки показателей надежности ракетно-космической техники.
35. Классификация видов резервирования.
36. Расчет показателей параметрической безотказности.
37. Электрохимическая коррозия и методы защиты.
38. Нормирование показателей надежности технологических машин.
39. Анализ факторов, влияющих на сопротивление усталости.
40. Расчет схемной надежности сложной системы с резервированием.
41. Характеристики этапов жизненного цикла ТС.
42. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости.
43. Статистические моменты случайных величин.
44. Показатели долговечности.
45. Методы повышения износостойкости деталей ТС.
46. Анализ информации об эксплуатационной надежности ТС.
47. Граф состояний сложной технической системы.
48. Закон распределения Вейбулла.
49. Климатические факторы в надежности ТС.

50. Повреждающие процессы: эрозия и старение.
51. Система сбора информации об эксплуатационной надежности ТС.
52. Комплексные показатели надежности.
53. Классификация видов испытаний ТС на надежность.
54. Факторы надёжности эргатических систем.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ»**

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

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

**Королёв  
2023**

## 1. Общие положения

### Целью изучения дисциплины является:

1. Формирование и развитие у будущего специалиста общей инженерной культуры и профессиональных навыков в области анализа и управления надежностью и безопасностью технических (ТС) и эргатических систем на основе ранее изученных социально-гуманитарных, математических, естественно-научных и специальных дисциплин общенаучного, общепрофессионального и специального циклов.
2. Формирование социотехнического подхода к проблемам безопасности, риска и их основы – надёжности ТС.

### Основными задачами дисциплины являются:

1. Ознакомление студентов с ключевыми проблемами надёжности, безопасности и риска в техносфере.
2. Формирование базовых знаний о математических и экспериментальных методах управления надёжностью ТС.
3. Формирование базовых знаний о повреждающих процессах, обуславливающих отказы ТС.
4. Формирование базы данных о прикладных методах обеспечения надёжности на этапах расчёта, проектирования, изготовления и эксплуатации ТС.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие 1.

#### *Тема: Расчет единичных показателей надежности.*

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### Практическое занятие 2.

#### *Тема: Расчет комплексных показателей надежности.*

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт коэффициентов технического использования, готовности и оперативной готовности.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 3.**

***Тема: Расчет статистических моментов случайных величин по результатам экспериментальной оценки показателей надежности.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт центральных моментов случайной величины (СВ) - математического ожидания, медианы, моды, среднего геометрического, расчет моментов рассеивания СВ – дисперсии, среднего квадратического отклонения, коэффициенты вариации. произвести расчёт асимметрии и эксцесса СВ.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 4.**

***Тема: Построение законов распределения показателей надежности элементов ТС.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить построение законов распределения показателей надежности элементов ТС

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 5.**

***Тема: Проверка адекватности законов распределения по критериям Пирсона, Романовского и Колмогорова.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* рассмотреть проверку адекватности законов распределения по критериям Пирсона, Романовского и Колмогорова

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 6.**

***Тема: Корреляционный анализ. Построение линии регрессии.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить корреляционный анализ и построение линии регрессии.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 7.**

***Тема: Расчет показателей изнашивания.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт показателей изнашивания.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 8.**

***Тема: Расчет показателей коррозионной стойкости.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт показателей коррозионной стойкости.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 9.**

***Тема: Расчет усталостной долговечности деталей ТС.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт усталостной долговечности деталей ТС.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 10.**

***Тема: Расчет остаточного ресурса элементов ТС.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчет остаточного ресурса элементов ТС.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 11.**

***Тема: Построение дерева отказов.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* рассмотреть построение дерева отказов.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 12.**

***Тема: Расчет показателей безотказности ТС с различными видами соединений элементов.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт безотказности ТС с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов. Критерии предпочтения.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.

### **Практическое занятие 13.**

***Тема: Резервирование в ТС.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить резервирование в ТС.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

### **Практическое занятие 14.**

***Тема: Расчёт показателей надёжности с учётом климатических факторов.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчёт показателей надёжности с учётом климатических факторов

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.

### **Практическое занятие 15.**

***Тема: Оценка надёжности эргатических систем.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* рассмотреть оценку надёжности эргатических систем.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.

### **Практическое занятие 16.**

***Тема: Расчет экономической эффективности мероприятий по повышению показателей надежности ТС.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить расчет экономической эффективности мероприятий по повышению показателей надежности ТС.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.

### **Практическое занятие 17.**

***Тема: Экспертные методы оценки надежности ТС. Деловая игра. Современные методы повышения надежности машин. Итоговый семинар.***

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

*Цель работы:* изучить экспертные методы оценки надежности ТС.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 2 / 2 ч.

## **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## **4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов**

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	Основы теории надежности	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Анализ надёжности ракетно-космических систем СССР и России.</li><li>2. Анализ надёжности ракетно-космических систем США.</li><li>3. Система стандартов для анализа показателей надёжности.</li><li>4. Прикладные компьютерные программы для расчета показателей надёжности.</li><li>5. Методы планирования неполных</li></ol>

		<p>экспериментов в управлении надежностью.</p> <p>6. Надёжность как ключевой квалитметрический показатель сложных технических систем.</p> <p>7. Взаимосвязь категорий надёжность-безопасность-риск.</p> <p>8. Влияние процессов ползучести на характеристики сопротивления усталости деталей.</p> <p>9. Оптимизация и нормирование показателей надёжности.</p> <p>10. Суперпозиции и композиции законов распределения показателей надёжности.</p>
2	Методы оценки и повышения надёжности КА	<p>1. Акустические методы идентификации дефектов.</p> <p>2. Методы ретроспекции в диагностировании технических систем.</p> <p>3. Магнитные методы идентификации дефектов.</p> <p>4. Климатические факторы и показатели надёжности.</p> <p>5. Оценка эффективности методов неразрушающего контроля.</p> <p>6. Методы повышения надёжности эргатических систем.</p> <p>7. Методы повышения остаточного ресурса по критерию усталостной долговечности.</p> <p>8. Оценка надёжности космических эргатических систем за пределами «пояса Ван Аллена».</p> <p>9. Экономический аспект надёжности машин массового производства.</p> <p>10. Экономический аспект надёжности машин единичного и мелкосерийного производства.</p> <p>11. Правовой и социальный аспекты надёжности.</p>

## **5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре.**

Структура курсовой работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части).**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы раскрывает вопросы, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования, предложения по улучшению объекта исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению.**

Объём курсовой работы – 20 - 25 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

**1. Малафеев, С. И.** Надёжность технических систем : ; учеб. пособие / С.И. Малафеев, А. И. Копейкин. – М.: Лань, 2012. - 320 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-1268-6.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778)

Электронный ресурс

**2. Зорин, В. А.** Надёжность механических систем: Учебник / В.А. Зорин. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 380 с. - ISBN 978-5-16-010252-8.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=478990>

Электронный ресурс.

**3. Долгин, В. П.** Надёжность технических систем : Учебное пособие / В. П. Долгин. – М.: Вузовский учебник: ООО "Научно-издательский

центр ИНФРА-М", 2015. - 167 с. - ISBN 978-5-9558-0430-9.  
URL: <http://znanium.com/go.php?id=503591>

Электронный ресурс

#### **Дополнительная литература:**

**1. Аполлонский, С.М.** Надёжность и эффективность электрических аппаратов : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. – М.: Лань, 2011. - 443 с. - ISBN 978-5-8114-1130-6.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2034)

Электронный ресурс.

**2. Антонов, А.В.** Теория надёжности. Статистические модели: Учебное пособие / А.В. Антонов [и др.]. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 528 с. - ISBN 978-5-16-010264-1.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=479401>

Электронный ресурс.

**3. Мартишин, С.А.** Основы теории надёжности информационных систем: Учебное пособие / С.А. Мартишин [и др.]. – М.: Издательский Дом "ФОРУМ": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013. - 256 с. - ISBN 978-5-8199-0563-0.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=419574>

Электронный ресурс.

**4. Щурин, К.В.** Надёжность мобильных машин / К.В. Щурин. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 585 с.: ил. - ISBN 978-5-7410-1070-9.

#### **Нормативные документы:**

1. ГОСТ 27.001-95 - [Система стандартов "Надёжность в технике". Основные положения.](#)
2. ГОСТ 27.002-89 - [Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.](#)
3. ГОСТ 27.003-90 - [Надёжность в технике. Состав и общие правила задания требований по надёжности.](#)
4. ГОСТ 27.004-85 - [Надёжность в технике. Системы технологические. Термины и определения.](#)
5. ГОСТ 27.202-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Методы оценки надёжности по параметрам качества изготавливаемой продукции.](#)
6. ГОСТ 27.203-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надёжности.](#)
7. ГОСТ 27.204-83 - [Надёжность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надёжности по параметрам производительности.](#)
8. ГОСТ 27.301-95 - [Надёжность в технике. Расчет надёжности. Основные положения.](#)
9. ГОСТ 27.310-95 - [Надёжность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.](#)

10. ГОСТ 27.402-95 - [Надёжность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа \(на отказ\). Часть 1. Экспоненциальное распределение.](#)
11. ГОСТ 27.410-87 - [Надёжность в технике. Методы контроля показателей надёжности и планы контрольных испытаний на надёжность.](#)
12. ГОСТ Р 51901.16-2005 – Менеджмент риска. Повышение надёжности. Статистические критерии и методы оценки.
13. ГОСТ Р 51901.6-2005 – Менеджмент риска. Программа повышения надёжности.
14. ГОСТ Р 51901.5-2005 - Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надёжности.
15. ГОСТ Р 51901.14-2005 - Менеджмент риска. Метод структурной схемы надёжности.
16. ГОСТ Р 51901.2-2005 - Менеджмент риска. Системы менеджмента надёжности.
17. [ГОСТ Р 50779.0-95 - Статистические методы. Основные положения.](#)
18. ГОСТ Р ИСО 16269-6-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерантных интервалов.
19. ГОСТ Р ИСО 16269-8-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение предикционных интервалов.
20. ГОСТ Р 50779.22-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего.
21. ГОСТ Р 50779.24-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Оценка медианы
22. ГОСТ Р ИСО 16269-7-2004 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Медиана. Определение точечной оценки и доверительных интервалов.
23. ГОСТ Р 50779.25-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Мощность тестов для средних и дисперсий.
24. ГОСТ Р 50779.21-2004 - Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение.
25. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 - Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.
26. ГОСТ Р ИСО 11453-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Проверка гипотез и доверительные интервалы для пропорций.
27. ГОСТ Р 50779.23-2005 - Статистические методы. Статистическое представление данных. Сравнение двух средних в парных наблюдениях.
28. ГОСТ Р 50779.77-99 - Статистические методы. Планы и процедуры статистического приемочного контроля нештучной продукции.

29. ГОСТ Р ИСО 11843-4-2005 - Статистические методы. Способность обнаружения. Метод сравнения минимального обнаруживаемого значения с заданным значением.
30. ГОСТ Р 50779.76-99 - Статистические методы. Последовательные планы выборочного контроля по количественному признаку для процента несоответствующих единиц продукции (стандартное отклонение известно).
31. ГОСТ Р 50779.75-99 - Статистические методы. Последовательные планы выборочного контроля по альтернативному признаку.
32. ГОСТ Р 50779.70-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 0. Введение в систему выборочного контроля по альтернативному признаку на основе приемлемого уровня качества AQL.
33. ГОСТ Р 50779.71-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества AQL.
34. ГОСТ Р 50779.73-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 3. Планы выборочного контроля с пропуском партий.
35. ГОСТ Р ИСО 2859-4-2006 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 4. Оценка соответствия заявленному уровню качества.
36. ГОСТ Р 50779.72-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 2. Планы выборочного контроля отдельных партий на основе предельного качества LQ.
37. ГОСТ Р 50779.44-2001 - Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Основные методы расчета.
38. ГОСТ Р 50779.74-99 - Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку для процента несоответствующих единиц продукции.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### **Интернет-ресурсы:**

1. [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com)
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.miiris.ru](http://www.miiris.ru)
4. <http://www.statsoft.ru>.

## **8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения: MSOffice, Maple, программы «Statistika», «Mathcad», «Mathlab».**

### Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ».
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Основы теории надёжности».

## 9. Глоссарий

№	Термин	Содержание термина
1	2	3
1	<b>Безопасность</b> Safety	Свойство объекта не допускать ситуаций, опасных для объекта и окружающей среды
2	<b>Безотказность</b> Reliability, failure – free operation	Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки
3	<b>Вероятность безотказной работы</b> Reliability function, survival function	Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает
4	<b>Вероятность восстановления</b> Probability of restoration, maintainability	Вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданное значение
5	<b>Вероятность успешного перехода на резерв</b> Probability of successful redundancy	Вероятность того, что переход на резерв произойдет без отказа объекта, т.е. за время, не превышающее допустимого значения перерыва в функционировании и (или) без снижения качества функционирования
6	<b>Восстановление</b> Restoration, recovery	Процесс перевода объекта в работоспособное состояние из неработоспособного состояния
7	<b>Время восстановления</b> Restoration time	Продолжительность восстановления работоспособного состояния объекта
8	<b>Время восстановления гамма – процентное</b> Gamma – percentile restoration time	Время, в течении которого восстановление работоспособности объекта будет осуществлено с вероятностью $\gamma$ , выраженной в процентах
9	<b>Время восстановления среднее</b> Mean restoration time	Математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа

10	<b>Выходные параметры</b> Output Parameters	Числовые показатели технических характеристик машины, которые определяют ее состояние и возможности по выполнению заданных функций
11	<b>Деградация параметра</b> Parameter degradation	Изменение выходного параметра объекта в результате воздействий процессов старения
12	<b>Дефект</b> Defect	Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта
13	<b>Дефект технологический</b> Birth defect	Несоответствие изготовленной продукции установленным требованиям
14	<b>Долговечность</b> Durability, longevity	Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта
15	<b>Дублирование</b> Duplication	Резервирование с кратностью резерва один к одному
16	<b>Закон надежности</b> Time-to-failure law	Закон распределения сроков службы (или наработки) до отказа
17	<b>Запас надежности</b> Reliability margin	Отношение предельно допустимого значения заданного параметра к его экстремальному фактическому значению
18	<b>Износ линейный</b> Linear wear	Величина износа, измеренная в направлении, перпендикулярном к поверхности трения
19	<b>Износ сопряжения</b> Joint wear	Изменение относительного положения сопряженных тел в результате износа их поверхностей трения
20	<b>Интенсивность восстановления</b> (Instantaneous) rate	Условная плотность вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенная для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено
21	<b>Интенсивность отказов</b> Failure rate	Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник
22	<b>Исправное состояние.</b>	Состояние объекта, при котором он

	<b>Исправность</b> Good state	соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструктивной (проектной) документации
23	<b>Испытания на надежность</b> Reliability test	Проверка объекта путем реального определения или подтверждения его характеристик надежности. В зависимости от исследуемого свойства различают испытания на безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность (ресурсные испытания)
24	<b>Испытания на надежность контрольные</b> Compliance test	Испытания, проводимые для контроля показателей надежности
25	<b>Испытания на надежность лабораторные</b> Laboratory test	Испытания, проводимые в лабораторных или заводских условиях
26	<b>Испытания на надежность нормальные</b> Normal test	Лабораторные (стендовые) испытаний, методы и условия, проведения которых максимально приближены к эксплуатационным для объекта

27	<b>Испытания на надежность определительные</b> Determination test	Испытания, проводимые для определения показателей надежности с заданными точностью и достоверностью
28	<b>Испытания на надежность ускоренные</b> Accelerated test	Лабораторные (стендовые) испытания, методы и условия, проведения которых обеспечивают получение информации о надежности в более короткий срок, чем при нормальных испытаниях
29	<b>Испытания на надежность эксплуатационные</b> Field test	Испытания, проводимые в условиях эксплуатации объекта
30	<b>Испытательно-диагностический комплекс</b> Test-and-diagnostic complex	Комплекс, предназначенный для проведения программных испытаний и состоящий из измерительной и диагностической аппаратуры, программных нагрузочных устройств, ЭВМ, информационных и управляющих систем и объекта испытания
31	<b>Качество</b> Quality	Совокупность свойств, определяющих степень пригодности изделия для его использования по назначению
32	<b>Контроль надежности</b> Reliability verification	Проверка соответствия объекта заданным требованиям к надежности
33	<b>Коррозия</b> Corrosion	Разрушение твердых тел, вызванное химическими и электрохимическими процессами, развивающимися на поверхности тела при его взаимодействии с внешней средой. Распространенный вид – ржавление железа.
34	<b>Коэффициент готовности</b> (Instantaneous) availability function	Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается

35	<b>Коэффициент оперативной готовности</b> Operational availability function	Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени
36	<b>Коэффициент сохранения эффективности</b> Efficiency ratio	Отношение значения показателя эффективности использования объекта по назначению за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода не возникают
37	<b>Коэффициент технического использования</b> Steady state availability factor	Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период
38	<b>1. Кратность резерва</b> Redundancy ratio	Отношение числа резервных элементов к числу резервируемых ими элементов, выраженное несокращенной дробью
39	<b>Критерий предельного состояния</b> Limiting state criterion	Признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией. В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же объекта могут быть установлены два и более критериев предельного состояния

40	<b>Критерий отказа</b> Failure criterion	Признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
41	<b>Критичность отказа</b> Failure criticality	Совокупность признаков, характеризующих последствия отказа. Классификация критичности (например, по уровню прямых и косвенных потерь, связанных с наступлением отказа, или по трудоемкости восстановления после отказа) устанавливается нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией по согласованию с заказчиком на основании технико-экономических соображений и соображений безопасности
42	<b>Метод определения надежности расчетный</b> Analytical reliability assessment	Метод, основанный на вычислении показателей надежности по справочным данным о надежности компонентов комплектующих элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, по данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту оценки надежности
43	<b>Метод определения надежности расчетно-экспериментальный</b> Analytical — experimental reliability assessment	Метод, при котором показатели надежности всех или некоторых составных частей объекта определяют по результатам испытаний и (или) эксплуатации, а показатели надежности объекта в целом рассматривают по математической модели
44	<b>Метод определения надежности экспериментальный</b> Experimental reliability assessment	Метод, основанный на статистической обработке данных, получаемых при испытаниях или эксплуатации объекта в целом. Аналогично определяют соответствующие методы контроля надежности

45	<b>Методы Монте-Карло</b> Monte-Carlo methods	Численные методы решения математических задач при помощи моделирования случайных величин и статистической оценки их характеристик
46	<b>Модель</b> Model	Образец, отображение, имеющее наряду с безусловно-истинным условно-истинное, предположительно-истинное и ложное содержание; реализующееся и развивающееся в процессе его практического использования
47	<b>Модель динамическая</b> Dynamic model	Модель, отображающая процессы, происходящие в системе со временем, например, модели функционирования и развития
48	<b>Модель локальная</b> Local model	Фрагмент конструкции, включающий часть или весь опасный объем, в пределах которого обеспечена идентичность параметров и технологии изготовления, а также удовлетворяются условия подобия параметров, характеризующих процесс накопления повреждений
49	<b>Модель математическая</b> Mathematical model	Абстрактная или знаковая модель, построенная средствами математики, например, в виде системы уравнений, графа, логической формулы и т. п.
50	<b>Модель моделей</b> Model of models	Иерархия моделей; многоуровневая абстракция; число уровней в иерархии моделей моделей связывается с развитостью системы
51	<b>Модель отказа</b> Failure model	Математическое описание процесса формирования закона распределения показателя для определения на этой основе реального показателя надежности
52	<b>Модель отказа статистическая</b> Statistical failure model	Модель отказа, использующая для описания закона надежности статистическую информацию из сферы эксплуатации или результаты испытания изделий
53	<b>Модель реальная (вещественная, физическая, предметная)</b> Substantial model	Модель, построенная из реальных объектов; подобие реальной модели и оригинала может быть прямым, косвенным и условным

54	<b>Модель состава системы</b> Partition model	Модель, описывающая, из каких подсистем и элементов состоит система
55	<b>Модель структуры системы</b> Structural model	Модель, описывающая все отношения (связи) между элементами модели состава системы
56	<b>Модель функциональная</b> Model of functioning	Модель, описывающая процессы, которые характеризуют систему как часть более общей, охватывающей ее системы, т.е. связанные с назначением данной системы
57	<b>Модель "черного ящика"</b> Black-box-model	Модель, описывающая только входы и выходы системы, но не внутреннее устройство системы. Например, математическая модель "черного ящика" - это просто совокупность множеств $X$ и $Y$ ( $X$ соответствует входам, $Y$ - выходам)
58	<b>Надежность</b> Reliability, dependability	Свойство объекта сохранять по времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств
59	<b>Наработка</b> Operating lime	Продолжительность или объем работы объекта. Нарботка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в часах, километраж пробега и т. п.), так и целочисленной величиной (число рабочих циклов, запусков и т. п.).
60	<b>Наработка до отказа</b> Operating time to failure	Наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа

61	<b>Наработка до отказа гамма – процентная</b> Gamma-percentile operating time to failure	Наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью $\gamma$ , выраженной в процентах
62	<b>Наработка до отказа средняя</b> Mean operating time to failure	Математическое ожидание наработки объекта до первого отказа
63	<b>Наработка между отказами</b> Operating time between failures	Наработка объекта от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа
64	<b>Наработка на отказ средняя</b> <b>Наработка на отказ</b> Mean operating time between failures	Отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки
65	<b>Неисправное состояние.</b> <b>Неисправность</b> Fault, faulty state	Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
66	<b>Неработоспособное состояние.</b> <b>Неработоспособность</b> Down state	Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых объект способен частично выполнять требуемые функции.
67	<b>Нормирование надежности</b> Reliability specification	Установление в нормативно-технической документации и (или) конструкторской (проектной) документации количественных и качественных требований к надежности. Нормирование надежности включает выбор номенклатуры номеруемых показателей надежности; технико-экономическое обоснование значений

		показателей надежности объекта и его составных частей; задание требований к точности и достоверности исходных данных; формулирование критериев отказов, повреждений и предельных состояний; задание требований к методам контроля надежности на всех этапах жизненного цикла объекта
68	<b>Область работоспособности</b> Availability area	Область допустимых значений выходных параметров изделия
69	<b>Область состояний</b> State area	Область, в которой с заданной вероятностью находятся выходные параметры изделия
70	<b>Обслуживание техническое</b> Maintenance	Комплекс операций по контролю и поддержанию работоспособного и исправного состояния объекта
71	<b>Восстанавливаемый объект</b> Restorable item	Объект, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
72	<b>Невосстанавливаемый объект</b> Nonrestorable item	Объект, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния не предусмотрено в нормативно – технической и (или) конструкторской (проектной) документации
73	<b>Объект необслуживаемый</b> Nonmaintainable item	Объект, для которого проведение технического обслуживания не предусмотрено нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией
74	<b>Объект неремонтируемый</b> Nonrepairable item	Объект, ремонт которого не возможен или не предусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской (проектной) документацией

75	<b>Объект обслуживаемый</b> Maintainable item	Объект, для которого проведение технического обслуживания предусмотрено нормативно-технической документацией и (или) конструкторской (проектной) документацией
76	<b>Объект ремонтируемый</b> Repairable item	Объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской (проектной) документацией
77	<b>Объем испытаний на надежность</b> Scope of reliability test	Характеристика плана испытаний на надежность, включающая число испытываемых образцов, суммарную продолжительность испытаний в единицах наработки и (или) число серий испытаний
78	<b>Определение надежности</b> Reliability assessment	Определение численных значений показателей надежности объекта
79	<b>Отказ</b> Failure	Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта
80	<b>Внезапный отказ</b> Sudden failure	Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта
81	<b>Отказ деградационный</b> Wear - out failure, ageing failure	Отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации
82	<b>Отказ зависимый</b> Secondary failure	Отказ, обусловленный другими отказами
83	<b>Отказ конструктивный</b> Design failure	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования
84	<b>Отказ независимый</b> Primary failure	Отказ, не обусловленный другими отказами

85	<b>Отказ параметрический</b> Parameter related failure	Отказ, причина которого заключается в выходе регламентированного параметра за установленные пределы
86	<b>Отказ постепенный</b> Gradual failure	Отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта
87	<b>Отказ перемежающийся</b> Intermittent failure	Множественно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера
88	<b>Отказ производственный</b> Manufacturing failure	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии
89	<b>Отказ ресурсный</b> Marginal failure	Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния
90	<b>Отказ скрытый</b> Latent failure	Отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики
91	<b>Отказ эксплуатационный</b> Misuse failure, mishandling failure	Отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации
92	<b>Отказ явный</b> Explicit failure	Отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению
93	<b>Параметрическая надежность</b> Parametric reliability	Надежность, связанная не с отказом функционирования изделия, а с изменением его выходных параметров
94	<b>Параметр потока отказов</b> Failure intensity	Отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за достаточно малую его наработку к значению этой наработки

95	<b>Параметр потока отказов осредненный</b> Mean failure intensity	Отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за конечную наработку к значению этой наработки. Все показатели безотказности (как приводимые ниже другие показатели надежности) определены как вероятностные характеристики. Их статистические аналоги определяют методами математической статистики
96	<b>План испытаний на надежность</b> Reliability test programme	Совокупности правил, устанавливающих объем выборки, порядок проведения испытаний, критерии их завершения и принятия решений по результатам испытаний
97	<b>Планово-предупредительная система ремонта</b> Preventive (or Scheduled) maintenance system	Система ремонта и технического обслуживания, при которой заранее назначается продолжительность межремонтных периодов и характер проводимых мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности машины
98	<b>Повреждение</b> Damage	Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния
99	<b>Показатель надежности</b> Reliability measure	Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта
100	<b>Показатель надежности единичный</b> Simple reliability measure	Показатель надежности, характеризующий одно из свойств, составляющих надежность объекта
101	<b>Показатель надежности комплексный</b> Integrated reliability measure	Показатель надежности, характеризующий несколько свойств, составляющих надежность объекта
102	<b>Показатель надежности нормируемый</b> Specified reliability measure	Показатель надежности, значение которого регламентировано нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией на объект. В качестве нормируемых показателей надежности могут быть использованы один

		или несколько показателей в зависимости от назначения объекта, степени его ответственности, условий эксплуатации, последствий возможных отказов, ограничений на затраты, а также от соотношения затрат на обеспечение надежности объекта и затрат на его техническое обслуживание и ремонт. По согласованию между заказчиком и разработчиком (изготовителем) допускается нормировать показатели надежности, не включенные в настоящий стандарт, которые не противоречат определениям показателей настоящего стандарта. Значения нормируемых показателей надежности учитывают, в частности, при назначении цены объекта, гарантийного срока и гарантийной наработки
103	<b>Показатель надежности расчетный</b> Predicted reliability measure	Показатель надежности, значения которого определяются расчетным методом
104	<b>Показатель надежности экспериментальный</b> Assessed reliability measure	Показатель надежности, точечная или интервальная оценка которого определяется по данным испытаний
105	<b>Показатель надежности эксплуатационный</b> Observed reliability measure	Показатель надежности, точечная или интервальная оценка которого определяется по данным эксплуатации
106	<b>Показатель надежности экстраполированный</b> Extrapolated reliability measure	Показатель надежности, точечная или интервальная оценка которого определяется на основании результатов расчетов, испытаний и (или) эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации и другие условия эксплуатации
107	<b>Последствия отказа</b> Failure effect	Явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта

108	<b>Предельно допустимое значение выходного параметра</b> Output parameter limit value	Граница области работоспособности, при выходе за пределы которой происходит отказ
109	<b>Предельное состояние</b> Limit State	Состояние изделия, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно
110	<b>Причина отказа</b> Failure cause	Явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта
111	<b>Программа обеспечения надежности</b> Reliability support programme	Документ, устанавливающий комплекс взаимосвязанных организационно-технических требований и мероприятий, подлежащих проведению на определенных стадиях жизненного цикла объекта и направленных на обеспечение заданных требований к надежности и (или) на повышение надежности
112	<b>Программный метод испытаний</b> Programmed Test Method	Автоматизированный метод оценки качества и параметрической надежности машины во всем диапазоне режимов и условий ее работы с учетом вероятностной природы внешних воздействий
113	<b>Процессы старения</b> Ageing Processes	Необратимые изменения свойств или состояния материала изделия
114	<b>Работоспособное состояние</b> <b>Работоспособность</b> Up state	Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
115	<b>Резерв</b> Reserve	Совокупность дополнительных средств и (или) возможностей, используемых для резервирования
116	<b>Резерв нагруженный</b> Active reserve, loaded reserve	Резерв, который содержит один или несколько резервных элементов, находящихся в режиме основного элемента
117	<b>Резерв ненагруженный</b> Standby reserve, unloaded reserve	Резерв, который содержит один или несколько резервных элементов, находящихся в ненагруженном режиме до начала выполнения ими функции основного элемента

118	<b>Резерв облегченный</b> Reduced reserve	Резерв, который содержит, одни или несколько резервных элементов, находящихся в менее нагруженном режиме, чем основной элемент
119	<b>Резервирование</b> Redundancy	Способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и (или) возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых; функций
120	<b>Резервирование замещением</b> Standby redundancy	Резервирование, при котором функции основного элемента передаются резервному только после отказа основного элемента
121	<b>Резервирование без восстановления</b> Redundancy without restoration	Резервирование, при котором восстановление отказавших основных и (или) резервных элементов технически невозможно без нарушения работоспособности объекта в целом и (или) не предусмотрено эксплуатационной документацией
122	<b>Резервирование общее</b> Whole system redundancy	Резервирование, при котором резервируется объект в целом
123	<b>Резервирование постоянное</b> Continuous redundancy	Резервирование, при котором используется нагруженный резерв и при отказе любого элемента а резервированной группе выполнение объектом требуемых функций обеспечивается оставшимися элементами без переключения
124	<b>Резервирование раздельное</b> Segregated redundancy	Резервирование, при котором резервируются отдельные элементы объекта или их группы
125	<b>Резервирование с восстановлением</b> Redundancy with restoration	Резервирование, при котором восстановление отказавших основных и (или) резервных элементов технически возможно без нарушения работоспособности объекта в целом и предусмотрено эксплуатационной документацией

126	<b>Резервирование скользящее</b> Sliding redundancy	Резервирование замещением, при котором группа основных элементов резервируется одним или несколькими резервными элементами, каждый из которых может заменить любой из отказавших элементов данной группы
127	<b>Резервирование смешанное</b> Combined redundancy	Сочетание различных видов резервирования в одном и том же объекте
128	<b>Ремонт</b> Repair	Комплекс мероприятий по восстановлению работоспособного состояния объектов
129	<b>Ремонтопригодность</b> Maintainability	Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта
130	<b>Ресурс</b> Useful life, life	Суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние
131	<b>Гамма-процентный ресурс</b> Gamma-percentile life	Суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью $\gamma$ , выраженной в процентах
132	<b>Назначенный ресурс</b> Assigned operating time	Суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния
133	<b>Остаточный ресурс</b> Residual life	Суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние. (Аналогично вводятся понятия остаточной наработки до отказа, остаточного срока службы и остаточного срока хранения)
134	<b>Средний ресурс</b> Mean life, mean useful life	Математическое ожидание ресурса
135	<b>Сбой</b> Interruption	Самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора

136	<b>Сложная система</b> Complex System	Объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы, каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы.
137	<b>Структура ремонтного цикла</b> Repair Cycle	Последовательность принятых ремонтных работ на протяжении всего периода эксплуатации изделия
138	<b>Предельное состояние</b> Limiting state	Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация не допустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно
139	<b>Сохраняемость</b> Storability	Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования
140	<b>Срок службы</b> Useful lifetime, lifetime	Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние
141	<b>Срок службы гамма-процентный</b> Gamma-percentile lifetime	Календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью $u$ , выраженной в процентах
142	<b>Срок службы назначенный</b> Assigned lifetime	Календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния
143	<b>Срок службы средний</b> Mean lifetime	Математическое ожидание срока службы. При использовании показателей долговечности следует указывать начало отсчета и вид действий после наступления предельного состояния (например, гамма-процентный ресурс от второго капитального ремонта до списания). Показатели долговечности, отсчитываемые от ввода объекта в эксплуатацию до

		окончательного снятия с эксплуатации, называются гамма-процентный полный ресурс (срок службы), средний полный ресурс (срок службы)
144	<b>Срок сохраняемости</b> Storability time, shelf life	Календарная продолжительность (или) транспортирования объекта, в которой сохраняются в заданных пределах значения параметров, характеризующих объекта выполнять заданные функции. По истечении срока сохраняемости объект должен соответствовать требованиям безотказности, долговечности и ремонтпригодности, установленным нормативно-технической документацией на объект
145	<b>Срок хранения назначенный</b> Assigned storage time	Календарная продолжительность хранения, при достижении которой хранение объекта должно быть прекращено независимо от его технического состояния. По истечении назначенного ресурса (срока службы, срока хранения) объект должен быть изъят из эксплуатации и должно быть принято решение, предусмотренное соответствующей нормативно-технической документацией — направление в ремонт, списание, уничтожение, проверка и установление нового назначенного срока и т. д.
146	<b>Трудоемкость восстановления средняя</b> Mean restoration man-hours, mean maintenance man-hours	Математическое ожидание трудоемкости восстановления объекта после отказа. Затраты времени и труда на проведение технического обслуживания и ремонтов с учетом конструктивных особенностей объекта его технического состояния и условий эксплуатации характеризуются оперативными показателями ремонтпригодности

147	<b>Усталость материала</b> Fatingue of metal	Изменение механических и физических свойств материала в результате действия циклически изменяющихся во времени напряжений и деформаций. Основной характеристикой сопротивления усталости является предел выносливости – наибольшее напряжение, при котором при заданном числе циклических воздействий разрушения не происходит.
148	<b>Элемент основной</b> Major element	Элемент объекта, необходимый для выполнения требуемых функций без использования резерва
149	<b>Элемент резервируемый</b> Element under redundancy	Основной элемент, на случай отказа которого в объекте предусмотрены один или несколько резервных элементов
150	<b>Элемент резервный</b> Redundant element	Элемент, предназначенный, для выполнения функций основного элемента в случае отказа последнего
151	<b>Эрозия</b> Erosion, fret, pitting	Полное или частичное разрушение или повреждение поверхности.