



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ  
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**



**Ректор**

**Ю.Ю. Михальчевский**

« 30 »

05

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория надежности**

**Специальность**

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

**Специализация**

**«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»**

**Квалификация выпускника  
инженер**

**Форма обучения  
заочная**

**Санкт-Петербург  
2023**

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теория надежности» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части понятий теории надежности и распределения случайных величин, приобретение студентами знаний методов сбора, обработки, математического анализа и передачи информации при решении прикладных задач анализа, контроля и обеспечения надежности в объеме, необходимом для подготовки специалистов, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт отечественной и зарубежной авиационной техники в гражданской авиации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение студентами основных понятий об объектах надежности и свойствах надежности технических систем, работоспособном и неработоспособном состояниях, отказах и их классификации;

- ознакомление с основными путями и способами обеспечения надежности изделий авиационной техники на разных этапах жизненного цикла.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Теория надежности» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули).

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Информатика», «Электротехника и электроника», «Физика».

Дисциплина «Теория надежности» является обеспечивающей для дисциплин: «Управление проектами в сфере технической эксплуатации авиационной техники», «Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей», «Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Высшая математика», «Термодинамика и теплопередача», «Техническая механика», «Бортовые информационно-управляющие системы».

Дисциплина изучается в 3 семестре.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Теория надежности» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>УК2</b>	<b>Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
ИД <sup>1</sup> <sub>УК2</sub>	Определяет цели, задачи, сроки и ресурсы проекта
ИД <sup>2</sup> <sub>УК2</sub>	Применяет методы и средства для достижения целей проекта на каждом этапе его жизненного цикла
<b>ОПК-10</b>	<b>Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе с использованием программных средств</b>
ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК10</sub>	Использует основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет программные средства.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- этапы жизненного цикла технических объектов;
- принципы построения целевых функций;
- методы решения целевых задач;
- физические основы функционирования механизмов, агрегатов, систем и конструктивных элементов изделий авиационной техники, основные деградационные процессы, определяющие изменение их технического состояния;
- физические основы функционирования механизмов, агрегатов, систем и конструктивных элементов изделий авиационной техники, основные деградационные процессы, определяющие изменение их технического состояния.

Уметь:

- разрабатывать и осуществлять управляющие и корректирующие действия, направленные на достижение цели проекта;
- решать задачи оптимального планирования и их реализации в условиях ограниченных ресурсов;
- формализовать процедуры решения проектных задач по синтезу технических решений и их оптимальной реализации;
- решать задачи общетехнического и инженерного синтеза и анализа, направленных на осуществление контроля технического состояния изделий техники;
- решать задачи общетехнического и инженерного синтеза и анализа, направленных на осуществление контроля технического состояния изделий техники.

Владеть:

- навыками организации работ по реализации целей проектов;
- навыками организации и управления проектами;
- методами линейного программирования и оптимизации инженерных решений;
- общим и специальным программным обеспечением решения общеинженерных задач контроля и анализа технического состояния технических систем;
- общим и специальным программным обеспечением решения общеинженерных задач контроля и анализа технического состояния технических систем.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа:	4.3	4.3
лекции	2	2
практические занятия	2	2
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	-	-
самостоятельная работа студента	64	64
Промежуточная аттестация:	4	4
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачету	3.7	3.7

#### 5 Содержание дисциплины

## 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК2	ОПК-10		
Тема 1. Основные понятия и определения теории надежности	8,25	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 2. Показатели надёжности	8,53	+	+	ПЗ, Л, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 3. Объекты надежности и их жизненный цикл	8,53	+	+	ПЗ, Л, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 4. Математические основы теории надёжности	8,53	+	+	ПЗ, Л, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 5. Расчет и анализ надежности. Методы оценки и контроля показателей надежности	8,53	+	+	ПЗ, Л, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 6. Способы повышения надежности изделий	8,53	+	+	ПЗ, Л, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Анализ и прогнозирование надёжности	8,53	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 8. Принципы и методы	8,57	+	+	Л,	УО,

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК2	ОПК-10		
обеспечения надежности				ПЗ, СРС РКС	РЗ, СЗ КР
Итого по дисциплине	68				
Промежуточная аттестация	4				
Всего по дисциплине	72				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, РКС – разбор конкретной ситуации, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача, КР – контрольная работа.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	Л Р	С	СР	Всего часов
Тема 1. Основные понятия и определения теории надежности	-	0,25	-	-	8	8,25
Тема 2. Показатели надёжности	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 3. Объекты надежности и их жизненный цикл	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 4. Математические основы теории надёжности	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 5. Расчет и анализ надежности. Методы оценки и контроля показателей надежности	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 6. Способы повышения надежности изделий	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 7. Анализ и прогнозирование надёжности	0,28	0,25	-	-	8	8,53
Тема 8. Принципы и методы обеспечения надежности	0,32	0,25	-	-	8	8,57
Итого по дисциплине	2	2	-	-	64	68
Промежуточная аттестация						4

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	Л Р	С	СР	Всего часов
Всего по дисциплине						72

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, С – семинар, СР – самостоятельная работа студента.

### **5.3 Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Основные понятия и определения теории надежности**

Надёжность и её частные свойства. Термины и определения. Отказы и их классификация. Дефекты и неисправности. Причины возникновения отказов. Деградационные модели.

#### **Тема 2. Показатели надёжности.**

Система показателей надёжности. Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности.

#### **Тема 3. Объекты надежности и их жизненный цикл**

Понятие о стадиях жизненного цикла изделий и материалов. Объекты надежности и их классификация. Особенности выбора номенклатуры и нормирование показателей надежности.

#### **Тема 4. Математические основы теории надёжности**

Основные понятия и определения. Законы распределения случайных величин. Параметры и моменты распределения. Вероятность заданного числа отказов. Распределение наработок до отказа. Общие соотношения надёжности

#### **Тема 5. Расчет и анализ надежности. Методы оценки и контроля показателей надежности**

Методика построения моделей расчета надежности. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности. Анализ отказов. Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность.

#### **Тема 6. Способы повышения надежности изделий.**

Резервирование и избыточность. Надёжность и эффективность. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надежности, восстановления ресурса и продления сроков службы. Оптимизация надёжности.

#### **Тема 7. Анализ и прогнозирование надёжности**

Испытания на надёжность. Виды испытаний. Общая схема оценки показателей надёжности. Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации. Анализ влияния на надёжность различных факторов и их значимость.

### **Тема 8. Принципы и методы обеспечения надёжности**

Программы обеспечения надёжности. Организационные и технические мероприятия по обеспечению надёжности. Материально-техническое, метрологическое и информационное обеспечение программ обеспечения надёжности.

#### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Основные понятия и определения теории надёжности	0,25
2	Практическое занятие № 2. Показатели надёжности	0,25
3	Практическое занятие № 3. Объекты надёжности и их жизненный цикл	0,25
4	Практическое занятие № 4. Математические основы теории надёжности	0,25
5	Практическое занятие № 5. Расчет и анализ надёжности. Методы оценки и контроля показателей надёжности	0,25
6	Практическое занятие № 6. Способы повышения надёжности изделий	0,25
7	Практическое занятие № 7. Анализ и прогнозирование надёжности	0,25
8	Практическое занятие № 8. Принципы и методы обеспечения надёжности	0,25
Итого по дисциплине		2

#### **5.5 Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.



## 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Надёжность и её частные свойства.</li> </ul> <p>Термины и определения. Классификация отказов. Причины возникновения отказов. Деграционные модели.</p> <p>[1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8
2	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Система показателей надёжности.</li> </ul> <p>Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности.</p> <p>[1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8
3	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные понятия и определения.</li> </ul> <p>Законы распределения случайных величин. Параметры и моменты распределения. Вероятность заданного числа отказов. Распределение наработок до отказа. Общие соотношения надёжности.</p> <p>[1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:  – Методика построения моделей и расчета надежности. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности.  [1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8
5	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:  - Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность. Оптимизация надёжности.  [1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8
6	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу:  - Резервирование и избыточность. Надёжность и эффективность. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надежности, восстановления ресурса и продления сроков службы.  [1-22]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	8
7	Проработка учебного материала по	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	<p>конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, устному опросу: - Испытания на надёжность. Виды испытаний. Общая схема оценки показателей надёжности. Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации. [1-22] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p>	
8	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов, , устному опросу: - Понятие о стадиях жизненного цикла изделий и материалов. Программы обеспечения надёжности. Организационные и технические мероприятия по обеспечению надёжности. Материально-техническое, метрологическое и информационное обеспечение программ обеспечения надёжности. [1-22] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к контрольной работе.</p>	8
Итого по дисциплине		64

### 5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовая работа (проект) учебным планом не предусмотрен.

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Труханов, В.М. Надёжность технических систем / В.М. Труханов. – М.: Машиностроение, 2009. - 546 с. – ISBN- 978-00-1327287-0. Количество экземпляров 52

2 Малкин, В.С. Надежность технических систем и техногенный риск: Учеб.пособие для вузов / В.С. Малкин. – Ростов-Дон: Изд-во Феникс, 2009. – 432 с. – ISBN отсутствует .Количество экземпляров 45

3 Шишмарев, В.Ю. Надежность технических систем / В.Ю. Шишмарев. – М.: Изд-во Спектр, 2009 — 304 с. – ISBN отсутствует . Количество экземпляров 70

4 Ушаков, И.А. Курс теории надежности систем: Учеб.пособие для вузов. / И.А. Ушаков. – М.: Изд-во Дрофа, 2009 — 239 с.– ISBN отсутствует .Количество экземпляров 70

б) дополнительная литература

5 Надежность технических систем и техногенный риск: Методические указания по изучению дисциплины и контрольные задания /сост. Нечаев В.М. – СПб.: АГА, 2009. – 49 с. – ISBN отсутствует .Количество экземпляров 450

6 Надежность технических систем и техногенный риск / В.А. Акимов, В.Л. Лапин, В.М. Попов и др. – М.: Изд-во Деловой экспресс, 2009. – 367 с.– ISBN отсутствует .Количество экземпляров 20

7 Теория надёжности: Метод. указ. по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы .Для студентов ФАИТОП очной и заочной формы обучения Специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» специализации «Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов» / Любимов И.В., сост. - СПб. : ГУГА, 2022. - 21с.ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 50.

8 **Авиатранспортное обозрение** [Текст] : Air transport observer : журнал / учредитель и издатель: А.Б.Е. Медиа. - Москва : А.Б.Е. Медиа, 1996-. - 27 см.; ISSN 1991-6574 (подписка с 2008).

9 **Крылья Родины** : ежемесячный национальный авиационный журнал. - Москва: ООО "Редакция журнала "Крылья Родины", 1950-.; ISSN 0130-2701 (подписка с 2008).

10 **Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра** [Текст] : научно-популярный журнал / учредитель: Бакурский Виктор Александрович, Военно-Воздушные Силы России, Лепилкин Андрей Викторович. - Москва : Тех-информ, 1997-. - 29 см.; ISSN 1682-7759 (подписка с 2008).

11 **Транспорт: наука, техника, управление:** научный информационный сборник / учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН). - Москва : ВИНТИ, 1990-. - 28 см.; ISSN 0236-1914 (2022).

12 **Проблемы безопасности полетов** : научно-технический журнал / учредители: Российская академия наук, Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ). - Москва : ВИНТИ, 1989-. - 21 см.; ISSN 0235-5000 (2022).

13 **Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка:** журнал / учредитель и издатель: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. -Гродно : Гродненский государственный

университет имени Янки Купалы, 2009- ISSN 2223-5396 (2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/3350?category=931> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

14 **Вестник Таджикского национального университета. Серия Естественных Наук / Паёми Донишгоњи миллии тољикистон. Бахши Илмъои Табиӣ** : журнал / учредитель и издатель: Таджикский национальный университет. - Душанбе: Таджикский национальный университет, 1990-. ISSN 2413-452X (2015-2020). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2429?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

15 **Наука и техника**: международный научно-технический журнал / учредитель и издатель: Белорусский национальный технический университет. - Минск: Белорусский национальный технический университет, 2002-. ISSN 2227-1031 (2018-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2418?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

16 **ҚазҰТУ Хабаршысы / Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева**: журнал / учредитель и издатель: Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева. - Алматы : Казахский национальный технический университет, 1994-. ISSN 1680-9211 (2015). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2565?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

17 **Vojnotehnicki glasnik / Military Technical Courier / Военно-технический вестник**: мультидисциплинарный научный журнал / учредитель и издатель : Университет обороны в г. Белград. - Белград : Университет обороны в г. Белград, 1953-. ISSN 0042-8469 (2013-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2490?category=931> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

18 Административно-управленческий портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения 10.02.2009).

19 ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий. Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

20 Консультант Плюс. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

21 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения:20.01.2021).

22 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com/>, свободный(дата обращения:20.01.2021).

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Теория надежности	Аудитория 360	Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteS-наштативе Доска двойная Проектор AcerX1261 P (1024x768, 3700:1,+/-40 28DbLamp:4000HRS Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Opera (freeware) Google Chrome (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) WinRAR 3.9 (лицензиянаSpb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)
	Аудитория 364	Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска двойная Макет авиадвигателя НК 82У Нервюры крыла Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	Драйвера и ихкомпоненты. Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) MicrosoftOffice
	МИС (Моторно-испытательная станция) Учебно-производственные мастерские	Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 штуки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или	Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL) Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2)

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>аэродромный выпрямитель АВ-2МБ  Монитор 17" Acer AL 1716 A s - 2 шт.  Дрель ударная MAKITA 650вт  Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт  Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В  Станок сверлильный STERN 350 Вт  Точило STERN 350 Вт  Верстак столярный - 9 шт.  Вибростенд ВЭДС-100  Вольтметр универсальный В-7-35  Изделие АИ-9  Измеритель вибрации ИВ-300  Комбинированный прибор Г Ц 4311  Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе)  Многофункциональная информ управ система  Модуль С 5-125  Преобразователь сварочный (2шт.)  Преобразователь Ф 723/1  Преобразователь ЦАНТ 5-3/10  Преобразователь ЦАНТ-5-14/2  Преобразователь ЦВ-2-1  Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А  Станок токарный  Стартер генератора СТУ-12Т  установка д \ лабораторных работ № 1  установка для лабораторных работ № 2  Установка дозвуковое сопло  Установка на базе двигателя АИ - 25  Установка на базе двигателя ТА-6  Тиски - 10 шт.  Тиски слесарные - 10 шт.  Штанген циркуль - 5 шт.  Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт.  Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.  Монитор СТХ №02780  Системный компьютерный блок LG - 2 шт.  Системный компьютерный блок 10476  Проектор BENQ - 2 шт.  Принтер HPHEWLETPACKARD 11311</p>	<p>Unchecky (freeware)  DAEMON Tools Lite (freeware)  Opera (freeware)  WinRAR 3.9  (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)  Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)  Adobe Acrobat Reader XI (freeware)  Adobe Flash Player (freeware)  Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390)  K-Lite Mega Codec Pack (freeware)  Microsoft Office  Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)  ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года)  WinRAR 3.9  (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)  Windows XP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p>

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		Сканер Epson Доска - 3 шт. Экран Dinon - 2 шт. Стол для преподавателя - 2 шт. Парты со скамьей - 47 шт. Стулья - 4 шт. Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция имеет целью раскрыть текущее состояние и обозначить перспективы прогресса в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы и контрольная работа имеют профессиональную направленность.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.



Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации, используемый на практических занятиях и заключающийся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает подготовку к устному опросу, подготовка к контрольной работе, решению расчётных и ситуационных задач.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория надежности» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачёта в 3 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, ситуационные задачи, вопросы для контрольной работы.

Устный опрос проводится на практических и лекционных занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала.

Контрольная работа выполняется обучающимися на практическом занятии, выдаваемой преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку полученных теоретических и практических знаний. Контроль выполнения контрольной работы, преследует собой цель своевременного выявления усвоенного материала по конкретной теме дисциплины, для последующей корректировки.

Расчетные задачи, ситуационные задачи, контрольная работа носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта в 3 семестре. К моменту сдачи зачёта должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачёт позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Не применяется.

## **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом: развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связный, логически последовательный ответ на вопрос. Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Для оценки контрольной работы (в форме тестирования по темам 1-4) применяется оценочная шкала, с указанием процентов правильных ответов:

Оценка «отлично» - 27-26 правильных ответов (100%-96%);

Оценка «хорошо» - 25-21 правильных ответов (92%-78%);

Оценка «удовлетворительно» - 20 -15 правильных ответов (74%-55%);

Оценка «неудовлетворительно» - 14 и менее правильных ответов (менее 51%).

Время выполнения контрольной работы – 30 минут.

Расчетные и ситуационные задачи:

«зачтено»: задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

На момент зачета студент должен получить «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за участие в по крайней мере в 50 % устных опросов, «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за выполнение контрольной работы, «зачтено» за выполнение расчётных и ситуационных задач по всем темам, для которых они предусмотрены.

### 9.3 Тема курсового проекта по дисциплине

Курсовая работа (проект) учебным планом не предусмотрен.

### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплина

*«Высшая математика»*

1. Элементы линейной алгебры
2. Элементы векторной алгебры
3. Аналитическая геометрия

*«Электротехника и электроника»*

1. Теоретические основы электротехники.
2. Электрические цепи постоянного тока.
3. Электрические цепи переменного тока.

*«Физика»*

1. Кинематика поступательного движения
2. Динамика поступательного движения
3. Работа. Энергия

*«Информатика»*

1. Информатизация общества и место информатики в современном мире.
2. Особенности современных компьютеров и их развитие.
3. Прикладное программное обеспечение как инструмент решения функциональных задач.

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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
УК2 ОПК-10	ИД <sup>1</sup> <sub>УК2</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>УК2</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК10</sub>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– этапы жизненного цикла технических объектов;</li> <li>– принципы построения целевых функций;</li> <li>– методы решения целевых задач;</li> <li>– физические основы функционирования механизмов, агрегатов, систем и конструктивных элементов изделий авиационной техники, основные деградационные процессы, определяющие изменение их технического состояния;</li> <li>– физические основы функционирования механизмов, агрегатов, систем и конструктивных элементов изделий авиационной техники, основные деградационные процессы, определяющие изменение их технического состояния</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать и осуществлять управляющие и корректирующие действия, направленные на достижение цели проекта;</li> <li>– решать задачи оптимального планирования и их реализации в условиях ограниченных ресурсов;</li> <li>– формализовать процедуры решения проектных задач по синтезу технических решений и их оптимальной реализации</li> </ul>
<b>II этап</b>		
УК2 ОПК-10	ИД <sup>1</sup> <sub>УК2</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>УК2</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК10</sub>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать задачи общетехнического и инженерного синтеза и анализа, направленных на осуществление контроля технического состояния изделий техники;</li> <li>– решать задачи общетехнического и инженерного синтеза и анализа, направленных на осуществление контроля технического состояния изделий техники;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками организации работ по реализации целей проектов;</li> <li>– навыками организации и управления проектами;</li> <li>– методами линейного программирования и оптимизации инженерных решений;</li> <li>– общим и специальным программным обеспечением решения общеинженерных задач контроля и анализа технического состояния технических систем;</li> <li>– общим и специальным программным обеспечением</li> </ul>

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		нием решения общеинженерных задач контроля и анализа технического состояния технических систем

## 9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

Знания обучающихся оцениваются по двухбалльной системе с выставление обучающимся итоговой оценки «зачтено», либо «не зачтено».

Оценка «зачтено» при приеме зачета выставляется в случае:

- полного и правильного изложения обучающимся учебного материала по каждому из вопросов;

- самостоятельной подготовки обучающегося к ответу в установленные для этого сроки, исключаяющей использование нормативных источников, основной и дополнительной литературы, конспектов лекций и иного вспомогательного материала, кроме случаев специального указания или разрешения преподавателя;

- приведения обучающимся надлежащей аргументации, наличия у обучающегося логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов учебного материала по вопросам;

- лаконичного и правильного ответа обучающегося на дополнительные вопросы преподавателя;

- самостоятельного правильного выполнения практических заданий.

Оценка «зачтено» может быть выставлена также при соблюдении вышеперечисленных требований в основном, без существенных ошибок и пробелов при изложении обучающимся учебного материала.

Оценка «не зачтено» при приеме зачета выставляется в случаях:

- отказа, обучающегося от ответа на вопросы с указанием, либо без указания причин;

- невозможности изложения обучающимся учебного материала по одному или всем вопросам;

- допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по одному или всем вопросам;

- не владения обучающимся понятийно-категориальным аппаратом по изучаемой дисциплине;

- невозможности обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя;

- принципиальных ошибок при выполнении практических заданий.

Любой из указанных недостатков может служить основанием для выставления обучающемуся оценки «не зачтено».

Дополнительные вопросы могут быть заданы обучающимся в случаях:

- необходимости конкретизации информации по вопросам с целью проверки глубины знаний отвечающего по связанным между собой темам и проблемам;

- необходимости проверки знаний отвечающего по основным темам и проблемам дисциплины при недостаточной полноте его ответа на вопросы зачёта.

## 9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### Примерный перечень вопросов устного опроса

1. Надёжность и её частные свойства.
2. Термины и определения.
3. Классификация отказов.
4. Причины возникновения отказов.
5. Деградационные модели.
6. Система показателей надёжности.
7. Единичные показатели надёжности.
8. Комплексные показатели надёжности.
9. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности.
10. Основные понятия и определения.
11. Законы распределения случайных величин.
12. Параметры и моменты распределения.
13. Вероятность заданного числа отказов.
14. Распределение наработок до отказа.
15. Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации.
16. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность.
17. Принципы оптимизация надёжности.
18. Резервирование и избыточность.
19. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надёжности, восстановления ресурса и продления сроков службы.
20. Испытания на надёжность. Виды испытаний.
21. Общая схема обработки результатов испытаний
22. Понятие о методах обеспечения надёжности
23. Программы обеспечения надёжности.
24. Организационные и технические мероприятия по обеспечению надёжности.

### Примерная контрольная работа (в виде теста)

#### 1. Надёжность – это ...

1. Свойство объекта сохранять свои качественные характеристики в течении определенного времени или наработки.
2. Свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.
3. Способность объекта к самовосстановлению.

4. Совокупность свойств объекта соответствовать предъявляемым к нему требованиям

## **2. Свойства надежности (частные)**

1. Долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость.
2. Долговечность, безопасность, ремонтпригодность, сохраняемость.
3. Сохраняемость, готовность, ремонтпригодность, долговечность.
4. Эффективность, безопасность, качество, стоимость

## **3. Работоспособное состояние**

1. Состояние объекта до момента достижения им предельного состояния.
2. Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции (состояние объекта, в котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям, установленным в документации на этот объект).
3. Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него.
4. Состояние объекта, в котором он выполняет какую-либо требуемую функцию

## **4. Критерий предельного состояния**

1. Признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные в документации на него
2. Признак или совокупность признаков предотказного состояния объекта.
3. Состояние объекта в моменты экстремальных внешних воздействий при эксплуатации.
4. Причины возникновения состояния объекта, приводящие к невозможности его дальнейшей эксплуатации.

## **5. Нарботка между отказами**

1. Продолжительность или объем работы объекта после восстановления.
2. Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния.
3. Нарботка объекта между двумя следующими друг за другом отказами.
4. Частный случай наработки до отказа, применимый только к восстанавливаемым объектам.



## **6. Время (продолжительность) ремонта**

1. Время, затрачиваемое непосредственно на выполнение операций по ремонту объекта, исключая технические, организационные задержки, а также задержки из-за обеспечения материальными ресурсами.
2. Время от момента возникновения отказа до момента восстановления работоспособного состояния путем ремонта.
3. Суммарная продолжительность работ по восстановлению исправного состояния объекта после выявленных неисправностей/дефектов, устранению причин их возникновения и последующих работ по вводу объекта в эксплуатацию.
4. Время, затрачиваемое непосредственно на выполнение операций по восстановлению объекта.

## **7. Независимый отказ**

1. Отказ, произошедший по независящим причинам.
2. Отказ объекта, не влияющий на его надежность.
3. Отказ, не обусловленный другими отказами.
4. Отказ, причина возникновения которого не зависит от условий и режимов эксплуатации.

## **8. Восстанавливаемый объект**

1. Объект, восстановление работоспособного состояния которого предусмотрено документацией.
2. Объект, восстановление которого возможно только путем замены.
3. Объект, который восстанавливает свое работоспособное состояние без вмешательства извне.
4. Объект, ремонт которого предусмотрен документацией и возможен в заданных условиях

## **9. Интенсивность отказов**

1. Предел отношения вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта за достаточно малый интервал времени к длительности этого интервала, стремящегося к нулю.
2. Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта (в определенный момент времени или наработки), определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.
3. Условная вероятность возникновения отказа невосстанавливаемого объекта в рассматриваемый момент времени, при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.

### 3. Характеристика частоты (частости) возникновения одностипных отказов

#### 10. Гамма-процентный ресурс

1. Календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью , выраженной в процентах.
2. Показатель безотказности.
3. Показатель долговечности.
4. Суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью, выраженной в процентах

#### Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля

*Задача 1.* Проводится 8 независимых испытаний. Вероятность отказа 0,25 и постоянна. Определить вероятность того, что число отказов будет в диапазоне 1...3.

##### Решение:

Воспользуемся выражением биномиального распределения для оценки вероятности числа  $k$  исходов результатов в  $n$  независимых испытаниях

$$P_{k,n} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k q^{n-k}, \text{ где } k - \text{число событий, вероятность которых равна } p \text{ и}$$

постоянна;  $n$ -число испытаний.  $q=1-p$ . Вероятность того, что число отказов будет в диапазоне от 1 до 3 определяется как сумма вероятностей событий, т.е.

$$P_{1...3,8} = P_{1,8} + P_{2,8} + P_{3,8} \text{ и } P_{1...3,8} = 0,267 + 0,311 + 0,208 = 0,786.$$

*Задача 2.* На заводе электронных ламп «Восход» производились тестовые испытания 1000 одностипных электронных ламп, за 3000 часов отказала 80 ламп. Необходимо определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа на момент времени 3000 часов.

#### Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля

1. Оценить с уровнем значимости  $\alpha=0,1$  эффективность выполненных доработок в период нормальной эксплуатации.

До выполнения доработок из 300 изделий отказали 9, после выполнения доработок за тот же период из 250 отказали 2.

Проверяемой является гипотеза об неизменности надежности изделий. Для ее проверки воспользуемся критерием  $\chi^2$  (Пирсона).

Обозначим  $N_1=300$ ,  $n_1=9$ ,  $N_2=250$ ,  $n_2=2$ .

Если надежность не изменилась, то вероятность отказа в обоих случаях равна:

$Q = (n_1 + n_2) / (N_1 + N_2)$  и тогда

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - Q \cdot N_i)^2}{Q \cdot N_i}$$

В данном случае  $k=2$ . Подставляя значения, получим:

$$Q = \frac{9 + 2}{300 + 250} = 0,02 \quad \text{и}$$

$$\chi^2 = \frac{(9 - 0,02 \cdot 300)^2}{0,02 \cdot 300} + \frac{(2 - 0,02 \cdot 250)^2}{0,02 \cdot 250} = 3,3$$

Для уровня значимости  $\alpha=0,1$  и  $r=k-1$ , найдем из таблиц  $\chi^2=2,71$ . Поскольку условие  $\chi^2 < \chi_{\alpha,r}^2$  не выполняется, гипотеза об неизменности надежности отвергается, т.е. доработка оказалась эффективной и повысила надежность. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Выбрать метод, измерительное и материально-техническое обеспечение периодического контроля технического состояния элементов силового набора фюзеляжа ВС и обосновать его с точки зрения достаточности и необходимости. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

### Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации

- 1 Основные понятия: надежность, частные свойства надежности.
- 2 Состояние объекта (изделия).
- 3 Дефекты, повреждения, отказы.
- 4 Классификация отказов.
- 5 Безотказность: определение, показатели.
- 6 Вероятность безотказной работы.
- 7 Средняя наработка до отказа и её определение.
- 8 Средняя наработка на отказ и её определение.
- 9 Интенсивность отказов, методы определения.
- 10 Долговечность: определение, показатели.
- 11 Ремонтпригодность, сохраняемость: определение, показатели.
- 12 Восстанавливаемые изделия и их показатели надёжности.
- 13 Комплексные показатели надёжности.
- 14 Характеристики случайной величины: закон распределения, математическое ожидание, дисперсия.
- 15 Биномиальное распределение вероятности отказов.
- 16 Распределение Пуассона вероятности отказов: физический смысл, область применения.
- 17 Функция распределения наработок до отказа: определение, физический смысл.

- 18 Функция изменения интенсивности отказов: свойства, применение.
- 19 Плотность распределения: определение, физический смысл, применение.
- 20 Основные свойства плотности распределения.
- 21 Экспоненциальный закон распределения наработок до отказа: физический смысл, применение, определение показателей надежности.
- 22 Усечённое нормальное распределение наработок до отказа: физический смысл, применение, определение показателей надежности.
- 23 Распределение Вейбулла наработок до отказа: определение, физический смысл, применение, определение показателей надёжности.
- 24 Гамма-распределение наработок до отказа: определение, физический смысл, применение, определение показателей надёжности.
- 25 Изменение параметра потока отказов восстанавливаемого изделия в процессе эксплуатации.
- 26 Влияние ремонтов и технического обслуживания на надёжность.
- 27 Оптимизация надежности.
- 28 Надёжность и безопасность. Понятие об эффективности.
- 29 Генеральная совокупность, выборка, виды выборок.
- 30 Испытания на надёжность. Планы испытаний.
- 31 Однородность статистической информации: физический смысл, причины неоднородности.
- 32 Общая методика анализа и обработки статистической информации для определения закона распределения наработки до отказа.
- 33 Планы испытаний.
- 34 Критерий Пирсона: физический смысл, назначение, применение.
- 35 Критерий Вилкоксона: физический смысл, применение.
- 36 Выбор вида закона распределения наработки до отказа.
- 37 Оценка степени согласия статистического и теоретического распределений.
- 38 Оценка значимости эксплуатационных факторов.
- 39 Прогнозирование значений параметров.

## **Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации**

### **Задача 1**

Техническая система, эксплуатируемая в период нормальной эксплуатации, состоит из трех сборочных единиц, среднее время безотказной работы каждой из которых равно:  $m_{t1} = 160$  ч.;  $m_{t2} = 320$  ч.;  $m_{t3} = 600$  ч. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

Решение:

В период нормальной эксплуатации справедлива гипотеза об экспоненциальном распределении отказов.

Сначала находим  $\lambda_i$  – интенсивность отказов каждой из сборочных единиц:

$$\lambda_1 = 1/m_{t1} = 1/160; \lambda_2 = 1/m_{t2} = 1/320; \lambda_3 = 1/m_{t3} = 1/600.$$

Затем находим  $\lambda_c$  – интенсивность отказов системы:

$$\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1/160 + 1/320 + 1/600 \approx 0,011 (1/\text{ч}).$$

Среднее время безотказной работы системы:

$$M_{tc} = 1/\lambda_c = 1/0,011 \approx 91 (\text{час.})$$

## Задача 2

Средняя наработка до отказа  $T_1$  автоматического регулятора тяги равна 640 часов. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон распределения отказов. Определить вероятность безотказной работы, функцию плотности распределения отказов и интенсивность отказов за 120 часов работы системы.

Решение:

$$\lambda_c(120) = 1/T_1 = 1/640 = 1,56 \cdot 10^{-3} (\text{ч}^{-1}) = \text{const.}$$

$$P(120) = e^{-\lambda_c \cdot t} = e^{-1,56 \cdot 10^{-3} \cdot 120} = e^{-0,187} = 0,83.$$

$$f(120) = P(120) \cdot \lambda_c(120) = 1,56 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83 = 1,29 \cdot 10^{-3} (\text{ч}^{-1}).$$

## Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации

### Задача 1

Сформировать фонд запасных частей агрегата топливной системы по данным, полученным в процессе нормальной эксплуатации: замена одного агрегата происходит в среднем через 45 суток, средняя длительность транспортировки и ремонта составляет 90 суток. Вероятность простоя самолета из-за отсутствия агрегата не должна превышать 0,01.

Решение:

В период нормальной эксплуатации поток отказов является «пуассоновским».

Следовательно, вероятность простоя равна:

$$P_{np} = 1 - \sum_{n=0}^k \frac{(t \cdot \lambda)^n}{n!} \cdot e^{-t \cdot \lambda}, \text{ где}$$

$k$  – количество агрегатов в запасном фонде;

$n$  – количество неисправных агрегатов в пути и ремонте;  
 $t$  - продолжительность ремонта и транспортировки одного агрегата.  
 $\lambda$  – среднее число агрегатов, отходящих в ремонт в единицу времени;  
 $t \cdot \lambda = 2$ .

$P_n$  - вероятность появления  $n$  требований на обслуживание в произвольный момент времени.

$kP_n$	$\sum_{n=0}^k P_{np}$		
0	0,135		
1	0,271		
2	0,271		
3	0,180	$\Sigma 0,677$	$P_{np}=0,323$
4	0,090		
5	0,036	$\Sigma 0,983$	$P_{np}=0,017$
6	0,012	$\Sigma 0,995$	$P_{np}=0,005$

Ответ: 6 агрегатов.

## Задача 2

Обосновать необходимый перечень мероприятий программы обеспечения надежности (ПОНэ) силовой установки ВС для периода подготовки и ввода в эксплуатацию в условиях типовой эксплуатирующей организации.

## 10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Теория надежности» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на

лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность.

Каждая лекция представляет собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы, как логически законченное целое и имеет конкретную целевую установку. Лекция показывает перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических заданий. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, решения расчетных и ситуационных задач, проведения контрольной работы.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к

устному опросу; решению расчётных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта в 3 семестре. К моменту зачёта должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачёт позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

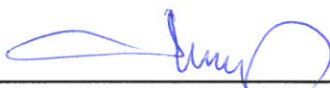


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» « 12 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2023 года, протокол № 8 .

Разработчик:

к.т.н.



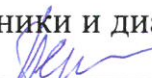
Любимов И.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

к.т.н., доцент



Петрова Т.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент



Петрова Т.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 29 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2023 года, протокол № 8 .