



**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/
«24» ноября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность авиационной техники

Направление подготовки

25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Профиль

Поддержание летной годности

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Санкт-Петербург

2023

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Надёжность авиационной техники» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области поддержания летной годности ВС, в части формирования знаний о надёжности технических объектов и систем; освоение студентами общих вопросов оценки надёжности технических объектов и систем; освоение методов анализа надёжности авиационной техники; освоение методов управления надёжностью.

Задачами освоения дисциплины являются:

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

- номенклатуре показателей надёжности и их статистико-вероятностной природе;

- изучение основных положений теории надёжности технических систем применительно к авиационной технике, включая представление о стохастической природе процессов, законах распределения случайных величин и области их применения.

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

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Надёжность авиационной техники» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Теория надёжности», «Авиационная техника», «Нормы летной годности».

Дисциплина «Надёжность авиационной техники» является обеспечивающей для дисциплин: «Сохранение летной годности», «Испытания воздушных судов», «Методы и средства диагностики».

Дисциплина изучается в 6 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Надёжность авиационной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

| Код компетенции / индикатора | Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции |
|---------------------------------|--|
| ОПК-3 | Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования |
| ИД ¹ _{ОПК3} | Выбирает рациональные стратегии технического обслуживания воздушного судна. |
| ИД ² _{ОПК3} | Определяет техническое состояние авиационной техники в условиях эксплуатации |
| ИД ³ _{ОПК3} | Оценивает техническое состояние авиационного оборудования |
| ОПК-5 | Способен применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации |
| ИД ¹ _{ОПК5} | Применяет современные компьютерные технологии и программное обеспечение для разработки эскизов деталей машин, изображений сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составления спецификации с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, решая профессиональные задачи. |
| ИД ² _{ОПК5} | Владеет навыками подготовки проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств. |

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

Знать:

- основные принципы реализации методов обеспечения надежности изделий авиационной техники;
- правила и принципы обеспечения свойств надежности изделий авиационной техники на этапах ее жизненного цикла;
- основные понятий о деградационных процессах, определяющих изменение состояния технических систем применительно к изделиям авиационной техники;
- способы и методы оценки технического состояния изделий авиационной техники;
- методику сбора и обработки информации о надежности авиационной техники;
- взаимосвязь свойств надежности с эффективностью и безопасностью применения по назначению изделий авиационной техники;

- виды работ, их состав и техническое обеспечение по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей.

Уметь:

- решать задачи оценки показателей и анализа надежности изделий авиационной техники;
- оценивать риски возникновения аварийных ситуаций, связанных с процессами, сопровождающими эксплуатацию изделий авиационной техники;
- использовать информацию о наблюдении за состоянием изделия в целях прогнозирования рисков возможных отказов;
- выполнять процедуры контроля технического состояния изделий авиационной техники;
- выполнять процедуры первичной статистической обработки данных, проводить определительную и контрольную оценку показателей надежности и эффективности;
- решать задачи планирования и организации работ по обеспечению надежности агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей.

Владеть:

- методами инженерного анализа свойств надежности и влияния различных факторов на риски возникновения отказов;
- расчетными, экспериментальными и расчетно-экспериментальными методами обработки информации о надежности изделий;
- методическим и программным обеспечением решения задач обработки и анализа данных о надежности изделий авиационной техники;
- методами оценки адекватности и достоверности используемых расчетных методик анализа и прогнозирования и значения оцениваемых показателей изделий авиационной техники;
- методами статистической обработки данных, интерпретации эмпирической информации в аналитической форме;
- навыками организации работ по контролю и анализу надежности агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

| Наименование | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
| | | 6 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Контактная работа, всего | 32,5 | 32,5 |
| лекции | 10 | 10 |
| практические занятия | 16 | 16 |
| семинары | - | - |
| лабораторные работы | 0 | 0 |
| курсовые проекты (работы) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа студента | 42 | 42 |
| Промежуточная аттестация | 36 | 36 |
| контактная работа | 2,5 | 2,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой | 33,5 | 33,5 |

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|-------|----------------------------|--------------------|
| | | ОПК-3 | ОПК-5 | | |
| Тема 1. Основные понятия и свойства надежности изделий авиационной техники. Нормативно-техническая документация и система стандартов «Надежность в технике» | 7 | + | + | Л, ПЗ, СР, С | У |
| Тема 2. Показатели надёжности. Номенклатура и нормирование показателей изделий авиационной техники | 8 | + | + | Л, ПЗ, СР, С | У |
| Тема 3. Математические модели теории надежности в расчете показателей и анализе свойств | 10 | + | + | Л, ПЗ, СР | У, Д |

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|-------|----------------------------|--------------------|
| | | ОПК-3 | ОПК-5 | | |
| надежности изделий авиационной техники | | | | С | |
| Тема 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки и контроля показателей надежности изделий авиационной техники | 10 | + | + | Л, ПЗ, СРС | У |
| Тема 5. Анализ отказов и влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности изделий авиационной техники | 8 | + | + | Л, ПЗ, СРС | У, Д |
| Тема 6. Анализ и прогнозирование надёжности. Методы управления надежностью изделий авиационной техники | 12 | + | + | Л, ПЗ, СРС | У |
| Тема 7. Способы повышения надежности изделий авиационной техники | 8 | + | + | Л, ПЗ, СРС | У, Д, |
| Тема 8. Принципы и методы обеспечения надежности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла. Программы обеспечения надежности | 9 | + | + | Л, ПЗ, СРС | У,Т |
| Всего по дисциплине | 72 | | | | |
| Промежуточная аттестация | 36 | | | | |
| Итого по дисциплине | 108 | | | | |

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, Д – доклад, Т – тест.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| Наименование темы дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|--|---|----|---|----|-----|----|-------------|
| Тема 1. Основные понятия и свойства надежности изделий | 1 | 2 | – | – | 4 | – | 7 |

| Наименование темы дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|----|----|---|----|-----|----|-------------|
| авиационной техники. Нормативно-техническая документация и система стандартов «Надежность в технике» | | | | | | | |
| Тема 2. Показатели надёжности. Номенклатура и нормирование показателей изделий авиационной техники | 1 | 2 | – | – | 4 | 1 | 8 |
| Тема 3. Математические модели теории надежности в расчете показателей и анализе свойств надежности изделий авиационной техники | 2 | 2 | – | – | 6 | – | 10 |
| Тема 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки и контроля показателей надежности изделий авиационной техники | 1 | 2 | – | – | 6 | 1 | 10 |
| Тема 5. Анализ отказов и влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности изделий авиационной техники | 1 | 2 | – | – | 5 | – | 8 |
| Тема 6. Анализ и прогнозирование надёжности. Методы управления надежностью изделий авиационной техники | 2 | 2 | – | – | 6 | 2 | 12 |
| Тема 7. Способы повышения надежности изделий авиационной техники | 1 | 2 | – | – | 5 | – | 8 |
| Тема 8. Принципы и методы обеспечения надежности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла. Программы обеспечения надежности | 1 | 2 | - | - | 6 | - | 9 |
| Всего по дисциплине | 10 | 16 | - | - | 42 | 4 | 72 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | 36 |
| Итого по дисциплине | | | | | | | 108 |

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

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и свойства надежности изделий авиационной техники. Нормативно-техническая документация и система стандартов «Надежность в технике»

Надёжность и её частные свойства. Термины и определения. Объект надежности. Состояние объекта надежности. Классификация отказов. Причины возникновения отказов. Понятие о деградационных моделях. Система государственных стандартов «Надежность в технике».

Тема 2. Показатели надёжности. Номенклатура и нормирование показателей изделий авиационной техники

Система показателей надёжности. Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности. Правила выбора номенклатуры показателей надежности и их нормирование

Тема 3. Математические модели теории надежности в расчете показателей и анализе свойств надежности изделий авиационной техники

Основные понятия и определения. Законы распределения случайных величин. Их особенности и область применения. Параметры и моменты распределения. Вероятность числа отказов. Распределение наработок до отказа. Общие соотношения надёжности. Точечное и интервальное оценивание показателей надежности

Тема 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки и контроля показателей надежности изделий авиационной техники

Методика построения моделей и расчета надежности. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности с использованием информации о результатах испытаний и/или эксплуатации. Статистические критерии согласия и их применение в анализе данных

Тема 5. Анализ отказов и влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности изделий авиационной техники

Испытания на надёжность. Виды испытаний. Общая схема оценки показателей надёжности. Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность. Учет влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности

Тема 6. Анализ и прогнозирование надёжности. Методы управления надёжностью изделий авиационной техники

Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации Оптимизация надёжности

Тема 7. Способы повышения надёжности изделий авиационной техники

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

Тема 8. Принципы и методы обеспечения надёжности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла. Программы обеспечения надёжности

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.

5.4 Практические занятия

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (часы) |
|-----------------------|--|----------------------|
| 1 | Практическое занятие 1. Надёжность и её частные свойства. Термины и определения. Объект надёжности. Состояние объекта надёжности. Классификация отказов. | 2 |
| 2 | Практическое занятие 2. Система показателей надёжности. Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности. | 2 |
| 3 | Практическое занятие 3. Законы распределения случайных величин. Распределение наработок до отказа. Общие соотношения надёжности. Точечное и интервальное оценивание показателей надёжности | 2 |
| 4 | Практическое занятие 4. Методика построения моделей и расчета надёжности. Методы оценки | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (часы) |
|-----------------------|---|----------------------|
| | показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности | |
| 5 | Практическое занятие 5. Испытания на надёжность. Виды испытаний. Общая схема оценки показателей надёжности. Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации. | 2 |
| 6 | Практические занятия 6. Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации | 2 |
| 7 | Практическое занятие 7. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надёжности, восстановления ресурса и продления сроков службы. Принципы комплектования ЗИП | 2 |
| 8 | Практическое занятие 8. Организационные и технические мероприятия по обеспечению надёжности. Материально-техническое, метрологическое и информационное обеспечение программ обеспечения надёжности | 2 |
| Итого по дисциплине | | 16 |

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудо-емкость (часы) |
|-----------------------|--|----------------------|
| 1 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. | 4 |
| 2 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к выполнению раздела 1 КР. | 4 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудо-емкость (ЧАСЫ) |
|-----------------------|---|----------------------|
| 3 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада. | 6 |
| 4 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Выполнение и оформление раздела 1 КР | 6 |
| 5 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада. | 5 |
| 6 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение и оформление раздела 2 КР | 6 |
| 7 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к защите КР | 5 |
| 8 | 1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к тесту | 6 |
| Итого по дисциплине | | 42 |

5.7 Курсовые работы (проекты)

Предусмотрено выполнение курсовой работы на тему: «Анализ надежности изделия авиационной техники по результатам испытаний и/или эксплуатации». Выбор конкретного объекта анализа и вариант данных для выполнения КР определяется преподавателем. В таблице приведена типовая структура курсовой работы:

| Наименование этапа выполнения курсового проекта Трудоемкость (часы) | Трудоемкость (часы) |
|--|---------------------|
| Этап 1. Выдача задания на курсовую работу | 2 |
| Этап 2. Выполнение раздела 1 «Анализ изделия авиационной техники как объекта надежности. Определение свойств надежности. Выбор номенклатуры показателей и их нормирование» | СРС |
| Этап 3. Выполнение раздела 2 «Расчетно-экспериментальное подтверждение выполнения требований по надежности. Планирование испытаний. Анализ влияния факторов на надежность изделия» | |
| Этап 4. Оформление курсовой работы | |
| Защита курсовой работы | 2 |
| Итого контактная работа по курсовой работе | 4 |

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Труханов, В.М. **Надёжность технических систем** / В.М. Труханов. – М.: Машиностроение, 2008. - 546 с. – ISBN- 978-00-1327287-0. Кол-во экз. 52

2 Малкин, В.С. **Надежность технических систем и техногенный риск: Учеб.пособие для вузов** / В.С. Малкин. – Ростов-Дон: Изд-во Феникс, 2010. – 432 с. – ISBN отсутствует. Кол-во экз. 45

3 Шишмарев, В.Ю. **Надежность технических систем** / В.Ю. Шишмарев. – М.: Изд-во Спектр, 2010 — 304 с. – ISBN отсутствует. Кол-во экз. 70

4 Ушаков, И.А. **Курс теории надежности систем: Учеб.пособие для вузов.** / И.А. Ушаков. – М.: Изд-во Дрофа, 2008 — 239 с.– ISBN отсутствует. Кол-во экз. 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, 2003. – 49 с. – ISBN отсутствует. Кол-во экз. 450

6 **Надежность технических систем и техногенный риск** / В.А. Акимов, В.Л. Лапин, В.М. Попов и др. – М.: Изд-во Деловой экспресс, 2002. – 367 с.– ISBN отсутствует. Кол-во экз. 20

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

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

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

10 **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).

11 **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).

12 **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 20.01.2025).

13 **Вестник Таджикского национального университета. Серия Естественных Наук / Паёми Донишгоҳи миллии тоҷикистон. Бахши Илмӣ ои 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 20.01.2025).

14 **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 20.01.2025).

15 **ҚазҰТУХабаршысы / 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 20.01.2025).

16 **Vojnotehnickiglasnik / 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 20.01.2025).

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

17 **Министерство транспорта Российской Федерации. Официальный сайт** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2025).

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

18 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - свободный (дата обращения 20.01.2025).

19 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> – свободный (дата обращения 20.01.2025).

20 **Информационно-правовой портал** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/> – свободный (дата обращения 20.01.2025).

21 **Правовой информационный ресурс** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> – свободный (дата обращения 20.01.2025).

22 Parkan. Хроника империи. Принятие решений для выживаемости человека в условиях полной неопределенности и свободы действий. [Электронный ресурс]: сб. игр ФАРГУС на русском языке. – М., [2007]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> – Загл. с экрана.

23 RailroadTycoon. Принятие решений железнодорожным магнатом. Русская версия. [Электронный ресурс]: сб. игр ФАРГУС на русском языке. – М., [2005]. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru> – Загл. с экрана.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения учебного процесса материально-техническими ресурсами используется (МТО):

| Наименование дисциплины | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|------------------------------|---|---|--|
| Авиационное материаловедение | Аудитория 360 | Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteS на штативе Доска двойная Проектор AcerX1261 P (1024x768, 3700:1,+/-40 28DbLamp:4000HRS Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) | 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) |
| | Аудитория 364 | Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска двойная Макет авиадвигателя НК 82У Нервюры крыла Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) | Opera (freeware) Google Chrome (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) |
| | МИС (Моторно-испытательная станция) Учебно-производственные мастерские | Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 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 HPHEWLETTPACKARD 11311 Сканер Epson Доска - 3 шт. Экран Dinon - 2 шт. Стол для преподавателя - 2 шт. Парты со скамьей - 47 шт. Стулья - 4 шт. | Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Драйвера и их компоненты. 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 Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 |

| Наименование дисциплины | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------|---|---|--|
| | | Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) | <p>февраля 2008 года)</p> <p>Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL)</p> <p>Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2)</p> <p>Unchecky (freeware)</p> <p>DAEMON Tools Lite (freeware)</p> <p>Opera (freeware)</p> <p>WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)</p> <p>Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Adobe Acrobat Reader XI (freeware)</p> <p>Adobe Flash Player (freeware)</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390)</p> <p>K-Lite Mega Codec Pack (freeware)</p> <p>Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p> <p>ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года)</p> <p>WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil</p> |

| Наименование дисциплины | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------|---|---|---|
| | | | Aviation) WindowsXP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) |

8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. 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, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы, видеоматериалы.

Практическое занятие выполняется в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Практическое занятие предполагает анализ ситуаций и примеров, а также исследование актуальных проблем по темам дисциплины. Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины.

Самостоятельная работа студента (обучающегося) является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий, самостоятельная работа с литературой и периодическими изданиями, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях.

Самостоятельная работа подразумевает самостоятельный поиск, анализ информации, проработку учебного материала, конспектирование материала,

подготовку докладов, подготовку к тестам, устным опросам.

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

Уровень и качество знаний у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, тесты, доклады по темам дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта с оценкой в 6 семестре. К моменту сдачи зачёта с оценкой должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля. Зачёт с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Устный опрос

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу и т.д.

Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала.

Тестирование

Тестирование проводится, как правило, в течение 10 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения пройденного материала.

Доклад

Доклад – один из видов самостоятельной работы студентов, который представляется в печатной или рукописной форме, также обучающемуся необходимо сделать устный доклад продолжительностью 7–10 минут. Доклад предназначен для развития способности к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации информации и отработки навыков грамотного и логичного изложения материала.

Зачёт с оценкой

Зачёт с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Проведение зачёта с оценкой состоит из ответов на вопросы билета. Зачёт с оценкой предполагает ответ на теоретические вопросы из перечня вопросов, вынесенных на зачёт с оценкой и решение практической задачи. К моменту сдачи зачёта с оценкой должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

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

Шкалы оценивания

Устный опрос

«Отлично»: обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос.

«Хорошо»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы.

«Удовлетворительно»: обучающийся не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

«Неудовлетворительно»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Тестирование

«Отлично»: правильные ответы даны на не менее чем 85 % вопросов.

«Хорошо»: правильные ответы даны на не менее чем 75 % вопросов.

«Удовлетворительно»: правильные ответы даны на не менее чем 60% вопросов.

«Неудовлетворительно»: правильные ответы даны на 59% вопросов и менее.

Доклад

Доклад, соответствующий требованиям, оценивается на «отлично».

Доклад, не соответствующий требованиям, оценивается на «неудовлетворительно».

Доклад, соответствующий требованиям не полностью, может быть оценен на «хорошо» или на «удовлетворительно».

Основаниями для выставления оценки «отлично» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;

- актуальность используемых в докладе сведений;
- высокое качество изложения материала докладчиком;
- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;
- уверенные ответы на заданные в ходе обсуждения вопросы;
- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «хорошо» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;
- актуальность используемых в докладе сведений;
- удовлетворительное качество изложения материала докладчиком;
- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;
- уверенные ответы на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;
- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «удовлетворительно» являются:

- отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса;
- использование в докладе устаревших сведений.

Основаниями для выставления оценки «неудовлетворительно» являются:

- неудовлетворительное качество изложения материала докладчиком;
- неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;
- неспособность ответить на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;
- обоснованные сомнения в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

За активное участие в обсуждении докладов и вопросов обучающиеся могут быть поощрены дополнительным баллом.

Зачёт с оценкой

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это

самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Тема: «Анализ надежности изделия авиационной техники по результатам испытаний и/или эксплуатации». Выбор конкретного объекта анализа и данных для выполнения КР определяется преподавателем.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Дисциплина «Надежность авиационной техники» изучается обучающимися в 6 семестре, в связи с этим входной контроль остаточных знаний не проводится.

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

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

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

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций | Критерии оценивания |
|-------------|---|---|
| ОПК-3 | ИД ¹ _{ОПК3} ИД ² _{ОПК3} ИД ² _{ОПК3} | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные принципы реализации методов обеспечения надежности изделий авиационной техники инженерной деятельности; -правила и принципы обеспечения свойств надежности изделий авиационной техники на этапах ее жизненного цикла; -основные дегазационные процессы, определяющие изменение состояния технических систем применительно к изделиям авиационной техники; -способы и методы оценки технического состояния изделий авиационной техники; -методику сбора и обработки информации о надежности авиационной техники; -взаимосвязь свойств надежности с эффективностью и безопасностью применения по назначению изделий авиационной техники; -физические основы функционирования механизмов, агрегатов, систем и конструктивных элементов изделий авиационной техники, основные дегазационные процессы, определяющие изменение их технического состояния; - виды работ, их состав и техническое обеспечение по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Решать задачи оценки показателей и анализа надежности изделий авиационной техники; -Оценивать риски возникновения аварийных ситуаций, связанных с процессами, сопровождающими эксплуатацию изделий авиационной техники; -Использовать информацию о наблюдении за состоянием изделия в целях прогнозирования рисков возможных отказов |
| ОПК-5 | ИД ¹ _{ОПК5} ИД ² _{ОПК5} | |

II этап

Законы распределения случайных величин.

Параметры и моменты распределения.

Вероятность заданного числа отказов.

Распределение наработок до отказа.

Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности

Оценка достоверности показателей надежности

Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации.

Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность.

Принципы оптимизация надёжности.

Резервирование и избыточность.

Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надежности, восстановления ресурса и продления сроков службы.

Испытания на надёжность. Виды испытаний.

Общая схема оценки показателей надёжности.

Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации.

Понятие о стадиях жизненного цикла изделий и материалов.

Программы обеспечения надежности.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению надежности.

Примерная контрольная работа (в виде теста)

1. Надежность – 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.
4. Характеристика частоты (частости) возникновения однотипных 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

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

Проводится анализ работы газотурбинного двигателя. Требуется сформулировать заключение об исправности двигателя и определить вероятность ошибки второго рода используя критерий Неймана – Пирсона. При этом для исправного ГТД:

$$m_1 = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного ГТД:

$$m_2 = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = 0,015(\text{рад/с}).$$

Решение:

В соответствии с заданием, будем считать, что параметр V подчиняется нормальному закону распределения. При этом для исправного ГТД

$$m_1 = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного ГТД

$$m_2 = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = 0,015(\text{рад/с}).$$

Примем допущение, что максимально допустимое значение ошибки первого рода $A \leq 0,05$, а замеренное значение $V_n = 0,1$.

Для решения задачи используем критерий Неймана – Пирсона.

Определяем критическое значение параметра V_0 и вероятность ошибки второго рода Q_2 . Используя для нахождения критического значения V_0 данные по исправному ГТД, получим уравнение

$$Q_1 = 1 - F((V_0 - m_1)/\sigma_1) = 1 - F((V_0 - 0,07)/0,01) = 0,05 \text{ или}$$

$$F((V_0 - 0,07)/0,01) = 0,95.$$

Из табл. 2.1 по значению функции Лапласа 0,95 найдем значение аргумента 1,65, откуда $(V_0 - 0,07)/0,01 = 1,65$, то есть $V_0 = 0,0865$.

Для определения вероятности ошибки второго рода воспользуемся формулой

$$Q_2 = F((V_0 - m_2)/\sigma_2) \text{ и табл. 2.1.}$$

Так как $(V_0 - m_2)/\sigma_2 = (0,0865 - 0,12)/0,015 = -2,2$, то

$$Q_2 = F(-2,2) = 1 - F(2,2) = 1 - 0,986 = 0,014.$$

Так как фактическое значение параметра V_n превышает критическое V_0 , то делается вывод, что ГТД неисправен, а оценка вероятности ошибки второго рода составляет $Q_2 = 0,014$.

Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля

Задача 1

Оценить с уровнем значимости $\alpha=0,1$ эффективность выполненных доработок системы 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 χ^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:

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

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

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.

Задача 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 надёжности.
- 22 Усечённое нормальное распределение наработок до отказа: физический смысл, применение, определение показателей надёжности.
- 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 надёжности.
- 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, находящаяся в периоде нормальной эксплуатации, состоит из трех сборочных единиц, среднее время безотказной работы каждой из которых равны: $m_{t1} = 160$ 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 λ_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 λ_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:

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

Задача 2

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

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.

λ – 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

Изучение дисциплины «Надежность авиационной техники» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – 6 семестр. Уровень и качество знаний у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачёта с оценкой.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия (п. 5.2, 5.3, 5.4). В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся

самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;
- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в данной области.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачёта с оценкой.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки.

Темы практических занятий (п. 5.4) заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме. В рамках практического занятия могут быть проведены: устный опрос, тестирование, доклады и т. п. (п. 9.6).

Современное обучение предполагает, что существенную часть времени при освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Такой метод обучения способствует творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками. Обучающимся необходимо развивать в себе способность работать с массивами информации и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения.

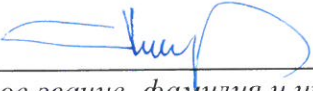
Самостоятельная работа студента включает в себя (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала;
- подготовку к устным опросам (вопросы устного опроса в п. 9.6);
- подготовку докладов (примерный перечень тем докладов в п. 9.6);
- подготовку к тестам (типовые тесты в п. 9.6).


Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче зачёта с оценкой. Примерные теоретические вопросы и практические задачи, выносимые на зачёт с оценкой по дисциплине «Надежность авиационной техники» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №24 «Авиационной техники и диагностики» « 4 » 11 2023 года, протокол № 4.

Разработчик:
к.т.н., доцент  Любимов И.В.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

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 « 22 » 11 2023 года, протокол № 3.