



**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

» _____ 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность авиационной техники

Специальность

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

Специализация

«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»

Квалификация выпускника
инженер

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 организации технического обслуживания и ремонта 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 типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности», «Авиационная безопасность», «Основы технологии ремонта».

Дисциплина «Надёжность авиационной техники» является обеспечивающей для дисциплин: «Безопасность полетов», «Аэродромы и аэропорты», «Сохранение летной годности воздушных судов», «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов», «Гидравлика», «Системный анализ в управлении производством».

Дисциплина изучается в 5 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, индикатора компетенции |
|--------------------------------|---|
| УК-8 | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития обществ, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов |
| ИД ¹ _{УК8} | Организует свою повседневную жизнь и профессиональную деятельность с учетом принципов экологической безопасности и концепции устойчивого развития современного общества. |
| ИД ² _{УК8} | Применяет меры безопасности и правила поведения в опасных условиях, в том числе при угрозе чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, принимает обоснованные решения в конкретной опасной ситуации с учётом реально складывающейся обстановки и индивидуальных возможностей. |
| ИД ³ _{УК8} | Прогнозирует возможность возникновения опасных ситуаций, проявляет предосторожность в ситуациях неопределенности. |
| ПК-3 | Способен осуществлять приемку, освоение, проверку технического состояния и остаточного ресурса авиационного оборудования. |
| ИД ¹ _{ПК3} | Применяет методы сбора и обработки информации о надежности авиационной техники, определяет суммарную наработку объекта технической эксплуатации, с целью повышения эффективности использования. |
| ПК-6 | Способен понимать сущность процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов для осуществления контроля и анализа их состояния, прогнозировать и организовывать выполнение комплекса работ по их восстановлению. |
| ИД ³ _{ПК6} | Определяет комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей |

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- 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 деградиационные 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.

Уметь:

- решать задачи оценки показателей и анализа надежности изделий авиационной техники;
- оценивать риски возникновения аварийных ситуаций, связанных с процессами, сопровождающими эксплуатацию изделий авиационной техники;
- решать технические задачи инженерного анализа и синтеза, направленных на достижение оптимальной и эффективной эксплуатации 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;
- осуществлять контроль и анализ технического состояния изделий авиационной техники, организовывать комплекс работ по его восстановлению;
- решать задачи планирования и организации работ по восстановлению технического состояния 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;
- навыками работы со средствами измерений и контроля;
- методами статистической обработки данных, интерпретации эмпирической информации в аналитической форме;
- методами контроля, прогнозирования и восстановления технического состояния изделий авиационной техники;
- навыками организации работ по восстановлению технического состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей.

4 Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

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

| Наименование | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
| | | 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Контактная работа | 30,5 | 30,5 |
| Лекции | 14 | 14 |
| практические занятия | 14 | 14 |
| семинары | - | - |
| лабораторные работы | - | - |
| курсовой проект | - | - |
| Самостоятельная работа студента | 44 | 44 |
| Промежуточная аттестация | 36 | 36 |
| контактная работа | 2,5 | 2,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 33,5 | 33,5 |

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|------|------|----------------------------|--------------------|
| | | УК-8 | ПК-3 | ПК-6 | | |
| Тема 1. Основные понятия и свойства надежности изделий авиационной техники. Нормативно-техническая документация и система стандартов «Надежность в технике» | 7 | + | + | + | ВК, ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 2. Показатели надёжности. Номенклатура и нормирование показателей изделий авиационной техники | 7 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 3. Математические модели теории надежности в расчете показателей и анализе свойств надежности изделий авиационной техники | 9 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки и контроля показателей надежности изделий авиационной техники | 9 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 5. Анализ отказов и влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности изделий авиационной техники | 10 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 6. Анализ и прогнозирование надёжности. Методы управления надежностью изделий авиационной техники | 10 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 7. Способы повышения надежности изделий авиационной техники | 10 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ |
| Тема 8. Принципы и методы обеспечения надежности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла. Программы обеспечения надежности | 10 | + | + | + | ПЗ, СРС, РКС | УО, РЗ, СЗ, КР |
| Всего за семестр | 72 | | | | | |

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|--------------------------|------------------|-------------|------|------|----------------------------|--------------------|
| | | УК-8 | ПК-3 | ПК-6 | | |
| Промежуточная аттестация | 36 | | | | | |
| Итого по дисциплине | 108 | | | | | |

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 | ЛР | С | СР | Всего часов |
|---|----|----|----|---|----|-------------|
| Тема 1. Основные понятия и свойства надежности изделий авиационной техники. Нормативно-техническая документация и система стандартов «Надежность в технике» | - | 2 | - | - | 5 | 7 |
| Тема 2. Показатели надёжности. Номенклатура и нормирование показателей изделий авиационной техники | 2 | - | - | - | 5 | 7 |
| Тема 3. Математические модели теории надежности в расчете показателей и анализе свойств надежности изделий авиационной техники | 2 | 2 | - | - | 5 | 9 |
| Тема 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки и контроля показателей надежности изделий авиационной техники | 2 | 2 | - | - | 5 | 9 |
| Тема 5. Анализ отказов и влияния эксплуатационных факторов на свойства надежности изделий авиационной техники | 2 | 2 | - | - | 6 | 10 |
| Тема 6. Анализ и прогнозирование надёжности. Методы управления надежностью изделий авиационной техники | 2 | 2 | - | - | 6 | 10 |
| Тема 7. Способы повышения надежности изделий авиационной техники | 2 | 2 | - | - | 6 | 10 |
| Тема 8. Принципы и методы обеспечения надежности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла. Программы обеспечения надежности | 2 | 2 | - | - | 6 | 10 |
| Всего за семестр | 14 | 14 | - | - | 44 | 72 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | 36 |
| Итого по дисциплине | | | | | | 108 |

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

5.3 Содержание разделов 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. Деградационные модели. 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 выборы 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 надёжности

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 | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| 1 | Практическое занятие № 1. Основные понятия надёжности | 2 |
| 2 | Практическое занятие № 2. Показатели надёжности. | - |
| 3 | Практическое занятие № 3. Математические основы теории надёжности. | 2 |
| 4 | Практическое занятие № 4. Расчетно-экспериментальные, расчетные и экспериментальные методы оценки показателей надёжности | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| 5 | Практическое занятие № 5. Надёжность и эксплуатация. | 2 |
| 6 | Практическое занятие № 6. Способы повышения надежности изделий | 2 |
| 7 | Практическое занятие № 7. Анализ и прогнозирование надёжности авиационной техники | 2 |
| 8 | Практическое занятие № 8. Принципы и методы обеспечения надежности изделий авиационной техники на стадиях жизненного цикла | 2 |
| Итого по дисциплине | | 14 |

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1 | Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: – Надёжность и её частные свойства. Термины и определения. Классификация отказов. Причины возникновения отказов. Деградационные модели. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. | 5 |
| 2 | Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, | 5 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| | <p>составление конспектов по темам: – Система показателей надёжности. Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | |
| 3 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: – Основные понятия и определения. Законы распределения случайных величин. Параметры и моменты распределения. Вероятность заданного числа отказов. Распределение наработок до отказа. Общие соотношения надёжности. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | 5 |
| 4 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: – Методика построения моделей и расчета надёжности. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | 5 |
| 5 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины,</p> | 6 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| | <p>составление конспектов по темам: - Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность. Оптимизация надёжности. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | |
| 6 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: - Резервирование и избыточность. Надёжность и эффективность. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надёжности, восстановления ресурса и продления сроков службы. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | 6 |
| 7 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: - Испытания на надёжность. Виды испытаний. Общая схема оценки показателей надёжности. Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.</p> | 6 |
| 8 | <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и</p> | 6 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| | научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов по темам: - Понятие о стадиях жизненного цикла изделий и материалов. Программы обеспечения надежности. Организационные и технические мероприятия по обеспечению надежности. Материально-техническое, метрологическое и информационное обеспечение программ обеспечения надежности. [1-21] Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к контрольной работе. | |
| Итого по дисциплине | | 44 |

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, 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 transport observer : 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 09.03.2023).

13 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).

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 09.03.2023).

15 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).

16 **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»:

17 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения:20.01.2021).

18 **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:

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

20 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>, свободный.

21 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

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 |
|--------------------------------|---|---|--|
| Надежность авиационной техники | Аудитория 14 | 1. Дефектоскоп Томографик УД-4ТМ 2. Комплект обор. для модернизации разрывной машины ИМ-12А | Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия №0AFE-180731-132011-783-1390) |

| Наименование дисциплины | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------|---|--|--|
| | | <p>3. Комплект обор. для модернизации разрывной машины РМИ-250</p> <p>4. Комплект обор. для модернизации разрывной машины Р-5</p> <p>5. Стол, стул преподавателя 1 шт.</p> <p>6 Комплект мебели 20 шт.</p> | <p>MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p> <p>Opera (freeware)</p> <p>Google Chrome (freeware)</p> <p>DAEMON Tools Lite (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>Драйвера и их компоненты.</p> <p>Adobe Acrobat Reader DC (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>MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 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> |

| Наименование дисциплины | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------|---|---|---|
| | | | K-Lite Mega Codec Pack (freeware) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 CorporateEditional (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) WindowsXP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) |

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. Он осуществляется в форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности», «Авиационная безопасность», «Основы технологии ремонта».

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 в части умения анализировать процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей.

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 и 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 «Надежность авиационной техники» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме экзамена в 5 семестре.

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

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, задания для решения на практических занятиях, ситуационные задачи.

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

Контрольная работа выполняется обучающимися на практическом занятии на основании задания в форме теста, выдаваемого 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 экзамена в 5 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен 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 экзамена 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

Не применяется.

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

«Безопасность жизнедеятельности»

1. Введение в безопасность. Человек и техносфера.
2. Психофизиологические и эргономические основы безопасности.
3. Идентификация и воздействие на человека опасных и вредных производственных факторов.

«Авиационная безопасность»

1. Терроризм на ВТ.
2. АНВ в деятельности ГА.
3. Нормативная и правовая база противодействия АНВ в деятельности ГА.

«Основы технологии ремонта»

1. Разборка и сборка.

2. Очистка и мойка.
3. Ремонт деталей с помощью сварки, пайки и склеивания.

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 | | |
| УК-8 ПК-3 ПК-6 | ИД ¹ _{УК8} ИД ² _{УК8} ИД ³ _{УК8} ИД ¹ _{ПК3} ИД ³ _{ПК6} | <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 |

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций | Критерии оценивания |
|-------------------------------------|---|---|
| | | <p>ситуаций, связанных с процессами, сопровождающими эксплуатацию изделий авиационной техники;</p> <p>-Использовать информацию о наблюдении за состоянием изделия в целях прогнозирования рисков возможных отказов</p> |
| II этап | | |
| <p>УК-8</p> <p>ПК-3</p> <p>ПК-6</p> | <p>ИД¹_{УК8}</p> <p>ИД²_{УК8}</p> <p>ИД³_{УК8}</p> <p>ИД¹_{ПК3}</p> <p>ИД³_{ПК6}</p> | <p>Умеет:</p> <p>- Решать задачи оценки показателей и анализа надежности изделий авиационной техники;</p> <p>-Оценивать риски возникновения аварийных ситуаций, связанных с процессами, сопровождающими эксплуатацию изделий авиационной техники;</p> <p>-Использовать информацию о наблюдении за состоянием изделия в целях прогнозирования рисков возможных отказов;</p> <p>Владеет:</p> <p>-Расчетными, экспериментальными и расчетно-экспериментальными методами обработки информации о надежности изделий;</p> <p>-Методическим и программным обеспечением решения задач обработки и анализа данных о надежности изделий авиационной техники;</p> <p>-Методами оценки адекватности и достоверности используемых расчетных методик анализа и прогнозирования и значения оцениваемых показателей изделий авиационной техники</p> |

9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и

безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет практические задания, дает обоснованную оценку итогам суждений.

«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 выполнении практического задания некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи. Обучающийся решает практические задания верно.

«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 знаниями в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Практические задания выполнено не полностью, или содержатся незначительные ошибки в суждении.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает принципиальные ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и при выполнении практических заданий.

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. Основные понятия и определения.
10. Законы распределения случайных величин.
11. Параметры и моменты распределения.
12. Вероятность заданного числа отказов.
13. Распределение наработок до отказа.
14. Методы оценки показателей безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности
15. Оценка достоверности показателей надёжности

16. Изменение интенсивности отказов в процессе эксплуатации.
17. Влияние ремонта и технического обслуживания на надёжность.
18. Принципы оптимизация надёжности.
19. Резервирование и избыточность.
20. Системы технического обслуживания и ремонтов как средство поддержания требуемого уровня надёжности, восстановления ресурса и продления сроков службы.
21. Испытания на надёжность. Виды испытаний.
22. Общая схема оценки показателей надёжности.
23. Инженерный анализ надёжности. Оценка показателей надёжности по результатам эксплуатации.
24. Понятие о стадиях жизненного цикла изделий и материалов.
25. Программы обеспечения надёжности.
26. 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 надёжности (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 нарботки 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 независимым 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

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

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 $\alpha \leq 0,05$, 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

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:

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

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

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 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

Методика преподавания дисциплины «Надежность авиационной техники» 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 экзамена в 5 семестре. К моменту экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяют 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., доцент



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 .