

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Криницин В. В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ (ОПД.Ф.02.1)**

Специальность (специализация) 160901  
Факультет Механический  
Кафедра Техническая эксплуатация ЛА и АД  
Курс 4. Форма обучения заочная.

Общий объем учебных часов на дисциплину 110 (ч).

Лекции	6 (ч).
Лабораторные занятия	8 (ч).
Самостоятельная работа	96 (ч).
Курсовая работа	4 (курс)
Экзамен	4 (курс)

Москва, 2008 г

Рабочая учебная программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по направлению

Рабочую программу составил:

Ицкович А.А., проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ,

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г..

Заведующий кафедрой Чинючин Ю.М. проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая учебная программа одобрена методическим Советом по направлению подготовки бакалавра 552000 «Эксплуатация авиационной и космической техники»

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

Председатель

методического совета Чинючин Ю.М. проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая учебная программа согласована с Учетно - методическим управлением (УМУ).

Начальник УМУ Логачев В.П. доц., к.т.н.

\_\_\_\_\_ (подпись)

«Согласовано»

Декан заочного факультета, Ермаков А.Л., проф., к.т.н. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (подпись)

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1. **Цель преподавания дисциплины** - получение студентами необходимых знаний по теории надежности авиационной техники (АТ) и применение навыков и умений по анализу надежности по данным испытаний и эксплуатационных наблюдений.

1.2. **Задачи изучения дисциплины** (необходимый комплекс знаний и умений) :

### **1.2.1. Иметь представления**

о методах моделирования и оптимизации надежности АТ;  
о методах оценок надежности полиэргатических систем.

### **1.2.2. Знать**

основы теории надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых механических изделий ;  
методы анализа надежности функциональных систем ЛА;  
методы разработки и оптимизации требований к надежности АТ;  
методы анализа характера и причин возникновения отказов и повреждений АТ;  
модели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий АТ;  
показатели надежности изделий АТ;  
методы обеспечения надежности АТ при проектировании и производстве;  
методы контроля надежности АТ в эксплуатации;

### **1.2.3. Уметь решать задачи**

оценки показателей надежности невосстанавливаемых объектов ;  
оценки показателей надежности восстанавливаемых объектов;  
оценки показателей надежности функциональных систем ЛА;  
анализа физической сущности типовых отказов и повреждений;

оценки показателей надежности объектов по данным эксплуатационных наблюдений.

### **1.2.4. Иметь опыт**

анализа безотказности невосстанавливаемых изделий и функциональных систем ЛА на ПЭВМ.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

2.1. Наименование разделов ( подразделов) , объем в часах. Содержание лекций, ссылки на литературу.

## **Раздел 1. Предмет и задачи надежности АТ.**

### 1.1. Содержание и значение проблемы обеспечения надежности АТ.

Технико-экономическое и социальное значение проблемы повышения качества и надежности объектов на современном этапе развития науки и техники. Социально-нравственные задачи инженерно-технического персонала по обеспечению надежности АТ. Значение науки о надежности для формирования инженера - механика по специальности эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Роль стандартизации в повышении надежности и качества объектов. Содержание и научная основа курса. Связь с другими учебными дисциплинами. Задачи обеспечения надежности авиационной техники в условиях эксплуатации летательных аппаратов. Связь надежности объектов с безотказностью полетов и эффективностью эксплуатации летательных аппаратов.

Литература [1], [9].

### 1.2. Основные понятия, термины и определения надежности.

Основные предметы исследования (задачи) надежности АТ. Классификация терминов надежности. Восстанавливаемые, невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Исправные, неисправные, работоспособные, неработоспособные и предельное состояния объектов, отказы и повреждение. Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Единичные и комплексные показатели надежности. Виды резервирования объектов.

Литература [1].

## **Раздел 2. Физические основы надежности АТ**

### 2.1. Причины повреждений и отказов объектов АТ.

Характеристика отказа (повреждения): критерий, факт, признак проявления, вид (характер), техническая сущность, причина, последствия. Классификация отказов по признакам: значимости, зависимости, характеру и причине возникновения, обнаруживаемости и последствиям. Механизмы возникновения внезапных и постепенных отказов. Классификация причин возникновения конструктивных, производственных и эксплуатационных отказов. Методы анализа причин повреждений и отказов АТ. Методические и воспитательные аспекты деятельности инженера по анализу надежности и ее влиянию на безопасность полетов.

Литература: [1], [6], [8].

### 2.2. Физико-химические процессы, приводящие к отказам АТ.

Классификация физико-химических процессов. Физико-химические процессы разрушения материалов. Характеристика внешних и внутренних факторов, влияющих на возникновение отказов. Характеристика процессов,

приводящих к возникновению внезапных и постепенных отказов. Типовые повреждения и отказы АТ.

Литература : [1], [6].

### **Раздел 3. Модели надежности объектов.**

#### **3.1. Модели развития повреждений и возникновения отказов.**

Параметры объектов , определяющие их исправность и работоспособность. Случайный характер изменения определяющих параметров. Формальное описание процесса изменения параметров. Связь характеристик распределения параметров и допусков с показателями безотказности объектов. Определение возможности индивидуального прогнозирования параметров. Функции аппроксимирующие реализации параметров. Линейные и экспоненциальные модели изменения параметров. Литература [1], [9].

#### **3.2. Модели надежности невосстанавливаемых объектов.**

Безотказность невосстанавливаемых объектов . Физическая сущность безотказности невосстанавливаемых объектов. Модели безотказности невосстанавливаемых объектов. Функции распределения наработки до отказа. Основные законы распределения наработки до отказа объектов. Модели безотказности невосстанавливаемых объектов при внезапных и постепенных отказах.

Литература: [1], [6], [7], [9].

#### **3.3. Модели надёжности восстанавливаемых объектов.**

Безотказность восстанавливаемых объектов. Физическая сущность безотказности восстанавливаемых объектов. Понятие о потоке отказов. Потоки отказов и восстановлений. Основные свойства потоков отказов. Модели безотказности восстанавливаемых объектов. Функции распределения числа отказов в интервале наработки объекта. Основные законы распределения числа отказов в интервале наработки объекта.

Литература: [1], [3], [5], [9].

### **Раздел 4. Показатели надёжности объектов.**

#### **4.1. Единичные показатели надёжности объектов (4 ч).**

Классификация показателей надёжности. Характеристика единичных показателей надёжности. Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов и методы их определения. Показатели ремонтпригодности объектов и методы их определения. Показатели сохраняемости объектов и методы их определения. Изменение единичных

показателей надёжности по наработке. Функциональные зависимости между показателями надёжности.

Литература [1], [3], [4].

#### 4.2. Комплексные показатели надёжности объектов.

Оперативные комплексные показатели надёжности и их определение при разных режимах использования объектов по назначению.

Экономические комплексные показатели надёжности. Взаимосвязь комплексных показателей надёжности с показателями эффективности использования ЛА. Методы определения комплексных показателей надёжности объектов. Комплексная оценка надёжности объектов.

Литература [1], [4], [6], [7].

### **Раздел 5. Оценка показателей надёжности по данным испытаний и эксплуатационных наблюдений**

#### 5.1. Планирование испытаний и эксплуатационных наблюдений.

Виды испытаний объектов на надёжность. Классификация испытаний объектов на надёжность. План испытаний и эксплуатационных наблюдений. Методы ускоренных испытаний объектов. Взаимосвязь планов испытаний и эксплуатационных наблюдений. Определение (выбор) объектов наблюдения, плана наблюдения, условий эксплуатации и режимов работы, места проведения и объёмов наблюдения. Особенности реального плана наблюдений, соответствующего имеющейся эксплуатационной информации об отказах и повреждениях объектов АТ. Полные и цензурированные эксплуатационные данные. Значение творческой активности специалистов при решении задач оценки показателей надёжности АТ по данным испытаний и эксплуатационных наблюдений.

Литература: [1], [7], [8], [9].

#### 5.2. Параметрические методы оценки показателей надёжности объектов.

Классификация методов оценки показателей надёжности объектов. Особенности параметрических методов оценки надёжности объектов. Построение временной диаграммы и вариационного ряда наработок до отказа и до цензурирования. Построение статистических функций распределения (гистограммы) плотности вероятности наработки до отказа и интенсивности отказов. Принятие гипотезы о законе распределения наработки до отказа. Оценка параметров распределения наработки до отказа методами моментов и максимального правдоподобия. Проверка гипотезы о законе распределения наработки до отказа. Оценка показателей надёжности по параметрам распределения.

Литература: [1], [3], [4], [6], [9].

### 5.3. Непараметрические методы оценки показателе надёжности объектов.

Задачи оценки показателей надёжности невосстанавливаемых объектов непараметрическим методом по полным данным. Точечная оценка показателей надёжности с использованием функции максимального правдоподобия. Интервальная оценка показателей надёжности. Задачи оценки показателей надёжности непараметрическим методом при однократно и многократно цензурированных выборках при разных планах эксплуатационных наблюдений. Оценка показателей надёжности восстанавливаемых объектов.

Литература: [1], [7], [8], [9].

## **Раздел 6. Методы расчёта и анализа надёжности функциональных систем АТ (4 ч)**

### 6.1. Виды резервирования объектов АТ.

Характеристика функциональных систем ЛА. Виды резервирования объектов. Оценка показателей надёжности при последовательном и параллельном соединении элементов. Классификация резервирования объектов. Виды структурного резервирования объектов. Оценка показателей надёжности при разных видах структурного резервирования. Социальные аспекты задач анализа надёжности функциональных систем ЛА.

Литература: [2], [4], [8]

### 6.2. Методы анализа надёжности функциональных систем и ЛА.

Анализ надёжности функциональных систем методом структурных схем и условия его применения. Анализ надёжности функциональных систем методом логических схем и условия его применения. Анализ надёжности функциональных систем табличным методом и условия его применения. Пути повышения надёжности функциональных систем ЛА. Литература: [2], [5], [7].

## **Раздел 7. Обеспечение надёжности объектов на разных этапах жизненного цикла АТ (6 ч).**

### 7.1. Обеспечение надёжности при проектировании АТ.

Воздействие на надёжность объектов внешних и внутренних факторов. Нормирование требований к надёжности объектов. Требования к надёжности по обеспечению безопасности полётов. Задание и распределение требований к надёжности. Выбор проектных решений с учётом надёжности. Проектирование объектов на заданную надёжность. Пути повышения надёжности АТ при проектировании. Принципы

ускоренных испытаний объектов на надёжность. Роль человеческого фактора в обеспечении надёжности АТ при эксплуатации.

Литература: [2], [4], [9].

## 7.2. Производственно-технологические методы обеспечения надёжности АТ.

Производственно-технологические причины отказов и их влияние на надёжность АТ. Метод конструктивно-технологического формирования изделий. Методы технического контроля качества изделий. Применение методов статистического контроля качества и регулирование технологических процессов. Технологические методы повышения надёжности АТ.

Литература: [2], [6].

## 7.3. Контроль надёжности АТ в эксплуатации

Статистический контроль показателей надёжности АТ.

Одноступенчатый контроль различных показателей надёжности объектов. Последовательный контроль различных показателей надёжности объектов. Индивидуальный контроль норм надёжности при эксплуатации АТ. Оперативная оценка надёжности серийных партий изделий при эксплуатации. Эксплуатационные методы повышения надёжности.

Литература: [2], [5]

## 2. Обзорные лекции - 4 ч

### Лекция 2.1. Методы оценки показателей надёжности АТ.

Модели развития повреждений и возникновения отказов.

Модели надёжности невосстанавливаемых объектов. Модели надёжности восстанавливаемых изделий. Классификация показателей надёжности изделий АТ. Единичные показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности. Непараметрические методы оценки показателей надёжности АТ. Точечная и интервальная оценки показателей надёжности АТ. Параметрические методы оценки показателей надёжности АТ. Планирование испытаний и эксплуатационных наблюдений. Оценка показателей надёжности по данным испытаний и эксплуатационных наблюдений.

Литература : [1], [4], [6], [7], [8], [9], [10].

Лекция 2.2. Методы обеспечения надёжности при проектировании, производстве и эксплуатации.

Виды резервирования объектов АТ. Методы анализа надёжности функциональных систем и ЛА. Оценка показателей надёжности при разных видах структурного резервирования. Анализ надёжности функциональных систем методом структурных схем . Анализ надёжности функциональных систем методом логических схем. . Обеспечение надёжности при проектировании АТ. . Нормирование требований к надёжности объектов. Проектирование объектов на заданную надёжность. Производственно-технологические методы обеспечения надёжности АТ. Метод конструктивно-технологического формирования изделий.

Статистический контроль показателей надёжности АТ при эксплуатации.  
 Одноступенчатый контроль различных показателей надёжности объектов.  
 Последовательный контроль различных показателей надёжности объектов.  
 Индивидуальный контроль норм надёжности при эксплуатации АТ.

Литература: [2], [6], [7], [8] [10].

### 2.3. Перечень лабораторных работ:

ЛР-1. Анализ физической сущности типовых отказов и повреждений АТ - 2 ч.

ЛР-2. Оценка показателей надёжности изделий АТ непараметрическим методом. - 2 ч.

ЛР-3. Оценка показателей надёжности изделий АТ параметрическим методом - 2 ч.

ЛР-4. Анализ надёжности функциональных системы АТ.- 2 ч.

2.4. Тематика (схемы) контрольных домашних заданий (контрольных работ для заочной формы обучения)

КР-1. Контрольная работа по дисциплине «Надёжность авиационной техники»

1). Анализ данных эксплуатационных наблюдений за отказами изделий СКВ парка ЛА.

2). Статистический анализ показателей безотказности невосстанавливаемых изделий ЛА параметрическим методом.

3). Статистический анализ показателей безотказности невосстанавливаемых изделий ЛА непараметрическим методом.

4). Статистический анализ показателей безотказности восстанавливаемых изделий ЛА.

5). Расчет схемной надёжности функциональной системы ЛА.

2.6. Перечень деловых игр:

ДИ-1 Анализ надёжности изделий и систем АТ на ПЭВМ.

### 3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

№№ п/п	Автор	Наименование, издательство, год издания.
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1.	Ицкович А.А.	Надёжность летательных аппаратов и авиадвигателей. Часть 1: Учебное пособие. - М.: МИИГА, 1990.
2.	Ицкович А.А.	Надёжность летательных аппаратов и авиадвигателей. Часть 2: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1995.

Учебно-методическая литература		
4.	Ицкович А.А., Кабков П.К.	<u>Для лабораторных работ</u> Пособие по выполнению практических занятий по дисциплине “ Надежности летательных аппаратов и авиадвигателей ” для студентов специальности 130300 всех форм обучения. - М.: МГТУГА, 2000..
5.	Ицкович А.А., Герасимова Е.Д.	Методические указания по проведению лабораторных работ “Анализ физической сущности типовых отказов и повреждений ЛА и АД” для студентов IV курса специальности 130300 дневного обучения. - М.: МГТУ ГА, 1995.
6.	Ицкович А.А., Файнбург И.А.	<u>Для контрольной работы</u> Надежность авиационной техники. Пособие по выполнению курсовой работы для студентов 4 курса специальности 160901 заочного обучения. – М.: МГТУ ГА, 2006.
7.	Ицкович А.А., Файнбург И.А.	<u>Для изучения дисциплины</u> Надежность авиационной техники. Пособие по изучению дисциплины для студентов 4 курса специальности 160901 заочного обучения. – М.: МГТУ ГА, 2006.
Дополнительная литература		
8.	Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. и др	Надежность и эксплуатационная технологичность летательных аппаратов: Учебное пособие. - М.: МИИГА, 1989.
9.	Ицкович А.А., Герасимова Е.Д.	Методические указания по проведению САРС на тему “Автоматизированная система анализа надежности на ПЭВМ по дисциплине “Надежность ЛА и АД для студентов IV курса специальности 130300 дневного и заочного обучения”. - М.: МГТУ ГА, 1994.
10.	Герасимова Е.Д., Ицкович А.А.	Методические указания по проведению деловой игры на базе АОС “Анализ надежности изделий и систем авиационной техники” для студентов специальности 1610(1303) дневного обучения. - М.: МГТУ ГА, 1990.

#### 4. Рекомендуемые электронные учебные материалы

1. Диалоговые автоматизированные системы анализа надежности изделий и систем (ДИАНА).
2. Автоматизированная система сбора информации о надежности изделий и систем ЛА и АД (ФИЛИН).
3. Диалоговая программа деловой игры “Анализ надежности изделий и систем авиационной техники”.

Форма 1.

#### Дополнения и изменения в рабочей программе учебной дисциплины на 200\_\_/200\_\_ учебный год.

В рабочую программу внесены следующие изменения:

---



---



---



---



---



---



---



---

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
 Ф.И.О. \_\_\_\_\_ подпись

Протокол № \_\_\_\_\_ от “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Внесенные изменения утверждены

Начальник УМУ \_\_\_\_\_  
 Ф.И.О. \_\_\_\_\_ подпись