

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ****«Вероятностно-статистические модели эксплуатации ЛА»  
ЕН.В.01**

( С учётом корректировки, одобренной на заседании кафедры ТЭЛА и АД  
22 апреля 2007 г. и на заседании Ученого Совета МГТУ ГА 31 мая 2007 г.)

**Направление подготовки: специальности 160901,  
бакалавра 160900**

**Факультет: механический**

**Кафедра: «Техническая эксплуатация ЛА и АД»**

**Курс: 3**

**Форма обучения: дневная**

**Семестр: 6**

**Общий объем учебных часов по дисциплине – 100ч., в т. ч. ауд. -56 ч  
из них:**

<b>Лекции</b>	<b>34ч</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6ч</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8ч</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>44ч</b>

**Зачет** **3 курс, 6 семестр**

## 1. Цель и задачи дисциплины

### Цель преподавания

Получение студентами необходимых знаний и умений по построению и анализу вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА для их последующего использования при решении задач надежности, диагностики, технической эксплуатации и безопасности полетов.

Задачи изучения дисциплины (минимально-необходимый комплекс знаний и умений):

Иметь представление об обосновании управляющих воздействий (правил), моделях последовательного анализа;

Знания:

вероятностно-статистические модели объектов эксплуатации ЛА;  
вероятностно-статистические модели процессов эксплуатации ЛА;  
модели идентификации объектов и процессов эксплуатации ЛА.

Умения:

Составлять, анализировать и применять вероятностно-статистические модели объектов и процессов эксплуатации ЛА.

Иметь опыт составления Марковских и полумарковских моделей процессов эксплуатации ЛА.

## 2. Содержание дисциплины

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

Раздел 1. Предмет и задачи вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА. -4 ч.

Лекция 1.1. Содержание проблемы создания и применения системы вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА. -2 ч.

Сущность проблемы создания и применения системы вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА. Состав вероятностно-статистических дисциплин. Роль стандартизации в распространении и внедрении в эксплуатацию вероятностно-статистических моделей. Содержание и научная основа курса. Связь с другими дисциплинами. Характеристика рабочей программы, порядок изучения дисциплины.

Литература [1,2].

Лекция 1.2. Основные понятия, термины и определения вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА. -2 ч.

Основные предметы исследования и задачи вероятностно-статистических моделей эксплуатации ЛА. Объекты моделирования. Методы моделирования. Моделирование объектов. Моделирование процессов. Идентификация объектов и процессов. Средства моделирования.

Литература [1,2].

Раздел 2. Вероятностно-статистические модели объектов эксплуатации ЛА -8 ч.

Лекция 2.1. Непрерывные вероятностно-статистические модели объектов эксплуатации -2 ч.

Применение законов распределения непрерывных случайных величин (нормального, экспоненциального, Вейбулла, логарифмически-нормального, гамма-распределения и равномерного) для формирования вероятностно-статистических моделей объектов эксплуатации.

Литература [5,6].

Лекция 2.2. Непараметрические модели оценки случайных характеристик -2 ч.

Применение статистических рядов и гистограмм для формирования непараметрических моделей оценки и гистограмм для формирования объектов эксплуатации. Точечная и интервальная оценки характеристик случайных величин.

Литература [5,6,7].

Лекция 2.3. Параметрические модели оценки случайных характеристик объектов эксплуатации -2 ч.

Параметры распределения случайных характеристик объектов эксплуатации. Задачи определения закона распределения случайной величины. Методы оценки параметров распределения. Проверка гипотез о законе распределения случайных величин.

Литература [5,6,7].

Лекция 2.4. Дискретные вероятностно-статистические модели объектов эксплуатации -2 ч.

Использование законов распределения дискретных случайных величин (гипергеометрического, биномиального и распределения Пуассона) для формирования вероятностно-статистических моделей объектов эксплуатации.

Литература [5,6].

Раздел 3. Вероятностно-статистические модели процессов эксплуатации ЛА -14 ч.

Лекция 3.1. Содержательное описание и классификация случайных процессов -4 ч.

Детерминированные и случайные процессы. Виды случайных процессов. Случайные процессы с дискретным и непрерывным временем. Случайные процессы с дискретными и непрерывными состояниями. Марковские процессы. Стационарные случайные процессы. Свойство эргодичности. Пуассоновский процесс.

Литература [2,3].

Лекция 3.2. Однородные конечные цепи Маркова -2 ч.

Независимые испытания. Условные вероятности исходов испытаний (состояний). Определение однородной конечной цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Графическое изображение конечной цепи Маркова. Безусловные вероятности состояний, классификация состояний цепи Маркова. Эргодическая цепь Маркова.

Литература [3].

Лекция 3.3. Дискретные Марковские процессы с непрерывным временем -2 ч.

Определение дискретного Марковского процесса с непрерывным временем. Свойства дискретного Марковского процесса с непрерывным временем. Дифференциальные уравнения Колмогорова. Обратные дифференциальные уравнения Колмогорова. Использование системы основных алгебраических уравнений для определения стационарных вероятностей пребывания в состоянии.

Литература [3].

Лекция 3.4. Полумарковские модели процессов эксплуатации ЛА -4 ч.

Определение полумарковского процесса. Процесс восстановления. Вложенная цепь Маркова. Статистическая матрица. Матрица переходных распределений. Функции распределения времени пребывания процесса в состоянии. Матрица вероятностей перехода. Свойства полумарковского процесса.

Литература [1,2,4].

Лекция 3.5. Модели процессов восстановления -2 ч.

Простой процесс восстановления. Случайные характеристики процесса восстановления. Функция восстановления. Обратное время возвращения. Прямое время возвращения. Общий процесс восстановления. Стационарный процесс восстановления. Использование преобразования Лапласа.

Литература [3,5].

Раздел 4. Модели идентификации объектов и процессов эксплуатации ЛА -8 ч.

Лекция 4.1. Анализ временных рядов показателей объектов и процессов эксплуатации -2 ч.

Компонентный состав временного ряда: регулярная составляющая, сезонная составляющая. Анализ зависимости интенсивности спектра от циклической

частоты. Модели динамики показателей. Выделение компонент временного ряда. Выбор кривых сглаживания значений исходного ряда.

Литература [2].

Лекция 4.2. Модели корреляционно-регрессионного анализа показателей объектов и процессов эксплуатации -4 ч.

Модели корреляционного анализа. Коэффициент корреляции. Модели регрессионного анализа. Использование метода наименьших квадратов. Анализ приближенной регрессии. Случайная регрессия. Оценка матожидания и доверительных интервалов коэффициентов регрессии. Нелинейная регрессия.

Литература [6,7].

Лекция 4.3. Вероятностно-статистические модели метода динамики средних -2 ч.

Сущность метода динамики средних. Математическое описание метода динамики средних. Примеры применения метода динамики средних для решения эксплуатационных задач.

Литература [9].

## 2.2. Перечень тем практических занятий и их объем в часах

ПЗ-1. Формирование вероятностно-статистической модели с использованием законов распределения непрерывных случайных величин -2 ч.

ПЗ-2. Проверка соответствия выбранной модели экспериментальным данным С помощью критериев согласия -2 ч.

ПЗ-3. Проведение точечной и интервальной оценок характеристик случайных величин объектов эксплуатации -2 ч.

## 2.3. Перечень тем лабораторных работ и их объем в часах

ЛР-1. Формирование моделей полумарковских процессов в виде системы алгебраических уравнений и их решение на ПЭВМ с помощью программной системы «Mathcad» -4 ч.

ЛР-2 Построение регрессивных моделей эксплуатационных параметров объектов на ПЭВМ с помощью программной системы «Mathcad» -4 ч.

## 3.Рекомендованная литература

№ № п/п	Автор	Наименование, издательство, год издания
1	2	3
1.	Ицкович А.А., Смирнов Н.Н.	Управление эффективностью процесса технической эксплуатации самолетов гражданской эксплуатации. Учебное пособие.- М.: МИИГА,- 88 с.
2.	Ицкович А.А.	Управление процессами технической эксплуатации Летательных аппаратов. Учебное пособие. Часть 1.- М.: МГТУ ГА.- 104 с.
3.	Андронов А.М., Севостьянов Н.В.	Вероятностные процессы в АСУ ГА. Учебное пособие.- РИИГА, 1989.- 82 с.
4.	Смирнов Н.Н., Ицкович А.А.	Обслуживание и ремонт авиатехники по состоянию. 2-е издание. Перераб. и доп..- М.: Транспорт, 1987.- 273 с.
5.	Смирнов Н.Н., Андронов А.М. и др.	Эксплуатационная надежность и режимы технического обслуживания самолетов.- М.: Транспорт,1974.-304 с.
Дополнительная		
6.	Браунли К.А.	Статистическая теория и методология в науке и технике.- М.: Наука, 1977.- 407 с.
7.	Байхелет Ф., Франкен П.	Надежность и техническое обслуживание. Математический подход.- М.: Радио и связь, 1988.- 392 С.
8.	Ицкович А.А., Кабков П.К.	Вероятностно-статистические модели эксплуатации летательных аппаратов. Учебное пособие.- М.: МГТУ ГА, 2005,84 с.
9.	Ицкович А.А., Кабков П.К.	Вероятностно-статистические модели эксплуатации летательных аппаратов. Часть 2-я.- М.: МГТУ ГА, 2006, 44 с.

## 4. Рекомендуемые программные средства и компьютерные системы обучения и контроля знаний студентов

1. Автоматизированная система «ДИАНА» для ПЭВМ.
2. Автоматизированная система «ЭВРИСТА» для ПЭВМ.
3. Математическая система «Mathcad».

## 4. Рекомендуемое разделение содержания дисциплины на блоки

1. Вероятностно-статистические модели объектов эксплуатации.
2. Вероятностно-статистические модели процессов эксплуатации.
3. Модели идентификации объектов и процессов эксплуатации.

**Карта обеспеченности учебной и учебно-методической литературой**  
(Эталонный комплект)

Учебная дисциплина: Вероятностно-статистические модели эксплуатации ЛА

Цикл: ЕНД

Специальность: 160901

Курс: 3

Кафедра: ТЭЛА и АД

Факультет: Механический

Количество студентов по данной дисциплине (очное / заочное): 95 / 100

Автор	Наименование, издательство	Гриф издания	Год издания	Шифр библ.	Кол-во экз.
1	2	3	4	5	6
<b>1. Учебники, учебные пособия (в том числе в электронном виде)</b>					
1.Ицкович А.А. Кабков П.К.	Вероятностно-статистические модели эксплуатации летательных аппаратов. Учебное пособие	Учебно-методическое объединение вузов РФ по образованию в области авиационной и космической техники	2005	052-082 И96	400
2.Ицкович А.А. Кабков П.К.	Вероятностно-статистические модели эксплуатации летательных аппаратов. Часть 2. Учебное пособие.	Учебно-методическое объединение вузов РФ по образованию в области авиационной и космической техники	2006	052-082 И96	500
<b>2. Литература по проведению практических занятий</b>					
Кабков П.К.	Вероятностно-статистические модели эксплуатации ЛА. Пособие по проведению практических занятий		2005	470	350
<b>3. Дополнительная литература</b>					
Вентцель Е.С.	Исследование операций.- М.: Сов. Радио		1972	517 В21	6

