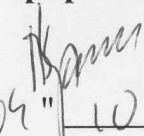


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

 Криницин В.В.
" 04 " 10 2007 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем и процессов (ЕН.Р.01)

(наименование, шифр по ГОС)

Специальность 280102 – Безопасность технологических процессов и производств

(шифр по ГОС)

Факультет Механический

Кафедра Аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов

Курс II, Форма обучения дневная.

Общий объем учебных часов на дисциплину 153 часа

Аудиторные занятия – 80 часов, в том числе:

Лекции 60 часов

Лабораторные занятия 20 часов

Самостоятельная работа 73 часа


Домашнее задание II курс

Зачет II курс

Москва – 2007

Рабочая программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности 280102 – Безопасность технологических процессов и производств.

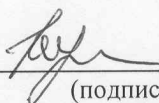
Рабочую программу составил:
Кубланов М.С., профессор, д.т.н.
(Ф.И.О., звание, степень)



(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры,
протокол № 1 от 4 сентября 2007 г.

Заведующий кафедрой
Ципенко В.Г., профессор, д.т.н.
(Ф.И.О., звание, степень)



(подпись)

Рабочая программа одобрена методическим советом по специальности 280102 – Безопасность технологических процессов и производств
(наименование)

Протокол № 2 от 27 сентября 2007 г.

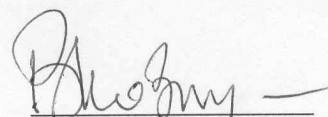
Председатель методического совета
Зубков Б.В., профессор, д.т.н.
(Ф.И.О., звание, степень)



(подпись)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

/ Начальник УМУ
Логачев В.П.
(Ф.И.О.)



(подпись)

1. Цель и задачи дисциплины.

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний методических основ разработки и применения моделей процессов и систем в авиационной технике.

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

1.2.1. Иметь представление:

- о классификации моделей;
- о методике разработки моделей в научных и инженерных исследованиях;
- о методике применения моделей в научных и инженерных исследованиях;
- о методах оценки адекватности моделей поведению изучаемого объекта;
- о математических методах, применяемых в моделировании;
- о методах планирования вычислительного эксперимента;
- о задачах идентификации и оптимизации.

1.2.2. Знать:

- основные понятия теории моделирования;
- основные типы моделей процессов и систем;
- основные требования, предъявляемые к разработке математических моделей.

1.2.3. Уметь:

- составлять математическое описание математических моделей;
- проводить вычислительный эксперимент на детерминированной математической модели;
- проводить вычислительный эксперимент на математической модели случайного процесса.

1.2.4. Иметь опыт составления математического описания для простейших математических моделей объектов авиационной техники, составления плана вычислительного эксперимента, проведения вычислительного эксперимента на простейшей математической модели случайного процесса.

2. Содержание дисциплины.

2.1. Наименование разделов (подразделов), объем в часах.

Содержание лекций, ссылки на литературу.

Раздел 1. Введение. Понятие моделирования. 1 час [1].

Лекция 1.1. Введение. Понятие моделирования.

Научная абстракция. Сходство объектов.

Понятия оригинала и модели. Примеры моделей. Понятие моделирования. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса. Причины, вынуждающие применять моделирование.

Раздел 2. Классификация моделей. 1 час [1].

Лекция 2.1. Классификация моделей.

Два аспекта отношения модели к оригиналу. Классификация моделей по особенностям выражения свойств оригинала и особенности функционирования модели. Классификация моделей по основаниям для преобразования свойств модели в свойства оригинала. Пример: маятник.

Раздел 3. Математические модели и их виды. 2 часа [1].

Лекция 3.1. Математические модели и их виды.

Математическое описание. Виды математического описания. Полнота математического описания. Отличие математической модели от ее математического описания. Виды математических моделей. Понятие "математическая модель в узком смысле" – подобная детерминированная математическая модель. Понятие "имитационная модель" – стохастическая математическая модель. Состав математического описания имитационных моделей и их особенности.

Раздел 4. Адекватность математической модели. 2 часа [1].

Лекция 4.1. Адекватность математической модели.

Вычислительный эксперимент. Понятие о планировании вычислительного эксперимента. Достоверность результата. Пример. Понятие об адекватности математической модели. Статистическая основа проверки адекватности. Необходимые данные для проверки адекватности. Факторы, которые необходимо учитывать при проверке адекватности. Примеры. Точность и погрешность. Абсолютная и приведенная погрешности. Понятие грубой, случайной и систематической погрешности. Причины возникновения погрешности при математическом моделировании. Оценка погрешности.

Раздел 5. Понятие об обратных задачах: задачи идентификации и оптимизации. 1 час [1].

Лекция 5.1. Понятие об обратных задачах: задачи идентификации и оптимизации.

Задача идентификации при построении математической модели. Методы решения задач идентификации. Понятие об обратных задачах. Задача оптимизации.

Раздел 6. Алгоритм научных исследований с помощью математического моделирования. 1 час [1].

Лекция 6.1. Алгоритм научных исследований с помощью математического моделирования.

Строгость процесса математического моделирования. Алгоритм научных исследований с помощью математического моделирования. Процессы построения математической модели и ее идентификации. Обзор примеров решенных задач.

Раздел 7. Проблемы построения математических моделей. 2 часа [1].

Лекция 7.1. Проблемы построения математических моделей.

Сложные и простые математические модели. Построение математической модели как компромисс между простотой и адекватностью. Проблемы построения математических моделей. "Многокритериальность", "проклятие размерности". Проблема адекватности. Методы математического моделирования. Ранжирование, агрегирование. Методы экспертных оценок и их обработка. Теория катастроф. Методы последовательных приближений, проб и ошибок, перебора.

Раздел 8. Подобие и анализ размерностей. 2 часа [1].

Лекция 8.1. Подобие и анализ размерностей.

Подобие. Анализ размерностей как метод математического моделирования. Степенной комплекс. Понятие о П-теореме. Критерий подобия. Примеры.

Раздел 9. Основы теории вероятностей и математической статистики. 8 час. [1,7].

Лекция 9.1. Основные понятия теории вероятностей.

Вероятность. Случайная величина. Закон распределения. Параметры закона распределения. Распределение ошибки, нормальный закон распределения. Центральная предельная теорема.

Лекция 9.2. Основные понятия математической статистики.

Математическая статистика. Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение. Точечные оценки. Методы моментов и

наибольшего правдоподобия. Распределение выборочных функций. Интервальные оценки.

Лекция 9.3. Теория статистических гипотез.

Понятие статистических гипотез. Критерии оценки гипотез.

Лекция 9.4. Основы статистического анализа.

Статистический анализ: дисперсионный, корреляционный, регрессионный и факторный.

Раздел 10. Методы статистической обработки результатов. 4 часа [1].

Лекция 10.1. Методы статистической обработки результатов для оценки адекватности математической модели.

Оценка адекватности математической модели как задача математической статистики. Случайность и закономерность рассогласования. Систематическая погрешность. Оценка рассогласования. Построение статистического закона распределения и определение статистических оценок его параметров. Проверка критерия значимости гипотезы о равенстве нулю математического ожидания рассогласования. Проверка критерия согласия между наблюдаемым и нормальным законами распределения. Доверительные интервалы.

Лекция 10.2. Методы статистической обработки результатов для выявления экспериментальной зависимости.

Необходимость обработки данных. Последовательность обработки результатов вычислительного эксперимента для выявления экспериментальной зависимости (регрессии, аппроксимации). Построение статистического закона распределения корреляционной зависимости. Выбор вида корреляционной зависимости. Применение метода наименьших квадратов для отыскания параметров корреляционной зависимости. Формулы для полиномиальной регрессии. Пример. Понятие об аппроксимации и сглаживании экспериментальных данных.

Раздел 11. Понятие о теории массового обслуживания и методе Монте-Карло. 2 часа [1].

Лекция 11.1. Понятие о теории массового обслуживания и методе Монте-Карло.

Понятие о теории массового обслуживания. Примеры систем массового обслуживания. Поток заявок. Состояния системы и переходы из одного состояния в другое. Граф состояний и переходов системы массового обслуживания. Пример. Законы распределения состояний и переходов как результат статистической обработки результатов наблюдений за оригинальной системой. Принцип подбора модели систем массового обслуживания. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) как прием для имитации работы системы. Единичный жребий и процедуры его

реализации. Пример построения имитационной математической модели работы аэродрома. Возможность выявления новых свойств объекта при имитационном моделировании.

Раздел 12. Понятие о вычислительных методах. 8 часов [1].

Лекция 12.1. Понятие о вычислительных методах решения систем алгебраических уравнений.

Методы алгебры: решение систем алгебраических уравнений – методы исключения, итерационные методы. Методы: секущих (хорд), деления отрезка пополам, золотого сечения, касательных (Ньютона).

Лекция 12.2. Понятие о вычислительных методах интерполяции и аппроксимации.

Методы алгебры: методы интерполяции (линейная, квадратичная, полиномиальная, сплайновая, пример), методы аппроксимации. Пример особенностей аппроксимации поляры самолета.

Лекция 12.3. Понятие о вычислительных методах интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.

Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши) – разностные методы: Эйлера, Адамса, "прогноз-коррекция", Рунге-Кутта. Понятие о возможности контроля погрешности и изменения шага интегрирования.

Лекция 12.4. Понятие о вычислительных методах решения краевых задач и интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными.

Методы решения краевых задач: методы прогонки и стрельбы. Методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными – разностные методы, сеточные функции.

Раздел 13. Понятие о математических методах оптимизации. 6 часов [1].

Лекция 13.1. Понятие о задачах оптимизации.

Общая формулировка задач оптимизации. Уравнения связей, фазовые координаты, управления, критерий оптимальности (целевая функция). Пример. Типы задач оптимизации.

Лекция 13.2. Симплекс-метод.

Задача линейного программирования. Описание симплекс-метода (формы записи и виды решений).

Лекция 13.3. Задачи нелинейного программирования.

Задача нелинейного программирования. Классический подход. Методы решения задач нелинейного программирования для унимодального критерия оптимальности от одного переменного: методы деления отрезка пополам и золотого сечения. Общий случай задачи нелинейного программирования и градиентные методы.

Лекция 13.4. Понятие о задачах вариационного исчисления и оптимального управления.

Задача вариационного исчисления, "прямые" и "непрямые" методы. Задача оптимального управления, Принцип максимума Л.С. Понтрягина и метод динамического программирования Р. Беллмана.

2.2. Перечень лабораторных работ (занятий), их объем в часах:

ЛР – 1. Ознакомление с Системой математического моделирования динамики полета летательных аппаратов (СММ ДП ЛА). 4 часа.

ЛР – 2. Оценка погрешности результатов эксперимента. Оценка степени адекватности результатов эксперимента. 4 часа (после лекции 10.1).

ЛР – 3. Идентификация математической модели. 4 часа (после лекции 12.1).

ЛР – 4. Гладкая аппроксимация экспериментальной зависимости. 4 часа (после лекции 12.2).

ЛР – 5. Освоение программы GARLINA для сдачи зачета. 4 часа.

Все лабораторные работы выполняются на ПЭВМ по учебным подгруппам с помощью специального программного обеспечения, разработанного Кублановым М.С. и Гарбузовым В.М. на кафедре АКПЛА МГТУ ГА.

2.3. Перечень практических занятий, их объем в часах:

ПР – 1. Составление математического описания подобной детерминированной модели. 2 часа (после лекции 3.1).

ПР – 2. Планирование контрольного вычислительного эксперимента. Проверка адекватности. Идентификация одного параметра модели. 2 часа (после лекции 5.1).

ПР – 3. Составление элементов математического описания с помощью П-теоремы. 2 часа (после лекции 8.1).

ПР – 4. Контрольная работа № 1. 2 часа (после лекции 9.1).

ПР – 5. Построение имитационной математической модели с помощью метода Монте-Карло. 2 часа (после лекции 11.1).

ПР – 6. Контрольная работа № 2. 2 часа (после лекции 11.1).

ПР – 7. Сравнение вычислительных методов решения задачи Коши. 2 часа (после лекции 12.3).

ПР – 8. Контрольная работа № 3. 2 часа (после лекции 12.2).

ПР – 9. Решение оптимизационных задач линейного и нелинейного программирования. 2 часа (после лекции 13.3).

ПР – 10. Контрольная работа № 4. 2 часа (после лекции 13.3).

3. Рекомендуемая литература:

№ п/п	А в т о р	Н а и м е н о в а н и е, и з д а т е л ь с т в о, г о д и з д а н и я
1	2	3
Основная литература:		
1	Кубланов М.С.	Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть I. Третье издание. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.
Учебно-методическая литература:		
2	Кубланов М.С.	Моделирование систем и процессов: Пособие по изучению дисциплины, выполнению лабораторных работ и домашних заданий. – М., МГТУ ГА, 2005. – 37 с.
Дополнительная литература		
3	Ибрагимов И.А. и др.	Моделирование систем: Учебное пособие. – Баку: Азинефтехим, 1989. – 83 с.
4	Дыхненко Л.М. и др.	Основы моделирования сложных систем: Учебное пособие для вузов. – Киев: Вища школа. 1981. – 359 с.
5	Савченко А.А.	Введение в математическую статистику с применением в гражданской авиации. – Киев: МИИГА, 1975 – 132 с.
6	Савченко А.А.	Методические указания и контрольные задания по специальным разделам теории вероятностей. – М.: МИИГА, 1982. – 44 с.
7	Остославский И.В., Стражева И.В.	Динамика полета. Траектории летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1969. – 500 с.
8	Корн Г., Корн Т.	Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973. – 832 с.
9	Савченко А.А.	Многомерный статистический анализ для инженеров гражданской авиации. – М.: МИИГА, 1976. – 112 с.

1	2	3
10	Васильев Ф.П.	Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980. – 520 с.
11	Годунов С.К., Рябенский В.С.	Разностные схемы (введение в теорию). – М.: Наука, 1973. – 400 с.
12	Добров Г.М. и др.	Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – Киев: Наукова Думка, 1974. – 160 с.
13	Вентцель Е.С.	Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1980. – 208 с.
14	Вентцель Е.С.	Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 576 с.
15	Вилисов В.Я. и др.	Экспертные методы в АСУ производством и отработкой ЛА. – М.: МАИ, 1984. – 72 с.

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

– специальное программное обеспечение лабораторного практикума (автор Кубланов М.С.),

– программа GARLINA для приема зачета (автор – доцент каф. АКПЛА МГТУ ГА Гарбузов В.М.).