

## **Прикладные задачи системного анализа: Модели окружающей среды**

Академик [А. Б. Куржанский](#). Кафедральный курс лекций. 5 курс, 9 семестр. Лекции 68 часов. Семинары 68 часов.

В данном курсе рассматриваются математические модели атмосферной диффузии. Обсуждаются задачи окружающей среды, моделируемые при помощи упомянутых уравнений. Рассматриваются математические постановки задач, мотивируемые проблемами экологического мониторинга. Приводятся как теоретические основы моделирования процессов окружающей среды, так и методы компьютерного моделирования решений, в частности при помощи средств компьютерной графики.

### **Программа курса**

1. Задачи адвекции.
2. Основные этапы вывода уравнения атмосферной диффузии.
3. Постановка задачи наблюдаемости для уравнения атмосферной диффузии. Постановка задачи минимизации критерия при заданных ограничениях.
4. Решение уравнения диффузии в простейших случаях. Качественное описание поведения решения.
5. Использование сопряжённых уравнений для решения задач оптимизации. Вывод сопряжённого уравнения для уравнения атмосферной диффузии в  $R^1$  и в  $R^3$ . Примеры применения сопряжённых уравнений. Задача оптимального размещения промышленных предприятий.
6. Управляемость и наблюдаемость конечномерных линейных однородных дифференциальных систем. Наблюдаемость стационарной конечномерной системы. Полная наблюдаемость нестационарной конечномерной системы. Наблюдаемость в присутствии помехи. Управляемость в конечномерном случае. Двойственность управляемости и наблюдаемости.
7. Управляемость и наблюдаемость бесконечномерных систем. Наблюдаемость систем с распределёнными параметрами. Постановка задачи. Различные виды сенсоров. Различные виды наблюдаемости. Исследование наблюдаемости системы с неподвижным точечным сенсором. Наблюдаемость систем с векторным интегральным сенсором. Исследование наблюдаемости систем с движущимся точечным сенсором. Двойственность задач управляемости и наблюдаемости в бесконечномерном случае. Связь между различными видами управляемости и наблюдаемости. Пример системы, слабо наблюдаемой, но не  $\epsilon$ -наблюдаемой.
8. Идентификация параметров задачи. Задача идентификации источника загрязнения. Задача идентификации коэффициента атмосферной диффузии.
9. Постановка задачи регуляризации. Основные определения. Метод регуляризации Тихонова. Интерпретация метода Тихонова. Обобщённый регуляризатор и его связь с основными типами регуляризаторов. Метод квазиобращения Лионса-Латтеса. Метод Гаевского-Захариаса.
10. Построение динамических оценок состояния системы. Уравнения минимаксного фильтра. Задачи управления и фильтрации в бесконечномерных пространствах.
11. Прикладные задачи защиты окружающей среды. Исследование случаев наличия нескольких видов примесей. Учёт характерных метеорологических ситуаций. Различные виды функционалов.

2 контрольные работы.

### **Литература**

1. Владимиров В. С. [Уравнения математической физики](#). - М., Наука, 1981 г.
2. Денисов А. М. Введение в теорию обратных задач. - М, Изд-во Моск. ун-та, 1994 г.
3. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. [Элементы теории функций и функционального анализа](#). - М., Наука, 1968 г.
4. Куржанский А. Б. Управление и наблюдение в условиях неопределённости. - М., Наука, 1977 г.
5. Куржанский А. Б., Сивергина И.Ф. Метод гарантированных оценок и задачи регуляризации для эволюционных систем. - ЖВМ и МФ. 1992. Т.32, № 11. С. 1720-1733.
6. Ладыженская О. А., Солонников В. А., Уральцева Н.Н. [Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа](#). - М., Наука, 1967 г.
7. Латтес Р., Лионс Ж.-Л. Метод квазиобращения и его приложения. - М., Мир,1970 г.
8. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. - М., Наука, 1982г.
9. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. [Методы решения некорректных задач](#). - М., Наука, 1986 г.
10. Тихонов А. Н., Самарский А. А. [Уравнения математической физики](#). - М., Наука, 1972 г.
11. Bensoussan, Da Prato, Delfour, Mitter. Representation and Control of Infinite Dimensional Systems, V. 2. Birkhauser, Boston-Basel-Berlin, 1993.

**Source URL:** <http://sa.cs.msu.su/courses/em>