

Усвоение данных и моделирование процессов в окружающей среде

В.В. Пененко

(Институт вычислительной математики и математической
геофизики СО РАН)

Настоящий курс посвящен изложению теоретических основ, принципов построения и системной организации методов численного моделирования для изучения процессов в окружающей среде на базе совместного использования математических моделей и данных наблюдений.

Логическую схему курса составляет рассмотрение следующих вопросов:

1. Введение. Основы концепции совместного использования моделей и данных наблюдений.
2. Постановки задач. Основные определения и понятия. Базовые модели процессов: модели динамики атмосферы; модели переноса и трансформации примесей.
3. Данные наблюдений. Наблюдения контактные, дистанционные, косвенные. Модели наблюдений: физический смысл и математическое описание. Прямые и сопряженные операторы моделей наблюдений.
4. Функционалы для организации методов усвоения данных и методов моделирования. Детерминированные и стохастические способы формирования функционалов.
5. Вариационные принципы для связей моделей и данных в режиме интерактивного взаимодействия. Вариационные формулировки базовых моделей процессов.
6. Неопределенности моделей и данных как основа для их объединения и планирования наблюдений.
7. Задачи усвоения данных. Общие вопросы и применения. Управляемость и наблюдаемость систем в задачах усвоения.
8. Комбинированные методы прямого и обратного моделирования. Схема основного алгоритма обратного моделирования и ее модификации. Основные и сопряженные задачи.
9. Методы исследования чувствительности для изучения функционалов и моделей. Вопросы реализации прямых и обратных связей.
10. Уравнения обратных связей от вариаций целевых функционалов к параметрам моделей и источников внешних воздействий.
11. Вариационные методы усвоения данных с использованием сопряженных задач и методы типа фильтрации Калмана. Общность, различия и проблемы в реализации. От оптимального фильтра Калмана к «субоптимальным» процедурам усвоения.

12. Модификации методов усвоения данных для решения задач:
 - оценок начальных данных;
 - уточнения параметров моделей;
 - идентификации источников;
 - реконструкция пространственно-временного поведения функций состояния и оценки качества моделей процессов.
13. Оптимальные адаптивные методы усвоения данных. Усвоение данных в «реальном» времени.
14. Методы усвоения данных от систем дистанционного зондирования. Спутниковые, лазерные, микроволновые данные и соответствующие им модели наблюдений. Усвоение данных как метод решения обратных задач дистанционного зондирования.
15. Процедуры типа «наблюдения- анализ-прогноз» в режимах прямого и обратного моделирования.
16. Заключение. Эволюция методологии усвоения данных за 30 лет и некоторые перспективы.