

Численные алгоритмы усвоения данных в моделях конвекции-диффузии-реакции

ПЕНЕНКО АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск)

e-mail: a.penenko@gmail.com

ПЕНЕНКО ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск)

Аннотация

Алгоритмы усвоения данных являются важной частью современных технологий математического моделирования. Они позволяют уточнить прогноз, получаемый с помощью математической модели, включив в него данные измерений.

В работе исследуется эффективность вариационного алгоритма усвоения данных. Требуется по набору возмущённых значений функции состояния многомерной нестационарной модели конвекции-диффузии-реакции во внутренних точках пространственно-временной области уточнить и продолжить функцию состояния модели от имеющихся точек наблюдения. Схема усвоения данных со слабыми ограничениями строится посредством добавления в структуру априорных моделей физических процессов функций управления. Для такой расширенной модели рассматривается функционал невязки, описывающий расхождение между измеренными и вычисленными значениями. Введённые управляющие функции выступают в роли переменных для задачи минимизации функционала на фазовом пространстве модели. Таким образом, математическая модель выступает как естественный регуляризатор для некорректной задачи интерпретаций данных наблюдений.

Добавлением математической модели физических процессов в обобщенной поста-

новке к целевому функционалу формируется расширенный функционал для задачи усвоения данных. Конструируются дискретные аналоги рассматриваемых агрегатов. Из условий стационарности для расширенного функционала получаются системы прямых и сопряженных уравнений, а также уравнения на введённые функции управления [1].

Важным условием разработки современной технологии усвоения данных является возможность добавлять модули усвоения в существующие модели без их серьезной модификации. В данной работе рассматривается технология, основанная на схеме расщепления. Многомерная модель процессов конвекции-диффузии-реакции может быть декомпозирована с помощью методов расщепления на набор нестационарных одномерных моделей. В частности, для реализации этапа химической трансформации используются дискретно-аналитические схемы по времени [2].

Данные измерения включаются в общую модель на конвективно-диффузионной стадии. Каждый такой одномерный фрагмент задачи усвоения, порождаемый расщеплением исходной модели, имеет вид трехдиагональной матричной задачи и может быть решен методом матричной прогонки [1, 3]. Алгоритмы экономичны с вычислительной точки зрения, эффективно распараллеливаются и могут быть использованы в интегрированных моделях динамики и химии

атмосферы.

Работа частично поддержана Программой № 4 Президума РАН и № 3 ОММ РАН, грантом РФФИ 11-01-00187, интеграционными проектами СО РАН № 8 и 35.

Список литературы

- [1] Penenko V.V. Variational methods of data assimilation and inverse problems for studying the atmosphere, ocean, and environment // Num. Anal. and Appl., Том 2, № 4, Стр. 341–351.
- [2] Пененко В.В., Цветова Е.А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для моделей химии атмосферы // Сиб. журн. вычисл. матем., Том 16, № 3, Стр. 243–256
- [3] Пененко А.В. Некоторые теоретические и прикладные вопросы последовательного вариационного усвоения данных // Выч. тех., Том 11, Стр. 35–40.