

Постановка и численное решение обратных задач на основе алгоритмов вариационной ассимиляции данных

Пармузин Е.И., Агошков В.И., Шутяев В.П., Захарова Н.Б.

ИВМ РАН, Москва, Россия
e.parmuzin@inm.ras.ru

В последние годы исследование и численное решения задач вариационной ассимиляции данных, которые могут быть сформулированы как задачи оптимального управления, получили широкое развитие при моделировании и прогнозе различных природных процессов и явлений. В данной работе мы рассматриваем алгоритм вариационной ассимиляции данных для различных задач математической физики. В качестве дополнительной неизвестной (управления) можно выбрать функции начального или граничного условия, функцию правых частей и записать функционал стоимости, характеризующий близость решения, полученного при расчете по модели, и наблюдаемых данных. Таким образом, можно формулировать обратную задачу: найти решение уравнений модели и функцию управления такие, что на них минимизируется функционал стоимости. Используя необходимое условие минимума функционала приходим к системе оптимальности, состоящей из основного уравнения, сопряженного уравнения и условия на управление [1]. В докладе рассмотрено несколько постановок таких задач. Так задача инициализации, т.е. выбор начального условия в качестве дополнительного неизвестного, проиллюстрирована на примере задачи с запаздывающим аргументом [2]. Для этой задачи приводятся результаты тестовых расчетов. Задача об ассимиляции данных спутниковых наблюдений при выборе управлений в граничном условии и правой части уравнения рассмотрена на основе уравнения теплопроводности, которое включается в модель гидротермодинамики Черного и Азовского морей, разработанную в ИВМ РАН [3, 4]. Реальные данные наблюдений со спутников для численных экспериментов в формате, пригодном для использования в численной модели, были предоставлены ЦКП «ИКИ Мониторинг» [5]. В данном случае источником данных, используемых в процедуре ассимиляции, выступают данные со спутника SNPP со спектрометром VIIRS, а также данные профилей температуры с недельным осреднением [6]. Результаты расчета с процедурами ассимиляции на поверхности сравниваются с данными спутников Aqua и Terra со спектрометром MODIS. Результаты расчета по глубине сравнивались с данными с профилирующих буев ARGO.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-71-20035, <https://rscf.ru/project/19-71-20035/>.

Список литературы

1. *Shutyaev V. P., Zalesny V. B., Agoshkov V. I., Parmuzin E. I., Zakharova N. B.* 4D-Var data assimilation and sensitivity of ocean model state variables to observation errors // *J. Mar. Sci. Eng.* 2023. V. 11. P. 1253–1275.
2. *Baker C. T. H., Parmuzin E. I.* Identification problem // *Russ. J. Numerical Analysis and Mathematical Modelling.* 2012. V. 27, No. 3. P. 185–201.
3. *Zalesny V. B., Diansky N. A., Fomin V. V.* Numerical model of the circulation of the Black Sea and the Sea of Azov // *Russ. J. Numerical Analysis and Mathematical Modelling.* 2012. V. 27, No. 1. P. 95–111.
4. *Fomin V. V., Diansky N. A.* Methods of Assimilation of Sea Surface Temperature Satellite Data and Their Influence on the Reconstruction of Hydrophysical Fields of the Black, Azov, and Marmara Seas Using the Institute of Numerical Mathematics Ocean Model (INMOM) // *Russ. Meteorol. Hydrol.* 2023. V. 48. P. 97–108.
5. *Proshin A. A., Burtsev M. A., Balashov I. V., Loupian E. A., Radchenko N. V., Sychugov I. G.* "IKI-Monitoring" shared use center support and development – possible solutions // *Problems in Remote Sensing of the Earth from Space.* 2020. V. 17, № 6, P. 51–55.
6. *Guinehut S., Dhomps A.-L., Larnicol G. and Le Traon P.-Y.* High resolution 3D temperature and salinity fields derived from in situ and satellite observations // *Ocean Science.* 2012. V. 8. P. 845–857.