

Проверка новой модели солнечной активности с помощью методики ассимиляции данных

САФИУЛЛИН НИКОЛАЙ ТАХИРОВИЧ
Уральский федеральный университет (Екатеринбург), Россия
e-mail: aitsnt@gmail.com

ПОРШНЕВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
Уральский федеральный университет (Екатеринбург), Россия
e-mail: sergey_porshnev@mail.ru

Солнечная активность является важной составляющей, необходимой для прогнозирования условий в космосе, так как она существенно влияет на низкоорбитальные спутники Земли или на другое ценное оборудование, на Земной климат в целом и на состояние здоровья людей в том числе. Одним из самых известных и простых показателей солнечной активности является временной ряд чисел Вольфа, содержащий относительное цюрихское число солнечных пятен. Однако механизм, лежащий в основе формирования этих пятен, все еще до конца не исследован и, потому, является темой активных обсуждений. Имеется несколько теорий, лежащих в основе этого процесса, и одна из самых новых теорий механизма формирования солнечных пятен на основе неустойчивости отрицательного эффективного магнитного давления используется в данной работе. Эта модель, в силу своей новизны, имеет ряд нерешенных вопросов, к которым относятся эффективный поиск ее параметров и начальных условий, неизвестный отрезок и время моделирования, да и в целом новую модель необходимо проверить на известном ряде солнечных пятен. Таким образом, задача проверки новой модели солнечной активности на известном ряде чисел Вольфа является актуальной.

Для решения этой задачи использовалась известная методика ассимиляции данных. Эта методика была выбрана, так как она позволяет проверять и корректировать многомерные и нелинейные модели по известному одномерному вектору наблюдений. В нашем случае, из-за нелинейности модели и ее сложности в целом, а также из-за отсутствия априорной информации о шуме, использовался подход ассимиляции данных, называемый "the Stochastic Ensemble Kalman Filter" (SEnKF), который и был реализован в пакете MATLAB.

Результаты применения этого метода к нашей модели с коррекцией на основе временного ряда чисел Вольфа представлены в этой работе. Исходные результаты были достаточно хороши (относительная ошибка не превышала 25%), за исключением нескольких циклов солнечной активности (для которых ошибка сильно возрастала) и для числа солнечных пятен, близких к нулю. Для решения этой проблемы модель была доработана, а метод SEnKF - немного модифицирован, в результате чего были получены результаты лучше: относительную ошибку удалось снизить до величины менее 15%.

В результате проведенной работы были получены следующие практические результаты:

1. новая модель солнечной активности была проверена экспериментально с помощью ассимиляции данных на основе временного ряда чисел Вольфа;

2. были улучшены параметры модели, а также ее начальные и граничные условия (для системы дифференциальных уравнений);
3. возможный месячный прогноз числа солнечных пятен с помощью метода SEnKF имеет погрешность ниже 15%.

В целом результаты этой работы ложатся в основу построения новых методов прогнозирования солнечной активности. В дальнейшем также планируется проверить модель на основе двухмерных "бабочек Маундера а также с помощью более сложных методов ассимиляции данных.