

Заявка на конкурс научных работ ИКИ 2015-2016 гг.

Номинация: лучшая научная работа Института.

- 1. Авторы:** Измоденов В.В. (зав. лаб. 534), Алексашов Д.Б. (с.н.с. лаб. 534).
- 2. Название:** Three-dimensional kinetic-MHD model of the global heliosphere with the heliopause-surface fitting.
- 3. Ссылка на публикацию:** Izmodenov V.V., Alexashov D.B., Three-dimensional kinetic-MHD model of the global heliosphere with the heliopause-surface fitting, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, Volume 220, Issue 2, article id. 32, 14 pp., 2015, doi: 10.1088/0067-0049/220/2/32; <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0067-0049/220/2/32/pdf>
- 4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность**

Представленная на конкурс работа (опубликована в журнале с импакт-фактором ~11) является программной статьей (в ряду работ Baranov and Malama, 1993; Izmodenov et al. 2005) в которой дается подробное описание последней версии кинетико-магнитогидродинамической модели границы гелиосферы (т. е. области взаимодействия солнечного ветра с локальной межзвездной средой). В последние годы происходит стремительный рост интереса к исследованиям границы гелиосферы, благодаря появлению уникальных данных с космических аппаратов Вояджер-1 и 2 и Interstellar Boundary Explorer (IBEX). Вояджер-1 пересек границу гелиосферы в 2012 г. и в настоящее время продолжает свое движение в межзвездной среде. В ближайшие годы ожидается пересечение границы гелиосферы аппаратом Вояджер-2. Аппарат IBEX впервые проводит прямые измерения потоков межзвездных и энергичных атомов водорода, гелия и кислорода, и эти данные уже принесли ряд открытий (в частности, был открыт “пояс” энергичных нейтралов). Указанные новые данные требуют теоретического объяснения в рамках современных численных моделей границы гелиосферы.

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение

В представленной статье приводится детальное описание последней версии численной трехмерной кинетико-магнитогидродинамической модели взаимодействия солнечного ветра с частично-ионизованной локальной межзвездной средой. Хотя в ряде наших последних работ рассматривались некоторые отдельные физические эффекты, но последняя программная статья по модели была написана в 2005 г.

Представленная в статье численная модель взаимодействия солнечного ветра и межзвездной среды впервые корректно учитывает влияние гелиосферного магнитного поля на течение солнечного ветра в окрестности границы гелиосферы (гелиопаузы), а также гелиоширотной зависимости параметров солнечного ветра. Представленная модель уже в течение 2-3 лет успешно применяется для анализа данных, полученных на космических аппаратах - IBEX, SOHO, HST, Вояджер-1 и 2, хотя ее детальное описание дается только сейчас - в представленной на конкурс статье.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность

При разработке численной модели нами используется идеология выделения поверхностей разрывов (гелиопаузы, как тангенциального магнитогидродинамического разрыва, ударных волн). Это позволило нам избежать влияния численных эффектов диффузии и пересоединения магнитного поля, которые присутствуют в множестве альтернативных моделей и могут приводить к неверной интерпретации результатов. Кроме того, в нашей модели применяется кинетический подход для описания распределения атомов водорода (а также при необходимости, гелия и кислорода) в гелиосфере. Межзвездные атомы имеют большую длину свободного пробега сравнимую с характерным размером гелиосферы, поэтому решение кинетического уравнения для их функции распределения – это единственный адекватный способ описания параметров атомов.

7. Полученные результаты и их значимость

- Впервые проведено исследование динамического влияния гелиосферного магнитного поля на течение плазмы и структуру границы гелиосферы. Показано, что учет гелиосферного магнитного поля приводит : 1) к приближению к Солнцу гелиосферной ударной волны; 2) к изменению формы гелиопаузы (контактной поверхности, отделяющей плазмы солнечного ветра от плазмы межзвездной среды); 3) к образованию “магнитного барьера” перед гелиопаузой. Эти результаты чрезвычайно важны для интерпретации данных с космических аппаратов Вояджер-1 и 2.

- Исследовано влияние гелиоширотной зависимости параметров солнечного ветра на течение плазмы в гелиосферном ударном слое. Показано, что неоднородность солнечного ветра влияет на форму гелиопаузы.

- Определены параметры локальной межзвездной среды, которые позволяют получить согласие между результатами модели и некоторыми наблюдательными данными (в частности, модель корректно предсказывает положение гелиосферной ударной волны, известное по измерениям на Вояджерах; концентрацию атомов водорода в гелиосфере, а также угол отклонения атомов в гелиосфере, вызванный влиянием межзвездного магнитного поля).