

## Заявка на конкурс научных работ ИКИ 2015-2016 гг.

**Номинация:** лучшая научная работа Института.

- 1. Авторы:** Алексашов Д.Б. (с.н.с. лаб. 534), Катушкина О.А. (н.с. лаб. 534), Измоденов В.В. (зав. лаб. 534).
- 2. Название:** Interstellar dust distribution outside the heliopause: deflection at the heliospheric interface.
- 3. Ссылка на публикацию:** Alexashov D.B., Katushkina O.A., Izmodenov V.V., Akaev P.S., Interstellar dust distribution outside the heliopause: deflection at the heliospheric interface, MNRAS, V. 458, P. 2553-2564, 2016, doi: 10.1093/mnras/stw514

### **4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность**

Работа посвящена моделированию распределения межзвездной пыли в области взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой. Исследуется влияние границы гелиосферы (а именно, отклонения частиц пыли магнитным полем в области гелиосферного ударного слоя) на степень проникновения пыли внутрь гелиосферы. Данные результаты необходимы для корректного анализа имеющихся измерений потоков пыли внутри гелиосферы (на аппаратах Ulysses, Galileo, Stardust и др.). Анализ измерений с помощью адекватной численной модели позволит получить новые данные о распределении пыли в межзвездной среде, ее параметрах и свойствах. Кроме того, это может служить источником дополнительной информации о процессах, происходящих на границе гелиосферы.

### **5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение**

В данной работе разработана новая численная модель распределения пыли в гелиосфере и за ее пределами. Модель основана на распределении плазмы, полученной из глобальной модели границы гелиосферы (Izmodenov, Alexashov, ApJS, 2015). Модель учитывает: 1) взаимодействие заряженных пылинок с магнитным полем на границе и внутри гелиосферы; 2) нестационарные эффекты, связанные с изменением геометрии гелиосферного токового слоя и полярности солнечного магнитного поля в течение цикла солнечной активности; 3) изменение заряда пылинок в процессе движения (за счет налипания протонов и электронов, а также электронного удара и фотоэлектронной эмиссии).

### **6. Используемый подход, его новизна и оригинальность**

Для моделирования пыли используется следующий подход. Сначала, в рамках трехмерной стационарной кинетико-МГД модели гелиосферного ударного слоя определяются параметры плазмы солнечного ветра и межзвездной среды во всей расчетной области. Затем, решается уравнение движения для заряженных пылинок (учитываются сила Лоренца, сила гравитационного притяжения к Солнцу, а также сила радиационного отталкивания), летящих из невозмущенной межзвездной среды (параметры плазмы и магнитного поля известны из результатов предыдущего шага). При этом, положение гелиосферного токового слоя и его изменение со временем

задаются кинематически. После этого в каждой ячейке расчетной сетки проводится осреднение и определяется концентрация и средняя скорость пыли. Расчеты проводились для пылинок различного размера. Основным преимуществом нашей модели является учет влияния области границы гелиосферы на распределение пыли. Мы впервые исследовали отклонение частиц под действием силы Лоренца в районе границы гелиосферы в рамках полной трехмерной модели области взаимодействия солнечного ветра и межзвездной среды.

## **7. Полученные результаты и их значимость**

- Разработана модель распределения межзвездной пыли в гелиосфере и на ее границе с учетом как локальных эффектов существенных вблизи Солнца, так и фильтрации пыли за счет взаимодействия с межзвездным магнитным полем в области гелиосферного ударного слоя.

- Показано, что межзвездное магнитное поле в районе границы гелиосферы приводит к торможению частиц пыли, а также их отклонению от первоначального направления движения.

- Получены количественные параметры (концентрация, средняя скорость и направление движения) распределения пылинок различного радиуса на границе гелиосферы. Приведены критерии для определения степени проникновения частиц внутрь гелиосферы (в зависимости от отношения заряда частицы к ее массе).

Эти результаты имеют принципиальное значение для интерпретации данных измерений пыли внутри гелиосферы (в частности на аппаратах Ulysses, Stardust и др.). В дальнейшем планируется использовать разработанную модель для детального сравнения с данными наблюдений.