

## Моделирование распределения межзвездной пыли в гелиосфере: анализ данных космического аппарата Улисс

*Годенко Егор Алексеевич*

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,  
Москва, Россия  
*E-mail: eg24@yandex.ru*

Солнце движется в локальной межзвездной среде со скоростью  $\sim 26.4$  км/сек. В результате взаимодействия сверхзвуковой плазмы локальной межзвездной среды и сверхзвукового потока плазмы солнечного ветра образуется структура из двух ударных волн и тангенциального разрыва между ними, которая называется гелиосферным ударным слоем. В межзвездной среде, помимо нейтральной и плазменной компонент, присутствует также пылевая компонента, частицы которой проникают внутрь гелиосферы (область распространения солнечного ветра), что впервые было экспериментально подтверждено с помощью измерений космического аппарата (КА) Улисс [1]. Анализ полученных на КА Улисс данных с помощью численного моделирования оставил несколько вопросов: в частности, недостаточное количество частиц пыли малых размеров в данных, а также то, что измеряемые потоки до 2003 года могут быть воспроизведены только с помощью моделирования крупных частиц ( $> 0.2$  мкм), а после 2005 года - наоборот, только с помощью частиц малых размеров [2]. Причина может заключаться в том, что в модели, которая использовалась для анализа, не учитывалось влияние гелиосферного ударного слоя на траектории пылинок, хотя известно, что при прохождении этой области некоторые частицы межзвездной пыли испытывают фильтрацию [3], и, соответственно, не достигают малых гелиоцентрических расстояний. Цель данной работы - построение трехмерной нестационарной модели распределения межзвездной пыли, в которой учитывается взаимодействие пылинок с гелиосферным ударным слоем, а также применение построенной модели для анализа данных КА Улисс.

Для описания распределения межзвездной пыли используется кинетический подход, который состоит в решении кинетического уравнения с помощью метода Монте-Карло. Частицы межзвездной пыли начинают свое движение из области невозмущенной локальной межзвездной среды. Динамику движения пылинок в гелиосфере и ее окрестностях определяют три силы: сила гравитационного притяжения к Солнцу, сила радиационного давления, а также электромагнитная сила. Гелиосферное магнитное поле содержит поверхность разрыва своей полярности - гелиосферный токовый слой, форма которого зависит от фазы солнечного цикла, а также от угла поворота Солнца вокруг своей оси. Мы проводим моделирование потоков межзвездной пыли в области, которая содержит траекторию КА Улисс, для частиц каждого размера отдельно, а также с использованием распределения по размерам пылевых частиц в межзвездной среде, полученное на основе астрономических наблюдений.

### Источники и литература

- 1) Grun E., Zook H. A., Baguhl M. et al., 1993, Nature, V. 362, 428
- 2) Sterken V.J., Strub P., Kruger H., von Steiger R., Frisch P., 2015, ApJ, V. 812, 141
- 3) Slavin J.D., Frisch P.C., Muller H.-R. et al., 2012, ApJ, V. 760, 46