

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КОМЕТ

Нефедьев Ю.А., Андреев А.О.

*Казанский федеральный университет, г. Казань, star1955@mail.ru*

### **Аннотация.**

Область астрономии, имеющая дело с кометами, является важной составляющей современных космических исследований. Это подразумевает как изучение физических, химических и эволюционных параметров, так и определение генетических связей между метеоритами и их родительскими телами. В работе рассмотрен анализ изоплотности изображений комет Аренд-Роланда, 45P/Honda и Bennett на основе базы данных астрономических фотографий астрономической обсерватории им. Энгельгардта (ЕАО). Используя программное обеспечение, предназначенное для анализа яркости цифровых изображений, были разработаны структурные модели для 3 комет. Также были определены изофоты их ядер, ком и хвостов. Поскольку ядра комет являются элементами динамической эволюции и процессов в Солнечной туманности, изучение цифровой базы данных о кометах позволит усовершенствовать теорию их образования и эволюции.

### **Введение.**

Ядра комет являются остатками первичного вещества солнечной системы, составляющей протопланетный диск. Поэтому их исследование позволяет восстановить эволюционную картину формирования планет. Изучение структуры и физических свойств кометных атмосфер в основном изучается с использованием наблюдений околоземных ярких комет. Однако, современные исследования околоземных и удаленных на значительные гелиоцентрические расстояния комет показали значительное различие их активности [Dlugach et al., 2018]. Анализ структурных особенностей различных комет позволит построить более точную теорию их эволюционных параметров.

### **Метод анализа.**

Для получения эквиденсит применялся изоденсный анализ [Pennetta, 2018], с той лишь разницей, что для изофоты второй степени использовались не изоденсы первой степени, а её контактный негатив, полученный на тех же снимках, что и эквиденситы первой степени. Этим преследовалась цель усиления контраста и получения более узких и тесных изофот. Это позволило выделить довольно близко расположенные друг к другу изофоты. Были построены изоденсивные модели для комет Bennett, 45P/Honda и Arend-Roland.

### **Результаты.**

Моделирование изофот кометы Bennett позволило получить структуру наиболее яркой части головы кометы. Две изофоты имеют вид окружностей. Остальные изофоты имеют выступы в одном направлении, что, очевидно, соответствует выбросу из кометного ядра. Отчетливо прослеживаются яркостные лучи. Оптический центр расположен несимметрично. Карта изофот получена с увеличением в 17.85 раза. Изофоты расположены довольно плотно. Среднее различие между изофотами равно 0.06 звездной величины. Общее падение яркости от первой изофоты до последней равно 3.40 звездной величины. Хорошо обрисовывается хвост кометы на значительном удалении от головы и его лучистая структура. При моделировании изофот для 45P/Honda точность метода оказалась равной 0.045<sup>m</sup>. Эта точность подтверждается и тем, что в некоторых случаях выделяются изофоты, отличающиеся друг от друга на 0.02, 0.025 и 0.03 относительной звездной величины. Для всех изофот характерно последовательное изменение вида изофот от центра к периферии. Около ядра изофоты похожи на окружности. Ближе к краю появляются выступы в сторону хвоста кометы. На периферийных участках, особенно ближе к хвосту, изофоты имеют вид широких полос, а в центральных районах, ближе к ядру кометы, они представляют собой тонкие линии. Для кометы Arend-Roland удалось выделить довольно узкие и тесные изофоты, используя контактно полученные негативы снимков с изофот. Этот метод был применен как для получения изофот второй степени, так и для получения изофот третьей степени. При этом были выделены изофоты, отличающиеся на 0.03 звездной величины, и разность плотностей равная 0.02<sup>m</sup>. Воспроизводимость изофот этим методом равна 0.02 звёздной величины.

### **Анализ результатов.**

Изоденсный метод позволяет сравнивать изофоты для различных комет и на основании получаемых данных проводить сравнительный анализ кометной активности. В зависимости от результатов данного анализа возможно более точно выполнить оценку эволюционных параметров кометных тел и динамической эволюции и процессов в солнечной туманности. В принципе некоторые кометы могли прийти в нашу солнечную систему из межзвездного

пространства, поэтому нужно учитывать это при окончательных выводах.

#### **Заключение.**

Кометы представляют собой капсулы времени. Они заключают в себе информацию о том времени, когда Солнце было молодым, а Земля только зарождалась [Sokolova et al., 2016]. В ядрах комет сохраняется первичное вещество, из которого 4.5 млрд лет назад образовалась Солнечная система. Комета собрала лёд, замёрзшие газы, твёрдые частицы, в некоторых нашли глицин – аминокислоту, без которой не обходится ни одно живое существо [Sokolova et al., 2018]. Поэтому определение структурных, физических и химических кометных параметров является важным для понимания динамической эволюции и процессов в солнечной туманности.

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, а также поддержана Российским научным фондом (грант 19-72-00033), Российским фондом фундаментальных исследований (проект 19-32-90024*

*Аспиранты), стипендией Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dlugach J.M., Ivanova O.V., Mishchenko M.I., Afanasiev V.L. Retrieval of microphysical characteristics of particles in atmospheres of distant comets from ground-based polarimetry // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. 2018. V. 205. P. 80–90.
2. Pennetta M. Beach Erosion in the Gulf of Castellammare di Stabia in Response to the Trapping of Longshore Drifting Sediments of the Gulf of Napoli (Southern Italy) // Geosciences. 2018. V. 8(7). P. 235.
3. Sokolova M., Nefedyev Y., Sergienko M., Demina N., Andreev A. Analysis of the Lyrids' meteor stream structure for long timeslots // Advances in Space Research. 2016. V. 58(4). P. 541–544.
4. Sokolova M., Sergienko M., Nefedyev Y., Andreev A., Nefediev L. Genetic analysis of parameters of near earth asteroids for determining parent bodies of meteoroid streams // Advances in Space Research. 2018. V. 62(8). P. 2355–2363.