

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ МЕТЕОРНОГО ПОТОКА К-ЦИГНИДЫ

Сергиенко М.В., Соколова М.Г., Нефедьев Ю.А., Андреев А.О.

Казанский федеральный университет, г. Казань, maria_sergienko@mail.ru

Аннотация.

Структурные параметры к-Цигнид (параметр функции светимости r распределения метеоров по звездным величинам, параметр S распределения метеорных тел по массам в потоке, зенитное часовое число ZHR) определены по визуальным наблюдениям. Установлено, что при долготе Солнца 142.8° регистрируются максимальные значения мелких и крупных структурных элементов потока к-Цигнид. Из этих данных следует, что в начале эволюционного пути потока он имел орбиту 142.8° . В зависимости от функции светимости наблюдается сокращение величины орбитальных эксцентриситетов к-Цигнид на 0.04 и уменьшение больших полуосей орбиты потока. Определено, что наиболее генетически близкими родительскими телами для к-Цигнид являются группы астероидов Аполлонов и Амуры.

Введение.

Целью исследования является изучение связей метеорного потока к-Цигнид с различными группами астероидов, пересекающих орбиту Земли, на основе наблюдаемой структуры метеорного потока и комплексного подхода оценки близости расстояний между орбитами двух тел. Метеорный поток к-Цигниды (код KCG) наблюдается с 3 по 25 августа, относится к потокам с невысокой активностью, размер его средней орбиты составляет около 3.2 а.е., геоцентрическая скорость 24 км/с. Родительское тело (РТ) потока среди комет не найдено. Активно изучаются связи потока с астероидами, как вероятные РТ потока, некоторые из них как гипотезы приведены на сайте Центра метеорных данных IAU MDC.

Метод анализа.

Для изучения структурных особенностей потока к-Цигнид используется многолетний статистически обеспеченный массив визуальных наблюдений метеоров Международной метеорной организации (<http://www.imo.net/data/visual>) и телевизионные наблюдения метеоров за 2013-2016 гг. системы Мини-Мега Тортора (ММТ) Казанского федерального университета (Россия). Для поиска РТ исходная база астероидов составила 17800 орбит (http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb_query.cgi). Были использованы телевизионные Japan Meteor Network (<http://sonotaco.jp/doc/SNM/index.htm>), Croatian Meteor Network CMN ([\[rgn.hr/downloads/downloads.html#orbitcat\]\(http://rgn.hr/downloads/downloads.html#orbitcat\)\) и фотографический IAU MDC \(<http://www.astro.sk/IAUMDC/Ph2013/>\) каталоги орбит, в которых приведено 700 орбит метеоров к-Цигнид. Исследование связей потока с астероидами групп Аполлоны, Алены, Амуры и Атиры проводилось с применением D-критерия J.D. Drummond \[Drummond, 1981\] и метрики К.В. Холшевникова \[Kholshchevnikov et al., 2016\] как функций расстояния между орбитами, а также постоянной Тиссерана и двух параметров \(динамических критериев\) ограниченной задачи 3-х тел \[Kramer, Shestaka, 1987\]. Критические верхние значения D-критерия и динамических критериев, при условии выполнения которых принималась или отклонялась гипотеза тождественности орбит, определялись на основе нахождения средних орбит потока внутри каждого каталога с учетом их дисперсии и ошибок наблюдений каталогов. Вероятность близости орбит определялась как полная вероятность наступления совместных событий с заданным уровнем значимости.](http://cmn.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Результаты.

Исследование структуры к-Цигнид выполнено по методике, опубликованной [Sokolova, Sergienko, 2016]. По визуальным наблюдениям численности и яркости метеоров $+3^m$ и ярче за 1996-2011 гг. установлено, что повышение активности потока наблюдается с 13 августа и остается на уровне 11-14 метеоров в час до 19 августа (интервал эклиптической долготы Солнца 140° - 146°). Максимальное соотношение крупной и мелкой составляющих метеороидов по массе регистрируется на долготе Солнца 142.8° . Это позволяет предположить, что потенциальное родительское тело к-Цигнид в период образования роя могло иметь орбиту с долготой узла, близкой 142.8° . Для наблюдаемого диапазона метеоров от -5^m до $+3^m$ имеет место уменьшение больших полуосей на 0.8 а.е. и эксцентриситетов на 0.04 орбит к-Цигнид в зависимости от яркости метеоров. При поиске РТ к-Цигнид среди Аполлонов с вероятностью 0.7 выделены два астероида 2001MG1 и 2002LV. Кроме того, с вероятностью 0.6 выделены астероиды группы Амуры 2002GJ8, 2010QA5, 2012QN49. В группах Алены и Атиры вероятность отождествления астероидов с орбитами к-Цигнид не превышает значения 0.2.

Анализ результатов.

Аполлоны 2001MG1 и 2002LV, как возможно связанные с к-Цигнидами, указываются другими авторами, помимо них приводятся также астероиды 2004LA12, 2008ED69, которые имеют вероятность 0.4. Что касается, астероидов группы Амуры, то исследование их связей с к-Цигнидами не найдено. Следует отметить, что Амуры 2002GJ8, 2010QA5, 2012QH49 имеют значение постоянной Тиссерана относительно Юпитера 2.6, 2.7 и 2.8 соответственно, что относит их к объектам кометного типа.

Заключение.

Несмотря на хорошую изученность потока к-Цигнид (в отличие от других малых потоков), вопрос о его РТ остается открытым. Очень важное значение имеет разработка объективных способов отбора астероидов с близкими орбитами. Исследование структур метеорных потоков – сирот также дает дополнительные критерии для уточнения вопроса о природе их происхождения.

Благодарности. 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. Drummond J.D. A test of comet and meteor shower associations // *Icarus*. 1981. V. 45(3). P. 545–553.
2. Kholshchevnikov K.V., Kokhirova G.I., Babadzhanov P.B., Khamroev U.H. Metrics in the space of orbits and their application to searching for celestial objects of common origin // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2016. V. 462(2). P. 2275–2283.
3. Kramer E.N., Shestaka I.S. Quasi-stationary parameters of small bodies in the solar system // *Astronomicheskii Vestnik*. 1987. V. 21. P. 75–83.
4. Sokolova M.G., Sergienko M.V. Comparison of the structures of meteor streams of cometary and possible asteroidal origin // *Solar System Research*. 2016. V. 50(6). P. 379–389.