



УДК 523.68

## Определение принадлежности отдельных метеоров к метеорным потокам по наблюдениям в г. Иркутске

Е. С. Комарова ([eskomarik@gmail.com](mailto:eskomarik@gmail.com))

**Аннотация.** Работа посвящена анализу данных о первых метеорных наблюдениях Астрономической обсерваторией Иркутского государственного университета. В докладе описаны техника – патрульная камера широкого поля, с помощью которой можно наблюдать метеоры до 5-звездной величины, задачи, используемые методы метеорной астрономии. Одна из задач проводимых исследований – верификация уже известных и выявление новых метеорных потоков. Наблюдения начаты в пробном режиме осенью 2008 г., ведутся в штатном режиме, начиная с весны 2009 г. За указанный период зарегистрировано около 1000 отдельных метеорных событий. Приведены некоторые результаты предварительной обработки наблюдений и их анализ.

**Ключевые слова:** наблюдения, метеор, поток, радиант, скорость, отождествление, космогония, экваториальные координаты.

### Введение

Осенью 2008 г. на базе Астрономической обсерватории Иркутского государственного университета совместно с Институтом астрономии РАН (ИНАСАН) был начат проект по мониторингу метеорных явлений в г. Иркутске. Ценность проводимых наблюдений состоит в получении длинных рядов объективных регистраций частиц Солнечной системы, пересекающих орбиту Земли, благодаря которым можно получить картину пространственного распределения потоков и входящих в них частиц. Характерное динамическое время изменений свойств потоков метеорных тел составляет десятки лет, поэтому только на основании длинных рядов непрерывных наблюдений могут быть построены и обновлены модели распределения малоразмерных частиц в Солнечной системе. Данные наблюдения необходимы для построения современной теории планетной космогонии и разработки модели метеорного вещества в Солнечной системе. Современные представления о строении и происхождении Солнечной системы остаются фрагментарными, их теоретические модели – слабо обоснованным наблюдательным материалом. В связи с активизацией космических исследований стоит вопрос о создании отечественной модели метеорного вещества, которой в нашей стране нет. Имеющийся ГОСТ 25645.128-85 «Вещество метеорное» составлен четверть века назад и уже не отражает современного

уровня притока метеорного вещества на Землю, и не соответствует современным представлениям о требуемом качестве исходного материала. Исследование картины миграций малоразмерных тел в Солнечной системе представляет очень большой интерес и с точки зрения проблем безопасности человечества в отношении так называемой «астероидно-кометной опасности». Помимо этого, открытие экзопланет в других звездных системах показало несостоятельность развитой во второй половине XX в. планетной космогонии [1], согласно которой наблюдаемые экзопланеты вообще не могли сформироваться там, где они обнаружены. Поэтому изучение миграций вещества в Солнечной системе как в статике, так и в динамике на интервале в сотни и тысячи лет, должно явиться важным основанием для формирования современных представлений о планетной космогонии. Целью метеорных исследований является накопление наблюдательного материала, необходимого для разработки отечественной модели метеорного вещества и обоснования новой космогонической гипотезы. За два столетия изучения метеоров разнородными средствами (визуальными, фотографическими и радиолокационными методами) выявлено несколько тысяч метеорных потоков, достоверность существования которых подтверждена только для нескольких десятков. Поскольку даже в одном выделенном потоке распределение входящих в него частиц не является однородным, многолетние наблюдения такого потока позволяют получить представление о распределении частиц вдоль орбиты потока. Получение достоверных наблюдательных данных о текущем распределении малоразмерных частиц в Солнечной системе и о его изменениях во времени является важнейшим исходным материалом для построения теоретических моделей потоков тугоплавких частиц в межпланетном пространстве, для понимания природы комет как родительских тел метеорных потоков, для обеспечения безопасности космических экспериментов. Задачей исследования является изучение метеоров с массой частиц в диапазоне от 0,001 г до 10 кг и создание банка данных метеорных регистраций как основы верифицированного каталога метеорных потоков и постоянный мониторинг их состояния.

### **Техника и применяемые методы**

В качестве регистрирующего устройства на полигоне ВСФ ФГУП ВНИИФТРИ, где располагается часть исследовательских установок астрономической обсерватории ИГУ, установлена патрульная установка, собранная в ИНАСАН на базе камеры LCL-903Q производства Watec America и короткофокусного объектива. Камеры подобного типа используют в системах охранного слежения. Установка находится на крыше корпуса полигона и направлена в зенит. Запись ведется с частотой 25 кадров в секунду, данные сохраняются в виде фильма в формате avi. Поле зрения составляет 40×60 градусов, проникающая способность – до 4,7 звездной величины. Основные ошибки камеры – низкое отношение сигнала к шуму, которое редко превосходит 2–3-х единиц, и весьма высокий уровень шумов. На

всех кадрах также присутствует муаровая картина, источник которой, видимо, связан с ошибками развертки, оцифровки или записи в компьютер. Указанные ошибки устраняются при помощи обрабатывающих данные компьютерных программ.

С осени 2009 г. камера работает в штатном режиме. К началу ноября 2010 г. примерно за 1600 наблюдаемых часов было зарегистрировано порядка 1000 метеорных событий.

Одним из этапов обработки данных стало создание программы для получения экваториальных координат метеора. Для этой цели был использован алгоритм А. П. Карташовой [2], в соответствии с которым составляется таблица для перевода прямоугольных координат точек кадра в экваториальные. Для определения экваториальных координат объекта (метеора) необходимы опорные звезды с известными координатами, которые выбираются из этой таблицы таким образом, чтобы изучаемый объект оказался в области между опорными звездами. Далее, производится интерполяция табличных данных и вычисляются экваториальные координаты метеора. На основе данных, полученных в течение трех ночей с помощью патрульной камеры, была составлена таблица из 1729 точек, отражающих положения опорных звезд. Согласно этой методике создана рабочая версия компьютерной программы «Небосвод», разработчиком которой является Д. Б. Баскаков. Эта программа была применена для обработки полученных данных.

### Обработка и анализ результатов

Для анализа принадлежности метеоров к потокам с известными радиантами были взяты данные за 5, 7, 8, 9, 10, 13, 17 ноября 2009 г. Было обработано 50 метеорных регистраций, полученные за 55 часов наблюдений. Из рис.1 видно, что среднее число наблюдательного времени составило примерно 9,71 часов за одну ночь. Количество кадров на один метеор составило от 3 до 51, что видно из рис. 2.

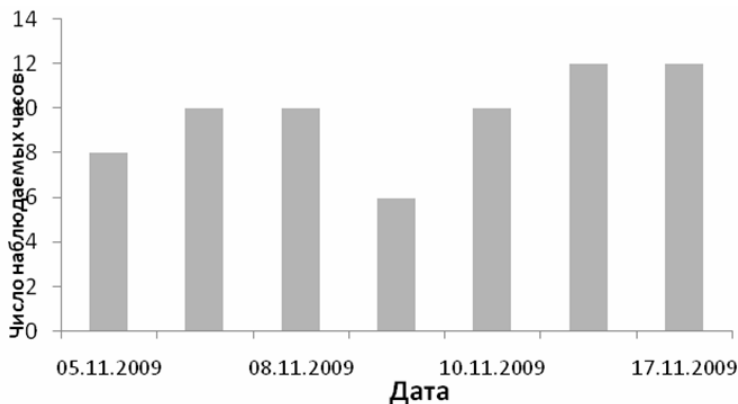


Рис. 1. Количество наблюдаемых часов на каждую дату наблюдения

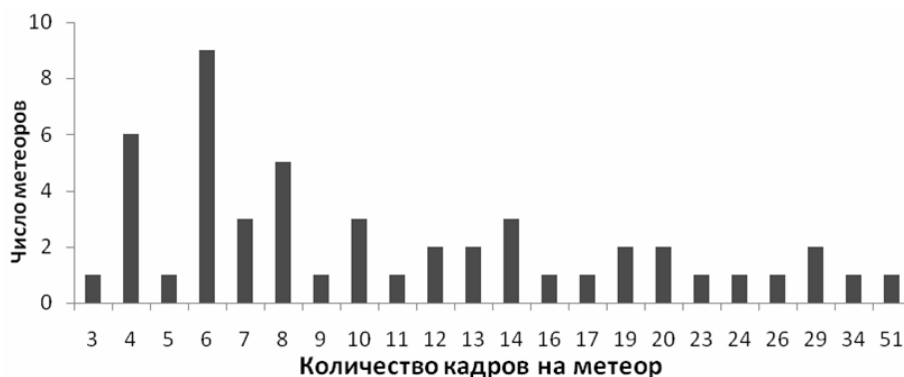


Рис. 2. Число метеоров и количество кадров на метеор

Для отождествления метеоров использовался пакет программ Radiant Calculator (автор В. А. Леонов, ИНАСАН). Данный пакет предназначен для проведения обработки телевизионных изображений метеоров, зарегистрированных при односторонних наблюдениях, и получения материала, необходимого для астрофизических исследований метеорных роев [3].

По данным ИМО в этот момент действовало порядка 8 крупных потоков: Леониды, Ориониды, хи-Ориониды, Андромедиды, Северные Тауриды, Южные Тауриды, Ариэтиды, Альфамоноцеротиды. Это достаточно хорошо изученные мощные метеорные потоки, включенные в общий каталог потоков Международной метеорной организации ИМО. Для этих потоков опубликованы все параметры, в том числе и суточный дрейф радианта.

Наиболее важный этап отождествления метеоров с потоками сводится к вычислению расстояния от большого круга, на котором находится метеор, до предполагаемого радианта. С помощью программы Radiant Plus было произведено сопоставление параметров всех метеоров, зарегистрированных в наблюдаемые ночи, и всех проверяемых в этот период известных метеорных потоков.

Затем, с помощью программы Radiant Distance были определены параметрические характеристики каждого метеора: элонгация, длина трека метеора и его направление по отношению к предполагаемому метеорному радианту. Под элонгациями начала и конца трека метеора понимаются угловые расстояния от проверяемого радианта до точек начала и конца трека метеора. При сопоставлении этих параметров появляется возможность сразу исключить метеоры, которые движутся в сторону радианта, т. е. к этому радианту не заведомо принадлежат.

Далее, с помощью программы Meteor Velocity производилось вычисление угловых скоростей метеоров. Это необходимо для сопоставления скоростей метеоров и характерных значений скорости данного потока. Эти параметры позволили сделать выводы о принадлежности и непринадлежности метеоров к конкретным потокам.

Точность определения принадлежности метеоров к радиантам определяется точностью определения расстояния от большого круга каждого метеора до радианта. В свою очередь, данная точность достигается качеством

наведения курсора на метеорный трек при измерениях координат следов метеора. На широкопольных камерах, где большую часть наблюдений составляют яркие метеоры, выделение концов трека на фоне шумов становится очень сложной задачей. Происходит «заливание» соседних пикселей. Чтобы уменьшить величину ошибки, мы измеряем не начало и конец трека метеора, а середину каждого трека [4].

## Выводы

Из 50 обработанных метеоров 12 были отождествлены с известными потоками, что составляет всего 24 %. 4 метеора относятся к потоку Северные Тауриды, 1 к потоку Андромедида, 2 – к потоку Ориониды и 5 метеоров – к потоку Леониды. Три метеора из потока Леониды наблюдались 17 ноября (дата максимума данного потока), и на рис. 3 видно, что эти метеоры имеют близкие значения угловой скорости, из чего можно с достаточной степенью достоверности утверждать, что эти метеоры принадлежат к одному потоку. Отметим, что наблюдались и метеоры, которые не удалось отнести к какому-либо потоку с заметно отличающимися значениями угловой скорости – например, порядка 2 град/с. Кроме того, анализ направления движения метеоров также позволял уверенно отнести отождествленные события к указанным потокам.

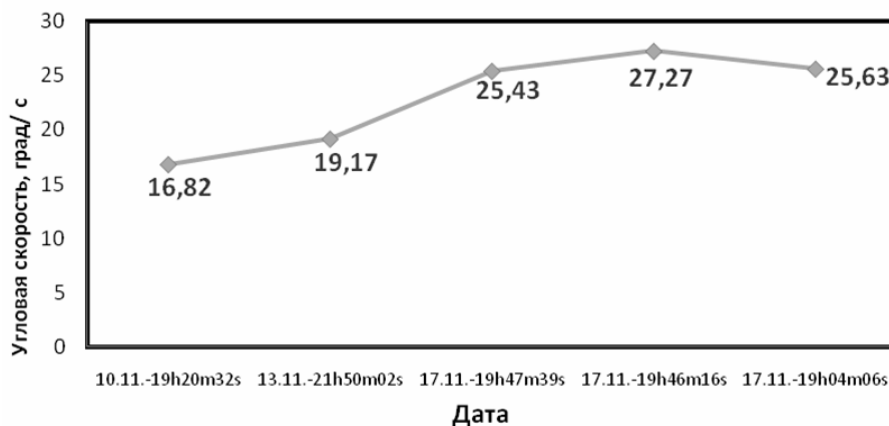


Рис. 3. Значения угловой скорости для нескольких метеоров, идентифицированных как принадлежащих потоку Леониды (2009)

В то же время становится ясно, что  $\frac{3}{4}$  от произвольно взятой (хотя бы и небольшой) выборки событий не могли быть отнесены к известным (отождествленным) метеорным потокам. По-видимому, может быть сделан вывод, что степень неопределенности при опознании метеоров достаточно высока, и параметры большей части существующих метеорных потоков до сих пор остаются неизвестными.

Этот факт свидетельствует о том, что задача идентификации метеорных потоков, анализа эффективности механизмов смещения радиантов, а значит, и изменения параметров орбит метеорных потоков в Солнечной

системе, остается чрезвычайно актуальной. Проблема создания верифицированного каталога метеорных потоков и постоянный мониторинг их состояния, что необходимо, помимо решения фундаментальных задач, связанных с изучением эволюции вещества в Солнечной системе, для практических задач обеспечения безопасной навигации в околоземном и дальнем космосе. В обсерватории Иркутского университета планируется продолжение непрерывных наблюдений, модификация средств наблюдений и обработки данных в целях решения указанных выше задач.

#### Список литературы

1. *Багров А. В.* Планета Ольберса: история продолжается // Историко-астрономические исследования. – 2003. – № 18. – С. 42–54.
2. *Карташова А. П.* Метод определения экваториальных координат объекта // Околоземная астрономия 2007 : тр. междунар. конф. – Нальчик : Изд. М.и В. Котляровы, 2008. – С. 269–273.
3. *Леонов В. А.* Определение принадлежности метеоров к потокам методом односторонних наблюдений // Астроном. вестн. – 2010. – Т. 44, № 2. – С. 135–149.
4. Методика позиционных измерений телевизионных изображений телескопических метеоров / Ю. М. Горбанев [и др.] // Астроном. вестн. – 2008. – Т. 42, № 1. – С. 37–53.

## The definition of an accessory of separate meteors to meteoric streams by observations in Irkutsk

E. S. Komarova

**Abstract.** The report is devoted to the analysis of Irkutsk State University Astronomical observatory first meteoric observations data. Technics – the patrol wide field chamber which to observe meteors to 5 star sizes, the problems and used methods of meteoric astronomy are described. One of problems of spent researches – verification already known and revealing of new meteoric streams. Observations was begun on the autumn 2008 with a trial mode and in the spring 2009 with a regular mode. For the specified period it is registered about 1000 separate meteoric events. Preliminary results of observations and their interpretation are presented.

**Key words:** supervision, meteor, stream, radiant, speed, identification, cosmogony, equatorial coordinates.

*Комарова Евгения Сергеевна  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
младший научный сотрудник  
тел(3952) 27-12-94*