

УДК 523.683

ОПТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ МЕТЕОРОВ В ИРКУТСКЕ

¹Е.С. Комарова, ^{1,2}В.В. Капленко, ¹А.В. Дорофеев, ^{1,3}С.А. Язев

OPTICAL METEORIC OBSERVATIONS IN IRKUTSK

¹E.S. Komarova, ^{1,2}V.V. Kaplenko, ^{1,2}A.V. Dorofeev, ^{1,3}S.A. Yazev

Работа посвящена анализу данных первых инструментальных метеорных наблюдений в астрономической обсерватории Иркутского государственного университета (ИГУ). Описаны техника (патрульная камера широкого поля, с помощью которой можно наблюдать метеоры до 5-звездной величины), задачи, используемые методы метеорной астрономии. Наблюдения начаты в пробном режиме осенью 2008 г. и в штатном режиме осенью 2009 г. Описывается способ вычисления экваториальных координат метеора, расчет радиантов, определение принадлежности каждого зарегистрированного метеора к тому или иному потоку с хорошо известным радиантом. Планируется создание базы данных регистраций известных и спорадических потоков. Представлены предварительные результаты наблюдений и их интерпретация.

The report is devoted to the analysis of the first instrumental meteoric observations obtained at the Astronomical Observatory of the Irkutsk State University (ISU). Equipment (the patrol wide-field chamber for observing meteors up to five star sizes), tasks, and meteoric astronomy methods employed are described. The observations started in the trial mode in autumn 2008 and in the normal mode in autumn 2009. We describe a method for calculating meteor equatorial coordinates, calculation of radiant, and determination of belonging of registered meteors to a stream with well-known radiant. We plan for a database of registration of known and sporadic streams to be created. Preliminary results of observations and their interpretation are presented.

Тема наземной оптической метеорной астрономии представляется актуальной по нескольким причинам [1–4].

Во-первых, знание координат радиантов метеорных потоков необходимо для восстановления пространственного расположения метеорных потоков в Солнечной системе. Эта информация актуальна в связи с планированием будущих космических полетов в околоземном (и особенно в межпланетном) пространстве в контексте обеспечения безопасности. Столкновение космического аппарата даже с небольшим метеорным телом может привести к гибели аппарата стоимостью в сотни миллионов долларов.

Во-вторых, согласно имеющимся данным, в метеорных потоках могут содержаться крупные небесные тела, способные причинить ущерб наземным объектам в случае столкновений с Землей. В связи с этим необходим постоянный мониторинг крупных метеорных потоков, для чего надо знать точные элементы их траекторий.

В-третьих, наблюдения метеоров важны для изучения параметров верхней атмосферы. Сопоставление данных о наблюдениях метеоров с теориями, описывающими верхнюю атмосферу, обеспечивает возможность верификации и фальсификации указанных теорий, возможность уточнять параметры атмосферы на больших высотах.

В-четвертых, знание истинного пространственного распределения метеорных потоков в межпланетном пространстве, отражающего распределение кометных орбит в прошлом, важно для исследований в области космогонии. Эта информация содержит в себе данные о процессах формирования и эволюции орбит небесных тел в Солнечной системе и нужна для проверки различных вариантов гипотез, описывающих динамику небесных тел в Солнечной системе.

Метеорные потоки, наблюдаемые с Земли, пересекают плоскость эклиптики на расстоянии 1 а. е. от Солнца, межпланетные метеорные потоки принци-

пиально не наблюдаемы. В качестве индикаторов орбит межпланетных метеоров можно использовать наблюдаемые периодические кометы. В процессе своей эволюции их ядра выбрасывают метеорные частицы, которые остаются практически на родительской орбите. Поэтому кометные орбиты можно считать совпадающими с орбитами молодых метеорных потоков, порождаемых в результате распада родительских кометных ядер. Что касается старых метеорных потоков, которые порождены полностью распавшимися кометами, то они по своему числу в десятки и сотни раз могут превышать число молодых потоков. Можно предположить, что они равномерно распределены по плоскости орбиты межпланетного перелета.

За 150 лет своего существования и развития метеорная астрономия накопила много данных о природе метеоров, но на протяжении нескольких последних десятилетий этот раздел астрономии находится в состоянии относительного упадка. Так, последние метеорные наблюдения в Иркутске приходятся на 70-е годы прошлого века.

В связи с этим осенью 2008 г. астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета (АО ИГУ) совместно с Институтом астрономии РАН (ИНАСАН) начали работать над совместным проектом по наблюдению метеоров в Иркутске [5] под общим научным руководством д.ф.-м.н. А.В. Багрова. Из ИНАСАН привезена и установлена на астрополитоне Всероссийского научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений (ВСФ ФГУП ВНИИФТРИ) патрульная камера широкого поля, с помощью которой можно наблюдать метеоры до 5-звездной величины.

Патрульная камера представляет собой короткофокусный широкоугольный объектив, в фокусе которого установлена чувствительная видеокамера, работающая с частотой 25 кадров в секунду. В результате установки камеры так, чтобы центр поля зрения совпадал с точкой зенита, обеспечивается

возможность непрерывного (в течение ясной ночи) наблюдения ярких объектов до 4–5-звездной величины на звездном небе. В поле зрения попадает большая часть околосенитной зоны небесной сферы, наблюдаемой в Иркутске. Объектив и видеокамера находятся в герметичном металлическом корпусе. Перед объективом стоит герметичное стекло, защищающее объектив от внешних воздействий (осадков и т. д.). На внутренней стороне защитного стекла стоит термоэлемент, обеспечивающий нагрев и защищающий стекло от запотевания.

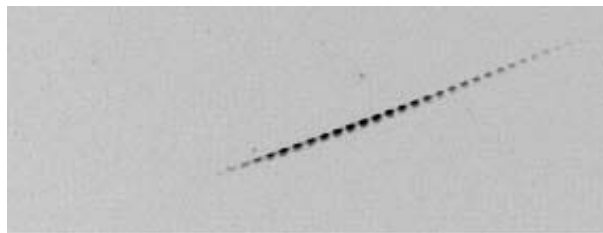
Каждую ясную ночь камера включается, за ночь накапливается порядка 30 Гб информации. В поле зрения камеры, помимо метеоров, попадают искусственные спутники Земли, включая «вспыхивающие» спутники системы «Иридиум», самолеты, вертолеты, лазерные лучи расположенного вблизи ночного клуба, птицы, летающие насекомые и т. д. Фрагменты видеозаписи, содержащие яркие движущиеся объекты, выделяются и сохраняются в виде цифровых фильмов в формате avi с помощью специальной программы, разработанной А.В. Дорофеевым. Принцип действия системы аналогичен алгоритмам, используемым в видеокамерах охранного слежения. Программа позволяет произвести:

- захват и сохранение видеозаписи в формате avi на диске компьютера с формированием списка сохраняемых файлов;
- сканирование видеозаписи в целях обнаружения движущихся объектов с формированием списка обнаруженных объектов;
- просмотр видеозаписи со списком, автоматическое позиционирование на момент обнаружения объекта в видеозаписи;
- сохранение выбранных фрагментов записи (видеофайлов) на диске.

Фрагменты, содержащие движущиеся объекты, просматриваются оператором. Отождествление объектов осуществляется визуально. Оператор отбирает видеофайлы, содержащие информативные записи метеоров, после чего отобранные файлы записываются на отдельный диск, а начальная информация стирается, тем самым освобождается память компьютера для следующих наблюдений.

Цифровые видеофайлы, содержащие запись полета метеора, с помощью программы Virtual Dub разбиваются на отдельные кадры. Далее отбираются кадры звездного неба, на которых четко прослеживается полет метеора и окружающие его опорные звезды. Для определения экваториальных координат используется методика А.П. Карташовой (ИНАСАН), в соответствии с которой составляется таблица перевода прямоугольных координат точек кадра (x_i, y_i) в экваториальные координаты (t_i, δ_i). Экваториальные координаты объекта (метеора) определяются по трем ближайшим опорным звездам, координаты которых известны из звездного каталога. Таблица для этого перевода может быть построена на основе массива наблюдений, полученных в течение длительного времени (ночи или нескольких ночей).

Отдельные кадры обрабатываются в программе Adobe Photoshop CS4. С помощью этой программы в режиме стека снижается уровень шума путем наложения одного кадра на другой с применением соответствующих фильтров (см. рисунок).



Трек метеора, полученный патрульной камерой в Иркутске (негатив).

Для отождествления радиантов метеорных потоков используется пакет программ, разработанных В.А. Леоновым (ИНАСАН): Meteor Velocity (применяется для вычисления видимой угловой скорости метеора и его длины), Radiant Plus (для первичного определения принадлежности метеора к некоторому радианту и вычисления углового расстояния от большого круга, на котором находится данный метеор, до точки действующего в момент наблюдения радианта), Radiant Dist (используется для вычисления элонгации метеора относительно предполагаемого радианта, а также для определения длины метеорного трека), Radiant STN (применяется для отождествления метеорных потоков методом Станюковича).

На основе пробных наблюдений в январе 2009 г. определена принадлежность зарегистрированных метеоров потоку Квадрантиды, радиант которого находится в созвездии Волопаса. Период активности потока приходится на 1–5 января, максимум активности – на 3 января с часовым числом метеоров до 70. Сопоставление табличных значений координат радианта Квадрантиды с полученными значениями наблюдаемых метеоров показало, что табличные и полученные значения достаточно близки. Анализ траекторий нескольких других метеоров позволяет сделать вывод о том, что они принадлежат двум слабым, ранее неизвестным метеорным потокам с радиантами в созвездиях Льва и Рака. Планируются дальнейшие наблюдения этих потоков для уточнения радиантов и подтверждения (либо опровержения) факта их существования.

Начиная с сентября 2009 г., камера работает в штатном режиме. Мониторинг метеорных потоков в Иркутске (восточная часть России) важен тем, что некоторые метеорные потоки могут наблюдаться в ночное время только здесь. В связи с этим планируется: выполнение: расчетов экваториальных координат метеоров на небесной сфере и определение радиантов метеорных потоков, отождествление метеорных потоков по координатам радиантов, подтверждение и уточнение уже известных, создание Единой базы данных радиантов метеорных потоков совместно с ИНАСАН, изучение особенностей разрушения метеорных тел с использованием регистрируемых световых кривых. В перспективе планируется установка второй патрульной камеры для выполнения базисных наблюдений, что позволит определять высоту метеоров и пространственную ориентацию их треков.

Работа выполнена в рамках Тематического плана НИР ИГУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров А.В. Планета Ольберса: история еще не закончена! // Историко-астрономические исследования. М.: Наука, 2003. Вып. XXVIII. С. 72–82.
2. Багров А.В. Околоземная астрономия: рождение новой дисциплины // Историко-астрономические исследования. М.: Наука, 2005. Вып. XXX. С. 36–55.
3. Багров А.В. Об отсутствии механизма формирования межзвездных метеоров // Сборник трудов конференции «Околоземная астрономия-2005». Казань. Казан. гос. ун-т. 2006. С. 139–144.
4. Багров А.В. Вывод теоретического распределения метеорных частиц по размерам при разрушении родительского тела // Сборник трудов конференции «Околоземная астрономия-2005». Казань. Казан. гос. ун-т. 2006. С. 159–165.
5. Комарова Е.С., Язев С.А. Первые метеорные наблюдения в Иркутске // Труды международной конференции «Астрономия и всемирное наследие: через время и континенты». Казань. Казан. гос. ун-т. 2009. С. 313.

¹Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета, Иркутск

²Восточно-Сибирский филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Восточно-Сибирский институт физико-технических и радиотехнических измерений», Иркутск

³Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск