

УДК 523.682

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕЖГАЛАКТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРНОЙ ЧАСТИЦЫ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ

© 2007 В. Л. Афанасьев¹, В. В. Калениченко², И. Д. Караченцев¹¹ Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167 Россия² Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко

Поступила в редакцию 10 июля 2007 г.; принята в печать 17 августа 2007 г.

28.07.2006 г. на 6-м телескопе зарегистрирован спектр слабого метеора. Уверенно отождествлены линии FeI и MgI, OI, NI и полосы молекулярного азота N₂. Скорость вторжения метеорного тела в атмосферу Земли, оцененная по лучевой скорости, составила 300 км/с. Размер тела составлял десятые доли миллиметра, что совпадает с размерами хондр в углистых хондритах. Радиант траектории метеора совпадает с положением апекса движения Солнечной системы к центру Местной группы галактик. Наблюдения слабых спорадических метеоров на широкоугольной телевизионной ПЗС-камере FAVOR подтвердили радиант с уровнем значимости более 96%. Сделан вывод, что, вероятно, эта метеорная частица имеет внегалактическое происхождение. Остаются открытыми следующие важные вопросы: 1. Каким образом пылевые частицы, богатые металлами, оказались в межгалактическом пространстве? 2. Почему межгалактические пылинки имеют на 2 порядка более крупные размеры (и на 6 порядков большие массы), чем обычная межзвездная пыль нашей Галактики? 3. Если межгалактическая пыль окружает галактики в виде пылевых (или газопылевых) ореолов, то имеются ли сейчас иные наблюдательные возможности обнаружения таких образований (ИК-наблюдения со спутника Spitzer и т.д.)? 4. Если существует неоднородная межгалактическая пылевая среда с указанными выше параметрами, то проявляет ли она себя в виде неоднородностей на картах микроволнового фона (WMAP и др.)?

1. ВВЕДЕНИЕ

Систематический поиск и исследование метеоров, порождаемых вторжением в атмосферу Земли космических тел, ведется на широкоугольных камерах небольшого диаметра [1]. Спектральные данные, получаемые по бесщелевым спектрам, относятся к метеорам ярче 4–5 звездной величины и дают сведения о химическом составе разрушающихся частиц [2]. Известно, что кроме достаточно ярких метеоров, связанных с метеорными потоками, наблюдается огромное количество спорадических метеоров слабее 8 зв. величины. Наблюдатели на больших телескопах часто в поле зрения своих приборов видят очень слабые метеоры. Иногда удается получить их щелевые спектры [3]. В настоящей работе мы приводим результаты изучения спектра и лучевой скорости слабого метеора, случайно попавшего в поле зрения 6-м телескопа.

2. НАБЛЮДЕНИЯ

Спектр слабого метеора был зарегистрирован 28.07.2006 г. при наблюдениях спектров слабых галактик в поле 2206+29 на 6-м телескопе при помощи универсального фокального редуктора

SCORPIO в режиме многощелевой спектроскопии [3]. Регистрируемый спектральный диапазон — 3500–9500 Å, спектральное разрешение — 15–18 Å. Для регистрации использовалась ПЗС-матрица EEV42-40 формата 2048×2048 элементов. Применялась стандартная методика наблюдений с привязкой к спектрофотометрическому стандарту GD248 на близком зенитном расстоянии. Спектр слабого метеора был зарегистрирован сразу в 3-х щелях, что позволило уверенно восстановить траекторию метеора на небесной сфере. На рис. 1 показаны исследуемая область неба, положения щелей и соответствующие исходные изображения спектров. Пунктиром отмечена предполагаемая траектория метеора. В верхней части рис. 2 показаны изображения спектров метеора в трех щелях после редукции масштабных искажений, приведения к шкале длин волн и вычитания фона неба. Средний спектр метеора, не исправленный за спектральную чувствительность, приводится в нижней части рисунка. В синей части спектра уверенно отождествляются линии FeI и MgI, характерные для хондритов [5], о чем также свидетельствуют относительные интенсивности мультиплетов FeI и линий MgI [6]. В красной

center RA 22 06 04.82 DEC +29 30 10.5, field of view 6 x 3 arcmin

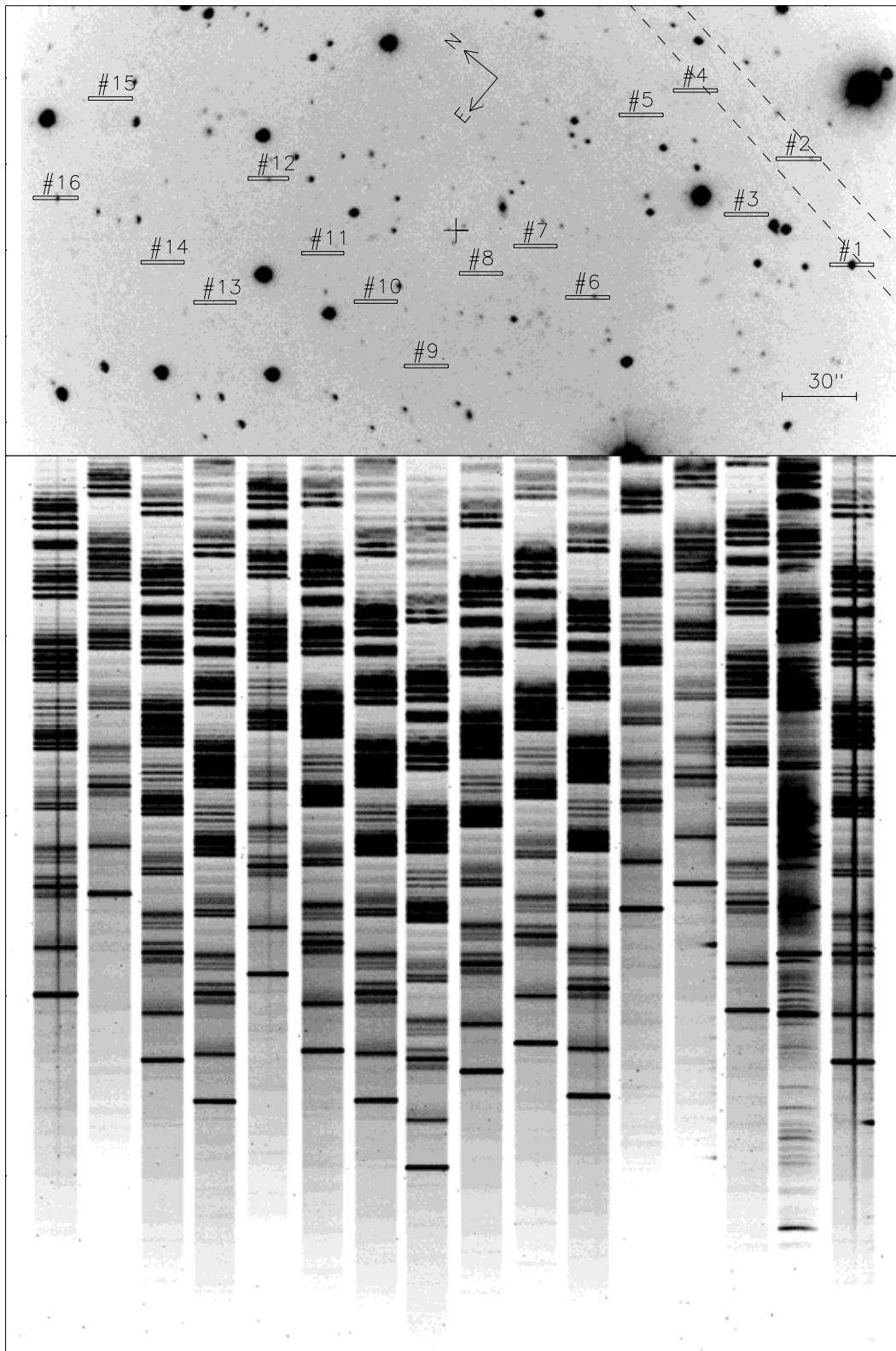


Рис. 1. Спектры объектов в поле 2206+29, полученные на БТА со спектрографом SCORPIO в многощелевом режиме. Вверху показана исследуемая область, отмечены положения и номера щелей. Спектр метеора зарегистрирован в щелях #1, #2 и #4. Пунктиром на рисунке отмечен предполагаемый трек метеора (его направление и ширина).

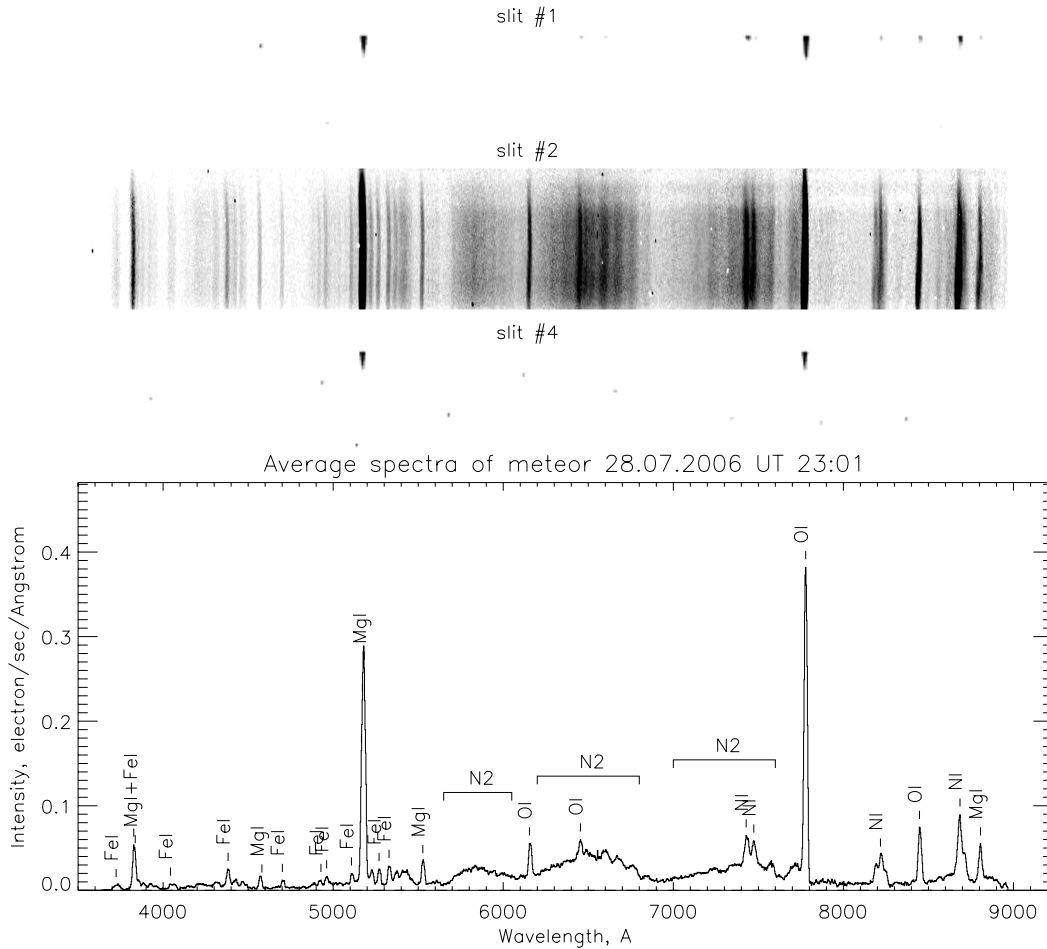


Рис. 2. Спектры метеора в щелях #1,#2 и #4 после вычитания фона неба и приведения к шкале длин волн. В верхней части рисунка показаны изображения спектров в различных щелях, а в нижней — средний спектр метеора для щели #2 с отождествленными линиями.

части спектра хорошо видны линии OI, NI и полосы молекулярного азота N₂, характерные для сильно нагретого воздуха с температурой 15000–20000 К [7]. Видна также инфракрасная резонансная линия MgI, относящаяся к спектру собственно метеорной частицы.

Самым удивительным обстоятельством является хорошо видимое на спектрах искривление линий, что свидетельствует об изменении лучевой скорости вдоль щели. Первые оценки, сделанные по исходным спектрам прямо на телескопе, давали изменение лучевой скорости больше 250 км/с, что совершенно необычно для метеоров. Для уточнения изменения лучевой скорости мы определили доплеровские смещения по кросс-корреляции спектра метеора вдоль щели со средним спектром, приведенным к лабораторной шкале длин волн. На рис. 3 слева показаны изофоты наблюдаемой функции распределения лучевых скоростей (LOSVD), а справа — измеренные по положению максимума доплеровские скорости вдоль щели. Совершенно

очевидно, что эта картина относится к спектру продуктов испарения метеорной частицы в атмосфере — в центре щели мы видим участок торможения, соответствующий минимальной скорости, а на краях — максимальной скорости паров метеора. Из этого следует, что скорость вторжения наблюдаемого метеора в атмосферу Земли порядка 300 км/с.

Известно, что распределение геоцентрических скоростей метеоров имеет два пика — примерно на 30 км/с и в интервале 60–80 км/с [8]. Первый пик связывают с частицами, принадлежащими Солнечной системе, а второй — с частицами, захваченными Солнцем и двигающимися по гиперболическим орбитам. Данные радарных наблюдений указывают на существование эксцесса в области больших скоростей (около 1% метеоров имеют скорости больше 100 км/сек), но нет данных о наблюдениях метеоров со скоростями в несколько сотен км/с [9]. И возникает вопрос — что мы видим?

Самая близкая по величине скорость — ли-

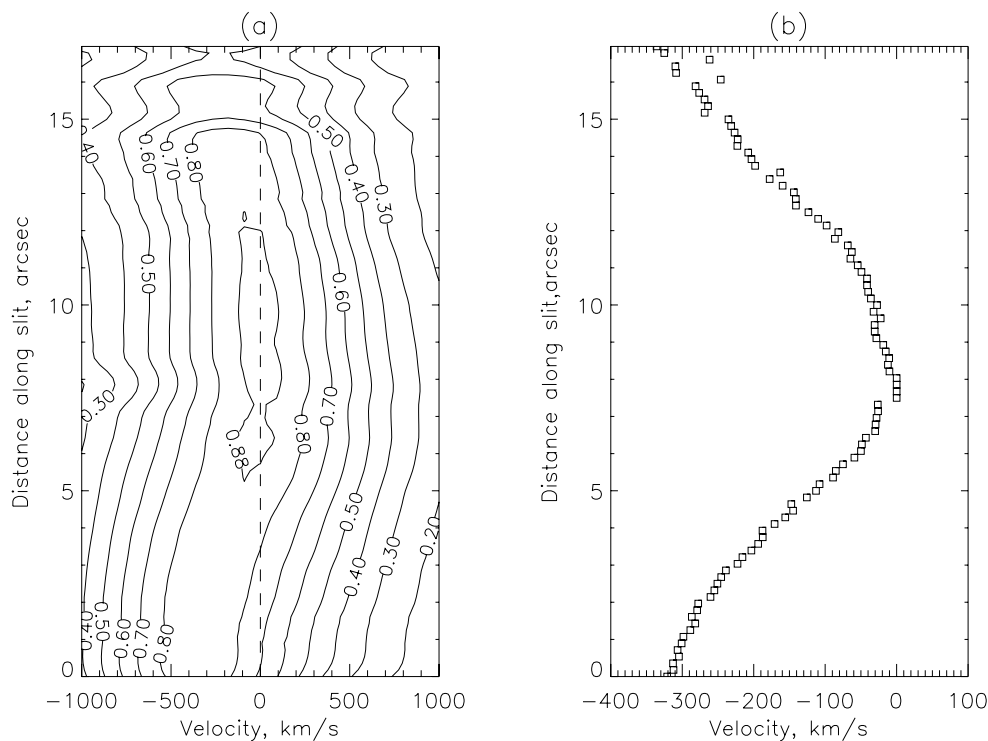


Рис. 3. Кривизна линий в спектре метеора, полученном с щелью #2. (а) — изофоты кросс-корреляционной функции, определенной для каждой точки по высоте щели, (б) — кривая лучевой скорости по высоте щели.

нейная скорость вращения Солнца вокруг центра Галактики, примерно 220 км/с, — недостаточна для объяснения наблюдаемой нами скорости метеора. Анализ движений галактик в Местной группе [10] показывает, что Солнечная система движется со скоростью 316 ± 11 км/с к центру масс группы в направлении $l = 93 \pm 2^\circ$ и $b = -4 \pm 1^\circ$. Сравнение положения апекса движения к центроиду Местной группы с траекторией метеора на небесной сфере показано на рис. 4. Как видно, наблюдается удивительное согласие: радиант траектории зарегистрированного нами метеора совпадает с положением апекса. С учетом совпадения по скоростям это позволяет предположить, что мы наблюдаем метеорную межгалактическую частицу, неподвижную относительно центра масс Местной группы, на которую “налетела” Земля.

3. ОЦЕНКА РАЗМЕРА И МАССЫ МЕТЕОРНОГО ТЕЛА

Оценка интегральной яркости метеора по спектру, приведенному на рис. 2, после привязки к спектрофотометрическому стандарту дает значение видимой звездной величины в полосе V $9 \div 12^m$, для наблюдаемых угловых скоростей метеора $1 \div 0.1^\circ/\text{сек}$. Мы имеем одностороннее наблюдение явления, что делает невозможным получение всех

параметров его траектории, необходимых для корректного и полного решения обратной задачи. Поэтому речь может идти только о весьма грубых оценках. Из оценок видимой интегральной звездной величины данного метеора и из распределения скоростей на луче зрения следует, что мы имеем дело с вторжением в атмосферу весьма мелкого тела со скоростью $v \geq 300$ км/с. Обычно слабые метеоры как явления происходят на высотах порядка 100 км и поэтому мы положим m равной абсолютной звездной величине метеора. Положим также $v = 300$ км/с.

Уравнения торможения и потери массы метеорного тела в земной атмосфере мы приведем к виду

$$D \frac{dv}{dt} = -0.5 C_x \rho v^2$$

и

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{\Lambda}{6Q} \rho v^3,$$

где

$$D = M/S,$$

M и S — масса и площадь миделя (максимального сечения, перпендикулярного направлению движения) метеора, v — его скорость, ρ — плотность атмосферы, C_x и Λ — коэффициенты соответственно сопротивления и теплопередачи, Q — удельная

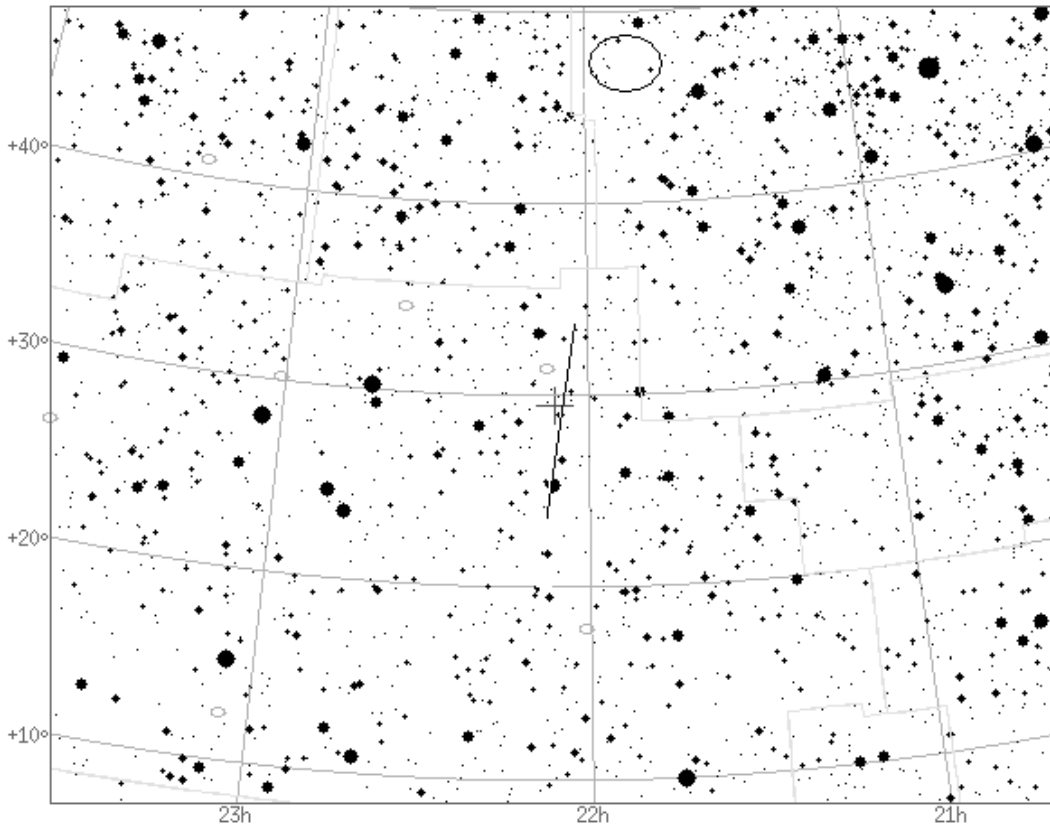


Рис. 4. Участок карты звездного неба, на котором эллипсом отмечен апекс движения к центроиду Местной группы галактик, а прямой линией — трек зарегистрированного на БТА метеора.

энергия разрушения, то есть энергия, необходимая для выноса с поверхности тела единичной массы [11].

На таких высотах мелкие тела взаимодействуют с земной атмосферой в свободномолекулярном режиме. Поэтому, согласно работе [12], в вышеприведенных уравнениях следует положить $\Lambda = 1$ и $C_x = 2$. Значение $Q \leq 10^{11}$ эрг/г, где верхний предел по порядку величины соответствует испарению большинства веществ с учетом нагрева от абсолютного нуля и всех фазовых переходов [12].

Нетрудно убедиться, что при этих условиях тело успеет практически полностью разрушиться прежде, чем его скорость заметно уменьшится. Поэтому для оценки размера мы проинтегрируем уравнение потери массы при $v = const$ вместе с уравнением изменения плотности атмосферы в сопутствующей телу системе отсчета

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\rho v \cos z}{H},$$

где z — угол входа тела в атмосферу, отсчитанный от вертикали (зенитное расстояние радианта болида), H — высота изотермической атмосферы в поле тяжести Земли. Интегрируя от бесконечности

($D = D_0, \rho = 0$) до исчезновения тела, ($D = 0, \rho = \rho$), получим

$$D_0 = \frac{\Lambda H}{6Q \cos z} \rho v^2, \tag{1}$$

то есть тело размером D_0 может проникнуть в атмосферу до слоев с плотностью ρ . Плотность атмосферы ρ вычислялась для каждого значения h в соответствии с моделью стандартной атмосферы [13]. Формула (1) уже позволяет оценить нижний предел характерного размера тела, если подставить в нее верхний предел величины Q , поскольку, согласно [14],

$$S = \kappa D^2.$$

Мы примем для нашего случая значение $\kappa = 1 \text{ см}^6 \text{ г}^{-2}$, что весьма близко к моде распределения этого параметра для достаточно большой выборки недробящихся тел болидов Прерийной сети [15] в предположении, что разброс по форме и у болидов, и у мелких тел один и тот же. Но тогда очевидно, что значение $R_0 = \sqrt{\kappa D_0^2}$ как раз и будет характеризовать размер тела. Для удобства оценок примем также в (1) $\cos z = 0.5$.

Поток излучения метеора I (эрг/с) имеет известную (см., например, [16]) зависимость от его абсолютной звездной величины m (звездной величины, приведенной к расстоянию в 100 км от наблюдателя),

$$\lg I = 9.72 - 0.4m,$$

и связан с расходом энергии набегающего газа через мидель тела соотношением

$$I = 0.5C_H S \rho v^3,$$

где C_H — коэффициент радиационного теплопереноса (см., например, [14]), откуда следует

$$S = \frac{2I}{C_H \rho v^3}$$

и характерный размер

$$R = \sqrt{S} = \sqrt{\frac{2I}{C_H \rho v^3}}.$$

Оценки C_H для атмосферы Земли — тем более для свободномолекулярного течения — при столь высоких гиперзвуковых скоростях отсутствуют. Мы позволим себе воспользоваться значением $C_H \approx 10^{-3}$ для болида Прерийной сети 40503 ($v \approx 22$ км/с) в точке его появления на высоте около 95 км, где режим обтекания его тела был еще свободномолекулярным [17].

Оценки характерного размера тела нашего метеора, полученные при всех сделанных выше предположениях, приведены в таблице.

Оценки характерного размера тела метеора

h , км	$R_0 >$, см	R , см($m = 9$)	R , см($m = 12$)
100	1	0.01	0.004
110	0.2	0.03	0.01
120	0.05	0.06	0.02

Можно оценить размер тела и иначе. За время, пока метеор находился в поле зрения камеры, он сместился не менее, чем на 3 угловые минуты (рис. 1), что на высоте 100 км составит расстояние l около 100 м, то есть на два порядка меньше H . Тогда можно пренебречь изменением ρ на отрезке l и вместо (1) следует использовать соотношение

$$D_0 = \frac{\Lambda}{6Q} \rho v^2 l, \quad (2)$$

что при всех сделанных выше предположениях дает оценку R_0 порядка 0.01 см на высоте 100 км (ср. со значениями из таблицы). Этим также подтверждается достаточная корректность принятого нами значения C_H . Следует подчеркнуть, что подстановка в (1) и (2) значения $Q = 10^{11}$ эрг/г приводит к заниженной оценке R_0 , равно как и подстановка в (2) нижней границы значения l . В действительности размер тела может быть в несколько раз больше.

Можно ожидать, что время разрушения частицы, движущейся в атмосфере Земли со скоростью порядка 300 км/с, меньше 0.1 сек, и поэтому интегральная яркость наблюдаемого метеора может быть больше 9 звездной величины. Если частицы разрушаются на больших высотах, то их размеры, при прочих равных условиях, должны быть больше. Поэтому характерный размер из таблицы является оценкой снизу. Принимая высоту сгорания $h > 100$ км, получаем оценку размера $R > 10^{-2}$ см. Если считать, что наблюдаемая метеорная частица является хондритом (плотность около 3 г/см³), то имеем оценку массы частицы $M > 7 \cdot 10^{-6}$ г.

Нужно отметить, что наша оценка, сделанная при достаточно грубых предположениях, согласуется с численными расчетами ожидаемых параметров (звездных величин и масс) межзвездных метеоров со скоростями до 500 км/сек [18]. В этой работе показано, что яркость метеоров со скоростями 300 км/с и массами порядка 10^{-5} г должны давать наблюдаемые яркости около 9 звездной величины и разрушаться на высотах 110–120 км.

Интересно, что наша оценка совпадает с размерами хондр в углистых хондритах (см., например, [19]), которые обычно менее 0.5 мм и диапазон колебания их размеров весьма узок. Многие хондры обладают сферической или сфероидальной формой и, по-видимому, образовались в результате быстрой кристаллизации или закалки капель расплава. Распределение изотопов кислорода в углистых хондритах резко отличается от такового в земных и лунных породах, что предполагает существование экстрасолнечного и (или) досолнечного (догалактического?) материала.

4. ОЦЕНКА ЧИСЛА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МЕТЕОРОВ

Сам факт наблюдения высокоскоростного метеора не дает никаких сведений о числе таких частиц, а совпадение направления траектории с направлением на апекс движения к центроиду Местной группы галактик не является доказательством

его внегалактической природы. Для оценки числа высокоскоростных метеоров и поиска их радианта вблизи апекса мы предприняли в октябре-ноябре 2006 г. наблюдения слабых спорадических метеоров на широкоугольной телевизионной ПЗС-камере FAVOR, созданной в САО и НИИПП [20]. Камера имеет поле зрения $16 \times 22^\circ$, размер элемента разрешения 1.5 минуты дуги, время экспозиции одного кадра 0.12 секунды, предельная звездная величина около 10.5 в полосе V при отношении сигнала к шуму 5.

Наблюдения проводились в 6-ти полях, расположенных вокруг апекса. Общая продолжительность наблюдений 34.5 часов за шесть ночей наблюдений. Всего было получено около 10^6 кадров, из которых было отобрано около 2000 с зарегистрированными метеорами. После астрометрической привязки были определены координаты начала и конца треков метеоров. Морфология трека и повторение треков в последовательных кадрах (для метеоров с небольшой угловой скоростью) позволили определить направление движения на небесной сфере. Всего в наблюдаемом поле было выделено 246 метеоров со средней яркостью $V \approx 7^m$. При этом самые слабые из них имели яркость 9–9.5^m. Медианное значение угловой скорости обнаруженных метеоров составило $0.8^\circ/\text{сек}$. Их треки на небесной сфере показаны на рис. 5. серыми черточками

Для проверки того, есть ли в поле обнаруженных метеоров выделенный радиант, проверялось совпадение направления радиус-вектора из заданной точки радианта к началу трека и направления видимой траектории метеора. Положение радианта варьировалось в пределах $\pm 10^\circ$ по обеим координатам вокруг апекса. Размер бокса ошибок по направлению трека — около 3 градусов, что определялось точностью астрометрической привязки (около $20''$). На левой части рис. 6 показано распределение числа метеоров, для которых выполняется условие движения из радианта, и наблюдаемая плотность частоты встречаемости таких метеоров в картинной плоскости. Из рисунка ясно видно, что примерно 12 метеоров из 246 удовлетворяют условию движения из радианта, и его положение уверенно определяется по максимуму функции распределения частоты встречаемости в картинной плоскости. Для бокса ошибок около 3° ожидаемое число метеоров при случайном распределении координат и ориентаций треков должно быть около 3. В нашем поле треки распределены по координатам неравномерно, и для проверки значимости полученного результата было проведено численное моделирование для треков, координаты которых совпадают с наблюдаемыми, а направления выбраны случайно для равномерного распределения по углам. Результат оценки числа

метеоров, удовлетворяющих условию движения из радианта для случайного распределения направлений треков, показан на правой части рис. 6. Из него следует, что для случайной модели среднее число таких метеоров около 5, но нет никакой выделенной точки в распределении частоты встречаемости на картинной плоскости. Судя по виду распределений для наблюдаемых направлений треков и для модели случайного распределения с уровнем значимости $>96\%$, обнаруженный нами радиант вблизи апекса движения к центроиду Местной группы галактик не является случайным. Треки метеоров, удовлетворяющие условию движения из радианта, показаны на рис. 5 черным стрелками, окружность показывает положение апекса, исправленное за движение Земли, а крестиком показано положение найденного радианта.

Зная расстояние трека от радианта и его длину, можно оценить геоцентрическую скорость метеоров. Для высоты вторжения метеоров в атмосферу Земли 110 км получаем оценку скорости 282 ± 53 км/сек, при средней звездной величине 8.2. Отметим, что полученные таким образом оценки скорости и яркости метеоров согласуются со спектральными данными.

5. ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПЛОТНОСТИ МЕЖГАЛАКТИЧЕСКОЙ ПЫЛИ

Наблюдая вспышки высокоскоростных частиц в верхних слоях атмосферы, мы можем оценить пространственную плотность числа таких частиц n_d . Поскольку скорость быстрых пылинок V_d на порядок превосходит скорость Земли, то оценкой n_d может служить величина

$$n_d = (S_0 V_d t)^{-1},$$

где S_0 — площадь обзора при поиске событий (вспышек), а t — средний интервал времени между наблюдаемыми событиями. В нашем случае для поля зрения патрулирования около 40° , площадь обзора на высоте ~ 110 км и среднем зенитном расстоянии $z \approx 40^\circ$ составляет $S_0 \approx 10^{14}$ см². Представленные выше данные позволяют принять в качестве среднего промежутка времени между событиями в этом поле $t \approx 3^h \approx 10^4$ сек. При скорости $V_d \approx 300$ км/сек получаем $n_d = 3.6 \cdot 10^{-26}$ см⁻³. Полагая типичную массу пылинки $M_d \geq 0.7 \cdot 10^{-5}$ г, имеем для средней плотности межгалактических частиц в окрестности Земли значение $\rho \geq 2.5 \cdot 10^{-31}$ г/см³, т.е. около 2.5% от критической плотности.

Предположим, что межгалактическая пыль с указанной плотностью равномерно распределена

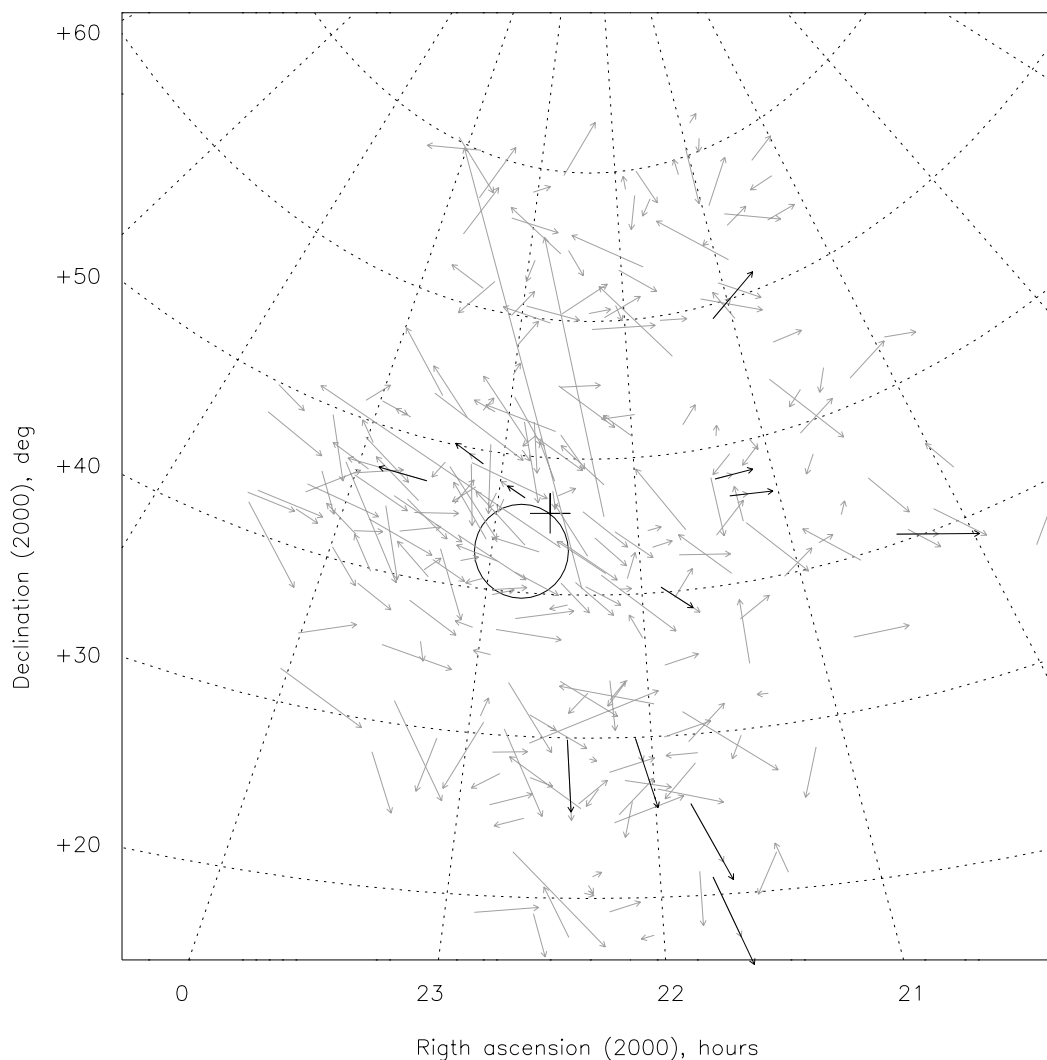


Рис. 5. Треки метеоров, зарегистрированных с широкоугольной камерой FAVOR. Черными стрелками показаны метеоры, вылетающие из радианта, отмеченного крестом, а круг указывает на положение апекса движения к центру Местной группы галактик.

по всему объему Местной группы. Согласно [21], Местная группа характеризуется радиусом “сферы нулевой скорости” $R_{LG} = (1 \pm 0.1)$ Мпк и полной массой $M_{LG} = (1.3 \pm 0.3) \cdot 10^{12} M_A$. В этом объеме суммарная масса пыли составляет $1.6 \cdot 10^{10} M_A$ или около 1% от полной массы группы. Такая величина не кажется необычной, поскольку не влияет на динамику Местной группы галактик.

С другой стороны, межгалактическая пылевая среда может проявлять себя по интегральному или селективному поглощению. Допустим, что эта среда с плотностью n_d и характерным радиусом пылинки $R_d \sim 10^{-2}$ см равномерно заполняет Вселенную до горизонта $R_c = c/H_0$, где c — скорость света, а H_0 — постоянная Хаббла (72 км/с/Мпк). Тогда оптическая толщина запыленной Вселенной

составит

$$\tau = \pi R_d^2 n_d c / H_0,$$

если пренебречь различными эффектами эволюции. При полученной выше оценке $n_d = 3.6 \cdot 10^{-26}$ см $^{-3}$ оптическая толщина Вселенной составит всего $\tau \approx 0.15$, т.е. не скажется видимым образом на спектрах далеких галактик и квазаров. В действительности можно ожидать, что межгалактическая пыль концентрируется в группах и скоплениях галактик. По данным [22], оптическая толщина скоплений галактик не превышает $\tau \approx 0.2$. Таким образом, противоречий с наблюдательными данными здесь не возникает.

Конечно, остаются открытыми следующие важные вопросы:

1. Каким образом пылевые частицы, богатые металлами, оказались в межгалактическом про-

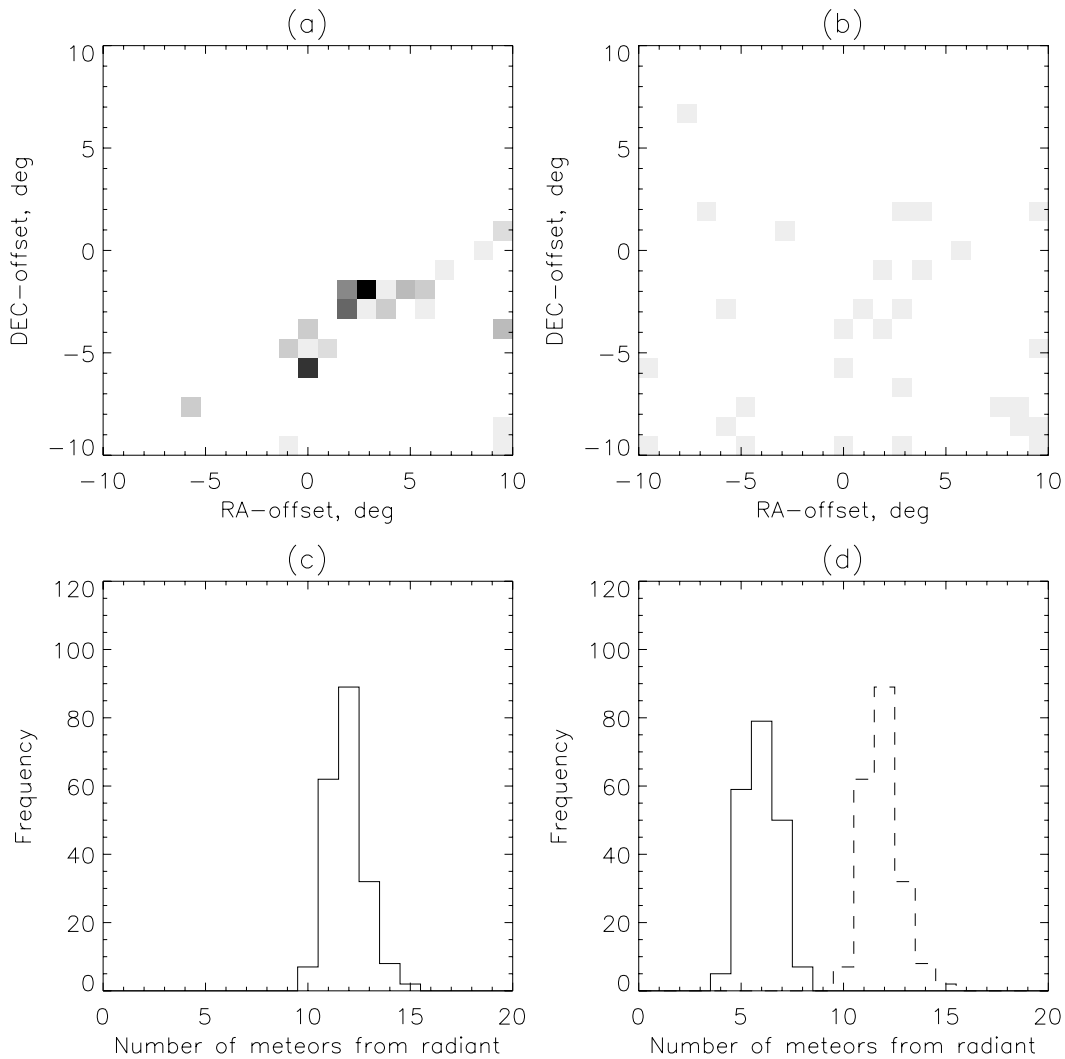


Рис. 6. Распределение частоты встречаемости треков метеоров, удовлетворяющих условию вылета из радианта с заданными координатами. (а) — наблюдаемое двумерное распределение частоты встречаемости метеоров для различных координат радианта относительно центра с RA $22^h 20^m$ и DEC $+48^\circ$, (с) — распределение наблюдаемого числа метеоров, удовлетворяющих условию вылета из радианта, (b) и (d) — то же самое, что и на рисунках (а) и (с), но для модели случайного распределения ориентаций треков. Для сравнения с моделью на (d) пунктиром обозначено наблюдаемое распределение числа треков.

странстве? В принципе, для этого могут существовать различные механизмы — вспышки сверхновых, приливные взаимодействия галактик, лучевое давление, конденсирование в молекулярных облаках (хондры?) и пр.

2. Почему межгалактические пылинки имеют на 2 порядка более крупные размеры (и на 6 порядков большие массы), чем обычная межзвездная пыль нашей Галактики?

3. Если межгалактическая пыль ассоциируется с галактиками в виде пылевых (или газопылевых) ореолов, то имеются ли сейчас иные наблюдательные возможности обнаружения таких образований (ИК-наблюдения со спутника Spitzer и т.д.)?

Как известно, ореолы ионизированного газа вокруг близких спиральных галактик уже наблюдаются [23].

4. Если существует неоднородная межгалактическая пылевая среда с указанными выше параметрами, то проявляет ли она себя в виде неоднородностей на картах микроволнового фона (WMAP и др.)?

Мы надеемся, что ответы на эти вопросы могут быть получены уже в самое ближайшее время.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Е. Катковой за проведение наблюдений на камере FAVOR,

С. Карпову за предварительную обработку данных, полученных в реальном времени, Р. З. Сагдееву и А. М. Фридману за плодотворную дискуссию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. Hapgood, P. Rothwell, O. Royvik, MNRAS **201**, 569, (1982).
2. J. Borovicka, R. Stork, J. Bocek, Meteorics and Planetary Science, **34** 987, (1999).
3. J. Stauffer, H. Spinrad, PASP **90**, 222, (1978).
4. В. Л. Афанасьев, А. В. Моисеев, Письма в АЖ **31**, 214, (2005).
5. J. Borovicka, O. P. Popova, A. P. Golub, et al., Astronom. and Astrophys. **33**, 591, (1998).
6. J. M. Trigo-Rodriguez, J. Llorca???, J. Borovicka, J. Fabreant, Meteorits & Planetary Science **38**, 1283, (2003).
7. В. А. Каменщиков, Ю. А. Пластинин, В. М. Николаев, Л. А. Новицкий, *Радиационные свойства газов при высоких температурах*, (Машиностроение, Москва, 1971).
8. D. P. Galligan, W. J. Baggaley, MNRAS **359**, 551, (2005).
9. A. D. Taylor, W. J. Baggaley, R. G. T. Bennet, D. I. Steel, Planetary and Space Science **42**, 135, (1994).
10. I. D. Karachentsev, D. I. Makarov, AJ, **111**, 794, (1996).
11. В. В. Калениченко, Кинематика и физика небесных тел **8**, 69, (1992).
12. В. В. Калениченко, Астрон. вестн. **14**, 86, (1982).
13. CIRA 1972, Cospar International Reference Atmosphere (Berlin, Akademie-Verlag, 1972), 450 pp.
14. В. В. Калениченко, Кинематика и физика небесных тел **8**, 61, (1992).
15. В. В. Калениченко, Кинематика и физика небесных тел **9**, 52, (1993).
16. В. А. Бронштэн, *Физика метеорных явлений*, (Наука, Москва, 1981), 416.
17. В. В. Калениченко, Кинематика и физика небесных тел **20**, 157, (2004).
18. K. A. Hill, L. A. Rogers, R. L. Hawkes, Astronom. and Astrophys. **444**, 615, (2005).
19. Р. Т. Додд, *Метеориты. Петрология и геохимия*, (Мир, Москва, 1986), 384.
20. S. Karov, G. Beskin, A. Biryukov, et al., I., IL NUEVO CIMENTO **28**, 747, (2005).
21. I.D. Karachentsev, AJ, **129**, 17, (2005)
22. И. Д. Караченцев, В. А. Липовецкий, АЖ **45**, 1148, (1968).
23. F. Fraternali, J. Binney, T. Oosterloo, and R. Sancisi, New Astronomy Review **51**, 95, (2007).

DETECTION OF AN INTERGALACTIC METEOR PARTICLE WITH THE 6-M TELESCOPE

V. L. Afanasiev, V. V. Kalenichenko, I. D. Karachentsev

On July 28, 2006 the 6-m telescope of the Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences recorded the spectrum of a faint meteor. We confidently identify the lines of FeI and MgI, OI, NI and molecular-nitrogen (N₂) bands. The entry velocity of the meteor body into the Earth's atmosphere estimated from radial velocity is equal to 300 km/s. The body was several tens of a millimeter in size, like chondrules in carbon chondrites. The radiant of the meteor trajectory coincides with the sky position of the apex of the motion of the Solar system toward the centroid of the Local Group of galaxies. Observations of faint sporadic meteors with FAVOR TV CCD camera confirmed the radiant at a higher than 96% confidence level. We conclude that this meteor particle is likely to be of extragalactic origin. The following important questions remain open: (1) How metal-rich dust particles came to be in the extragalactic space? (2) Why are the sizes of extragalactic particles larger by two orders of magnitude (and their masses greater by six orders of magnitude) than common interstellar dust grains in our Galaxy? (3) If extragalactic dust surrounds galaxies in the form of dust (or gas-and-dust) aureoles, can such formations now be observed using other observational techniques (IR observations aboard Spitzer satellite, etc.)? (4) If inhomogeneous extragalactic dust medium with the parameters mentioned above actually exists, does it show up in the form of irregularities on the cosmic microwave background (WMAP etc.)?