

УДК 523. 532

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В
ТАДЖИКИСТАНЕ**

Кохирова Г.И. директор, ведущий научный сотрудник Институт астрофизики Академии наук Республики Таджикистан Бухоро 22, Душанбе, 734042, Таджикистан
Kokhirova2004@mail.ru

Аннотация. В докладе представлены некоторые аспекты астрофизических исследований, выполняемых в последние годы в Таджикистане. Межпланетная пыль, ее образование и морфология являются весьма актуальными проблемами современной науки. В этой связи изучение пыли в космическом пространстве занимает важное место в наших исследованиях. Одним из основных источников, поставляющих пылевые частицы в окружающую среду, являются кометы. Нормальная пылеобразующая активность комет является наиболее доступным явлением для наземных наблюдений и его дальнейшего изучения. Такую активность кометы периодически проявляют по мере приближения к Солнцу в виде комы вокруг ядра и хвостов позади или впереди кометы. Особенности пылеобразующей активности будут рассмотрены на примере наблюдений кометы 29P.

Ключевые слова: обсерватория, наблюдения, комета, пыль, морфология.

SOME ASPECTS OF ASTROPHYSICAL STUDIES IN TAJIKISTAN

Kokhirova G.I. director, leading expert Institute of astrophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan Bukhoro 22, Dushanbe, 734042, Tajikistan

Abstract. Some aspects of astrophysical research performed in Tajikistan last years are presented in the paper. Interplanetary dust, its formation and morphology are too actual problems in the modern astrophysics. By this reason investigation the dust in outer-space is one of the main subjects of study in the Institute of Astrophysics, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Comets are the main source which delivers dust particles into the surrounding environment. Normal dust production activity of comets represents the most accessible event for ground-based observations and followed investigation. Such activity is developed by comets while approaching the Sun and is seen as a coma around the cometary nucleus, and the tails behind and ahead of comet. The features of dust production activity are considered using the observations of comet 29P.

Keywords: observatory, observations, comet, dust, morphology.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в Институте астрофизики Академии наук Республики Таджикистан ведутся активные исследования объектов околоземного космического пространства. Термином околоземное космическое пространство называется область, находящаяся от Солнца на расстоянии 200 млн. км или 1.3. а.е. Все малые тела, имеющие орбиты внутри этой области называют околоземными объектами (ОЗО). Околоземные объекты естественного происхождения состоят из истинных астероидов, комет, угасших ядер комет, крупных метеороидов, метеороидных роев. В околоземном пространстве существуют еще околоземные объекты искусственного происхождения как результат космической деятельности человечества, а именно многочисленные искусственные спутники Земли, космические

миссии, фрагменты разрушившейся космической техники, так называемый космический мусор.

В популяции околоземных объектов астероиды принято называть астероидами, сближающимися с Землей (АСЗ). Значительную часть АСЗ составляют астероиды, переброшенные под действием резонансов из Главного пояса астероидов в глубь Солнечной системы. Они состоят из камня или железа. Другая, гораздо меньшая часть, является ядрами потухших комет, состоящих из конгломерата замерзших газов и твердых частиц, покрытых толстой мантией. Со временем, после многократных прохождений через перигелий орбиты в угасшую стадию трансформируется любая комета. В результате активности комета теряет свое вещество и постепенно зарастает тугоплавкой корой, которая препятствует дальнейшей сублимации подкорковых льдов, и активность кометы прекращается. Это проявляется в отсутствии комы вокруг кометного ядра и характерных хвостов. По внешнему виду отличить истинные астероиды от угасших ядер комет теперь уже невозможно. Оба объекта на снимках выглядят одинаково. Но остальные различия, свойственные кометам и астероидам сохранились – это различия между орбитами и составом.

Орбиты некоторых АСЗ, комет, крупных метеороидов могут пересекать орбиту Земли и поэтому классифицируются как потенциально опасные тела естественного происхождения. Согласно общепринятому определению, потенциально опасными объектами считаются небесные тела, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли до минимального расстояния, начиная с 75 тыс. км и меньше, а размеры тела превышают 10 м. Возможные столкновения Земли с небесными телами естественного происхождения являются содержанием комплексной проблемы астероидно-кометной опасности. В связи с этим в последние годы весьма актуальным направлением космических исследований стало изучение околоземного космического пространства. Результаты решения этой проблемы имеют как фундаментальное, так и прикладное значение. Актуальность задачи связана с все более осознаваемой потенциальной опасностью, которую представляют некоторые небесные тела вследствие возможных столкновений с Землей. Кроме того, такие тела опасны для ракетно-космической деятельности человечества, поскольку в космосе они могут сталкиваться с искусственными спутниками Земли и различными миссиями и нанести им существенные повреждения. Фрагменты космического мусора относятся к опасным объектам искусственного происхождения.

Здесь будут представлены результаты астрофизических исследований в Таджикистане, относящиеся к проблеме образования пыли в околоземном космическом пространстве.

ПЫЛЬ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Вообще, космическая пыль делится условно на две большие группы: пыль межпланетного вещества, которая представлена пылевыми частицами Солнечной системы, и пыль межзвездной среды в виде пылевых частиц межзвездного происхождения. Поскольку, как было отмечено, Солнечная система является основным направлением исследований в Институте астрофизики АН РТ, рассмотрим результаты изучения первого типа пылевых частиц.

Образование пыли в Солнечной системе имеет многочисленные источники. Среди них основными являются следующие:

- нормальная пыле-(газо-)образующая активность комет,
- разрушение комет,
- разрушение астероидов,
- взаимные столкновения комет, астероидов, метеороидов,
- явления выброса, связанные с кометными джетами (струи) и раскруткой астероидов,
- образование кратеров на поверхности тел в результате ее бомбардировки другими объектами,

- зодиакальные пылевые частицы,
- поступление пыли межзвездного происхождения и пр.

КОМЕТЫ КАК ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ПЫЛИ

Рассмотрим нормальную кометную активность. Актуальность ее изучения заключается в том, что кометные ядра представляют собой наиболее примитивные наблюдаемые объекты, оставшиеся от эры формирования планет. Такие исследования позволяют получить информацию о термофизических условиях протопланетного диска и механизме образования ледяных планетозималий, из которых в дальнейшем сформировалась поверхностная кора планет.

Итак, нормальное пылеобразование комет является наиболее доступным случаем для наземных наблюдений и изучения. Такая активность проявляется у комет периодически во время приближения к Солнцу при прохождении перигелия их орбит. Активность наблюдается в виде комы (туманное образование) вокруг кометного ядра и хвостов позади или впереди кометы. Это происходит вследствие увеличения солнечного нагрева поверхности кометы. В результате, замороженные газы начинают сублимироваться и вместе с частицами пыли, вмороженными в эти газы, начинают выбрасываться из кометного ядра. Под действием давления солнечного излучения газы и пыль выбрасываются в противоположную сторону от движения кометы с различными скоростями, зачастую наблюдается хвост и вдоль движения кометы. Таково весьма упрощенное объяснение образования кометной комы и хвостов.

На рис.1 приведено изображение кометы 41P, полученное в Международной астрономической обсерватории Санглох ИА АН РТ, когда комета находилась еще достаточно далеко от Солнца, поэтому мы видим только кому вокруг кометного ядра. Тогда как на рис.2 показано изображение кометы Галлея, полученное в Гиссарской астрономической обсерватории ИА АН РТ, когда комета находилась в перигелии орбиты на ближайшем расстоянии к Солнцу, в результате мы наблюдаем и кому, и хвост.

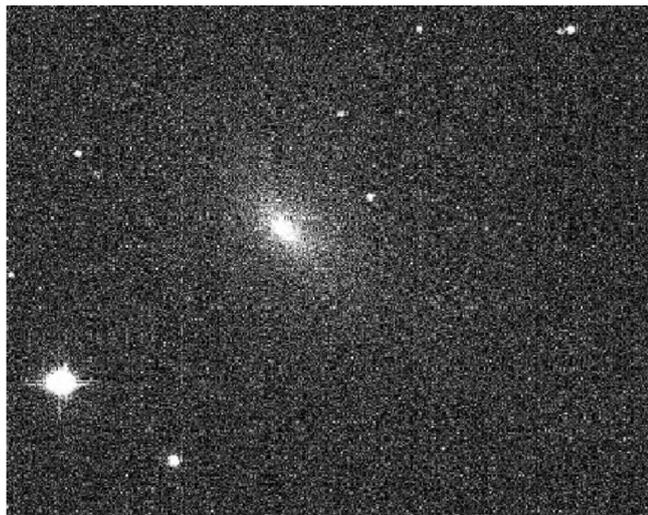


Рис.1. Комета 41P, телескоп Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох ИА АН РТ, 16 апреля 2017 г.



Рис.2. Комета Галлея, телескоп АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории ИА АН РТ, январь 1986 г.

Ряд изображений кометы Холмса, полученный в ГисАО (рис.3), четко демонстрирует развитие комы и хвоста со временем по мере приближения кометы к Солнцу. Это указывает на то, что пылепроизводительность кометы увеличивается с уменьшением расстояния от Солнца.

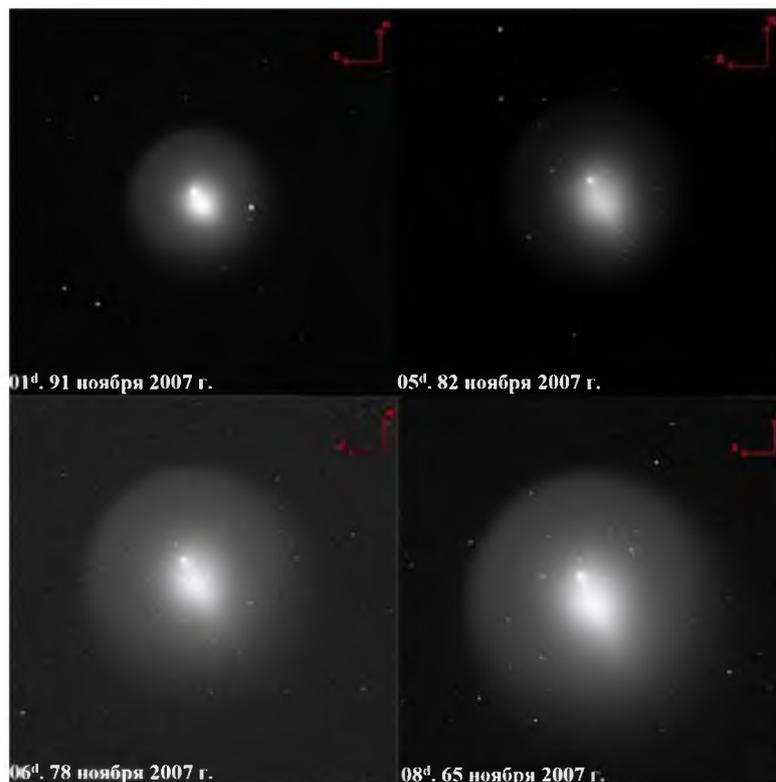


Рис.3. Комета 17P/Холмса, телескоп АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории ИА АН, 1-8 ноября 2007 г.

ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЕ КОМЕТЫ 29P

Комета 29P/Швассманна-Вахмана 1, относящаяся к объектам группы Кентавров, является недавним объектом наших исследований. Это очень интересная комета, известная благодаря многочисленным вспышкам яркости, наблюдавшимся на значительно больших расстояниях кометы от Солнца. На таких расстояниях мощности солнечного нагрева еще не достаточно для обеспечения нормальной кометной активности. На рис.4а приведено изображение кометы в фильтре V, где не наблюдается никакой активности. Однако обработанный снимок, приведенный на рис.4b, четко показывает признаки пылеобразования вокруг кометного ядра [1].

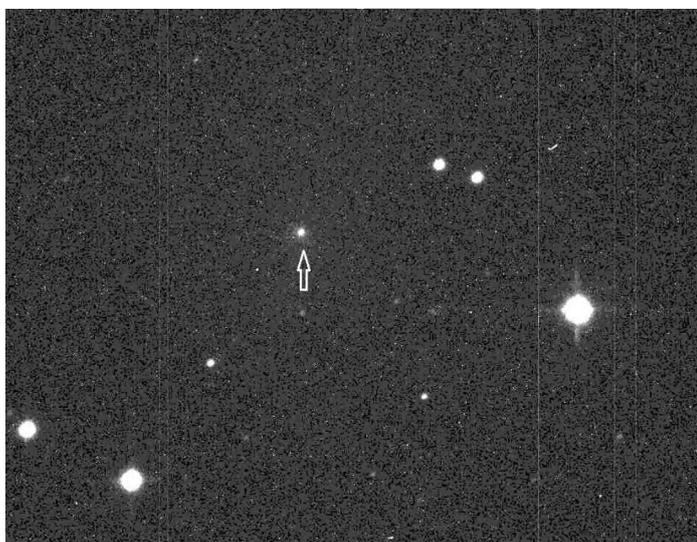


Рис.4а. Изображение кометы 29P в фильтре V, телескоп Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох ИА АН РТ, 30 июля 2017 г., экспозиция 60 с.

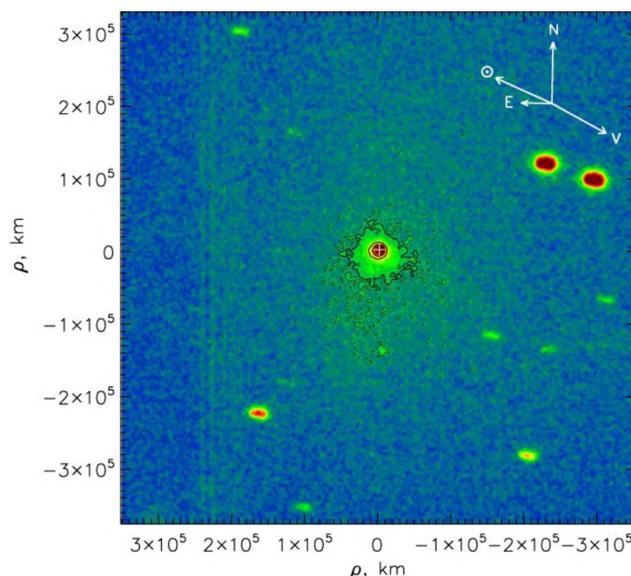


Рис.4b. Суммированное изображение кометы 29P в фильтре R, телескоп Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох ИА АН РТ, 30 июля 2017 г., экспозиция 1800 с.

МОРФОЛОГИЯ КОМЕТЫ 29P

Используя наши данные, полученные в фильтрах R и I, и применяя метод вращательного градиента мы выделили низкоконтрастные структуры в кометной коме [2].

Перед применением фильтрации изображения были очищены от изображений звезд вблизи кометного ядра и комы. Прямые (слева) и обработанные (справа) снимки с использованием цифровых фильтров приведены на рис.5. Для того, чтобы определить являются ли выявленные особенности реальными или нет, каждый цифровой фильтр был применен ко всем индивидуальным экспозициям кометы. В результате найдено, что кометная кома более плотная в фильтре R, чем в фильтре I. Поперечник яркой части комы составляет ~5 000 км, протяженность комы видима в направлении на север. Комета демонстрирует две пылевых структуры, которые можно увидеть поперек изображений вдоль направления к Солнцу и в противоположном направлении.

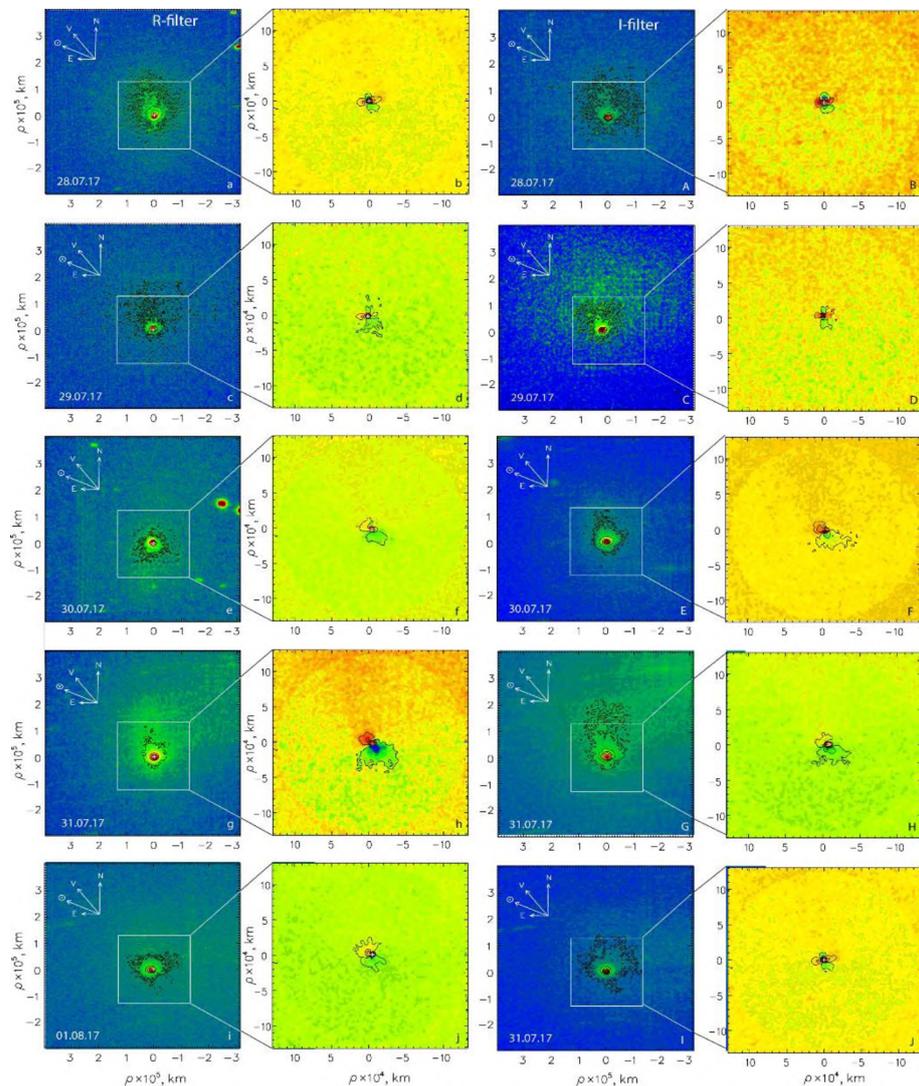


Рис.5. Морфология пылевой структуры кометы 29P.

Показатели цвета кометы, полученные на основе наших наблюдений, хорошо согласуются с имеющимися данными для активных объектов группы Кентавров. Они подтверждают доминирующий вклад пылевой компоненты в кому, которая более красная по отражательной способности.

Мы оценили массу высвободившейся пыли при следующих допущениях: плотность пылевой частицы принята равно 1000 кг/м^3 , размер пылевой частицы $0.1\text{-}10^3 \text{ мкм}$ и скорость истечения пыли в интервале $520 \text{ м/с} - 20 \text{ м/с}$. В результате получена оценка массы выброшенной пыли как $4 \cdot 10^7 \text{ кг} - 8 \cdot 10^7 \text{ кг}$, т.е. масса пыли в диапазоне 40-80 тысяч тонн соответственно.

Явления выброса пыли в виде кометных джетов наглядно показывает изображение кометы Чурюмова-Герасименко на рис.6, полученное с помощью космической миссии Розетта в декабре 2014 г.

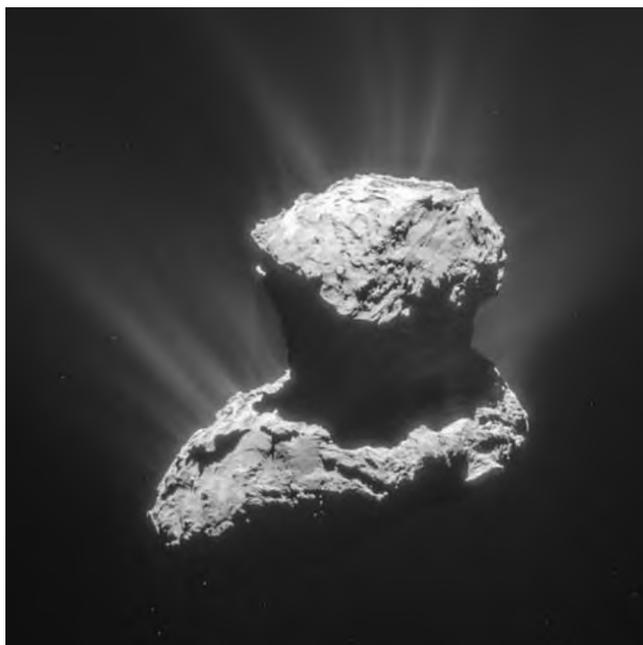


Рис.6. Выброс пыли – джеты кометой 67P/Чурюмова-Герасименко на далеких расстояниях от Солнца.

И наконец, рис.7 демонстрирует процесс образования пыли в результате столкновения астероида с другим объектом. Отметим, что такое событие может произвести всего лишь единичный короткоживущий выброс пыли, тогда как только нормальная активность комет обеспечивает непрерывное систематическое пылеобразование и выброс пыли в космическое пространство.

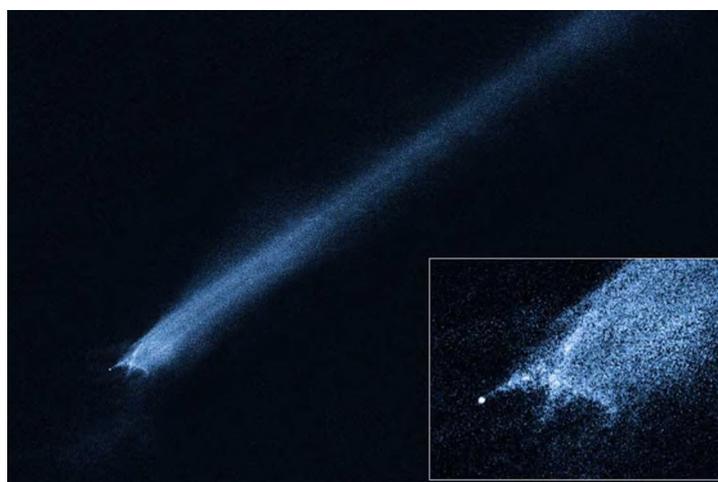


Рис.7. Пылеобразование астероида в результате столкновения (космический телескоп Хаббла).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены основные особенности и морфология пылеобразования с использованием наблюдений кометы 29P в обсерватории Санглох Института астрофизики АН РТ. Эта комета

имеет двойственный характер, вследствие чего включена в группу Кентавров. Несмотря на то, что в период наблюдений кометы находилась на достаточно далеком расстоянии от Солнца, выявлены две пылевые структуры в коме кометы, оценка массы выброшенной пыли составляет 40-80 тысяч тонн. Выявление механизмов образования пыли кометой на больших гелиоцентрических расстояниях, где солнечного нагрева не достаточно для нормальной кометной активности, находится на стадии исследования и требует дополнительных наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кохирова Г.И., Иванова А.В., Буриев А.М., Хамроев У.Х., Рахматуллаева Ф.Дж. Комплексные наблюдения кометы 29P/Швассмана-Вахмана 1 в обсерватории Санглох, ДАН РТ, 2018, т.61, с.742-751.

[2]. Kokhirova G.I., Ivanova A.V., Rakhmatullaeva F.Dzh., Buriev A.M., Khamroev U.H. Astrometric and Photometric Observations of Comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1 at the Sanglokh International Astronomical Observatory, Planetary and Space Sci., 2019, in press.