

**XI международная научная конференция
«Околоземная астрономия и космическое наследия»
30 сентября – 4 октября 2019 г.
г. Казань**

**Г.И.Кохирова, А.В.Иванова*, А.М.Буриев, У.Х.Хамроев,
Ф.Дж.Рахматуллаева**

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТЫ 29P/ШВАССМАНА-ВАХМАНА
1 В ОБСЕРВАТОРИИ САНГЛОХ**

Институт астрофизики АН Республики Таджикистан

**Астрономический Институт Словацкой Академии наук*

Новая короткопериодическая комета была открыта 15 ноября 1927 года в Германии. В честь первооткрывателей она получила название комета 29P/Швассмана-Вахмана 1. Период обращения кометы вокруг Солнца равен 14.6 годам и она наблюдалась в течение нескольких прохождений перигелия. Кроме того, для 29P параметр Тиссерана относительно Юпитера имеет значение $T_j=2.984$ [1]. Эти факты позволили считать 29P короткопериодической кометой.

Однако в дальнейшем выявлен новый класс малых тел, названных кентаврами, куда относятся объекты, у которых и перигелийное расстояние q и большая полуось a орбит расположены между орбитами Юпитера (на гелиоцентрическом расстоянии 5.2 а.е.) и Нептуна (на расстоянии 30 а.е.), а также этим объектам характерны хаотические орбиты [2]. Оказалось, что указанные параметры орбиты 29P удовлетворяют этому условию, и поэтому комета была отнесена к группе кентавров [3].

Элементы орбиты кометы 29P/Швассмана-Вахмана 1 (J2000.0)

Эпоха	a, а.е.	e	q, а.е.	Q, а.е.	i, град.	ω , град.	Ω , град.
19.01.2010	5.989	0.045	5.719	6.259	9.393	48.802	312.634

Двойственность кометы связана с очень малым значением эксцентриситета, вследствие чего она движется вокруг Солнца по почти круговой орбите. К настоящему моменту известны более 45 таких объектов, являющихся ледяными телами и располагающимися между орбитами Юпитера и Нептуна. О двойственности кометы говорят и ее физические свойства. Геометрическое альbedo 29P, найденное из фотометрии в видимом спектральном диапазоне, составляет $p_V=0.13$ [7], что совершенно нетипично для кометных ядер, для которых среднее значение альbedo составляет 0.07 [8]. В то же время, эта величина альbedo свойственна объектам группы кентавров [9].

В 2017 г. комета 29P в очередной раз проявила активность и стала доступной для наблюдений. 28 июля – 1 августа 2017 г. нами проведены наблюдения 29P на телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ. Регистрация объекта выполнялась с помощью ПЗС-камеры FLI 16803 серии ProLine с использованием широкополосных фотометрических фильтров системы Джонсона-Козинса – BVRI, при этом экспозиции составляли 60 секунд. Во время наблюдений было получено более 500 изображений объекта, из которых около 400 были пригодны для обработки. Положение орбиты кометы во время мониторинга и детали выполненных экспозиций приведены в табл.2, где r и Δ - расстояния кометы от Земли и Солнца, ph - фазовый угол, PA – позиционный угол направления на Солнце, N и t – количество и время экспозиций.

Таблица 2

Сводка наблюдений кометы 29P/Швассмана - Вахмана 1 в
обсерватории Санглох

Дата	<i>r</i>, а.е.	Δ, а.е.	<i>PA</i>, град.	<i>ph</i>, град.	<i>N</i> x Фильтр	<i>t</i>, с
28.07.2017	5.829	4.842	67.6	2.583	10xV, 20xR, 10xI	60
29.07.2017	5.828	4.838	67.2	2.403	8xV,11xR, 11xI	60
30.07.2017	5.828	4.834	66.8	2.223	30xB,33xV,30xR,30xI	60
31.07.2017	5.828	4.831	66.2	2.042	40xB,40xV,40xR,40xI	60
01.08.2017	5.828	4.828	65.7	1.860	20xB,20xV,20xR,20xI	60

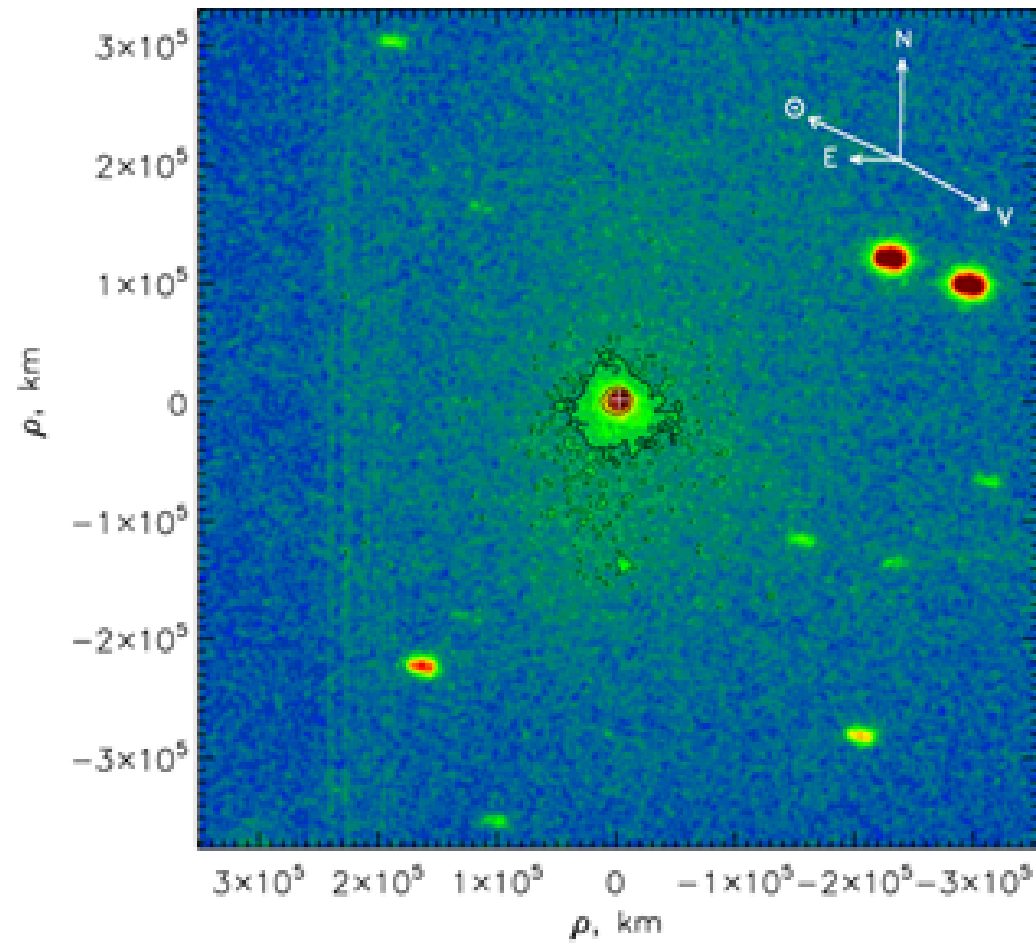
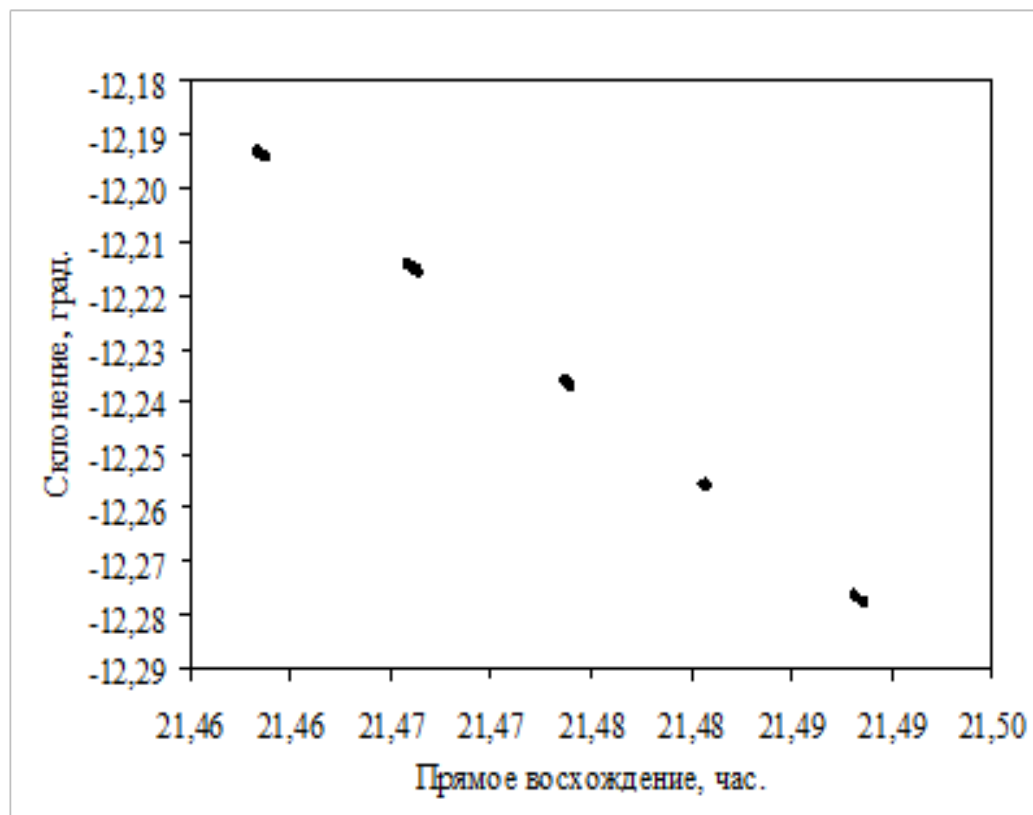


Рис.1. Суммарное изображение кометы 29P в фильтре R, полученных 30 июля 2017 г., телескоп Цейсс-1000 МАОС, экспозиция 1800 сек.

Астрометрическая и фотометрическая обработка кадров проведена с помощью программного пакета АПЕКС II [16].

Экваториальные координаты кометы, найденные в результате астрометрической обработки наблюдений МАОС [17], приведены в виде графика на рисунке, где по оси абсцисс даны прямое восхождение α и по оси ординат – склонение δ .



Видимая траектория кометы 29P по наблюдениям в обсерватории Санглох.

В таблице представлены средние значения отклонений измеренных экваториальных координат (O) от каталожных данных (C), обозначенные как $(O-C)_\alpha$ и $(O-C)_\delta$ для координат α и δ , соответственно, а также их средние квадратичные ошибки σ_α и σ_δ в угловых секундах по наблюдениям в МАОС. Как видно из табл.3, средняя по всем кадрам ошибка астрометрической редукции не превышает 0.04" и 0.09" для прямого восхождения α и склонения δ , соответственно.

Точность наблюдений кометы 29P/ Швасмана-Вахмана 1 в обсерватории Санглох

Дата	$(O-C)_\alpha$ "	σ_α "	$(O-C)_\delta$ "	σ_δ "
28.07. 2017	-0.023	0.018	0.073	0.038
29.07. 2017	-0.062	0.026	0.071	0.015
30.07. 2017	-0.063	0.025	0.086	0.019
31.07. 2017	-0.080	0.044	0.093	0.034
01.08. 2017	-0.056	0.016	0.035	0.019

Первоначальная орбита кометы 29P/, полученная по наблюдениям
 обсерватории Санглох, и орбита MPC (J2000.0)

Элементы орбиты	MAOC [данная работа]	MPEC 2016- V116 [24]	Δ
Кол-во положений, использованное для вычисления орбиты	300	20553	-
T (JD)	2458564.1256	2458567.2912	-
<i>Эпоха</i> (JD)	2457820.5	2457600.5	-
e	0.0417716	0.0416442	0.0001274
a , а.е.	6.01622181	6.0151515	0.00107031
q , а.е.	5.76491423	5.7646555	0.00025873
i , град.	9.37444	9.37658	-0.00214
ω , град.	48.75893	48.98332	-0.22439
Ω , град.	312.40993	312.40927	0.00066
n , град./сут.	0.06679105	0.06680885	-0.00000178
u	0".288	0".600	

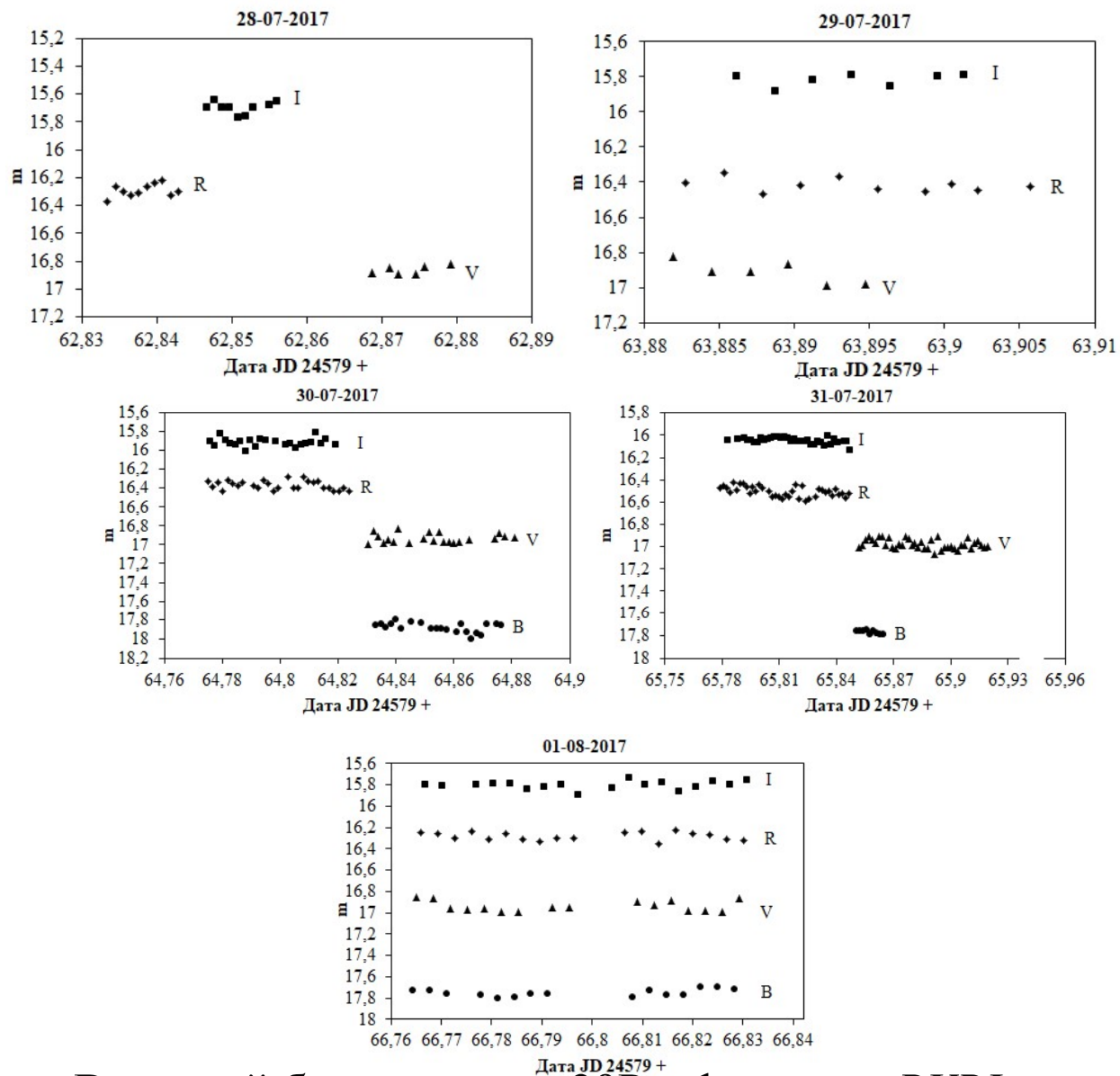
Фотометрическая обработка выполнена по стандартной процедуре. Для определения видимого блеска кометы использовались звезды сравнения из каталога APASS, для которых блеск определен с точностью равной 0.03^m .

Средние значения видимых звездных величин объекта, полученные в разных фильтрах, для каждой ночи наблюдений даны в таблице.

Видимый блеск m (зв. вел.*) кометы 29P по наблюдениям в МАОС

Фильтр	28.07.2017	29.07.2017	30.07.2017	31.07.2017	01.08.2017
B	-	-	17.78 ± 0.05	17.77 ± 0.02	17.75 ± 0.04
V	16.88 ± 0.04	16.91 ± 0.05	16.92 ± 0.05	16.97 ± 0.04	16.92 ± 0.04
R	16.29 ± 0.04	16.41 ± 0.04	16.45 ± 0.05	16.50 ± 0.04	16.33 ± 0.04
I	15.69 ± 0.03	15.83 ± 0.05	15.92 ± 0.05	16.05 ± 0.02	15.82 ± 0.04

* оценка звездной величины в апертурном радиусе (размер апертуры 3 угловых сек., что соответствует ~ 10518 км).



Видимый блеск кометы 29P в фильтрах *BVRI* по наблюдениям в МАОС с 28 июля по 1 августа 2017 г.

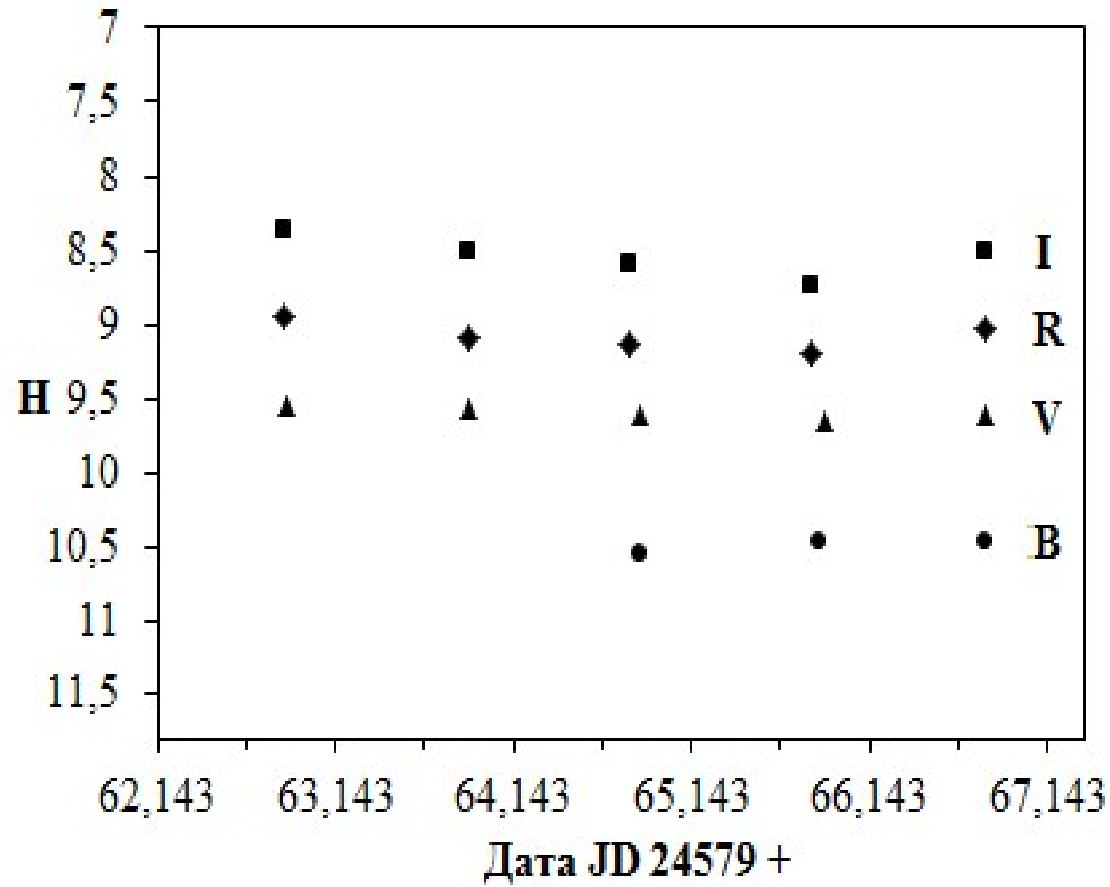
Видимый блеск m_a конвертировался в абсолютную яркость ядра кометы $m_a(1,1,0)$ с использованием следующего эмпирического уравнения Snodgrass С. и др.

$$m_a(1,1,0) = m_a - 5 \log(r\Delta) - \beta\alpha$$

Абсолютный блеск кометы в фильтрах *BVRI* (средние значения за пять ночей), приведен в этой таблице.

Абсолютный блеск $m_a(1,1,0)$ кометы 29P по наблюдениям в МАОС

Фильтр	28.07.2017	29.07.2017	30.07.2017	31.07.2017	01.08.2017
B	-	-	10.45±0.05	10.45±0.02	10.45±0.02
V	9.54±0.04	9.57±0.05	9.60±0.05	9.65±0.03	9.61±0.04
R	8.95±0.04	9.07±0.04	9.13±0.04	9.18±0.04	9.01±0.02
I	8.19±0.03	8.50±0.04	8.59±0.04	8.73±0.02	8.51±0.04



Абсолютный блеск H (средние значения) кометы 29P в фильтрах $BVRI$ по наблюдениям в МАОС.

**Инструментальные показатели цвета кометы 29P в сравнении
с данными для различных объектов Солнечной системы**

Колор-индекс	29P, данная работа, 2017 г.					Median color for active JFC		Median color for active LPC	Median color for Kuiper belt objects	Median color for Centaurs objects [21]		Солнце
	28.07	29.07	30.07	31.07	01.08	[22]	[23]	[22]	[22]	Active	Inactive	
B-V	-	-	0.85	0.80	0.84	0.74	0.75	0.78	0.93	0.80	0.93	0.64
V-R	0.59	0.50	0.47	0.47	0.60	0.46	0.47	0.47	0.57	0.50	0.55	0.35
R-I	0.76	0.57	0.54	0.45	0.50	0.44	0.43	0.42	-	0.57	0.45	0.33
B-R	-	-	1.32	1.27	1.44	1.10	1.22	1.23	1.52	1.29	1.30	0.99

Для оценки размера ядра кометы использовано эмпирическое соотношение между измеренным в фильтре V видимым блеском m_V и эффективным радиусом ядра кометы r_N в метрах [23]

$$Ar_N^2 = 2.238 \cdot 10^{22} R_h^2 \Delta^2 10^{0.4(m_\odot - m_V + \beta\alpha)}$$

или, когда определен абсолютный блеск в фильтре V $m_V(1,1,0)$, радиус вычисляется по упрощенной модификации формулы (2)

$$Ar_N^2 = 2.238 \cdot 10^{22} 10^{0.4(m_\odot - m_V(1,1,0))}$$

где A – геометрическое альbedo и $m_\odot = -26.75$ видимый блеск Солнца, причем обе величины даны в фильтре V . Поскольку величина альbedo кометы 29P точно не установлена, то для определения диаметра мы использовали два его значения 0.13 и 0.03. Результаты оценки диаметра ядра кометы приведены в табл. 8.

Оценка размера ядра кометы 29P по наблюдениям в МАОС

Дата	r, а.е.	Δ , а.е.	ph, град.	m_V , зв.вел.	$m_V(1,1,0)$, зв.вел.	D, км (A=0.13)	D, км (A=0.033)
28.07.2017	5.829	4.842	2.583	16.88±0.04	9.54±0.04	45.68±0.08	91.37±0.08
29.07.2017	5.828	4.838	2.403	16.91±0.05	9.57±0.05	44.89±0.08	89.78±0.08
30.07.2017	5.828	4.834	2.223	16.92±0.05	9.60±0.05	44.37±0.08	88.74±0.08
31.07.2017	5.828	4.831	2.042	16.97±0.04	9.65±0.03	43.34±0.08	86.68±0.08
01.08.2017	5.828	4.828	1.860	16.92±0.04	9.61±0.04	44.08±0.08	88.17±0.08

Заключение

По наблюдениям кометы 29P в обсерватории Санглох определены координаты, геоцентрическая траектория и орбита кометы, которые согласуются с данными MPC. Найден видимый блеск кометы в фильтрах *BVRI* и построены кривые блеска по наблюдениям пяти ночей. Определен абсолютный блеск кометы в фильтрах *BVRI*, его зависимость от времени свидетельствует об отсутствии нерегулярностей в блеске кометы в период наблюдений. Показатель цвета соответствует диапазону значений для активных объектов группы кентавров и показывает, что в коме кометы преобладает пылевая компонента более красная по отражательной способности. Значения диаметра ядра по нашим наблюдениям соответствуют имеющимся в литературе оценкам.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!