

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

***РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТЫ
21P/ДЖАКОБИНИ-ЦИННЕРА***

Г.И.Кохирова, А.М.Буриев, У.Х.Хамроев

*Институт астрофизики Академии наук Республики Таджикистан,
734042 Республика Таджикистан, г.Душанбе, ул.Бухоро,22*

Комета 21P/ была открыта М. Джакобини (Ницца, Франция) в 20 декабря 1900 г. созвездия Водолей Она была обнаружена снова Э. Цинером (Бамберг, Германия) двумя перигелиями позже во время наблюдения переменных звёзд около β Щита 23 октября 1913 года.

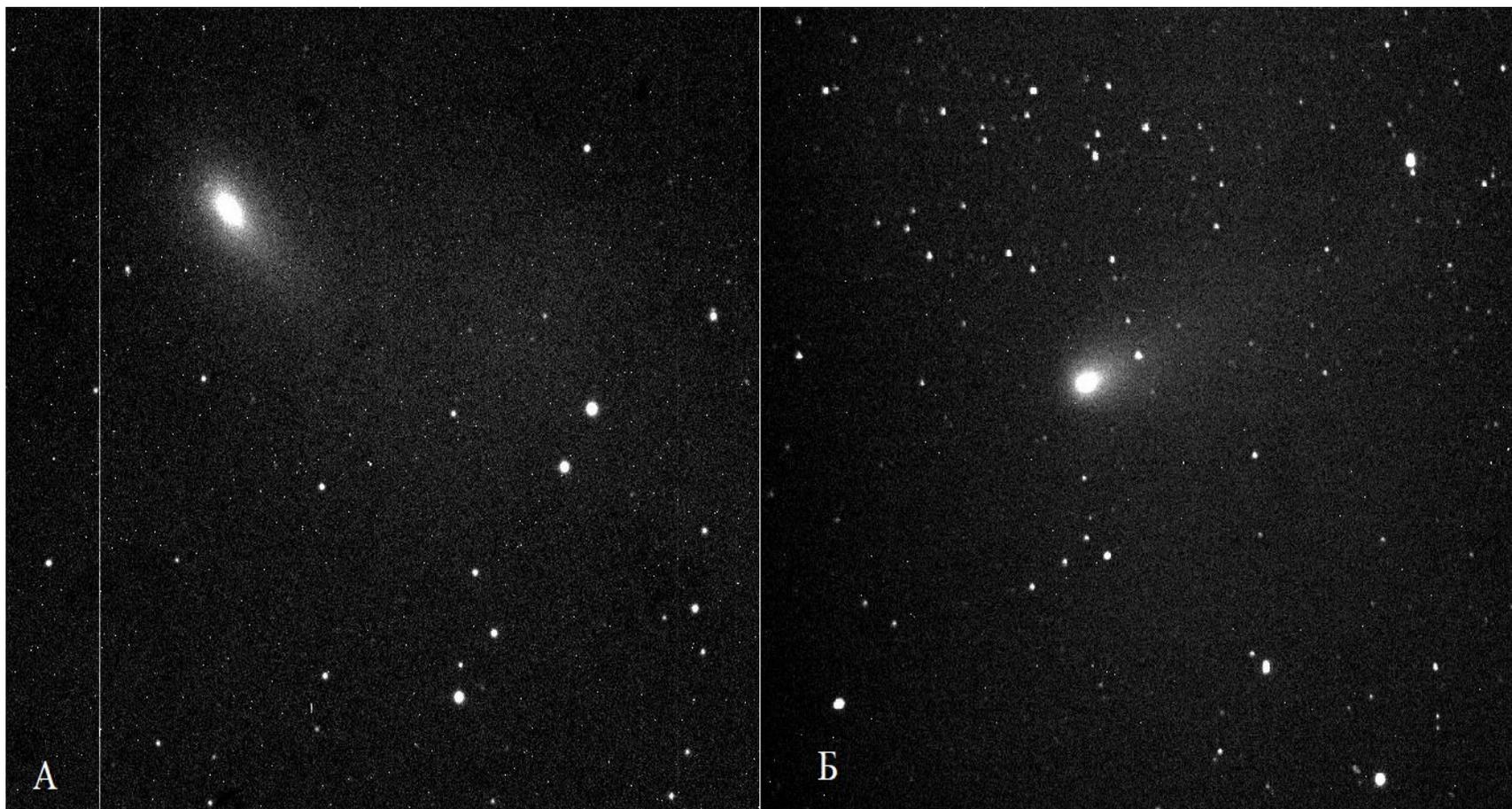
Комета Джакобини - Циннера - периодическая комета с периодом обращения 6,6 года. В 1946 и 1959 годах у кометы наблюдались вспышки на 0,5–1,0 зв. вел.

В 2018 г. комета 21P/ Джакобини - Циннера в очередной раз стала доступной для наблюдений. 28 июня – 11 августа 2018 г. нами проведены квазисинхронные астрометрические и фотометрические наблюдения короткопериодической кометы 21P/Джакобини-Циннера на телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) и АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) Института астрофизики АН РТ.

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, N и t – количество и время экспозиций.

Сводка наблюдений кометы 21P/Джакобини-Ценнера в МАОС и ГисАО

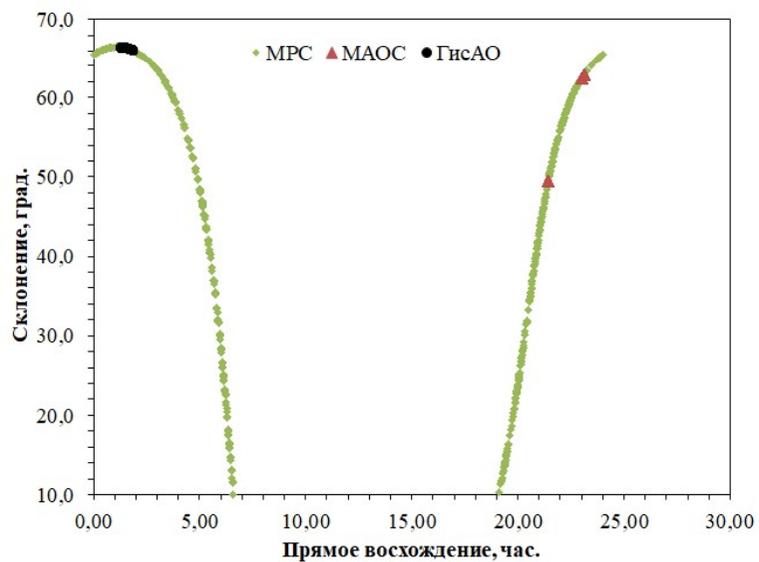
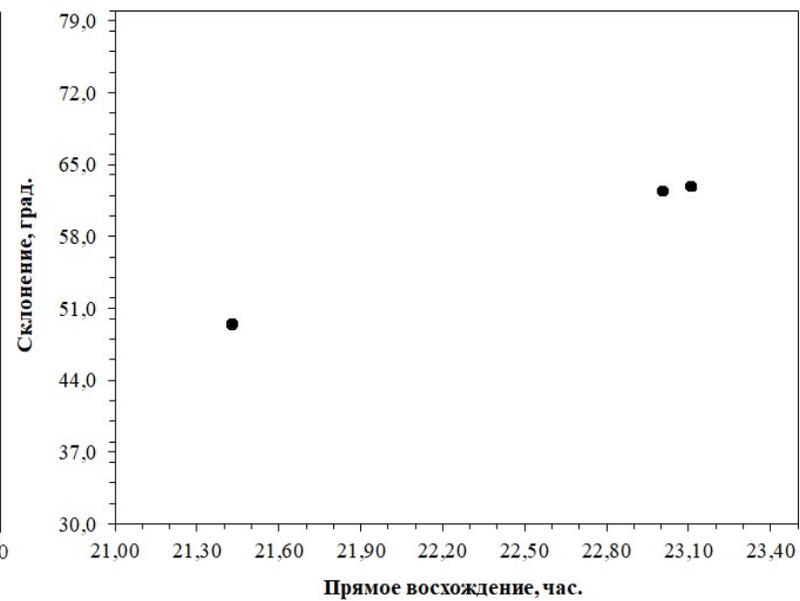
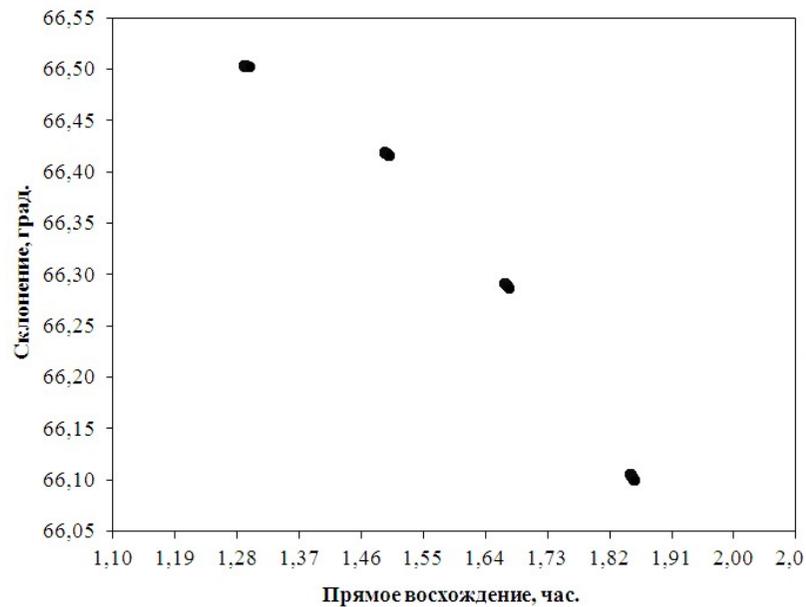
Дата	<i>r</i> , а.е.	Δ , а.е.	<i>ph</i> , град.	<i>N x Фильтр</i>		<i>t</i> , с
				МАОС	ГисАО	
29.06. 2018	1,42	0,86	45,08	30xB, 30xV, 30xR, 30xI	-	15-60
30.06. 2018	1,41	0,85	45,47		30xB, 30xV, 30xR, 30xI	5-60
01.07. 2018	1,40	0,84	45,87	-	30xB, 30xV, 30xR, 30xI	5-60
02.07. 2018	1,39	0,83	46,28	-	30xB, 30xV, 30xR, 30xI	5-60
23.07. 2018	1,22	0,65	56,14	24xB, 24xV, 24xR, 24xI	-	15-30
24.07. 2018	1,21	0,65	56,67	29xB, 29xV, 29xR, 29xI	-	15-30
08.08. 2018	1,11	0,53	65,12	-	29xB, 29xV, 29xR, 29xI	5-60
09.08. 2018	1,10	0,53	65,70	-	22xB, 17xV, 22xR, 22xI	5-60
10.08. 2018	1,10	0,52	66,28	-	22xB, 22xV, 22xR, 22xI	5-60
11.08. 2018	1,09	0,51	66,86	-	22xB, 22xV, 22xR, 22xI	5-60



Изображение (А) кометы 21Р, 24 июля 2018 г., телескоп Цейсс-1000
МАОС, экспозиция 60 сек, (Б) 21Р, 11 августа 2018 г., телескоп АЗТ-8
ГисАО экспозиция 30 сек.

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

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 $\sigma\alpha$ и $\sigma\delta$ в угловых секундах по наблюдениям в МАОС и ГисАО. Как видно из табл.3, средняя по всем кадрам ошибка астрометрической редукации не превышает 0.1" и 0.2" для прямого восхождения α и склонения δ , соответственно.



Видимая траектория кометы 21Р по наблюдениям в обсерватории Санглох, ГисАО и МРС.

Точность наблюдений кометы 21P/Джакобини-Ценнера
в обсерватории Санглох и ГисАО

Дата	$(O-C)_\alpha''$	σ_α''	$(O-C)_\delta''$	σ_δ''
29.06. 2018	-0.014	0.008	0.051	0.033
30.06. 2018	-0.018	0.004	-0.044	0.082
01.07. 2018	-0.088	0.068	-0.038	0.095
02.07. 2018	0.147	0.085	-0.185	0.098
23.07. 2018	-0.043	0.067	0.075	0.070
24.07. 2018	-0.095	0.029	0.089	0.099
08.08. 2018	-0.186	0.079	-0.043	0.035
09.08. 2018	-0.184	0.020	-0.085	0.009
10.08. 2018	-0.156	0.032	-0.102	0.021
11.08. 2018	-0.155	0.073	-0.108	0.028

На основе найденных из наблюдений координат с помощью программы ЭПОС-9 [23] вычислена орбита кометы. Результаты представлены в таблице, где для сравнения также дана орбита, найденная по наблюдениям, собранным в Международном центре малых планет (MPC) [24].

В таблице наряду с обычными элементами также даны T – время прохождения перигелия в юлианских днях (JD), эпоха, на которую орбита вычислена, n – среднее движение кометы, P – период обращения, σ – среднеквадратичная ошибка в угловых секундах. Как видно, по наблюдениям в МАОС получена вполне узнаваемая орбита кометы.

Первоначальная орбита кометы 21P/Джакобини-Ценнера, полученная по наблюдениям обсерватории Санглох, и орбита MPC (J2000.0)

Элементы орбиты	МАОС [данная работа]	ГисАО [данная работа]	МРС 2018-Q24
Кол-во положений, использованное для вычисления орбиты	241	412	2292
<i>T</i>	10 сентября 2018 JD 2458371.61	10 сентября 2018 JD 2454953.19	10 сентября 2018 JD 2458371.77
<i>Эпоха</i>	25 июля 2018 JD 2458324.5	25 июля 2018 JD 24578324.5	23 марта 2018 JD 2458200.5
<i>e</i>	0.710555	0.710594	0.710469
<i>a</i>, а.е.	3.497503	3.497858	3.498446
<i>q</i>, а.е.	1.012904	1.012902	1.012906
<i>i</i>, град.	31.998790	31.998343	31.998000
ω, град.	172.850050	172.850100	172.85143
Ω, град.	195.395880	195.396234	195.39511
<i>n</i>	0.150593	0.150388	0.150623
<i>P</i>	7.02	7.02	6.54
σ	0".307	0".665	0".673

Фотометрическая обработка выполнена по стандартной процедуре. Для определения видимого блеска кометы использовались звезды сравнения из каталога APASS, для которых блеск определен с точностью равной $0.03m$ [25]. Кривые блеска 21P представлены на рисунке, где по оси ординат отложены видимые звездные величины m в фильтрах BVRI и по оси абсцисс - даты наблюдений в юлианских днях.

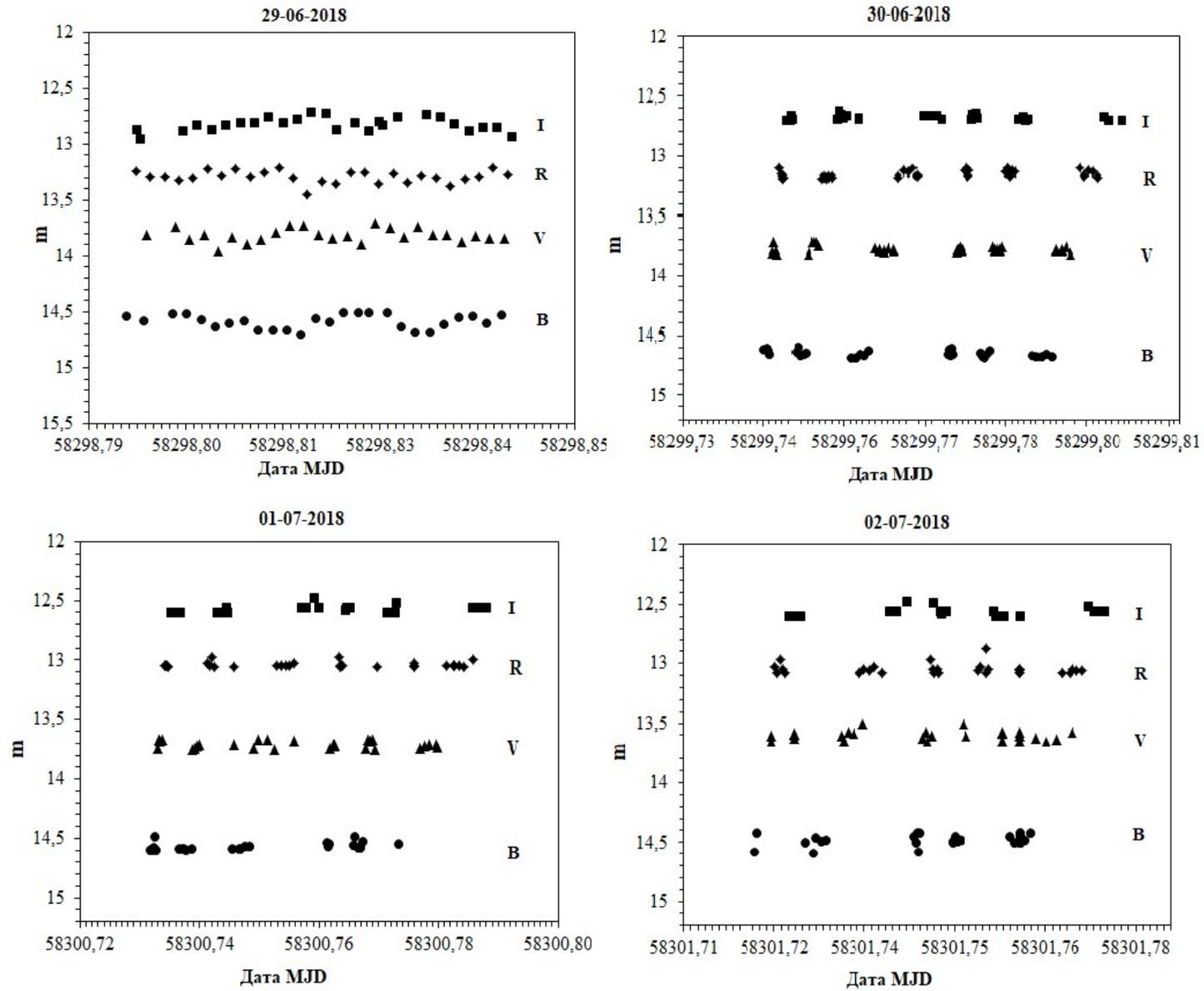
Средние значения видимых звездных величин объекта, полученные в разных фильтрах, для каждой ночи наблюдений приведена в таблице. Отметим, что видимый блеск определен без учета данных стандартной фотометрической системы. Это связано с тем, что пока не выполнена калибровка системы телескоп - камера – фильтры.

Видимый блеск m (зв. вел.*) кометы 21P по наблюдениям в МАОС

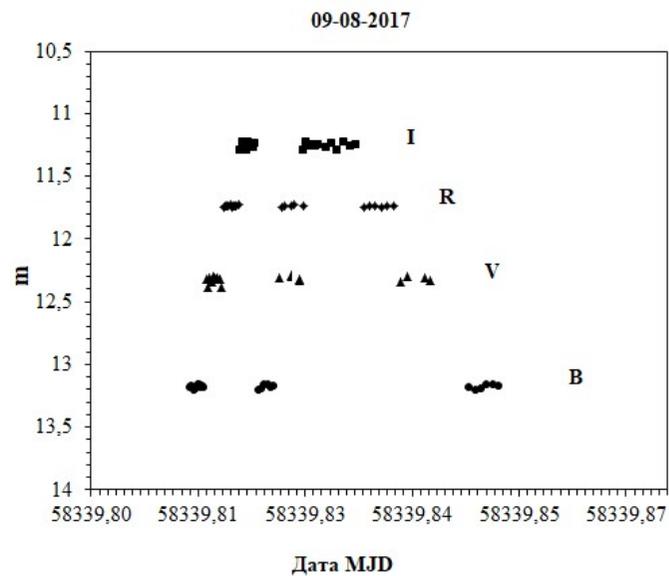
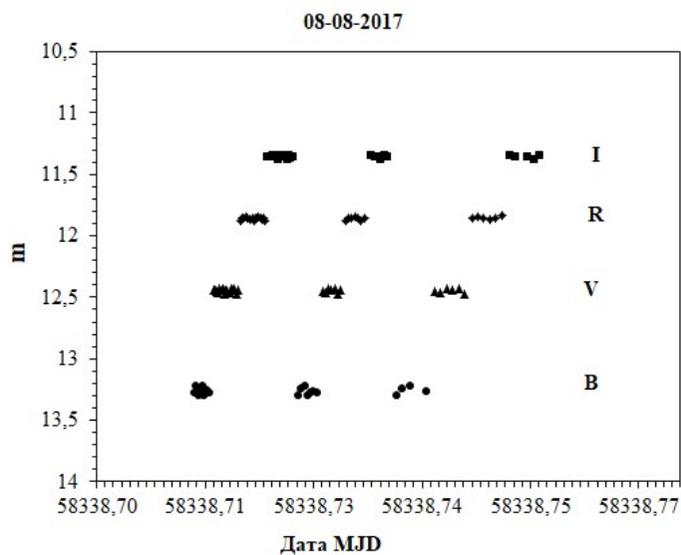
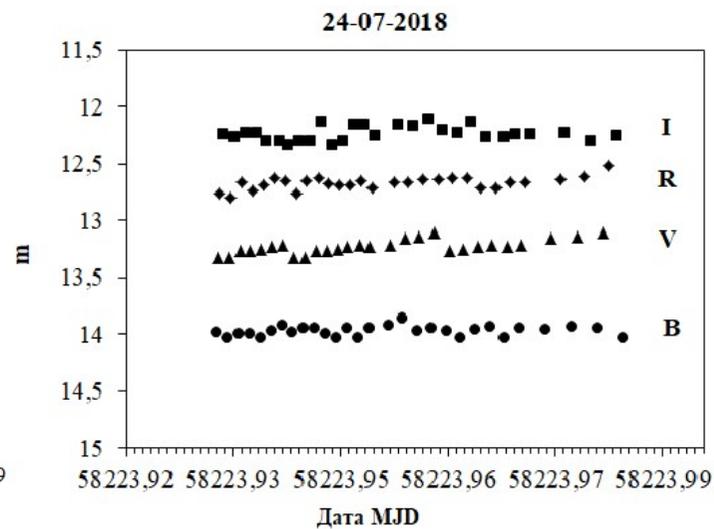
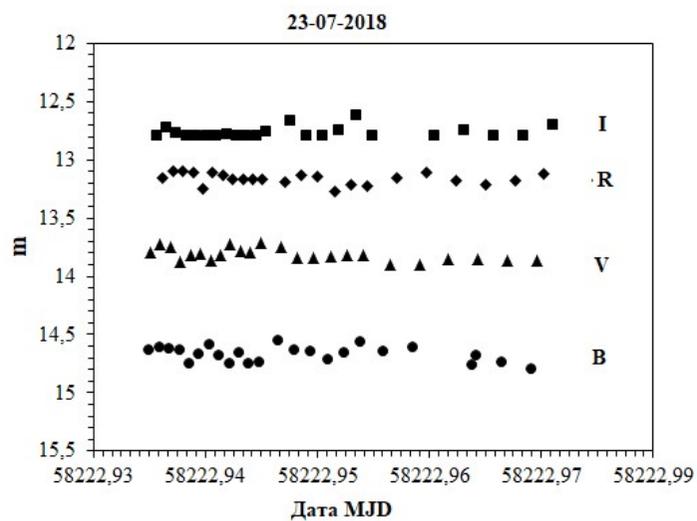
Фильтр	29.06.2018	23.07.2018	24.07.2018
B	14,58±0.04	14,66±0.05	13,96±0.04
V	13,82±0.04	13,82±0.04	13,23±0.05
R	13,29±0.05	13,16±0.05	12,67±0.05
I	12,82±0.04	12,76±0.04	12,23±0.05

Видимый блеск m (зв. вел.*) кометы 21P по наблюдениям в ГисАО

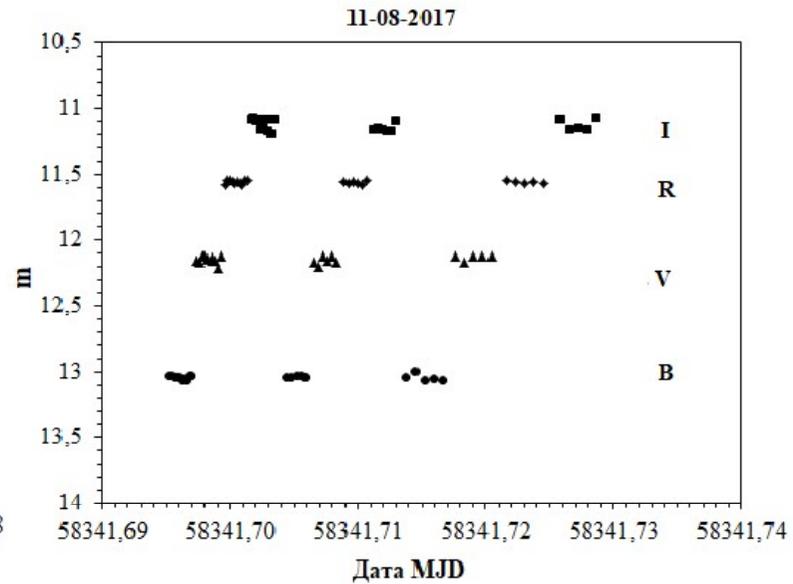
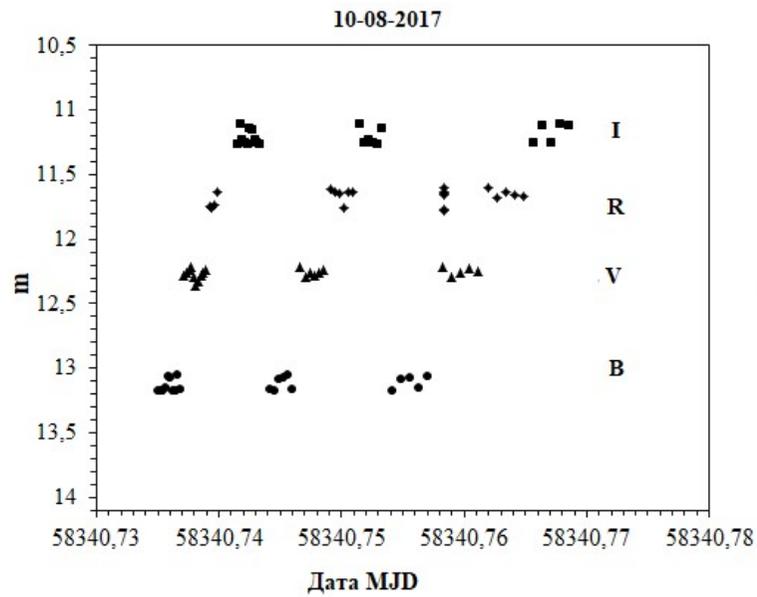
Фильтр	30.06.2018	01.07.2018	02.07.2018	08.08.2018
B	14,65±0.02	14,56±0.03	14,48±0.04	13,27±0.02
V	13,78±0.02	13,72±0.02	13,60±0.03	12,45±0.01
R	13,15±0.02	13,05±0.02	13,05±0.03	11,86±0.01
I	12,68±0.01	12,55 ±0.02	12,55±0.02	11,36±0.02
Фильтр	09.08.2018	10.08.2018	11.08.2018	
B	13,18±0.01	13,27±0.01	13,25±0.01	
V	12,33±0.02	12,44±0.03	12,46±0.01	
R	11,74±0.03	11,84±0.01	11,86±0.04	
I	11,26±0.02	11,36±0.02	11,38±0.04	



Видимый блеск кометы 21P в фильтрах *BVRI* по наблюдениям в МАОС и ГисАО с 29 июня по 02 июля 2018 г.



Видимый блеск кометы 21P в фильтрах *BVRI* по наблюдениям в МАОС и ГисАО с 23 июля по 09 августа 2018 г.



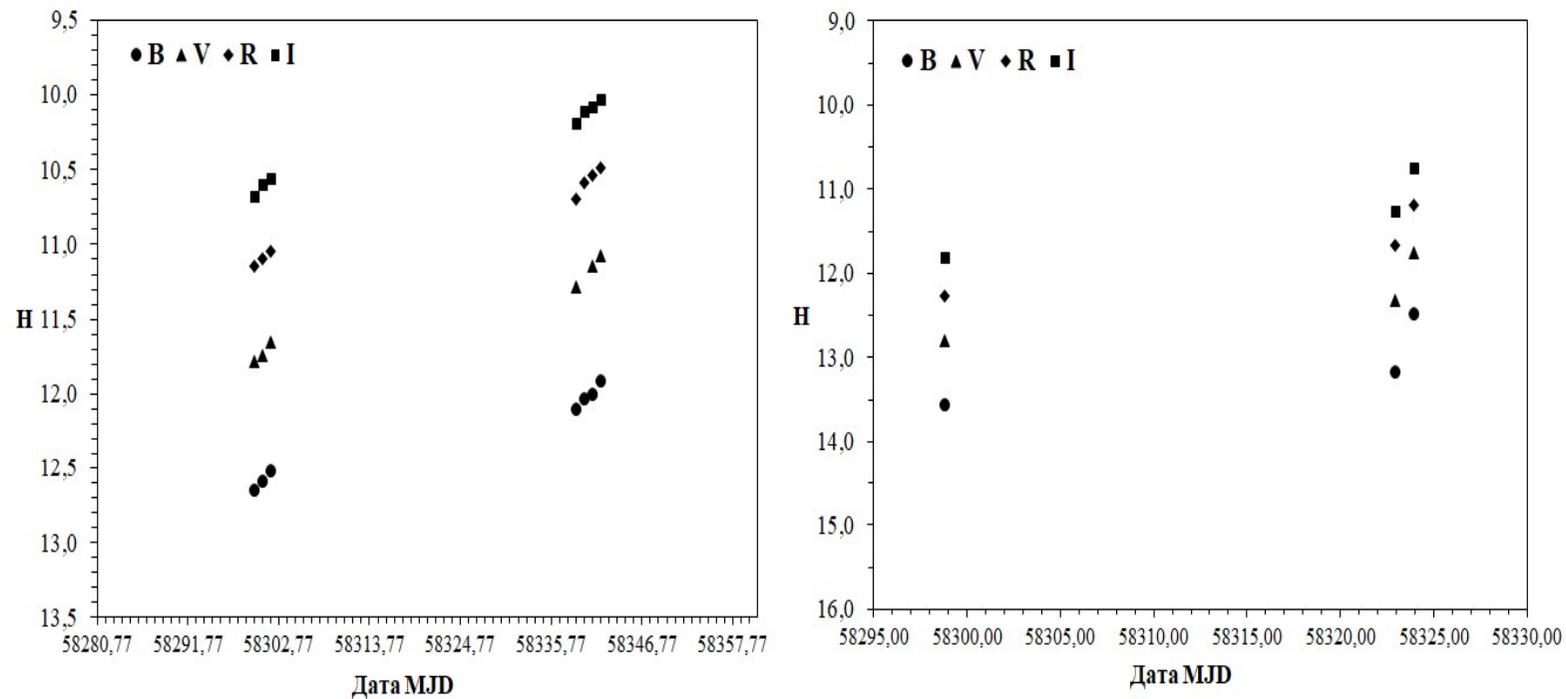
Видимый блеск кометы 21P в фильтрах *BVRI* по наблюдениям в МАОС и ГисАО 10-11 августа 2018 г.

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 10-ти ночей), приведен в этой таблице.

<i>Дата</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>I</i>
ГисАО				
30.06.2018	12.65 ±0.02	11.78±0.02	11.15±0.02	10.66±0.01
01.07.2018	12.58±0.03	11.74±0.02	11.06±0.02	10.59±0.03
02.07.2018	12.52±0.04	11.65±0.03	11.09±0.04	10.56±0.04
08.08.2018	12.09±0.02	11.28±0.01	10.69±0.01	10.19±0.01
09.08.2018	12.03±0.01	11.18±0.02	10.58±0.01	10.11±0.02
10.08.2018	12.00±0.04	11.14±0.03	10.54±0.04	10.07±0.05
11.08.2018	11.93±0.01	11.03±0.02	10.45±0.01	10.02±0.04
<i>Дата</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>I</i>
МАОС				
29.06.2018	12.55 ±0.06	11.79±0.05	11.27±0.05	10.80±0.06
23.07.2018	13.16 ±0.06	12.32±0.05	11.66±0.04	11.26±0.04
24.07.2018	12.48 ±0.01	11.75±0.06	11.19±0.05	10.75±0.06



Абсолютный блеск H (средние значения) кометы 21P в фильтрах $BVRI$ по наблюдениям в МАОС-е и ГисАО.

Инструментальные показатели цвета кометы 21P в сравнении с данными для различных объектов Солнечной системы

Колор-индекс	21P, данная работа, 2018 г., по наблюдениям МАОС.			21P, данная работа, 2018 г., по наблюдениям ГисАО.							Median color for active JFC		Median color for active LPC	Солнце
	29.0 6	23.0 7	24.0 7	30.06	01.07	02.07	08.08	09.08	10.08	11.08	[28]	[29]	[28]	[30]
B-V	0,76	0,84	0,73	0,87	0,85	0,87	0,82	0,85	0,86	0,89	0,74	0,75	0,78	0,64
V-R	0,52	0,65	0,56	0,63	0,67	0,55	0,58	0,58	0,59	0,58	0,46	0,47	0,47	0,35
R-I	0,47	0,40	0,44	0,46	0,47	0,53	0,49	0,47	0,46	0,42	0,44	0,43	0,42	0,33
B-R	1,29	1,50	1,30	1,50	1,52	1,43	1,41	1,45	1,46	1,49	1,10	1,22	1,23	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 [29]

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

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

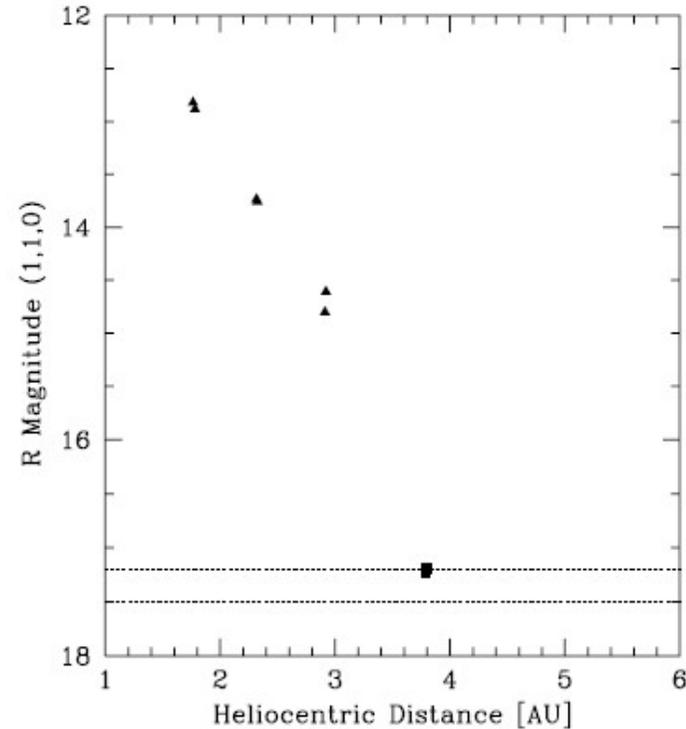
$$Ar_N^2 = 2.238 \cdot 10^{22} 10^{0.4(m_\odot - m_V(1,1,0))}$$

где A – геометрическое альbedo и $m_\odot = -26.75$ видимый блеск Солнца, причем обе величины даны в фильтре V . Поскольку величина альbedo кометы 21P точно не установлена, то для определения диаметра мы использовали два его значения 0.04 и 0.05. Результаты оценки диаметра ядра кометы приведены в следующей таблице.

Оценка размера ядра кометы 21P по наблюдениям в МАОС и ГисАО

Дата	r , а.е.	Δ , а.е.	ph , град.	m_p зв.вел.	$m_V(1,1,0)$, зв.вел.	D , км ($A=0.05$)
МАОС						
29.06.2018	1,423	0,863	45,080	13,82±0.04	11.79±0.05	21.93±0.09
23.07.2018	1,223	0,659	56,145	13,82±0.04	12.32±0.05	20.53±0.09
24.07.2018	1,215	0,651	56,674	13,23±0.05	11.75±0.06	26.60±0.09
ГисАО						
30.06.2018	1,412	0,853	45,475	13,78±0.02	11.78±0.02	26.34±0.09
01.07.2018	1,404	0,844	45,875	13,72±0.02	11.74±0.02	26.82±0.09
02.07.2018	1,395	0,835	46,281	13,60±0.03	11.65±0.03	27.96±0.09
08.08.2018	1,115	0,537	65,124	12,45±0.01	11.28±0.01	33.13±0.09
09.08.2018	1,109	0,530	65,705	12,33±0.02	11.18±0.02	34.73±0.09
10.08.2018	1,103	0,523	66,284	12,44±0.03	11.14±0.03	35.27±0.09
11.08.2018	1,098	0,516	66,863	12,46±0.01	11.03±0.02	37.05±0.09

По оценке Mueller (1992) и Pittichova et. al. (2008) фотометрический диаметр ядра 21P/ на расстояний 3.75 а.е. от Солнце и на малых (6.5° - 10°) фазовых углах составляет 3.8 км. Pittichova et. al. (2008) нашли зависимость фотометрического диаметра ядра от гелиоцентрического расстояния кометы которые выглядят следующим образом.



По нашим измерениям, оценка фотометрического диаметра ядра составляет в среднем 30 км ($A=0.05$) на расстояниях порядка 1 а.е. при фазовых углах до 70° . Для уточнения размера необходимо продолжить наблюдения кометы.

Заключение

В результате астрометрической обработки наблюдений кометы 21P в в обоих обсерваториях определены координаты, геоцентрическая траектория и орбита кометы, которые согласуются с данными MPC.

В результате фотометрической обработки наблюдений найден видимый блеск кометы в фильтрах *BVRI* и построены кривые блеска по наблюдениям 10-ти 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.

По нашим измерениям, оценка фотометрического диаметра ядра составляет в среднем 30 км ($A=0.05$) на расстояниях порядка 1 а.е. при фазовых углах до 70° . Для уточнения размера необходимо продолжить наблюдения кометы.