

УДК 535.361

## Апертурная поляриметрия избранных комет в КрАО

Е.А. Жужулина<sup>1,2</sup>, Н.Н. Киселев<sup>2</sup>, Д.Н. Шаховской<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, пр-кт Академика Вернадского, 4, Симферополь, Крым, 295007  
*iguana-sev@mail.ru*

<sup>2</sup> ФГБУН “Крымская астрофизическая обсерватория РАН”, Научный, Крым, 298409  
*kiselevnn@yandex.ru*

Поступила в редакцию 15 ноября 2017 г.

**Аннотация.** В период с 2012 по 2017 гг. на 2.6-м телескопе ЗТШ КрАО были проведены поляриметрические наблюдения 9 комет. По результатам наблюдений были построены фазовые зависимости степени поляризации (ФЗСП) комет, а также проведено сопоставление с синтетической ФЗСП комет, построенной по поляриметрической базе данных. С учетом фотометрических, спектральных и поляриметрических характеристик наблюдаемых нами комет была проведена их классификация, а именно отнесение каждой кометы к группам с высокой либо низкой степенью поляризации на больших фазовых углах.

APERTURE POLARIMETRY OF SELECTED COMETS AT CRAO, *by E.A. Zhuzhulina, N.N. Kiselev, D.N. Shakhovskoy*. In the period from 2012 to 2017 polarimetric observations of 9 comets were carried out at CrAO. Based on the results of observations, the polarization phase dependencies (PPD) of comets were obtained. Moreover, observation data were compared with the synthetic PPD of comets constructed according to the polarimetric database of comets. Taking into account the photometric, spectral and polarimetric characteristics of the observed comets, their classification was carried out, namely, the assignment of each comet to groups with a high or low degree of polarization at large phase angles.

**Ключевые слова:** поляриметрия, фазовая зависимость поляризации, кометы

---

### 1 Введение

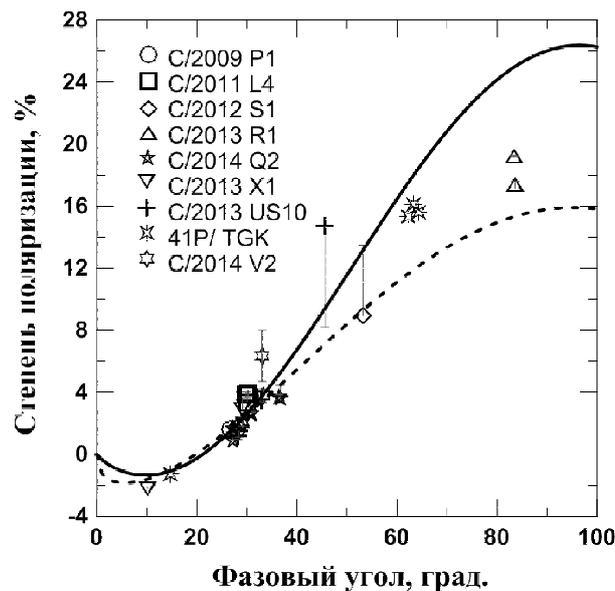
В настоящее время для изучения поляризации комет используются два метода – апертурная поляриметрия и ПЗС-поляриметрия. Поляризационные изображения комет предоставляют значительную информацию о свойствах пылевых частиц в коме кометы и их изменений с расстоянием от ядра. Апертурная поляриметрия хотя и позволяет получать только усредненные данные в измеряемых областях комы, тем не менее может эффективно использоваться для выявления общих поляризационных свойств комет и проведения соответствующей классификации. В частности выявлено, что на больших фазовых углах кометы делятся на два класса – с высокой и низкой степенью поляризации, что коррелирует с соотношением пыль/газ в кометах. В период с 2012 по 2017 гг. в КрАО на 2.6-м телескопе ЗТШ были проведены апертурные поляриметрические наблюдения 9 комет. Целью настоящей работы является сопоставление результатов этих наблюдений с имеющимися средними фазовыми зависимостями комет и проведение их классификации.

## 2 Аппаратура и результаты наблюдений

Для наблюдений использовался одноканальный фотометр-поляриметр, установленный в касегреновском фокусе ( $f/16$ ) 2.6-м рефлектора им. акад. Г.А. Шайна. Наблюдения проводились в широкополосном фильтре WR (550–750 нм). Использовалась диафрагма 15".

Таблица 1.

Комета	Дата	$\alpha$	гелиоц., AU	геоц., AU	поляризация	Тип
C/2009 P1	2012, III–IV	26.7 – 28	1.98 – 2.24	1.41 – 1.99	Высокая	Пыль
C/2011 L4	2013, VI	29.83 – 30.29	1.95 – 1.98	1.936 – 1.963	Высокая	Пыль
C/2012 S1	2013, XI	53.19	0.970	1.199	Низкая	Газ
C/2013 R1	2013, XII	83.37 – 83.62	0.885 – 0.878	0.544 – 0.561	Высокая	Пыль
C/2014 Q2	2015, III–V	27.11 – 36.68	1.496 – 2.03	1.64 – 2.216	Низкая	Газ
C/2013 X1	2015, XI 2016, I	10.08 – 29.11	1.93 – 2.56	1.640 – 1.981	?	?
C/2013 US10	2016, I–III	28.20 – 45.6	1.346 – 2.088	0.733 – 1.954	Высокая	Пыль
41P	2017, II–IV	14.62 – 64.25	1.053 – 1.225	0.142 – 0.245	Высокая	Пыль
C/2015 V2	2017, V–VI	29.13 – 33.23	1.648 – 1.65	0.823 – 0.916	Высокая (?)	Пыль (?)



**Рис. 1.** Фазовые зависимости поляризации комет, полученные в КраО в 2012–2017 гг. Сплошная и пунктирная кривые представляют аппроксимацию тригонометрическим полиномом (Люмме, Муйнонен, 1993) синтетических фазовых зависимостей пылевых и газовых комет соответственно. Для их построения использовалась поляриметрическая база данных комет (Киселев и др., 2017)

Условия наблюдений – дата наблюдений, диапазон фазовых углов, гелио- и геоцентрических расстояний – показаны в табл. 1. На рис. 1 приведены измеренная степень поляризации комет и для сравнения аппроксимационные кривые средних фазовых зависимостей степени поляризации комет с высокой ( $high-P_{max}$ ) и низкой ( $low-P_{max}$ ) степенью поляризации на больших фазовых углах. Как отмечено в работе (Киселев и др., 2015), кометы с  $high-P_{max}$  и  $low-P_{max}$  ассоциируются с высоким и низким относительным содержанием пыли и поэтому условно подразделяются на пылевые и газовые.

**C/2009 P1 (Garradd).** Спектры, прямые и поляризационные ПЗС-изображения (Иванова и др., 2017) выявили, что комета содержит большое количество пыли. Наши апертурные измерения поляризации сопоставимы с результатами ПЗС-поляриметрии, а также хорошо согласуются с синтетической фазовой кривой степени поляризации для пылевых комет.

**C/2011 L4 (PANSTARRS).** Эта долгопериодическая комета была открыта с помощью телескопа Pan-STARRS 6 июня 2011 г. Комета показала высокую производительность пыли на расстояниях больше 4 а.е. (Иванова и др., 2014). Результаты наших измерений хорошо согласуются с синтетической кривой для пылевых комет.

**C/2012 S1 (ISON).** По динамическим характеристикам относится к долгопериодическим кометам. При прохождении перигелия 28 ноября 2013 г. комета распалась. Из-за погодных условий значение степени поляризации получено с большой ошибкой. Тем не менее среднее значение степени поляризации кометы соответствует группе газовых комет.

**C/2013 R1 (Lovejoy)** была открыта 7 сентября 2013 г. Измеренная степень поляризации находится между средними значениями поляризации для пылевых и газовых комет. Результаты наших наблюдений согласуются с данными, полученными в узкополосных фильтрах (Борисов и др., 2015), если принять во внимание возможное деполяризующее влияние излучения молекул, попадающих в наш широкополосный фильтр. Это позволяет отнести комету к группе пылевых комет.

**C/2014 Q2 (Lovejoy).** Долгопериодическая комета, открыта 17 сентября 2014 г. На данных фазовых углах измеренная степень поляризации позволяет отнести комету к группе газовых комет.

**C/2013 X1 (PANSTARRS).** Комета относится к классу долгопериодических. На малых фазовых углах у кометы наблюдалась отрицательная степень поляризации. Измерения на положительной ветви поляризации попадают в область, где поляризации на пыли и молекулах близки. Отнести к какому-либо классу комет по этим данным затруднительно.

**C/2013 US10 (Catalina).** Долгопериодическая комета, открыта 31 октября 2013 г. Из-за погодных условий измерения выполнены с невысокой точностью. Тем не менее результаты показывают, что величина степени поляризации скорее характерна для комет, относящихся к группе пылевых с высокой степенью поляризации на больших фазовых углах.

**41P/Tuttle-Giacobini-Kresak.** Короткопериодическая комета, открыта 3 мая 1858 г. Изменение степени поляризации характерно для групп комет с высокой степенью поляризации на больших фазовых углах.

**C/2015 V2 (Johnson).** Комета с гиперболической орбитой, открыта 3 ноября 2015 г. Полученные значения изменения степени поляризации скорее характерны для пылевых комет, однако с уверенностью отнести комету к какой-либо группе затруднительно.

### 3 Выводы

Получены данные апертурной поляриметрии 9 комет на телескопе ЗТШ в период 2012–2017 гг. Проведено сравнение результатов наблюдений со средними фазовыми зависимостями поляризации пылевых и газовых комет и определен поляриметрический класс комет.

### Литература

- Борисов и др. (Borisov G. et al.) // Planet. Space Sci. 2015. V. 118. P. 187.  
Иванова и др. (Ivanova O. et al.) // Icarus. 2014. V. 227. P. 202.  
Иванова и др. (Ivanova O. et al.) // Icarus. 2017. V. 284. P. 167.  
Киселев и др. (Kiselev N. et al.) // Polarimetry of Stars and Planetary Systems / Ed. Kolokolova L. et al. Cambridge Univ. Press. 2015. P. 379.  
Киселев и др. (Kiselev N. et al.) // Compilation of Comet Polarimetry from Published and Unpublished Sources. urn:nasa:pds:compil-comet:polarimetry::1.0. NASA Planetary Data System. 2017.  
Люмме, Муйнонен (Lumme K., Muinonen K.) // Asteroids, Comets, Meteors. IAU Symp. N. 160 / Eds Milani A., Badiale M., Cellino A. Houston: Lunar and Planetary Institute. 1993. V. 810. P. 194.