

Заключение

В 2005-2007 гг. проведены ПЗС-наблюдения 21 АСЗ. Среди них:

– Потенциально опасные для Земли объекты: 137032 1998 УО, 12004 ХР14, 2006 RZ, 2006 VV2. Отметим, что все они наблюдались также с помощью радаров.

– Двойные или предполагаемые двойные: 1862 Аполлон, 6611 1993 VW, 68216 2001 CV26, 2005 АВ, 2006 VV2, 2007 FK1.

– 1862 Аполлон, наблюдения которого использованы для обнаружения и изучения YORP-эффекта.

– Астероиды, наблюдавшиеся в широком диапазоне фазовых углов и аспекта: 1036 Ганимед, 1627 Ивар, 1862 Аполлон, 1980 Тезкатлипока, 3103 Игер.

Литература:

1. Mottola, S., G. De Angelis, M. Di Martino, A. Erikson, G. Hahn, and G. Neukum. 1995. The Near-Earth objects follow-up program: first results. *Icarus* **117**, 62-70.
2. Krugly Yu.N., Belskaya I.N., Shevchenko V.G., *et al.* 2002, *Icarus* 158, 294.
3. Kaasalainen M., *et al.* Acceleration of the rotation of asteroid 1862 Apollo by radiation torques. //Nature. 2007, V. 446, March 22. P. 420–422.

Астероиды неоднозначных спектральных типов: 11 Парthenопа, 198 Ампелла, 201 Пенелопа и 21 Лютеция

Бусарев В. В.

ГАИШМГУ

E-mail: busarev@sai.msu.ru

Выполненные нами в разные годы спектральные исследования показывают, что S-астероиды 11 Парthenопа и 198 Ампелла, M-астероиды 201 Пенелопа и 21 Лютеция имеют особенности состава вещества, не согласующиеся с их спектральными типами.

Asteroids of ambiguous spectral types: 11 Parthenope, 198 Ampella, 201 Penelope and 21 Lutetia

V. V. Busarev

Sternberg State Astron. Inst., Lomonosov Moscow State Univ.

The spectral investigations, carried out over many years, show that S-asteroids 11 Parthenope and 198 Ampella, and M-asteroids 201 Penelope and 21 Lutetia have the peculiar compositions which do not agree with their spectral types.

Введение

На сегодняшний день одним из наиболее эффективных методов дистанционной оценки и изучения состава вещества астероидов и других безат-

мосферных тел Солнечной системы является метод получения их спектров отражения в видимом и ближнем ИК диапазонах. Суть этого метода состоит в том, что на достаточно коротких интервалах времени сравниваются (а точнее, – делятся друг на друга с учетом разницы в воздушных массах) спектры исследуемого объекта и звезды - солнечного аналога, являющегося «заменителем» Солнца ([1]).

Наиболее широко используемая спектральная классификация астероидов [2], насчитывает 14 спектральных типов или классов, каждому из которых соответствует некоторая своя усредненная форма спектра отражения. Специфическая форма спектра отражения у каждого спектрального типа астероидов определяется набором или комбинацией основных (наиболее интенсивных) полос поглощения, определяющих минералогический состав вещества этих астероидов [3].

Здесь мы приводим результаты изучения двух астероидов *S*-типа 11 Партенопы и 198 Ампеллы и двух астероидов *M*-типа 21 Лютеции и 201 Пенелопы. Хотя эти астероиды ранее уже были классифицированы [2], по результатам наших спектральных исследований их минералогия указанным типам не соответствует или не вполне соответствует.

Результаты наблюдений

Спектры отражения астероидов 11 Партенопы, 201 Пенелопы, 198 Ампеллы и 21 Лютеции были получены в видимом и ближнем ИК диапазонах с разными интервалами времени (от нескольких десятков минут и более). В 1993 г. спектры 11 Партенопы и 201 Пенелопы были получены со сканирующим спектрофотометром системы Черны-Тернера со спектральным разрешением около 50\AA в спектральном диапазоне $0,34\text{--}0,76\text{ мкм}$ на телескопе с диаметром $1,25\text{ м}$ [4]. Остальные спектры были получены в 1999-2007 гг. на том же телескопе с ПЗС-спектрографом, работающим в диапазоне $0,39\text{--}0,91\text{ мкм}$ со спектральным разрешением около 8\AA . И в том и другом случаях относительная средне-квадратическая ошибка на расчетных спектрах отражения составляла $1\text{--}2\%$ в интервале длин волн $0,45\text{--}0,70\text{ мкм}$ и достигала $3\text{--}5\%$ вблизи синего и красного пределов спектров в зависимости от наблюдательных условий. В разные наблюдательные периоды использовался общий ряд стандартных звезд - солнечных аналогов (весной – HD126053 и HD117176, осенью – HD10307 и 16 Cyg B) для получения спектров отражения, а также для контроля прозрачности атмосферы. Результирующие нормированные (на длине волны $0,55\text{ мкм}$) спектры отражения представлены на рисунках 1-5.

1. 11 Партенопя и 198 Ампелла

Средние IRAS- диаметр и альбедо 11 Партенопы – 153 км и $0,18$ соответственно, а для 198 Ампеллы те же параметры составляют 57 км и $0,25$ [5]. Периоды вращения у 11 Партенопы – $P=9,43^h$, а у 198 Ампеллы – $10,383^h$ [6]. Установленный тип обоих астероидов – *S* [2]. Из этого следует, что у них

должен быть каменный или железо-каменный состав и высокотемпературная минералогия [3]. У Ампеллы было измерено радиолокационное альbedo (0,26) [7], которое оказалось несколько выше, чем у других S-астероидов.

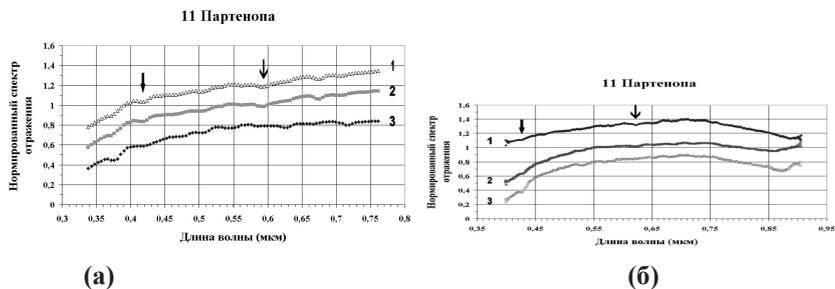


Рис. 1. 11 Партенопа. Спектры отражения 1993 г. (а) и 2007 г. (б). Стрелками показано положение полосы поглощения гидросиликатов у 0,43 мкм и окисленных Fe-Ni соединений у 0,60 мкм. Кривые на рисунках (а) и (б) изображены в близком масштабе.

Спектры отражения Партенопы в 1993 г. были получены 25/26 сентября примерно с часовыми интервалами на 1,25-м телескопе со сканирующим спектрофотометром. Спектры Партенопы в 2007 г. были измерены 11/12 апреля ~ с 20' - интервалами на 1,25-м телескопе с ПЗС-спектрометром (Рис 1). Спектры отражения Ампеллы в 1999 г. были получены 18 и 19 августа примерно с суточным интервалом, а в 2003 г. – примерно с 20' - интервалами на том же телескопе с ПЗС-спектрометром (Рис. 2).

В спектрах отражения обоих астероидов мы обнаружили полосу поглощения у 0,43 мкм, которая является признаком присутствия в их веществе нетипичных гидросиликатов [8], а также полосу поглощения у 0,60-0,65 мкм, свидетельствующей о наличии на этих телах нетипичных окисленных Fe-Ni соединений [9] (см. рис. 1 и 2).

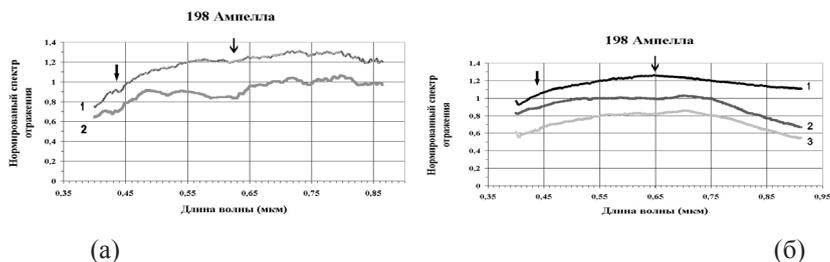


Рис. 2. 198 Ампелла. Спектры отражения 1999 г. (а) и 2003 г. (б). Стрелками показано положение полосы поглощения гидросиликатов у 0,43 мкм, а также полосы поглощения окисленного Fe-Ni соединений у 0,60-0,65 мкм.

2. 201 Пенелопа

Спектры Пенелопы были нами получены 24/25 августа 1993г. с ~18'-интервалами на телескопе 1.25-м со сканирующим спектрофотометром (Рис. 3) [11].

Средние IRAS- диаметр и альbedo – 68,4 км и 0,16 соответственно [5]. Период вращения $P=3,747^h$ [6]. Установленный спектральный тип Пенелопы – M [2], что подразумевает его высокотемпературный состав (железный или железо-каменный) [3]. Однако по ИК-данным в области 3,0 мкм на нем было установлено наличие воды в связанном состоянии [10]. А по полосам поглощения у 0,43 и 0,60-0,65 мкм на Пенелопе обнаружено [11] наличие нетипичных для M -астероидов гидросиликатов [8] и окисленных $Fe-Ni$ -соединений [9], что согласуется с результатами [10].

201 Пенелопа

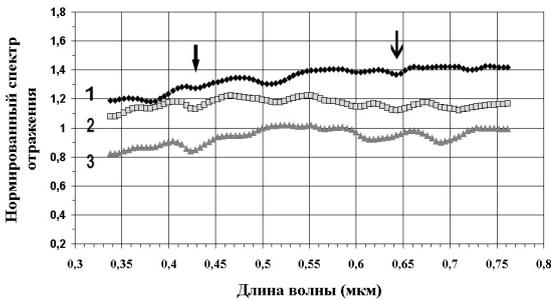
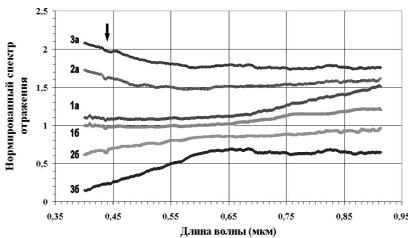


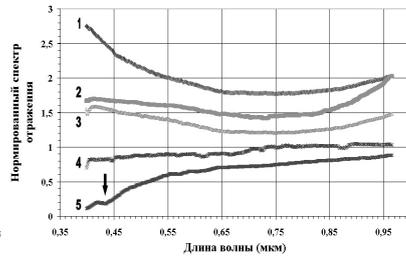
Рис. 3. 201 Пенелопа. Стрелками показано положение полосы поглощения гидросиликатов у 0,43 мкм, а также полосы поглощения окисленного железа у 0,60-0,65 мкм.

21 Лютеция (а-б)(05-06.11.04)



(а)

21 Лютеция



(б)

Рис. 4. 21 Лютеция. Спектры отражения, полученные 5/6 ноября 2004 г. (а) (индексами обозначены спектры более яркой «а» и более слабой «б» компонент) и 4/5 марта 2006 г. (б). Стрелками показано положение полосы поглощения гидросиликатов у 0,43 мкм.

3. 21 Лютеция

Этот астероид является объектом европейской космической миссии Rosetta в 2010 г. Ранее установленный спектральный тип Лютеции – *M* [2]. Средние IRAS- диаметр и альbedo – 95,8 км и 0,22 соответственно. Период вращения – 8, 172^h [6].

При минимальном аспектном угле ($\sim 43^\circ$) нами была обнаружена двойственность спектров астероида [12], что подтверждает его двойственность, предсказанную частотными методами по фотометрическим данным [13]. По наблюдениям 4/5 ноября 2004 г. более крупная компонента Лютеции имеет спектр отражения *F*-типа с вогнутым континуумом, свойственный гидратированному телу, а меньшая компонента имеет спектр *M-S*-типа, характерный для металлического или железо-каменного тела (Рис. 4а). Этот результат подтверждается спектрами отражения, полученными 5/6 марта 2006 г., когда раздвоение спектров практически не наблюдалось (при аспектном угле $\sim 83^\circ$) (Рис. 4б).

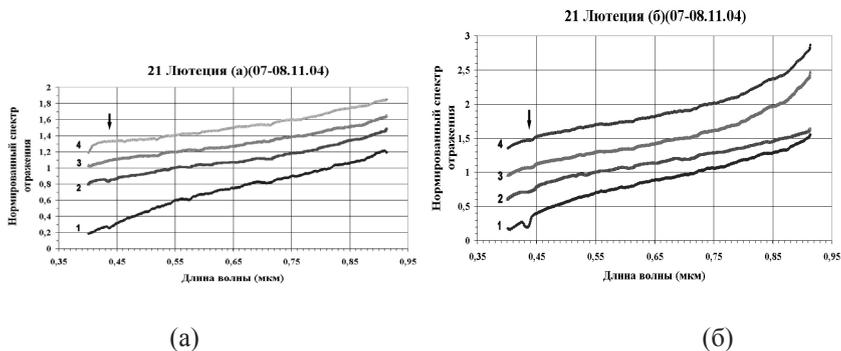


Рис. 5. 21 Лютеция. Спектры отражения 2004 г. более яркой (а) и более слабой компонент (б). Стрелками показано положение полосы поглощения гидросиликатов у 0,43 мкм. Кривые на рисунках (а) и (б) представлены примерно в одном масштабе.

При другом ракурсе системы 6/7 ноября 2004 г. спектры отражения обеих компонент астероида имели похожий вид и соответствовали телам *M-S*-типа (Рис 5).

По полосе поглощения у 3,0 мкм на Лютеции обнаружена вода в связанном состоянии [10]. А по полосе поглощения у 0,43 мкм на астероиде установлено наличие гидросиликатов [8]. Радиолокационное альbedo (0,19) ниже, чем у типичных *M*-астероидов [7]. Все это показывает, что 21 Лютеция в целом не соответствует *M*-типу.

По нашим оценкам компоненты Лютеции могут достигать размеров ~ 40 -50 км, иметь разный состав(в диапазоне составов *F-M*-типов) и находиться на расстоянии < 1000 км.

Выводы

В связи с приведенными результатами мы делаем заключение, что вышеупомянутая классификация астероидов 11 Партенопы, 198 Ампеллы и 201 Пенелопы нуждается в уточнении или изменении. А 21 Лютеция имеет настолько неоднородный состав вещества, что этот астероид сложно отнести к какому-либо одному спектральному типу.

Литература:

1. Бусарев В. В., *Астрон. вестн.*, 1999, т. 33, №2, с. 140-150.
2. Tholen D. J., In *Asteroids II* / Eds Binzel R. P. et al., Tucson: Univ. of Arizona Press, 1989, p. 1139-1150.
3. Gaffey M. J. et al., *Ibidem*, p. 98-127.
4. Бусарев В. В., *Астрон. вестн.*, 2002, т. 36, №1, с. 39-47.
5. Tedesco E.F. et al., *IRAS Minor Planet Survey* / IRAS-A-FPA-3-RDR-IMPS-V6.0, NASA Planetary Data System, 2004.
6. *Эфемериды малых планет на 2001 год* / Под ред. Ю. В. Батракова и др., С.-Петербург: Издат. ИПА РАН, 2001, с. 244-245.
7. Magri C. et al., *Icarus*, 2007, v. 186, p. 126-151.
8. Busarev V. V. et al., *Vernadsky Inst. – Brown Univ. Microsimp. on Comparative Planetology*, 40th, 2004, Moscow, Abstract # 15.
9. Hiroi T., et al., *Icarus*, 1996, v. 119, p. 202-208.
10. Rivkin A. S. et al., *Icarus*, 1995, v. 117, p. 90-100.
11. Busarev V. V., *Icarus*, 1998, v. 131, p. 32-40.
12. Busarev V. V. et al., 2007, *LPSC XXXVIII*, Abstract #1016.
13. Прокофьева В. В. и др., *Астрон. вестн.*, 2006, т. 40, № 6, с. 512-521.

Каталог АСЗ ИПА РАН
Виноградова Т.А., Заботин А.С.
ИПА РАН
E-mail: shooreek@gmail.com

Каталог астероидов, сближающихся с Землей (каталог АСЗ) содержит орбитальные данные, физические характеристики и некоторые другие сведения о наблюдениях астероидов, имеющих перигельные расстояния, меньшие 1.33 а.е., и потому способных приближаться к Земле до расстояний порядка 50 млн км и менее. Каталог имеет веб-интерфейс и находится на сайте ИПА РАН.

NEAs Catalogue of IAA of RAS
T.A. Vinogradova, A.S. Zabolotin
IAA of RAS

The catalogue contains orbital data, physical characteristics and some other information on asteroids having perihelion distances less than 1.33 AU and therefore capable of