

Фотометрические наблюдения взаимных явлений в системе галилеевых спутников Юпитера в 2014-2015 гг.

И.С. Измайлов¹, Е.А. Рощина¹, Д.Л. Горшанов¹, С. В. Назаров²

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

²Крымская астрофизическая обсерватория, Крым, Россия

Abstract. Представлены предварительные результаты фотометрических наблюдений взаимных явлений в системе галилеевых спутников Юпитера, выполненных в 2015 г. Наблюдения выполнялись на 26-дюймовом рефракторе, Нормальном астрографе и телескопе ЗА-320 Пулковской обсерватории, телескопе МТМ-500 Горной станции ГАО РАН в Кисловодске и в Крымской астрофизической обсерватории. Всего было получено 73 наблюдения 37 явлений. Приводятся первые кривые блеска и оценка разностей О-С.

Работа поддержана грантом РФФИ 15-02-03025

ВВЕДЕНИЕ

Построение и уточнение теорий движения спутников планет требуют как можно более длительных рядов позиционных наблюдений от момента открытия и до настоящего времени. Особую роль играют фотометрические наблюдения взаимных явлений – затмений или покрытий спутников. Результаты анализа кривых блеска спутников, полученные во время взаимных явлений, позволяют получить особо точные астрометрические данные. В предыдущие международные кампании 1995 г., 1997 г., 2003 г. и 2009 г. по наблюдениям взаимных явлений в системе галилеевых спутников Юпитера и Сатурна коллектив наблюдателей Пулковской обсерватории принимал активное участие. В кампанию 2003 г. наблюдения Пулковской обсерватории обеспечили 10% от всех мировых данных.

Взаимные явления в системе галилеевых спутников Юпитера повторяются с периодом в 6 лет и 9 месяцев. В 2014-2015 гг. года явления доступны для наблюдений в Пулкове и Горной станции ГАО с октября 2014 г. по август 2015 г. Высота Юпитера над горизонтом достигала 45 градусов в меридиане.

Эфемериды взаимных явлений были обеспечены отделом небесной механики ГАИШ и представлены на сервере эфемерид MULTI-SAT (Emelyanov, Arlot, 2008) по адресу <http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nsszph515he.htm> Результаты фотометрических наблюдений взаимных явлений будут представлены в виде кривых блеска, на основе которых будут определены параметры покрытий и затмений: точные моменты явлений, их длительность и величина падения яркости.

НАБЛЮДЕНИЯ И МЕТОДИКА

В программе наблюдений участвовали три пулковских инструмента: 26-дюймовый рефрактор, Нормальный астрограф, телескоп ЗА-320 и телескоп МТМ-500М Горной астрономической станции ГАО РАН близ г. Кисловодска, где число ясных ночей значительно больше, чем в Пулкове (250 ночей против 120-140 – в Пулкове). Одно явление было снято в Крымской астрофизической обсерватории.



телескоп ЗА-320

навильон телескопа МТМ-500

Нормальный астрограф

26-дюймовый рефрактор

Кисловодской горной станции ГАО РАН

Наблюдения производились согласно рекомендациям, приведенным в работе (Емельянов, 2008). Наблюдения начинались заранее, до начала явления на величину длительности покрытия или затмения и продолжались после, на такой же интервал времени. Время экспозиций варьировалось от 0^s.1 до 1^s в зависимости от погодных условий и звездных величин спутников. Полученные ПЗС-кадры анализировались, по изображениям спутников вычислялись интегральные интенсивности на средний момент каждого кадра. Учет темного тока и плоских полей производился стандартным образом. Результатами анализа являются отношения светового потока спутника и объекта сравнения или разность звездных величин спутника и объекта сравнения. В качестве объектов сравнения выбирался либо спутник, не участвующий во взаимном покрытии, либо затмеваемый объект, либо звезда фона. Для учета градиента фона от планеты уровень фона рассчитывался по значениям интенсивности на пикселях из кольцеобразной области вокруг изображения спутника при помощи линейного полинома

$$I(x, y) = Ax + By + C.$$

Методом наименьших квадратов определялись параметры А, В и С, которые использовались для расчета фона в области изображения спутника. Для минимизации ошибки определения фона Юпитер выводился из поля зрения камеры, когда это было возможно. Радиус апертуры выбирался минимально возможным.

Таблица 1. Телескопы, приемники излучения и наблюдатели

| Обсерватория | Телескоп | Камера | Наблюдатели | код |
|------------------------|---|--|---|-----|
| Пулково | 26"-рефрактор D=650 мм, F=10413 мм | FLIProline 09000 3056x3056, 1 px=0.012 мм, FOV 12'x12', M=0.24 "/px | Измайлов И.С. | 084 |
| Пулково | Нормальный астрограф D=330 мм F=3467 мм | SBIG ST-L-11K, FOV = 35'x23', M=0.533 "/pix. | Ховричев М.Ю. Куликова А.М. | 084 |
| Пулково | ЗА-320 D=320 мм F=3200 мм | SBIG STL-16803 FOV=39'x39' M=0.6 "/pix | Горшанов Д.Л. Петрова С.Н. Слесаренко В.Ю. Наумов К.Н. Иванов А.В. Соков Е. Н. Куприянов В.В. | 084 |
| Горная станция ГАС ГАО | МТМ-500М D=500 мм F= 6520 мм | STL-1001E FOV=21'x21' M=1.2 "/pix | Ляшенко А.Ю. Русов С.А. | С20 |
| КрАО | Sky Watcher 90/910 | ZWO ASI 120MM | Назаров С.В. | 095 |

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего выполнено 73 наблюдения 37-ми явлений. По наблюдениям 26-дюймового рефрактора для 29-ти явлений удалось получить 26 кривых блеска (см. Рис1). Основными проблемами при наблюдении явлений в Пулкове оказались растительность вокруг павильонов и погода. Для предварительной оценки качества наблюдений, полученные значения звездных величин аппроксимировались квадратичным многочленом. Среднеквадратичные ошибки одного определения блеска составили от 0.02^m до 0.19^m, в среднем – 0.06^m. Также определялся момент максимального падения блеска. Ошибки определения момента максимума зависели от глубины явления и количества полученных кадров, составили от 0.2 сек. до 11.9 сек., в среднем – 4 сек. По результатам обработки ПЗС-кадров и построению кривых блеска предполагается определить взаимные расстояния между спутниками и оценить расхождения с теорией.

Таблица 2. Наблюденные явления

| | | | |
|--------------------|---------|------------|------------------------------------|
| 26-рефрактор | Пулково | 29 явлений | 26 кривых блеска |
| Норм.астрограф | Пулково | 14 явлений | (в процессе обработки) |
| ЗА-320 | Пулково | 16 явлений | 1 кривая (15 в процессе обработки) |
| МТМ-500 М | ГАС ГАО | 13 явлений | (в процессе обработки) |
| Sky Watcher 90/910 | КрАО | 1 явление | (в процессе обработки) |

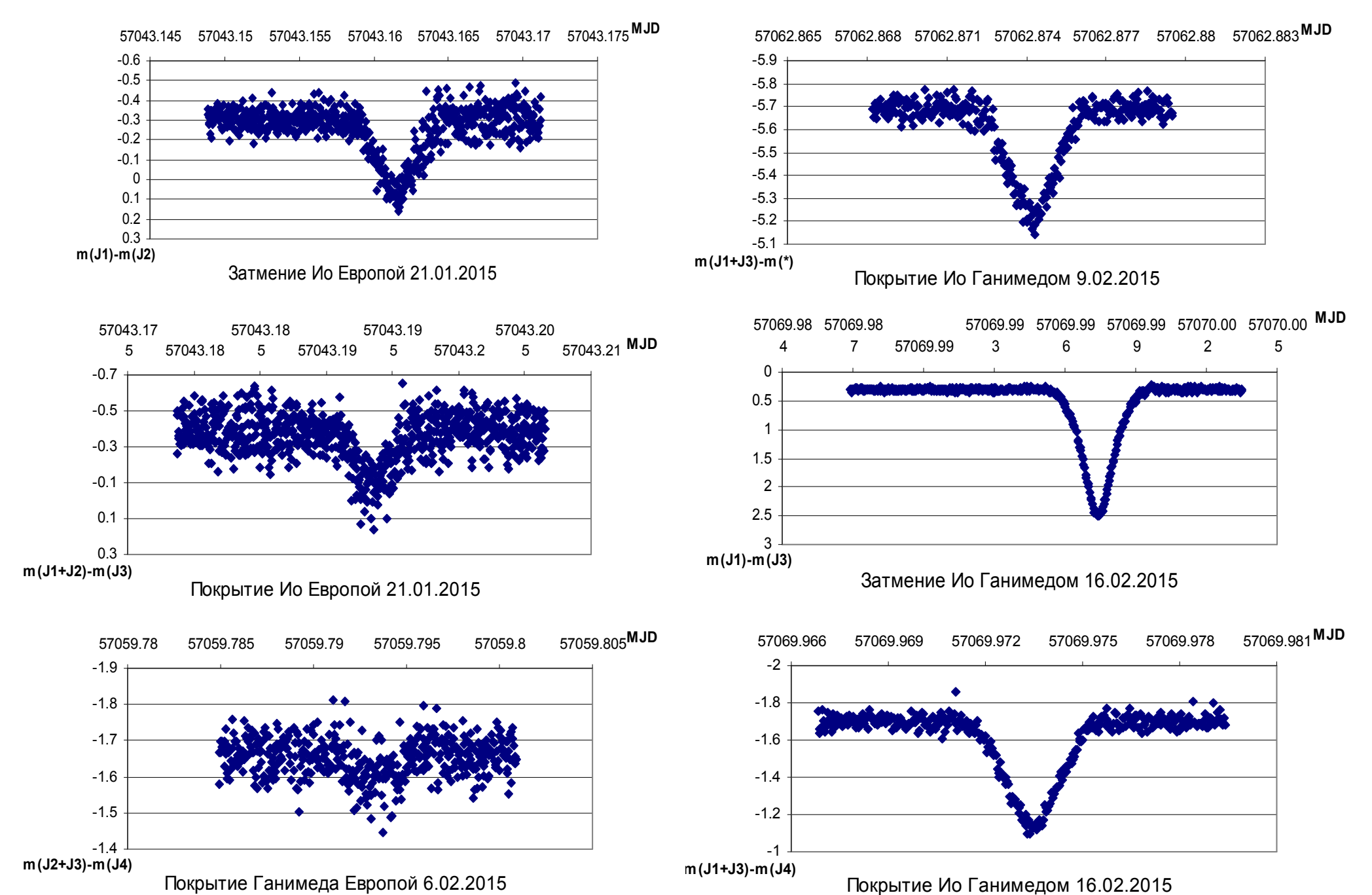


Рис.1 Кривые блеска по наблюдениям на 26-дюймовом рефракторе

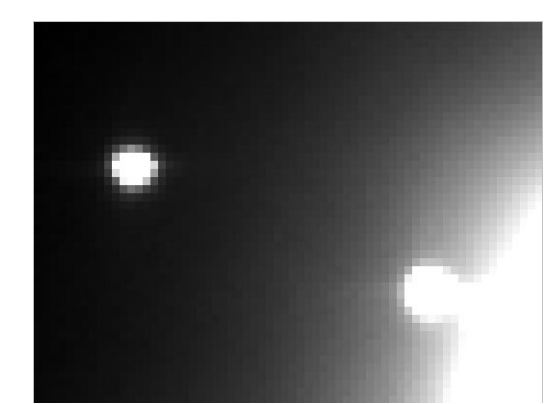
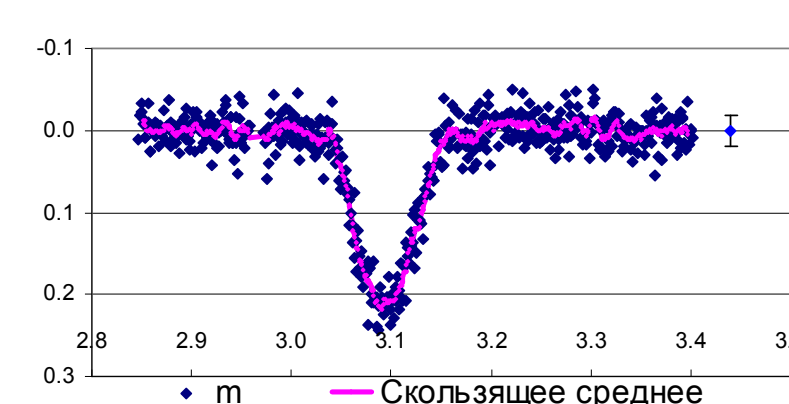


Рис.2 Затмение Ганимеда Каллисто 19 ноября 2014 г. Кадр, полученный на ЗА-320 и кривая блеска.

ЛИТЕРАТУРА

Emelyanov N., Специальная программа наблюдений спутников Юпитера и Сатурна в 2009 году // Астрон. Вестн., 2008, Т. 42, с. 447-480

Emelyanov N., Специальная программа наблюдений спутников Юпитера и Сатурна в 2009 году // Астрон. Вестн., 2008, Т. 42, с. 447-480