

## НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА НА ПУЛКОВСКОМ НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ.

**Нарижная Н. В.**

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

*Приводятся результаты наблюдений Юпитера и его галилеевых спутников, выполненные на Нормальном астрографе Пулковской обсерватории за период 2009-2011 гг. Полученные экваториальные координаты спутников сравниваются с 9 наиболее современными теориями движения планет и спутников. В среднем разности (О-С) по обеим координатам относительно всех выбранных теорий движения не превышают 0.08". Величины и поведение разностей (О-С) для положений спутников Ганимеда и Каллисто свидетельствуют о том, что теории их движения изучены хуже, чем у Ио и Европы. Распределение разностей (О-С) для Каллисто оказалось отличным от нормального закона. Сравнение экваториальных координат Юпитера, вычисленных на основе наблюдаемых положений спутников и их теоретических координат, с теорией планетного движения INPOP10 показало удовлетворительные результаты.*

### **Введение**

Важнейшим направлением изучения Солнечной системы является построение теорий движения больших планет и их естественных спутников, которые используются для исследования физических параметров этих систем, а также для поддержки космических проектов. Для выполнения этих задач необходимы длительные высокоточные ряды астрометрических наблюдений. Вместе с другими российскими и зарубежными обсерваториями Пулковская обсерватория участвует в этой программе наблюдений на протяжении нескольких десятилетий.

### **Наблюдения и обработка полученных данных**

В этой работе представлены результаты астрометрических ПЗС-наблюдений галилеевых спутников Юпитера в период с 2009 по 2011 год, выполненных на Нормальном астрографе (D/F=330/3467мм). ПЗС-камера S2C (рабочее поле: 18'×16', масштаб: 0.952"/пиксел) использовалась в качестве приемника. Для уменьшения влияния ореола от яркой планеты перед объективом инструмента устанавливалась диафрагма D=15 см. Использовался фильтр (СЗС-21) с полосой пропускания от 400 до 500 нм. Длительность и качество наблюдений ограничивались низким положением планеты над горизонтом и

погодными условиями. Наиболее длительный ряд наблюдений получен за 2009 год, поскольку проводилась специальная программа по наблюдениям взаимных покрытий и затмений галилеевых спутников Юпитера [1]. Прямые определения экваториальных координат спутников при этом не выполнялись.

В зависимости от используемых экспозиций кадра, равных соответственно 60, 30, 10 и 5 секунд, объекты снимались сериями по 5, 10, 50, 100 кадров. При сложных наблюдательных обстоятельствах, связанных с затмениями и взаимными покрытиями галилеевых спутников Юпитера, приходилось уменьшать экспозиции кадров и накапливать результат с помощью суммирования кадров. Малое количество опорных звезд в наблюдаемых областях заставило варьировать длительность и количество используемых экспозиций в каждом конкретном случае, чтобы вытянуть наиболее слабые. Уменьшение апертуры (15-5 пк) при измерениях также способствовало решению данной задачи, но ограничением служило ухудшение случайных ошибок измерений, поскольку уменьшается число используемых пикселей.

За наблюдательный период было получено и обработано около 8000 ПЗС-кадров с изображениями Юпитера и галилеевых спутников: Ио (J1), Европа (J2), Ганимед (J3), Каллисто (J4). Длительность наблюдений объектов от ночи к ночи менялось, а в 2009 году достигала почти 3 часов. Поэтому полученные ряды серий ПЗС-кадров разбивались на интервалы, не превышающие по длительности 9-12 минут, в пределах которых видимое движение спутников можно считать прямолинейным и усреднение положений будет являться корректным. Полученные же индивидуальные положения и их моменты использовались для оценки внешней точности наблюдений.

Для обработки полученных ПЗС-изображений использовался программный комплекс IZMCCD, разработанный Измайловым И.С. [2]. Программное обеспечение позволяет выполнить сложение кадров с параллельным сдвигом и учет ореола от яркой планеты. Поскольку галилеевы спутники очень близки к Юпитеру, главной проблемой, при измерении их цифровых изображений, является учет ореола планеты. Центры изображений спутников и опорных звезд на кадре определяются при помощи профиля, задаваемого функцией Лоренца [3].

$$I(x_j, y_j) = \frac{C}{(1 + Ar_j)^\alpha} + D$$

$$r_j^2 = (x_j - x_0)^2 + (1 + B)(y_j - y_0)^2 + E(x_j - x_0)(y_j - y_0),$$

где  $I(x_j, y_j)$  – отсчет яркости на элементе с координатами  $x_j, y_j$ ;  $x_0, y_0$  – координаты центра изображения;  $\alpha, A, B, C, D, E$  – параметры модели.

Обработка измерений заключается в определении этих параметров с помощью решения системы условных уравнений нелинейным методом наименьших квадратов. Так были получены измеренные координаты центров изображений объектов в системе ПЗС-кадра. Затем, применяя стандартную астрометрическую редукцию по методу Тернера, определяем экваториальные координаты, используя в качестве опорного каталога UCAC4 [4]. Была проведена оценка качества измерений отдельной звезды или спутника посредством контроля невязок, получаемых при аппроксимации изображения звезды выбранной функцией профиля. Наш выбор профиля, который показал случайное распределение невязок, оказался более приемлемым, чем использование профиля Моффата. После отсева одиночных и суммированных ПЗС-кадров, на которых оказалось 1-3

**Таблица 1.** Количество наблюдательных ночей и полученных положений галилеевых спутников с ошибками редукции их экваториальных координат за весь период наблюдений.

Год	Число ночей	Число положений спутников					Sx угл.с	Sy угл.с	Число Опорных звезд	Интервал зенитных расстояний
		все	J1	J2	J3	J4				
2009	16	87	26	24	23	14	0.070-0.352	0.005-0,362	5-12	74°-78°
2010	4	15	2	5	4	4	0.089-0.294	0.077-0.331	6-7	60°-62°
2011	9	38	9	9	10	10	0.028-0.336	0.101-0.311	5-8	46°-51°

опорных звезды, были также исключены результаты с ошибками редукции, превосходящими 0.4". Количественные оценки итогов наших наблюдений приведены в табл. 1. В этой таблице также приводятся средние по годам ошибки редукции для обеих координат (Sx, Sy) и число опорных звезд каталога UCAC4, по которым проводилась редукция, чаще всего равное 6-7 звездам.

### Сравнение наблюдений с теорией и анализ внешней точности результатов

Был проведен анализ результатов наших наблюдений за весь наблюдательный период при использовании комбинаций четырех современных теорий движения спутников Юпитера: V. Lainey-V.2.0|V1.1, V. Lainey-V.1.1, J.-E. Arlot-G5, J.H. Lieske-E5, опирающихся на пять версий планетной теории: INPOP13C, INPOP10, EMP2011m, DE431, INPOP08.

Эфемериды были обеспечены сервисом "MULTI-SAT" [5,6]. Вычислялись разности по прямому восхождению  $(O-C)_\alpha$  и склонению  $(O-C)_\delta$  между наблюдаемыми и теоретическими координатами для всех четырех спутников Ио, Европы, Ганимеда и Каллисто. В табл. 2 приведены значения разностей  $(O-C)$  по обеим координатам, усреднен-

**Таблица 2.** Средние значения разностей (O-C) по обеим координатам для галилеевых спутников при использовании 4 современных теорий движения спутников, опирающихся пять версий планетной теории, все значения даны в секундах дуги.

Теория движения спутника	Ио (J1)		Европа (J2)		Ганимед (J3)		Каллисто (J4)	
	(O-C) $\alpha$	(O-C) $\delta$	(O-C) $\alpha$	(O-C) $\delta$	(O-C) $\alpha$	(O-C) $\delta$	(O-C) $\alpha$	(O-C) $\delta$
Планетная теория INPOP13C								
V.Lainey V2.0	0.0089	-0.0654	0.0158	-0.0197	0.0762	-0.0365	-0.0073	-0.0460
V.Lainey V1.1	0.0112	-0.0729	0.0080	-0.0208	0.0750	-0.0417	0.0026	-0.0440
J.-E.Arlot G5	0.0013	-0.0774	0.0488	-0.0052	0.0226	-0.0539	-0.0120	-0.0467
D.Lieske E5	0.0069	-0.0673	0.0550	-0.0057	0.0302	-0.0529	0.0070	-0.0402
Планетная теория INPOP10								
V.Lainey V2.0	0.0152	-0.0717	0.0222	-0.0263	0.0826	-0.0434	-0.0005	-0.0539
V.Lainey V1.1	0.0175	-0.0791	0.0144	-0.0275	0.0814	-0.0486	0.0094	-0.0520
J.-E.Arlot G5	0.0075	-0.0836	0.0552	-0.0118	0.0290	-0.0608	-0.0052	-0.0547
D. Lieske E5	0.0132	-0.0736	0.0614	-0.0124	0.0366	-0.0597	0.0138	-0.0482
Планетная теория EPM2011m								
V.Lainey V2.0	0.0008	-0.0653	0.0076	-0.0192	0.0679	-0.0358	-0.0160	-0.0445
V.Lainey V1.1	0.0031	-0.0728	-0.0003	-0.0204	0.0667	-0.0410	-0.0061	-0.0425
J.-E.Arlot G5	-0.0068	-0.0772	0.0406	-0.0047	0.0143	-0.0532	-0.0207	-0.0453
D. Lieske E5	-0.0012	-0.0672	0.0468	-0.0053	0.0219	-0.0522	-0.0017	-0.0387
Планетная теория DE431								
V.Lainey V2.0	0.0054	-0.0634	0.0121	-0.0173	0.0724	-0.0340	-0.0114	-0.0426
V.Lainey V1.1	0.0077	-0.0709	0.0043	-0.0185	0.0712	-0.0391	-0.0015	-0.0407
J.-E. Arlot E5	-0.0022	-0.0754	0.0451	-0.0028	0.0188	-0.0514	-0.0161	-0.0434
D. Lieske G5	0.0034	-0.0653	0.0513	-0.0034	0.0265	-0.0503	0.0029	-0.0369
Планетная теория INPOP08								
V.Lainey V2.0	-0.0566	-0.0515	-0.0507	-0.0046	0.0094	-0.0207	-0.0768	-0.0275
V.Lainey V1.1	-0.0543	-0.0589	-0.0586	-0.0057	0.0082	-0.0259	-0.0669	-0.0256
J.-E. Arlot G5	-0.0642	-0.0634	-0.0178	0.0100	-0.0442	-0.0381	-0.0815	-0.0283
D. Lieske E5	-0.0586	-0.0534	-0.0116	0.0094	-0.0365	-0.0371	-0.0625	-0.0218

ные за весь период наблюдений, для выбранных нами 20 комбинаций теорий движения.

Оценки точности средних значений (O-C) вычислялись по стандартным формулам:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - x_{mean})^2}{N-1}}; \quad \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}},$$

где  $x$  – случайная величина, распределенная по нормальному закону, принимающая значения  $x_j (j = 1, \dots, N)$ ;  $x_{mean}$  – среднее арифметическое величины  $x$ ;  $\sigma_x$  – среднеквадратическое отклонение;  $\varepsilon_x$  – ошибка среднего.

Поскольку величины и интервалы среднеквадратических отклонений и ошибок среднего оказались не зависящими от выбранных теорий движения, а только от конкретных спутников, приводим их максимальные ( $\sigma_{max}$ ,  $\varepsilon_{max}$ ) и минимальные

( $\sigma_{\min}$ ,  $\varepsilon_{\min}$ ) значения, выраженные в секундах дуги, в отдельной табл.3. В этой таблице также приводится число положений, полученных для каждого спутника. Самый большой интервал среднеквадратических отклонений ( $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_{\max}$ ) для средних арифметических величин (О-С) был получен для спутника Ганимед по прямому восхождению, а самыми большими получились среднеквадратические ошибки у Ганимеда по склонению и у Каллисто по прямому восхождению.

Анализ разностей (О-С) для экваториальных координат (табл. 2), полученных по пяти теориям движения Юпитера, показал, что для имеющегося ряда положений спутников Юпитера, теория INPOP08 хуже всего согласуется с наблюдениями. Исключение составляют положения Ганимеда по всем четырем теориям движения спутников. Наоборот, при использовании теорий движения INPOP13C, INPOP10, EPM2011m и DE431 у Ганимеда получаются самые большие разности (О-С), для всех спутниковых теорий. Возможная причина таких результатов состоит в несовершенстве теорий движения Ганимеда и Каллисто. Однако добавление в наше исследование самой новой теории движения планеты INPOP13C не изменило результаты. Но величина и поведение ошибок полученных положений этих спутников может предполагать другие причины. Например, это могут быть невыгодные условия наблюдений, взаимодействие изображений.

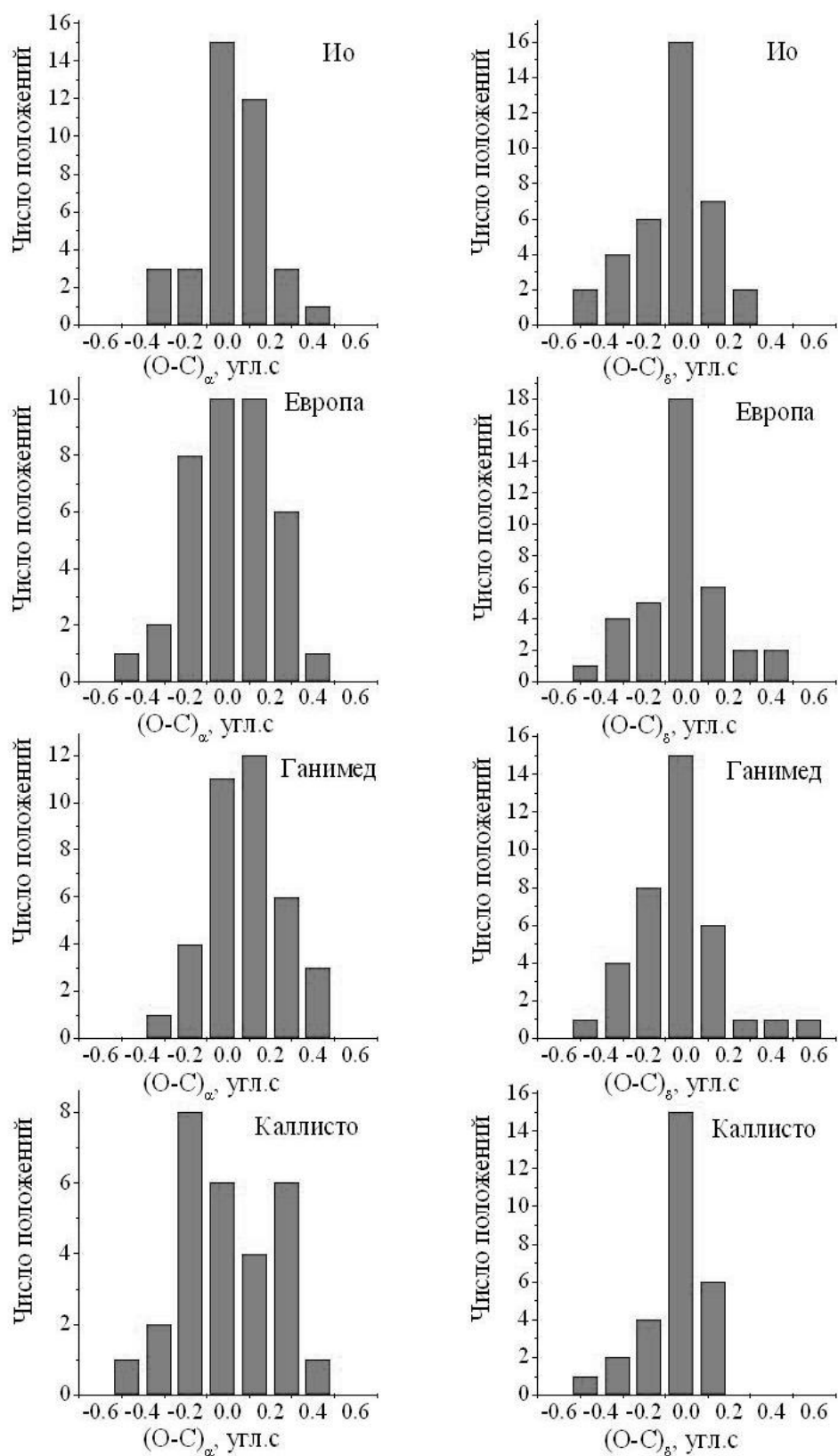
**Таблица 3.** Среднеквадратические отклонения ( $\sigma_{\min}$ ;  $\sigma_{\max}$ ) и ошибки среднего ( $\varepsilon_{\min}$ ,  $\varepsilon_{\max}$ ) для средних арифметических величин (О-С) по обеим координатам, полученных при сравнении наблюдений с 20 комбинациями теорий движения Юпитера и Галилеевых спутников, величины приводятся в секундах дуги.

Спутник	N	(О-С) $\alpha$				(О-С) $\delta$			
		$\sigma_{\min}$	$\varepsilon_{\min}$	$\sigma_{\max}$	$\varepsilon_{\max}$	$\sigma_{\min}$	$\varepsilon_{\min}$	$\sigma_{\max}$	$\varepsilon_{\max}$
Ио	37	0.1507	0.0248	0.1552	0.0255	0.1662	0.0273	0.1730	0.0284
Европа	38	0.1891	0.0307	0.1976	0.0321	0.1794	0.0291	0.1874	0.0304
Ганимед	37	0.1624	0.0267	0.1835	0.0302	0.1926	0.0316	0.2011	0.0331
Каллисто	28	0.2132	0.0403	0.2243	0.0424	0.1466	0.0277	0.1536	0.0290

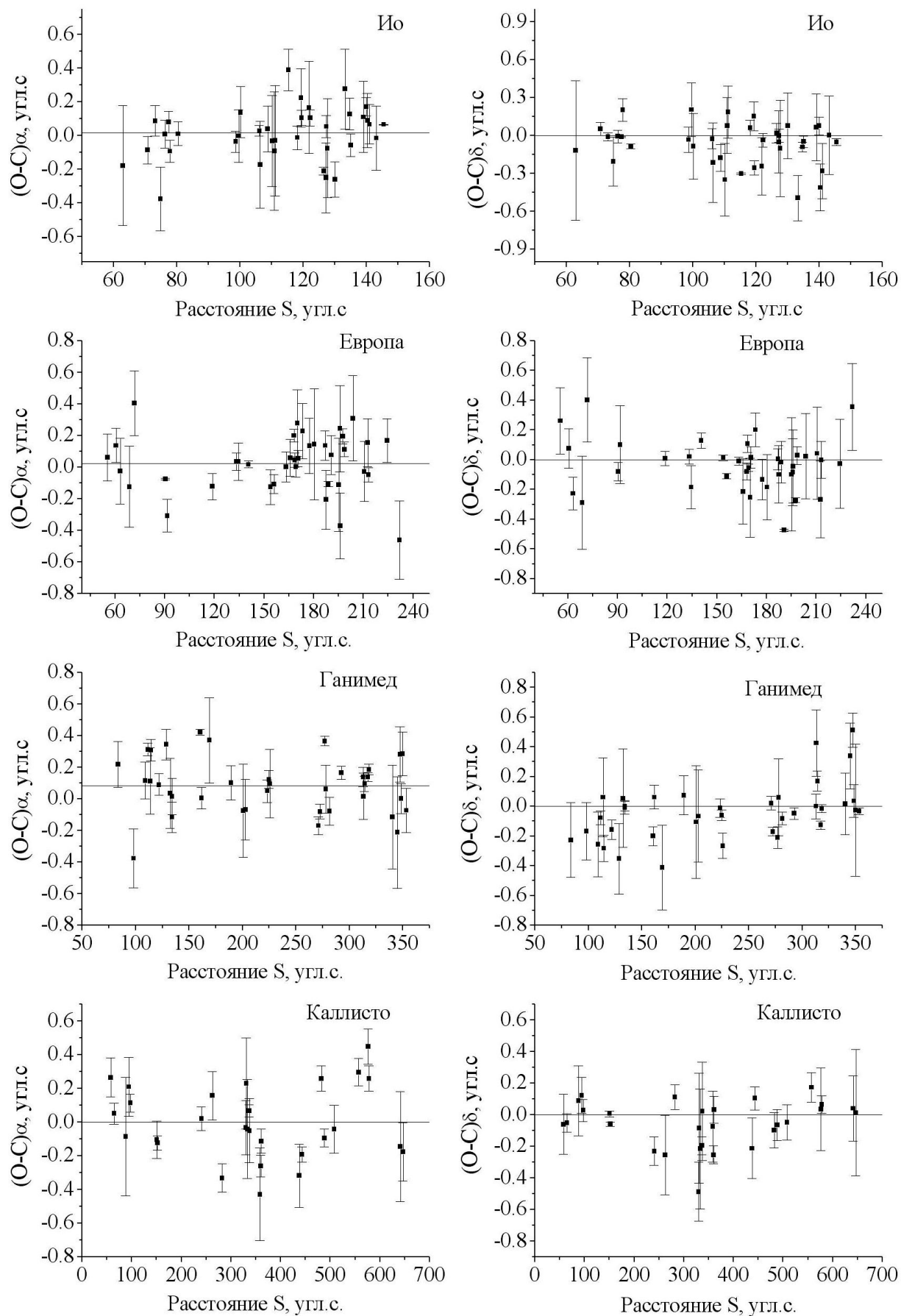
Из исследуемых нами теорий, DE431 показывает чуть лучшее согласование с наблюдениями. Так же можно оценить теорию движения спутников V. Lainey-V.2.0|V1.1 .

Гистограммы, характеризующие распределение разностей О-С по прямому восхождению и склонению для всех четырех спутников, приводятся на рис. 1. Использовалась версия теорий INPOP10 и V. Lainey-V.2.0|V1.1. Величина и распределение разностей (О-С) хорошо согласуются с предыдущими выводами, а отличие распределения разностей (О-С) от нормального закона для спутника Каллисто, делает их более вескими.

Естественно предположить, что наличие ореола от яркой планеты на ПЗС-кадре,



**Рис.1.** Гистограммы распределений разностей О-С по прямому восхождению ( $\Delta\alpha \cos\delta$ ) и по склонению ( $\Delta\delta$ ) для положений галилеевых спутников.



**Рис.2.** Поведение разностей  $(O-C)$  по прямому восхождению и склонению в зависимости от видимого углового расстояния между галилеевыми спутниками и Юпитером ( $S$ ).

обеспечивает некоторый градиент фона. Для того чтобы оценить эффективность его учета, были построены графики поведения разностей (O-C) по прямому восхождению и склонению в зависимости от видимого углового расстояния между галилеевыми спутниками и Юпитером (S), рассчитанного по эфемеридам согласно теориям INPOP10 и V. Lainey-V.2.0|V1.1.

Полученные результаты с их ошибками приведены на Рис. 2. Небольшой тренд заметен у спутника Ио по обеим координатам и по склонению у Ганимеда, но его величина в пределах ошибок измерений. Полученные экваториальные координаты галилеевых спутников размещены в Пулковской астрометрической базе наблюдательных данных.

На ПЗС-кадрах изображения Юпитера при любых экспозициях получались передержанными и не подлежащими измерениям. Положения планеты были выведены из наблюдаемых положений галилеевых спутников и спутниковых теоретических ювицентрических координат согласно теории движения V. Lainey-V.2.0|V1.1. Количество используемых в расчетах положений спутников и самих спутников не одинаково от точки к точке, соответствует наблюдательным возможностям. Полученные таким образом экваториальные координаты Юпитера были, в свою очередь, сравнены с теорией планетного движения INPOP10. Средние отклонения получились равными соответственно  $(O-C)_\alpha = 0.040''$  и  $(O-C)_\delta = -0.053''$  при распределении разностей по нормальному закону. Всего определено 42 положения Юпитера. Результаты приведены в табл. 4.

### Заключение

В итоге за наблюдательный период 2009-2011 гг. было получено 140 положений галилеевых спутников и 42 вычисленных положения Юпитера в системе каталога UCAC4 (ICRS, J2000.0). Наблюдения сравнивались с 9 наиболее современными теориями движения планет и спутников. В среднем (O-C) по обеим координатам относительно всех теорий движения не превышает  $0.08''$ . Поведение и величины разностей (O-C) для положений спутников Ганимеда и Каллисто свидетельствуют о том, что теории их движения менее удовлетворяют наблюдениям, чем теории Европы и Ио. Отмечено также, что распределение разностей (O-C) для Каллисто отличается от нормального закона. Сравнение вычисленных экваториальных координат Юпитера с теорией планетного движения INPOP10 показало удовлетворительные результаты.

Автор выражает благодарность всем наблюдателям Нормального астрографа. Работа выполнена при поддержке Программы № 22 Президиума РАН, а также гранта РФФИ 12-02-00675-а.



**Таблица 4.** Рассчитанные положения объекта “Юпитер-центр планеты” по галилеевым спутникам и сравнение с комбинацией теорий INPOP10 и V.Lainey-V.2.0|V1.1.

Средний момент наблюдения UTC		$\alpha$	$\delta$	(O-C) $\alpha$	(O-C) $\delta$	Число используемых спутников				
Год	месяц, день	ч,мин,с	угл. град, мин,с	угл.с	угл.с	все	J1	J2	J3	J4
2009	07 23.905312	21 49 03.618	-14 16 42.64	-0.134	0.173	4	1	1	1	1
2009	07 23.934037	21 49 02.908	-14 16 46.69	0.236	0.257	4	1	1	1	1
2009	07 23.945046	21 49 02.615	-14 16 48.53	0.068	-0.012	4	1	1	1	1
2009	08 08.866319	21 41 36.135	-14 57 38.47	0.068	0.027	4	1	1	1	1
2009	08 08.902682	21 41 35.031	-14 57 44.43	0.192	-0.107	4	1	1	1	1
2009	08 08.932720	21 41 34.110	-14 57 49.19	0.167	-0.044	3	1	1	1	-
2009	08 08.939702	21 41 33.901	-14 57 50.34	0.231	-0.089	3	1	1	1	-
2009	08 08.947903	21 41 33.640	-14 57 51.83	0.080	-0.251	3	1	1	1	-
2009	08 12.859373	21 39 34.835	-15 08 18.35	-0.178	-0.127	1	1	-	-	-
2009	08 15.882154	21 38 02.233	-15 16 20.44	0.216	-0.257	3	1	1	1	-
2009	08 15.907803	21 38 01.421	-15 16 24.22	0.022	0.054	4	1	1	1	1
2009	08 15.912357	21 38 01.285	-15 16 25.24	0.108	-0.256	4	1	1	1	1
2009	08 15.920772	21 38 01.015	-15 16 26.46	-0.006	-0.134	3	1	1	-	1
2009	08 31.860021	21 30 08.239	-15 55 58.41	-0.311	-0.058	2	1	1	-	-
2009	09 02.860725	21 29 13.635	-16 00 23.25	0.310	-0.424	2	1	-	1	-
2009	09 07.840889	21 27 04.837	-16 10 37.67	0.086	-0.084	3	1	1	1	-
2009	09 07.845371	21 27 04.726	-16 10 38.21	0.118	-0.108	3	1	1	1	-
2009	09 09.858072	21 26 15.978	-16 14 27.83	0.156	-0.370	3	1	-	-	2
2009	09 10.888985	21 25 51.811	-16 16 20.78	0.233	-0.399	2	1	1	-	-
2009	09 15.831711	21 24 04.228	-16 24 36.97	0.124	0.062	3	1	1	1	-
2009	09 20.745314	21 22 32.176	-16 31 32.22	0.165	-0.267	2	-	-	1	1
2009	09 20.849450	21 22 30.352	-16 31 40.12	0.188	-0.241	2	-	-	1	1
2009	09 25.783039	21 21 14.782	-16 37 10.26	-0.085	-0.020	4	1	1	1	1
2009	10 06.790589	21 19 31.133	-16 44 08.18	0.067	0.221	3	-	1	2	-
2009	10 10.755808	21 19 16.773	-16 44 49.29	-0.040	0.071	3	1	1	-1	
2009	10 11.726882	21 19 15.167	-16 44 50.44	0.051	0.039	3	1	1	1	-
2009	11 05.688206	21 22 48.321	-16 25 26.75	0.003	-0.097	3	1	1	1	-
2009	11 05.693141	21 22 48.412	-16 25 26.23	0.054	-0.027	3	1	1	1	-
2010	08 20.018109	00 09 52.053	-00 35 24.78	-0.074	-0.130	4	1	1	1	1
2010	08 30.979131	00 05 56.413	-01 03 24.42	-0.171	0.192	4	1	1	1	1
2010	09 01.008656	00 05 31.221	-01 06 20.12	0.119	0.074	2	-	1	1	-
2010	09 01.013232	00 05 31.104	-01 06 21.15	0.091	-0.178	2	-	1	1	-
2010	09 09.938736	00 01 35.503	-01 33 16.56	0.121	-0.011	3	-	1	1	1
2011	08 20.043385	02 32 08.181	13 32 29.67	0.050	-0.031	4	1	1	1	1
2011	08 27.023030	02 32 47.301	13 34 02.55	0.027	-0.093	4	1	1	1	1
2011	08 28.019720	02 32 49.792	13 34 01.20	-0.105	-0.004	4	1	1	1	1
2011	09 04.969952	02 32 41.716	13 31 37.83	-0.319	-0.172	4	1	1	1	1
2011	09 05.981756	02 32 37.153	13 31 03.30	0.138	0.161	3	-	1	1	1
2011	10 18.899443	02 18 36.350	12 16 22.15	0.088	-0.020	4	1	1	1	1
2011	11 08.836828	02 07 45.773	11 21 52.14	-0.082	0.016	4	1	1	1	1
2011	11 08.843740	02 07 45.563	11 21 51.00	-0.073	-0.118	4	1	1	1	1
2011	11 17.938655	02 03 26.269	11 00 34.84	-0.041	-0.000	4	1	1	1	1
2011	11 20.808141	02 02 11.578	10 54 32.68	-0.097	0.081	3	1	-	1	1

## Литература

1. *Емельянов Н.В., Андреев М.В., Бережной А.А. и др.*. Астрометрические результаты наблюдений взаимных покрытий и затмений Галилеевых спутников Юпитера в 2009 году на обсерваториях России // *Астрон. вестн.* 2011. Т. 45. № 3. С. 273-286.
2. *Измайлов И.С.* Izmccd-программный пакет для астрометрической обработки числовых изображений небесных объектов // <http://izmccd.puldb.ru/izmccdrus>, 2005.
3. *Franz O.G.* Observational procedures for visual double-star work // *J.Roy.Astron.Soc.Can.* 1973. V. 67. P. 81-86.
4. *Zacharias N., Finch C.T., Girard T.M., Henden A., Bartlett J.L., Monet D.G., Zacharias M.I.*. The fourth U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog (UCAC4) // *Astron. J.* 2013. V. 145. № 2. P. 44.
5. *Емельянов Н.В., Арло Ж.-Ю., Варфоломеев М.И., Ваишкцвьяк С.Н., Кантер А.А., Кудрявцев С.М., Насонова Л.П., Уральская В.С.* Создание теории движения, эфемерид и баз данных для естественных спутников планет // *Космич.исслед.* 2006. Т. 44. № 2. С. 136-145.
6. *Emel'yanov N.V., Arlot J.-E.* The natural satellites ephemerides facility MULTI-SAT // *Astron. and Astrophys.* 2008. V. 487. P. 759-765.

## THE OBSERVATIONS OF JUPITER GALILEAN SATELLITES WITH PULKOVO NORMAL ASTROGRAPH

**Narizhnaya N.V.**

Main (Pulkovo) Astronomical Observatory of RAS, St. Petersburg, Russia

The results of CCD-observations with Pulkovo Normal Astrograph for Jupiter and its galilean satellites are presented. For the observation period from 2009 to 2011 yeas 140 galilean satellites positions and 42 calculated positions of Jupiter was obtained in system catalogue UCAC4 (ICRS, J2000.0). Comparison of obtained equatorial coordinates of satellites was made with the 9 most modern theory of planet motion. Differences (O-C) in the both coordinates relative to all motion theories are not exceeded 0.08" to average. The conduct and values of differences (O-C) for the positions of satellites Ganymede and Callisto proved that their motion theories were agreeabl with observations less than theories of Europa and Io.