

Наблюдения проводились с 9 марта по 15 мая 1986 г. на 60-см телескопе Цейса Бolivийско-Советской обсерватории вблизи г. Тариха. Отдельные участки спектра вырезались с помощью стандартных узкополосных кометных светофильтров сети ИВУ, центрированных на непрерывный спектр (365, 484.5, 648 нм) и эмиссию C_2 (514 нм). С помощью круглой диафрагмы диаметром 27" вырезалась центральная часть головы кометы. Результаты измерений представлены в таблице, где α — фазовый угол, θ — угол между плоскостью поляризации и плоскостью рассеяния.

Из таблицы видно, что в пределах фазовых углов 21.0—23.5° плоскость поляризации непрерывного спектра составляет с плоскостью рассеяния угол около 40–50°, тогда как при примерно таких же значениях степени поляризации в эмиссии C_2 угол между плоскостью поляризации и плоскостью рассеяния равен 90°. Наблюдается отклонение положения плоскости поляризации от 90° и при $\alpha \approx 31^\circ$. Это отклонение отмечается как в непрерывном спектре, так и в области эмиссии.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР, Киев.
Ин-т астрофизики АН ТаджССР, Душанбе

Поступила в редакцию
18.08.86

УДК 523.46—87:521.3

Улучшение орбит I—VII спутников Сатурна по фотографическим наблюдениям

Ю. В. Батраков, Т. К. Никольская

Определены орбиты I—VII спутников Сатурна по фотографическим наблюдениям. При этом использовались опубликованные Струве и Синклером аналитические теории (I—V) и численное интегрирование уравнений движения (VI, VII). Улучшены параметры теорий движения для I—V и получены оскулирующие элементы орбит для VI, VII спутников. Уточненные параметры орбит использованы для вычисления эфемерид I—VII спутников Сатурна.

IMPROVEMENT OF THE ORBITS OF SATURN I—VII SATELLITES FROM PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS, by Batrakov Yu. V., Nikol'skaya T. K.—The orbits of Saturn I—VII satellites are determined using the photographic observational data. The analytical theories by Struve and Sinclair (I—V) and numerical integration of the motion equations (VI, VII) are used. The parameters of the motion theories for satellites I—V are improved and the osculatory orbital elements for satellites VI, VII are obtained. The new orbital parameters are used for calculation of ephemerides of satellites I—VII.

Цель работы — обеспечить точность эфемерид I—VII спутников Сатурна, сравнимую с точностью фотографических наблюдений. Для этого предпринято уточнение орбитальных параметров спутников по фотографическим наблюдениям 1967—1981 гг. Возмущения в движении спутников Мимас (I) и Энцелад (II) вычислялись по аналитической теории Струве [8], а для спутников Тетия (III), Диона (IV) и Рея (V) — по аналитической теории Синклера [7]. Параметрами этих теорий служат средние элементы орбиты на начальный момент времени, которые при вычислениях приняты за исходные элементы. Так как аналитические теории движения Гипериона (VII) [6, 9] не обеспечивали нужную точность, то возмущенное движение Титана (VI) и Гипериона определялось совместным численным интегрированием с учетом возмущения от Солнца, Юпитера, фигуры Сатурна и всех спутников Сатурна. Координаты Солнца, Сатурна и Юпитера взяты из эфемерид, которые вычислены по аналитической теории движения больших планет, разработанной в Бюро долгот (Франция) [4]. Для Сатурна (без спутников) принято значение массы $m = 1/3499.38$ массы Солнца [7], для Титана $m = 2.378 \cdot 10^{-4}$ массы Сатурна (среднее взвешенное из оценок, найденных по наземным наблюдениям спутников [5] и наблюдениям космического аппарата Пионер-11 [3]). Значения масс остальных спутников заимствованы из [2, 5].

Коэффициенты условных уравнений, связывающих поправки сферических координат спутников с поправками орбитальных параметров, вычислялись с учетом вековых возмущений от второй зональной гармоники гравитационного поля Сатурна по форму-

III. Тефия

$$p_0 = 0.004\ 693 \pm 0.000\ 359$$

$$q_0 = 0.008\ 102 \pm 0.000\ 346$$

$$\lambda_0 = 4.066\ 386 \pm 0.000\ 594$$

$$l_0 = -0.000\ 232 \pm 0.000\ 313$$

$$h_0 = 0.000\ 993 \pm 0.000\ 323$$

$$n_0 = 3.321\ 504\ 145\ 9 \pm 0.000\ 000\ 489\ 2$$

IV. Диона

$$p_0 = 0.000\ 033 \pm 0.000\ 300$$

$$q_0 = -0.027\ 050 \pm 0.000\ 272$$

$$\lambda_0 = 5.722\ 112 \pm 0.000\ 516$$

$$l_0 = 0.000\ 526 \pm 0.000\ 261$$

$$h_0 = 0.001\ 521 \pm 0.000\ 264$$

$$n_0 = 2.292\ 866\ 656\ 2 \pm 0.000\ 000\ 393\ 4$$

V. Рея

$$p_0 = 0.002\ 022 \pm 0.000\ 239$$

$$q_0 = -0.001\ 664 \pm 0.000\ 217$$

$$\lambda_0 = 4.442\ 878 \pm 0.000\ 365$$

$$l_0 = 0.001\ 312 \pm 0.000\ 211$$

$$h_0 = 0.000\ 183 \pm 0.000\ 210$$

$$n_0 = 1.389\ 981\ 567\ 3 \pm 0.000\ 000\ 281\ 9$$

VI. Титан

$$p_0 = -0.000\ 623 \pm 0.000\ 090$$

$$q_0 = -0.002\ 951 \pm 0.000\ 080$$

$$\lambda_0 = 1.585\ 759 \pm 0.000\ 191$$

$$l_0 = -0.023\ 594 \pm 0.000\ 074$$

$$h_0 = 0.014\ 406 \pm 0.000\ 082$$

$$n_0 = 0.394\ 000\ 901\ 2 \pm 0.000\ 000\ 112\ 8$$

VII. Гипернон

$$p_0 = -0.004\ 969 \pm 0.000\ 158$$

$$q_0 = -0.003\ 092 \pm 0.000\ 167$$

$$\lambda_0 = 1.738\ 711 \pm 0.000\ 363$$

$$l_0 = 0.078\ 731 \pm 0.000\ 159$$

$$h_0 = -0.016\ 555 \pm 0.000\ 151$$

$$n_0 = 0.295\ 244\ 302\ 3 \pm 0.000\ 000\ 235\ 3$$

Параметры даны для $J.D. = 2\ 441\ 600.5$ и отнесены к экватору Сатурна и эклиптике 1950.0, причем долгота λ_0 выражена в радианах, а среднее движение n_0 — радианах в сутки.

Для улучшения орбитальных параметров использованы следующие количества наблюдений спутников: I—30, II—202, III—276, IV—292, V—297, VI—425, VII—95. Получены оценки ошибок единицы веса для спутников: I—0.47", II—0.51, III—0.48, IV—0.45, V—0.45, VI—0.45, VII—0.58". Из этих результатов видно, что улучшенные теории движений спутников Сатурна соответствуют точности фотографических наблюдений. Наибольшая оценка ошибки единицы веса для Гипериона может быть обусловлена трудностями наблюдений этого слабого спутника и недостаточной точностью некоторых из использованных констант, например, оценки массы Титана.

На основе приведенных улучшенных значений орбитальных параметров вычислены эфемериды I—VII спутников Сатурна, которые использованы в ГАО АН СССР и ГАО АН УССР для организации и контроля наблюдений.

1. Батраков Ю. В., Никольская Т. К. Формулы для улучшения орбит близких спутников Земли, свободные от особенностей при нулевых наклонах и эксцентриситетах // Бюл. Ин-та теорет. астроном. АН СССР.— 1981.—15, № 2.— С. 71—75.
2. Козловская С. В. Массы и радиусы планет и спутников // Там же.— 1963.—9, № 5.— С. 330—376.
3. Anderson J. D., Null G. W., Biller E. D. et al. Pioneer—Saturn celestial mechanics experiment // Science.— 1980.—207, N 4429.— P. 449—453.
4. Bretagnon P., Chapront J., Chapront-Touze M. Nouvelles theories des planetes et de la Lune dans les ephemerides francaises // Sun and Planetary System: Proc. of the Sixth European Regional Meeting in Astronomy, held in Dubrovnik, Yugoslavia, 19—23 October 1981.— Dordrecht, Holland: Reidel, 1982.— P. 437—440.
5. Brouwer D., Clemence G. Orbits and masses of planets and satellites // The Solar System. Vol. 3 / Ed. G. Kuiper.— Chicago: Chicago Univ. press, 1961.— P. 31—94.
6. Message P. J. Satellite theory // IAU Transactions.— 1958.—10.— P. 111.
7. Sinclair A. T. The orbits of Tethys, Dione, Rhea, Titan and Iapetus // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.— 1977.—180, N 2.— P. 447—459.
8. Struve G. Neue Untersuchungen im Saturnsystem // Veröff. Sternwarte Berlin—Babelsberg.— 1933.—6, Heft 4.— S. 1—61.
9. Woltjer J. Jr. The motion of Hyperion // Ann. Sterrewacht Leiden.— 1928.—16, part 3.— P. 1—139.

Ин-т теорет. астрономии АН СССР,
Ленинград

Поступила в редакцию
10.11.86