აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 39, 1970
БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 39, 1970

К ВОПРОСУ О СУТОЧНОМ ВРАЩЕНИИ ПЛАНЕТ. II.

Р.И.КИЛАДЗЕ

В предыдущих работах [1], [2] автором построен класс орбит в ограниченной задаче трех тел, названный классом квазикруговых орбит; рассмотрен случай, когда планета имеет массу, равную 10^{-3} от суммарной массы системы и показано, что в этом случае рой малых частиц, в некоторый начальный момент времени движущихся по квазикруговым орбитам, приносит планете отрицательный вращательный момент при столкновении.

В настоящей работе приведены результаты аналогичных вычислений для планет, имеющих массы, соответственно равные 10^{-4}, 10^{-5} и 10^{-6} от суммарной массы.

Вычисление начальных условий проведено способом, описанным в [1]. Интегрирование уравнений движения выполнено с помощью ЭВМ с точностью до девятого знака после запятой, по способу, предложенному в [3]. Вычисления при этом выполнены с переменным шагом: интервал времени при каждом шаге интегрирования взят пропорциональным S_o (расстояние от планеты до частицы). Такой выбор шага интегрирования позволяет на всем протяжении орбиты ограничиться небольшим количеством членов при разложении искомых величин в ряд. Заметим, что при интегрировании с постоянным шагом количество членов соответствующих рядов, - необходимое для достижения заданной точности, - чрезвычайно быстро растет с приближением третьего тела к планете.

В качестве контроля использован интеграл Якоби.

В табл. I даны некоторые результаты вычислений: значения массы планеты μ, начального удаления частицы от Солнца R_o, начальной скорости V_o и планетоцентрического момента частицы q_m в момент её наибольшего приближения к планете.

В работе [2] было показано, что если между этими величинами существуют зависимости вида :

$$R_o = a_o + a_1 q_m + a_2 q_m^2 + \dots, \qquad (1)$$

$$V_o = b_o + b_1 q_m + \dots,$$

то производную суммарного вращательного момента планеты по массе приближенно можно представить формулой:

$$\frac{1}{r_o} \cdot \frac{dQ}{d\mu} \approx \frac{2}{3} \mu \left(\frac{2a_2}{a_1} + \frac{b_1}{b_o} \right), \qquad (2)$$

где r_0 обозначает радиус планеты (в единицах расстояния планеты от Солнца).

Таблица I

μ	R_0	V_0	$q_m 10^6$	R_0	V_0	$q_m 10^6$
	0.94I 808 30	-0.088 529 98	+449.5	I.058 637 I4	+0.086 808 25	+899.
	0.940 662 I8	-0.090 303 57	+225.4	I.060 I79 62	+0.089 054 92	+570.
10^{-4}	0.939 5I9 54	-0.092 072 9I	+ 22.8	I.063 275 42	+0.093 568 24	+ I6.
	0.939 382 08	-0.092 285 84	- 0.2	I.063 380 37	+0.093 72I 03	- 0.
	0.938 380 32	-0.093 838 04	-I56.8	I.064 832 8I	+0.095 834 95	-208.5
	0.937 244 60	-0.095 598 95	-3I0.2	I.066 395 92	+0.098 I08 42	-390.2
	0.97I 076 04	-0.043 698 42	+ 68.8	I.029 872 36	+0.044 490 49	+ 46.3
10^{-5}	0.970 333 34	-0.044 829 40	+ 4.9	I.030 303 I2	+0.045 I27 28	+ I0.8
	0.970 270 80	-0.044 924 66	- 0.I	I.030 443 22	+0.045 334 35	- 0.I
	0.969 592 06	-0.045 958 66	- 49.5	I.030 734 36	+0.045 764 6I	- 2I.5
	0.986 497 6I	-0.020 32I 85	+ 28.0	I.0I3 558 98	+0.020 27I I8	+ 32.8
	0.986 III I8	-0.020 905 56	+ I0.5	I.0I3 972 9I	+0.020 877 84	+ I3.7
10^{-6}	0.985 853 74	-0.02I 294 44	+ 0.3	I.0I4 249 08	+0.02I 299 23	+ 2.6
	0.985 596 49	-0.02I 683 I2	- 8.6	I.0I4 3I7 32	+0.02I 400 88	+ 0.I
	0.985 2I0 93	-0.022 265 77	- I8.7	I.0I4 525 44	+0.02I 7I0 84	- 7.I
	0.984 825 74	-0.022 847 96	- 25.4	I.0I4 80I 99	+0.022 I22 68	- I5.2

Значения величин a_i, b_i , вычисленных с помощью данных табл.I, приведены в табл.2. Определение величин a_i, b_i выполнено отдельно для двух потоков (внутреннего и внешнего) частиц ; данные расположены в левой и правой половине табл. 2, соответственно.

Таблица 2

μ	a_0	a_1	μa_2	b_0	μb_1	a_0	a_1	μa_2	b_0	μb_1
10^{-4}	I.0634	- 6.4	0.25	+0.094	-0.00087	0.9394	6.0	-0.I9	-0.092	+0.00093
10^{-5}	I.0304	-I2.9	0.20	+0.045	-0.00020	0.9703	I2.9	-0.I7	-0.045	+0.000I9
10^{-6}	I.0I43	-27	0.25	+0.02I	-0.00004	0.9858	27	-0.I9	-0.02I	+0.00004

С помощью данных табл. 2 нетрудно вычислить правую часть (2) для различных значений массы. Соответственные значения для внутреннего и внешнего потоков, а также их средние приведены в табл.3. Замечательно,

что правая часть (2) оказывается почти одинаковой для обоих потоков при всех значениях массы планеты.

Таблица 3

μ	$\frac{1}{r_0}\cdot\frac{dQ}{d\mu}$		
	Внутренний поток	Внешний поток	Среднее
10^{-4}	-0.049	-0.058	-0.053
10^{-5}	-0.020	-0.024	-0.022
10^{-6}	-0.0II	-0.0I4	-0.0I2

Как видно из табл. 3, при всех значениях массы планеты величина вращательного момента, приносимого частицами, оказывается отрицательной, а по порядку величины данные табл. 3 оказываются равными значениям $\frac{1}{r_0}\cdot\frac{Q}{\mu}$, взятым для планет (за исключением Меркурия и Венеры).

Это означает, что малые частицы, движущиеся по круговым орбитам, могут сообщить планете только обратное вращение со скоростью, близкой к современным скоростям вращения.

Сентябрь,I968.

პლანეტების დღეღამური ბრუნვის საკითხისათვის. II.

რ. კილაძე

(რეზიუმე)

შესწავლილია მცირე მასის მქონე ნაწილაკის მოძრაობა მზისა და პლანეტის გრავიტაციულ ველში. გამოთვლილია პლანეტის კინეტიკური მომენტის წარმოებული მასით, მასის მნიშვნელობებისათვის: 10^{-4}, 10^{-5} და 10^{-6}.

ON THE AXIAL ROTATION OF PLANETS. II.

R.I.KILADZE

(Summary)

The motion of a particle having small mass in the Sun's and planet's gravitation field has been studied. The derivative of the planet's kinetic moment with respect to the mass has been computed, for the planet mass values 10^{-4}, 10^{-5} and 10^{-6}.

Цитированная литература

I. Киладзе Р.И. Об одном классе орбит в ограниченной задаче трех тел. Бюлл.Абастум.астрофиз.обс. 1965, 32, 209.
2. Киладзе Р.И. К вопросу о суточном вращении планет. Бюлл.Абастум. астрофиз.обс. 1965, 32, 223.
3. Steffensen I.F. On the restricted problem of three bodies. Kongel. Danske Viedenscab. Selscab. Mat.-fys. Medd. 1956, 30, N.18.

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 39,1970
БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 39,1970

К ВОПРОСУ О СУТОЧНОМ ВРАЩЕНИИ ПЛАНЕТ. III.

Р.И.КИЛАДЗЕ

Введение. В предыдущих работах[I],[2],[3], автором рассмотрен процесс приобретения вращательного момента планетой при столкновении её с частицами, движущимися по квазикруговым орбитам (в ограниченной задаче трех тел). Был сделан вывод, что такие частицы передают планете отрицательный момент вращения, т.е. планета, сформированная из частиц, движущихся по квазикруговым орбитам, должна обладать обратным вращением.

В настоящей работе проведено аналогичное исследование для случая частиц, движущихся по эллиптическим орбитам с небольшим эксцентриситетом.

Недавно в литературе появились подобные работе, выполненные для малых значений массы планеты[4],[5]. При этом автор для вычисления начальных данных пользуется другими принципами, по сравнению с изложенным ниже. Тем не менее, результаты этих работ качественно совпадают с результатами наших вычислений, что и следовало ожидать.

Определение начальных данных. Строго говоря, понятие большой полуоси, эксцентриситета и других элементов орбиты имеет смысл только в случае двух тел. В более сложных задачах появляется некоторый произвол, связанный с проблемой выбора системы координат.

В целях преодоления указанной трудности будем придерживаться принципов, аналогичных изложенным в[I].

Как и в[I], рассмотрим движение тела исчезающе малой массы во вращающейся системе координат, относительно которой Солнце имеет координаты (0,0), а координаты планеты суть (-I, 0) в течение всего времени. Предполагается, что планета движется по круговой орбите. За единицу массы выберем сумму масс Солнца и планеты. Массу планеты обозначим через μ.

При этих условиях интегралу Якоби можно придать следующий вид:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2=(1-\mu)\left(R^2+\frac{2}{R}\right)+\mu\left(r^2+\frac{2}{r}\right)-C, \qquad (I)$$

где

$$R=\sqrt{x^2+y^2}, \qquad (2)$$
$$r=\sqrt{(x+1)^2+y^2}$$