

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ  
И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(28—29 марта 1984 г.)

28 и 29 марта 1984 г. в физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады.

*28 марта*

1. М. Д. Кислик. Экспериментальная проверка общей теории относительности и сжатие Солнца.

2. Г. Е. Kocharov. Гамма-кванты и нейтроны от солнечных вспышек.

*29 марта*

3. А. А. Быков, И. М. Дремин, А. В. Леонидов. Атомы из кварков и их спектроскопия.

4. М. Б. Волошин. Тяжелый кварконт и вне потенциальной модели.

5. В. А. Хозе. Тяжелые кварки и теория возмущений квантовой хромодинамики.

Краткое содержание четырех докладов публикуется ниже.

[530.12:531.51 + 523.91(048)]

**М. Д. Кислик.** Экспериментальная проверка общей теории относительности и сжатие Солнца. Возможности экспериментальной проверки общей теории относительности Эйнштейна (ОТО) астрономическими методами резко возросли в последние годы в связи с появлением новой астрометрической техники и широким применением ЭВМ для обработки наблюдений. Высокая точность измерений и расширение состава измеряемых параметров, достигнутые с помощью планетных радиолокаторов, позволили уверенно обнаружить ряд новых релятивистских эффектов, создаваемых полем Шварцшильда для Солнца и ранее не доступных для наблюдения<sup>1, 2</sup>. Однако главной проверкой ОТО является хорошее согласование опытных и расчетных данных, достигнутое при построении релятивистских теорий движения внутренних планет<sup>3-5</sup>. Эта проверка носит глобальный характер, т. е. охватывает все возможные релятивистские эффекты, создаваемые полем Шварцшильда в постニュтонаевом приближении, в том числе и классический эффект векового смещения перигелиев орбит. Ее результаты не могут быть поставлены под сомнение из-за отсутствия надежных данных о величине динамического коэффициента сжатия Солнца  $J_2$ , так как неучет  $J_2$  практически не влияет на реально достигнутую к настоящему времени точность определения орбит внутренних планет<sup>6</sup>. Это можно показать, оценив диапазон возможных значений  $J_2$  и предельную величину

невязок, появляющихся при построении теорий движения планет без учета сжатия Солнца.

Полагая, что Солнце вращается как твердое тело с угловой скоростью сидерического вращения точек экватора, а плотность Солнца является невозрастающей функцией расстояния от центра, из теории фигур небесных тел получим<sup>6</sup>

$$J_2^{\min} = 0 < J_2 < 1,08 \cdot 10^{-5} = J_2^{\max}. \quad (1)$$

Соответствующие пределы для геометрического сжатия Солнца  $\alpha$  будут  $1,08 \cdot 10^{-5} < \alpha < 2,69 \cdot 10^{-5}$ . Для всех больших планет с известными значениями  $J_2$  неравенства, аналогичные (1), выполняются (табл. I), причем для

Таблица I

Планета	$J_2^{\max} \cdot 10^2$	$J_2 \cdot 10^2$	$J_2/J_2^{\max}$
Земля	0,174	0,108	0,62
Марс	0,257	0,196	0,76
Юпитер	4,74	1,48	0,31
Сатурн	9,1	1,65	0,48
Уран	3,4	1,2	0,35
Нептун	1,4	0,4	0,29

Таблица II

Автор	$J_2 \cdot 10^6$	$J_2/J_2^{\max}$
Андерсон и др. <sup>3</sup>	$2,4 \pm 1,7$	0,22
Хилл и др. <sup>7</sup>	$5,5 \pm 1,3$	0,51
Гауг <sup>8</sup>	3,6	0,33
Кемпбелл и др. <sup>9</sup>	1,6—5,0	0,15—0,46

планет-гигантов отношение  $J_2/J_2^{\max}$  заметно меньше, чем для Земли и Марса. Значения  $J_2$  для Солнца, по данным ряда работ последних лет<sup>3, 7-9</sup>, представлены в табл. II. Вращение внутренних слоев («ядра») Солнца со скоростью, большей, чем скорость вращения фотосфера<sup>8-11</sup> (если оно существует, что ряд авторов<sup>12, 13</sup> опровергает), по данным сторонников этой гипотезы<sup>8, 9</sup> не приводит к нарушению неравенств (1).

Для оценки невязок в определяемых и измеряемых параметрах, соответствующих  $J_2 = J_2^{\max}$ , достаточно использовать простую аналитическую модель процесса определения орбит по измеренным дальностям для случая компланарного движения Земли и лоцируемой планеты в плоскости экватора Солнца<sup>6, 14</sup>. Обрабатывая раздельно наблюдения двух планет ( $i = \mu, v$ ) и сравнивая значения астрономической единицы  $A_i$  и большой полуоси орбиты Земли  $a_{1i}$ , получим невязки в определяемых параметрах:  $\delta A_{(\mu v)} = A_\mu - A_v$ ,  $\delta a_{1(\mu v)} = a_{1\mu} - a_{1v}$ . Отклонения больших полуосей орбит Земли  $\Delta a_{1i}$  и планеты  $\Delta a_i$  от их действительных значений вызовут невязки в измеряемых параметрах — вековые уходы по долготе  $\delta u_{1i}$  и  $\delta u_i$  при сравнении расчетных долгот Земли  $u_{1i}^{(p)}$  и планеты  $u_i^{(p)}$  с фактическими долготами  $u_i^{(\Phi)}$ , получеными из оптических наблюдений:  $\delta u_{1i} = u_{1i}^{(p)} - u_i^{(\Phi)}$ ,  $\delta u_i = u_i^{(p)} - u_i^{(\Phi)}$  (табл. III). Учитывая данные табл. I, II, можно предположить, что отношение  $J_2/J_2^{\max}$  для Солнца вряд ли превышает 0,5, т. е. что невязки в табл. III

Таблица III

Лоцируемая планета	$i$	Отклонения $\Delta A_i = -\Delta a_{1i}$ , км	Невязки $\delta A_{(\mu v)} = -\delta a_{1(\mu v)}$ , км	Уходы за 100 лет $\delta u_{1i} = \delta u_i$
Меркурий	2	0,131	$\delta A_{(2, 3)} = A_2 - A_3 = 0,067$	0", 170
Венера	3	0,064	$\delta A_{(3, 4)} = A_3 - A_4 = 0,060$	0", 083
Марс	4	0,004	$\delta A_{(4, 2)} = A_4 - A_2 = -0,127$	0", 006

зашумлены примерно в два раза. Однако и без этого предположения невязки слишком малы, чтобы их можно было уверенно выделить на фоне шумов

при обработке наблюдений внутренних планет. Под шумами в данном случае понимается совокупность всех невязок, появляющихся при построении теорий движения планет по различным причинам — неизвестным или известным, но пока неустранимым. В то же время релятивистские возмущения в движении планет и распространении света, если их не учитывать, приводят к невязкам (релятивистским эффектам), во много раз превышающим уровень этих шумов. Например, при построении единой теории движения внутренних планет в ньютоновом варианте рассогласование измеренных и расчетных дальностей на мерном интервале в 20 лет доходит для Меркурия до 390 км, что примерно на два порядка превышает невязки релятивистской теории<sup>4</sup>.

В заключение заметим, что релятивистский эффект векового смещения перигелия орбиты Меркурия, с которым обычно из-за незнания сжатия Солнца связывались сомнения в справедливости ОТО в слабых гравитационных полях («драма идей»), в эпоху радиолокационной астрономии и межпланетной космонавтики уже не может рассматриваться как главный или тем более единственный критерий при экспериментальной проверке ОТО. О справедливости ОТО свидетельствует весь опыт успешного практического применения релятивистской небесной механики, полученный в последние годы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шапиро И. С.— УФН, 1969, т. 99, с. 319.
2. Кислик М. Д.— Письма Астрон. ж., 1981, т. 7, с. 56.
3. Anderson J. D., Keesey M. S. W., Lau E. L., Standish E. M.— Acta Astronaut., 1978, v. 5, p. 43.
4. Кислик М. Д., Колюка Ю. Ф., Котельников В. А., Петров Г. М., Тихонов В. Ф.— ДАН СССР, 1980, т. 255, с. 545.
5. Красинский Г. А., Пильева Е. В., Свешников М. Л., Свешникова Е. С.— Бюлл. Ин-та теорет. астрон., 1982, т. 15, с. 145.
6. Кислик М. Д.— Письма Астрон. ж., 1983, т. 9, с. 566.
7. Hill H. A., Bos R. J., Gooode P. R. Preliminary Determination of the Gravitational Quadrupole Moment of the Sun: Preprint Univ. of Arizona.— Santa Catarina Lab., 1982.
8. Gough D. O.— Nature, 1982, v. 298, No. 5872.
9. Campbell L., McDow J. C., Moffat J. M., Vincent D.— Nature, 1983, v. 305, No. 5934.
10. Claverie A., Issak G. R., McLeod C. P., van der Raay H. B., Roca Cortes T.— Nature, 1981, v. 293, p. 443.
11. Claverie A., Issak G. R., McLeod C. P., van der Raay H. B., Pallé R. L., Roca Cortes T.— Nature, 1981, v. 293, No. 5832, p. 443.
12. Dicke R. H.— Nature, 1982, v. 300, No. 5894, p. 693.
13. Nyborg Andersen B., Maltby P.— Nature, 1983, v. 302, No. 5911, p. 808.
14. Кислик М. Д.— Письма Астрон. ж., 1983, т. 9, с. 316.