

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. К и с л и к. Экспериментальная проверка общей теории относительности и сжатие Солнца.
2. Г. Е. К о ч а р о в. Гамма-кванты и нейтроны от солнечных вспышек.

29 марта

3. А. А. Б ы к о в, И. М. Д р е м и н, А. В. Л е о н и д о в. Атомы из кварков и их спектроскопия.
4. М. Б. В о л о ш и н. Тяжелый кварконий вне потенциальной модели.
5. В. А. Х о з е. Тяжелые кварки и теория возмущений квантовой хромодинамики.

Краткое содержание четырех докладов публикуется ниже.

[530.12:531.51 + 523.9](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^{1, 2}. Однако главной проверкой ОТО является хорошее согласование опытных и расчетных данных, достигнутое при построении релятивистских теорий движения внутренних планет³⁻⁵. Эта проверка носит глобальный характер, т. е. охватывает все возможные релятивистские эффекты, создаваемые полем Шварцшильда в постньютоновом 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 планет⁶. 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 ⁶

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

Соответствующие пределы для геометрического сжатия Солнца α 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 | 0,18 |
| 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. ³ | $2,4 \pm 1,7$ | 0,22 |
| Хилл и др. ⁷ | $5,5 \pm 1,3$ | 0,51 |
| Гауг ⁸ | 3,6 | 0,33 |
| Кемпбелл и др. ⁹ | 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 ^{3, 7-9}, представлены в табл. II. Вращение внутренних слоев («ядра») Солнца со скоростью, большей, чем скорость вращения фотосферы ⁸⁻¹¹ (если оно существует, что ряд авторов ^{12, 13} опровергает), по данным сторонников этой гипотезы ^{8, 9} 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 ^{6, 14}. Обработывая раздельно наблюдения двух планет ($i = \mu, \nu$) и сравнивая значения астрономической единицы A_i и большой полуоси орбиты Земли a_{1i} , получим невязки в определяемых параметрах: $\delta A_{(\mu\nu)} = A_\mu - A_\nu$, $\delta a_{1(\mu\nu)} = a_{1\mu} - a_{1\nu}$. Отклонения больших полуосей орбит Земли Δa_{1i} и планеты Δa_i от их действительных значений вызовут невязки в измеряемых параметрах — вековые уходы по долготе δu_{1i} и δu_i при сравнении расчетных долгот Земли $u_{1i}^{(p)}$ и планеты $u_i^{(p)}$ с фактическими долготами $u_{1i}^{(\phi)}$, $u_i^{(\phi)}$, полученными из оптических наблюдений: $\delta u_{1i} = u_{1i}^{(p)} - u_{1i}^{(\phi)}$, $\delta u_i = u_i^{(p)} - u_i^{(\phi)}$ (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 $\delta A_{(\mu\nu)} = -\delta a_{1(\mu\nu)}$, 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 |

завышены 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 ⁴.

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., Keeseey 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., Питьева 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., Vos R. J., Goode 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., Rosa 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., Rosa 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.