

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР (21—22 ноября 1979 г.)

21 и 22 ноября 1979 г. в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР состоялись совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессиях были заслушаны следующие доклады:

21 ноября

1. С. И. Никольский. Исследование адронных взаимодействий в космических лучах.
2. Е. Л. Фейнберг. Космические лучи и физика частиц при сверхсветовых энергиях.
3. Э. М. Мамиджанян, С. Г. Матинян. Предлагаемый комплексный эксперимент в космических лучах при $10^{15} - 10^{18}$ эВ.

22 ноября

4. М. Д. Кислик, Ю. Ф. Коложа, В. А. Котельников, Г. М. Петров, В. Ф. Тихонов. Определение орбит Венеры, Земли, Марса на основе радиолокационных наблюдений Венеры и Марса в 1962—1978 гг.
5. Я. Б. Зельдович, Р. А. Сюняев. Межгалактический газ в скоплениях галактик. Реликтовое излучение как «новый эфир».

Ниже публикуется краткое содержание одного доклада.

523.164.8 (048)

М. Д. Кислик, Ю. Ф. Коложа, В. А. Котельников, Г. М. Петров, В. Ф. Тихонов. Определение орбит Венеры, Земли, Марса на основе радиолокационных наблюдений Венеры и Марса в 1962—1978 гг. Радиолокационные наблюдения планет, а также измерения параметров движения автоматических межпланетных станций обнаружили заметные ошибки в классических теориях движения Венеры, Земли и Марса. Эти теории были созданы работами Ньюкома, Данкома, Моргана и Клеменса в конце XIX — первой половине XX века на основе оптических наблюдений планет. Ошибки этих теорий доходят до нескольких сотен километров, что затрудняет решение навигационных задач при полетах к планетам.

После накопления радиолокационных наблюдений на интервале нескольких синодических периодов обращения Венеры и Марса Институтом радиотехники и электроники АН СССР совместно с рядом организаций были проведены работы по построению новых теорий движения этих планет и Земли*). Для этого были созданы и программно реализованы на ЭВМ алгоритмы определения орбит, предусматривающие совместную обработку радиолокационных и оптических наблюдений планет, оптических наблюдений Солнца, а также измерений параметров движения искусственных спутников планет и автоматических межпланетных станций. Описание движения небесных тел в этих алгоритмах производится численным интегрированием уравнений движения методом рекуррентных степенных разложений, детально разработанным применительно к рассматриваемой задаче. Вычислительная ошибка метода практически отсутству-

*) Аналогичные работы для Венеры и Земли были выполнены также Институтом прикладной математики АН СССР.

ет. В качестве притягивающих тел рассматриваются Солнце, все большие планеты (кроме Нептуна и Плутона) и Луна. Определяемыми параметрами являются элементы орбит Венеры, Марса, барицентра системы Земля — Луна, искусственных космических объектов, а также астрономическая единица и средние радиусы планет для областей, ответственных за отражение радиолокационного сигнала в рассматриваемой серии экспериментов. Обработка измерений производится по способу наименьших квадратов итерационным методом. В качестве критерия точности полученного решения используется разность ΔD фактической и расчетной локационной дальности до поверхности планеты и разность ΔR фактического и расчетного расстояний до искусственного космического объекта, как наиболее точные, экспериментально определяемые характеристики исследуемого движения.

На первом этапе были определены элементы орбит Венеры и барицентра системы

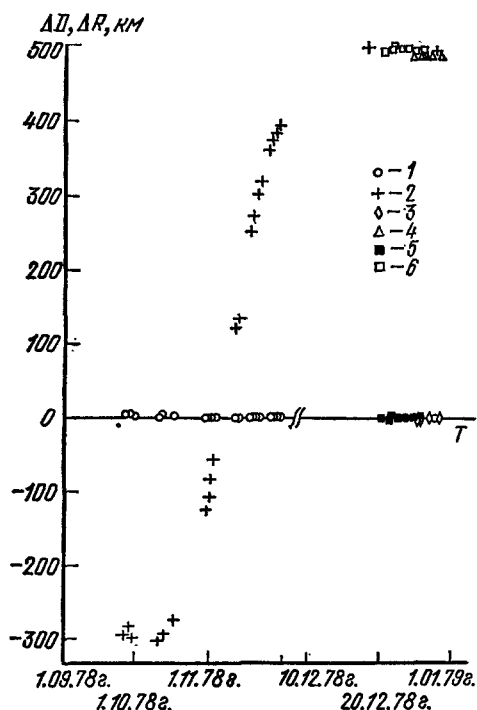


Рис. 1. Отклонения измеренных в 1978 г. дальностей до планеты Венеры ΔD (1, 2) и расстояний ΔR до АМС «Венера-11» (3, 4) и «Венера-12» (5, 6) для двух вариантов определения орбит планет Венеры и Земли.

1, 3, 5 — по уточненным в работе орбитам планет; 2, 4, 6 — по орбитам планет, вычисленным по классическим теориям.

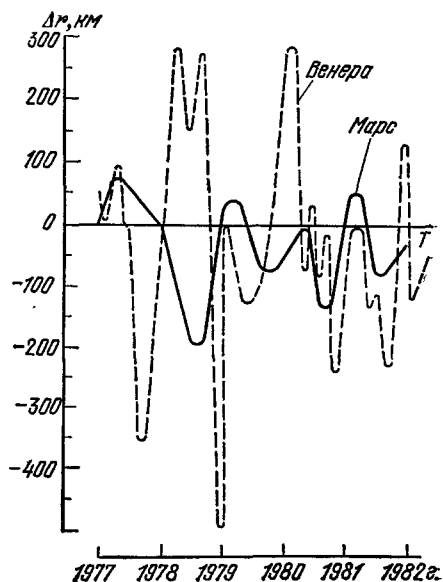


Рис. 2. Отклонения Δr геоцентрических дальностей Венеры и Марса, вычисленных по классическим теориям, от их значений, полученных по уточненным в работе орбитам планет.

Земля — Луна, астрономическая единица и средний радиус Венеры. Исходная измерительная информация включала результаты выполненных в СССР и США радиолокационных наблюдений Венеры (1962—1975 гг.) и оптических наблюдений Венеры и Солнца (1960—1975 гг.). Для оценки точности полученного решения использовались радиолокационные наблюдения Венеры в 1977 и 1978 гг., а также измерения расстояний до искусственных спутников Венеры «Венера-9» и «Венера-10» в 1976 г. и до автоматических межпланетных станций «Венера-11» и «Венера-12» в 1978 г. Разности ΔD не превысили на всем мерном интервале 2 км в 1977 г. и 6 км в 1978 г. Эти же разности для классических теорий движения Венеры и Земли оказались во много раз больше, достигнув в 1978 г. величины ~ 500 км. Аналогичные соотношения получились для разностей ΔR при определении орбит искусственных космических объектов по измерениям радиальной скорости и при описании движения Венеры и Земли, с одной стороны, — по полученному решению, с другой, — по классическим теориям. Для 1978 г. (при прогнозировании на два синодических периода обращения Венеры) эти данные представлены на рис. 1.

На втором этапе при полученном значении астрономической единицы были определены элементы орбит Марса и барицентра системы Земля — Луна по результатам

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

выполненных в СССР и США радиолокационных наблюдений Марса (1964—1971 гг.) и оптических наблюдений Марса и Солнца (1960—1975 гг.). Только для 1964—1965 гг., когда точность радиолокационных измерений была менее высокой, чем в последующие годы, разности ΔD достигают для полученного решения 25—30 км, на всей же остальной части мерного локационного интервала они не превышают 10 км. Принимая во внимание особенности рельефа Марса, имеющего перепады высот до 15 км, достигнутое согласование измеренных и расчетных дальностей можно считать вполне удовлетворительным. Разности ΔD для классических теорий доходят на мерном интервале до 80 км. Элементы орбиты барицентра системы Земля — Луна, полученные на первом и втором этапах обработки, хорошо совпадают между собой: различия не выходят за пределы, допускаемые формальными оценками ошибок их определения. Исключение составляет только большая полуось орбиты, для которой это различие составляет $6 \cdot 10^{-8}$ а. е. Последнее, как показал предварительный анализ, может быть в некоторой степени объяснено релятивистскими эффектами.

На рис. 2 приведены для 1977—1982 гг. отклонения прогнозируемых геоцентрических дальностей Венеры и Марса, вычисленных по классическим теориям, от их значений, полученных по определенным в настоящей работе орбитам планет. Для Венеры эти отклонения доходят до 500 км, для Марса — до 200 км. Очевидно, что в задачах, связанных с обеспечением полетов к Венере и Марсу, целесообразно использовать вместо классических теорий новые теории движения этих планет и Земли, построенные на основе радиолокационных наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кислик М. Д., Колюка Ю. Ф., Котельников В. А., Петров Г. М., Тихонов В. Ф.— ДАН СССР, 1978, т. 241, с. 1046.
2. Кислик М. Д., Колюка Ю. Ф., Котельников В. А., Петров Г. М., Тихонов В. Ф.— Ibid., 1979, т. 249, с. 78.
3. Котельников В. А. и др.— Астрон. ж., т. 57, вып. 1, 3, 1980, т. 57, с. 3.