

4. *Mustel E. R., Boyarchuk A. A.* Structure of envelopes ejected by Novae // *Astrophys. and Space Sci.*— 1970.— 6, N 1.— P. 183—204.
5. *Nishimura S., Ando Y., Okazaki A.* Nova Aquilae 1982 // *Circ. Cent. Bur. Astron. Teleg. Int. Astron. Union.*— 1982.— N 3661.— P. 1.
6. *Okazaki A., Yamasaki A.* Spectrophotometric and photometric observations of Nova Aquilae 1982 // *Astrophys. and Space Sci.*— 1986.— 119, N 1.— P. 89—92.
7. *Rosino L., Iijima T., Ortolani S.* Light curve and spectral evolution of Nova Aquilae 1982 // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*— 1983.— 205, N 3.— P. 1069—1083.
8. *Snijders M. A. J., Bath T. J., Roche P. F. et al.* Nova Aquilae 1982 // *Ibid.*— 1987.— 228, N 2.— P. 329—376.
9. *Snijders M. A. J., Bath T. J., Seaton M. J. et al.* Nova Aquilae 1982 — a short report // *Ibid.*— 1984.— 211, N 1.— P. 7—13.
10. *Williams P. M., Longmore A. J.* Nova Aquilae 1982: new or pre-existing dust // *Ibid.*— 1984.— 207, N 1.— P. 139—147.

Глав. астрон. обсерватория АН СССР,
Пулково

Поступила в редакцию
12.04.88

УДК 523.24:521.1/3

О точности эфемерид избранных малых планет, полученных без учета взаимных возмущений

П. М. Федий

Методом численного интегрирования уравнений движения изучены возмущения геоцентрических координат избранных малых планет от Цереры, Паллады, Юноны и Весты. Получены оценки изменения вычисленных положений после учета взаимных возмущений, превышающие в некоторых случаях $0.8''$ на интервале около 30 лет от эпохи элементов. Для ряда планет эти изменения больше $0.1''$ в непосредственной близости от эпохи элементов.

ON THE PRECISION OF THE EPHEMERIDES OF SELECTED MINOR PLANETS DERIVED NOT TAKING INTO ACCOUNT THEIR MUTUAL PERTURBATIONS, by Fedij P. M.— The perturbations of geocentric coordinates of selected minor planets caused by Ceres, Pallas, Juno and Vesta are studied by the numerical method. The estimated changes in the calculated positions of the minor planets may exceed $0.8''$ in some cases within the interval of about 30 years from the epoch of the elements. For some planets these changes are greater than $0.1''$ in the vicinity of the epoch.

При построении теорий движения малых планет их взаимные возмущения, за редкими исключениями, не учитываются. Однако они не всегда пренебрежимо малы [4, 5]. Поэтому интересно оценить точность вычисления геоцентрических координат избранных малых планет, привлекаемых для определения систематических ошибок звездных каталогов. Исследуется временной интервал 1948—2000 гг. с эпохой оскуляции элементов 27 декабря 1980 г. (*J. D.* 2 444 600.5).

Оценка возмущений геоцентрических координат. В число возмущающих малых планет включены 1 Церера, 2 Паллада, 3 Юнона и 4 Веста, массы которых составляют $5.9 \cdot 10^{-10}$, $1.1 \cdot 10^{-10}$, $1.0 \cdot 10^{-10}$ и $1.2 \cdot 10^{-10}$ масс Солнца соответственно [2, 3]. Для получения их координат созданы численные теории движения, координаты больших планет и Солнца вычислялись согласно теории DE200. Исходные элементы орбит малых планет взяты из [1]. Интегрирование уравнений движения проводилось методом Буллриша — Штера дважды, возмущения от больших планет при этом не учитывались. Значения разностей прямых восхождений α и склонений δ изучаемой малой планеты, полученных без учета и с учетом возмущений от массивных астероидов, находились через каждые 50 сут. В дальнейшем будем называть эти две орбиты невозмущенной и возмущенной.

Для первых четырех малых планет взаимные возмущения были изучены попарно и от трех остальных суммарно. Для каждого из этих случаев в таблице приведены максимальные значения возмущений в α (верхняя строка) и δ (нижняя). Возмущения от более массивной Цереры преобладают, однако величина уклонений от невозмущенной орбиты сильно зависит также от условий сближения планет между собой и с Землей. В результате изучения этих условий для остальных избранных малых планет ото-

брано и исследовано более десяти пар, в которых можно было ожидать заметное проявление взаимных возмущений. Действительно, в большинстве случаев максимальные для всего интервала различия в вычисленных прямых восхождении оказались более $0.1''$. Как и для первых четырех малых планет, возмущения в δ существенно меньше, чем в α , и периодически меняют знак; вблизи оппозиций, т. е. как раз в периоды наблюдений, происходит резкое увеличение уклонений, особенно при малых геоцентрических расстояниях.

Максимальные величины возмущений геоцентрических координат α и δ первых четырех малых планет на интервале 1948—2000 гг.

Изучаемая планета	Возмущающая планета				Суммарное воздействие
	Церера	Паллада	Юнона	Веста	
Церера	—	$0.10''$ —0.03	$-0.04''$ 0.02	$-0.33''$ 0.08	$-0.29''$ 0.09
Паллада	$-0.70''$ —0.06	—	-0.02 <0.01	0.01 <0.01	-0.72 —0.14
Юнона	0.29 0.05	0.02 <0.01	—	0.08 0.01	0.35 0.07
Веста	2.05 0.40	—0.07 <0.01	-0.05 0.01	—	2.00 0.40

Таким образом, возмущения геоцентрических координат малых планет от массивных астероидов весьма часто могут достигать значительной величины и должны учитываться, если требования к точности эфемериды очень высокие. Орбита, полученная с учетом взаимных возмущений при прочих равных условиях, будет более достоверной. Можно попытаться оценить методическую ошибку вычисления эфемериды вследствие пренебрежения взаимными возмущениями (погрешность математической модели), сравнив между собой наиболее вероятные невозмущенную и возмущенную орбиты, полученные с использованием одних и тех же наблюдений. Рассмотрим следующую схему. Пусть возмущенная орбита наилучшим образом представляет некий ряд наблюдений. Выполним процедуру улучшения ее элементов, взяв в качестве $O-C$ для каждого момента наблюдений соответствующие возмущения координат. Нетрудно сообразить, что новая орбита будет близка к наилучшей в смысле метода наименьших квадратов невозмущенной при данном наборе наблюдений, а полученные при этом остаточные уклонения и дадут приближенную оценку искомой методической ошибки.

Оценка методической ошибки вычисления эфемериды вследствие пренебрежения взаимными возмущениями. Согласно описанной схеме улучшение исходных кеплеровых угловых элементов орбит выполнено для шести малых планет с большими возмущениями координат. Для составления условных уравнений по обним координатам в каждой оппозиции использовалось по пяти равноотстоящих моментов фиктивных наблюдений на интервале 200 сут. Вычисления выполнялись с применением алгоритма и программ Института теоретической астрономии АН СССР, адаптированных нами для ЕС ЭВМ. Полученные поправки элементов оказались небольшими — порядка тысячных и сотых, реже десятых долей секунды дуги. Максимальные значения остаточных уклонений в α меньше максимальных возмущений в 2—4 раза, а в δ , как правило, не более чем в 1.5 раза, иногда — например, для Весты и 40 Гармонии — они почти совпадают. В целом, на всем исследуемом интервале методические ошибки вычисления геоцентрических координат имеют наибольшие значения для Весты: $\Delta\alpha_{\max}=0.86''$, $\Delta\delta_{\max}=0.39''$. Несколько меньше, но тоже довольно значительны, эти ошибки для Паллады ($\Delta\alpha_{\max}=-0.33''$, $\Delta\delta_{\max}=-0.10''$) и Гармонии ($\Delta\alpha_{\max}=0.23''$, $\Delta\delta_{\max}=0.15''$). Обращает на себя внимание то, что если возмущения прямых восхождений в эпоху элементов равны нулю и для любой из планет приближаются к $0,1''$ только по прошествии не менее десятка лет, то остаточные уклонения зачастую достигают этого предела уже в первые годы. Более того, для 39 Летиции и Весты это происходит непосредственно в эпоху элементов, причем для первой из них менее чем через 2.5 года $\Delta\alpha$ превышает $0.15''$, что составляет весьма существенную величину.

Выводы. Возмущения геоцентрических координат избранных малых планет от массивных астероидов в отдельных случаях достигают $2''$ на интервале около 30 лет от эпохи элементов. Методическая ошибка вычисления эфемерид или отдельных положений малых планет без учета их взаимных возмущений может на этом интервале быть больше $0.8''$, что должно проявляться в систематическом расхождении таких теорий движения с наблюдениями, особенно в случае экстраполяции на более длительные интервалы времени. Для некоторых малых планет эти ошибки могут превышать $0.1''$ в непосредственной близости от эпохи элементов, что, безусловно, потребует учета взаимных возмущений при обработке будущих космических наблюдений малых планет. При решении астрометрических задач, требующих высокоточных эфемерид малых планет (в частности, задачи улучшения системы фундаментального каталога), необходимо учитывать возмущения от массивных астероидов или исследовать в каждом конкретном случае, как пренебрежение этим фактором отразится на результате.

1. *Эфемериды* малых планет на 1980 год.— Л.: Наука, 1979.— 233 с.
2. Kaplan G. H. The IAU resolutions on astronomical constants, time scale, and the fundamental reference frame // U. S. Nav. Observ. Circ.— 1981.— N 163.— P. 7.
3. Lazovic J. Masses of some numbered minor planets // Publ. Dep. Astron. Univ. Beograd.— 1979.— 9, N 9.— P. 55—62.
4. Lazovic J., Kuzmanoski M. Perturbing action of Ceres, Pallas, Juno and Vesta at their proximities with other selected minor planets // Ibid.— 1985.— 13, N 13.— P. 13—18.
5. Schubart J. The planetary masses and the orbits of the first four minor planets // Celest. Mech.— 1971.— 4, N 2.— P. 246—249.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию
26.05.88

УДК 520.9:521.6:521.181

Геоцентрические координаты и относительные положения двух лазерных дальномеров ГАО АН УССР и специальных геодезических знаков (маркеров)

Н. Т. Миронов, А. Н. Самойленко, В. М. Яксь, Я. С. Яцкив

Представлены результаты определения приближенных геоцентрических координат двух лазерных дальномерных систем ГАО АН УССР по доплеровским наблюдениям ИСЗ с точностью 1—2 м. По геодезическим измерениям определены относительные положения этих систем с точностью около 1 см.

THE GEOCENTRIC COORDINATES AND RELATIVE POSITIONS OF TWO LASER RANGING SYSTEMS OF THE MAIN ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF THE UKRAINIAN SSR ACADEMY OF SCIENCES AND SPECIAL GEODETIC MARKERS, by Mironov N. T., Samojlenko A. N., Jaks W. M., Yatskiw Ya. S.— The results of determining the geocentric coordinates for two laser ranging systems with an accuracy of 1—2 m based on Doppler observations of artificial satellites are presented. The relative positions of these systems are determined by means of geodetic survey with an accuracy of about 1 cm.

Цель лазерных наблюдений ИСЗ — определение высокоточных расстояний от заданной точки отсчета лазерного дальномера (пересечение горизонтальной и вертикальной осей монтировки телескопа и др.) до некоторой отсчетной поверхности или редуцированной точки ИСЗ (центр масс спутника). На основании таких наблюдений определяют геоцентрические координаты станции наблюдений (т. е. отмеченной выше точки отсчета), параметры орбит ИСЗ и другие геодинамические характеристики. Отнесение координат станции наблюдений к некоторой точке отсчета на дальномере сопряжено с рядом методических и технических трудностей, а также не удовлетворяет условиям сохранности и воспроизводимости. Поэтому прибегают к закладке в непосредственной близости от функционирующих дальномеров специальных геодезических знаков (марке-