

В формулах (4) и (6) вместо q нужно задавать угловую скорость какой-либо составляющей.

1. Костина Л. Д., Сахаров В. И. О вековом движении географического полюса Земли // Астрометрия и астрофизика.— 1975.— Вып. 27.— С. 7—13.
2. Орлов А. Я. Служба широты. Изб. тр. в 3-х т.— Киев: Изд-во АН УССР.— 1961.— Т. 1.— С. 270—354.
3. Сахаров В. И. О преимуществах формулы А. Я. Орлова для определения средней широты // Тр. 12-й астрометрической конф. СССР.— Л., 1957.— С. 314—320.

Полтав. гравиметрическая обсерватория
Ин-та геофизики им. С. И. Субботина АН УССР,
Полтава

Поступила в редакцию 24.06.85

УДК 520.8.05

Опыт определения высокоточных координат геостационарных ИСЗ с помощью широкоугольного астрографа и специальной кассеты

Д. П. Дума, Ю. Н. Иващенко, Ю. А. Шокин

На двойном широкоугольном астрографе с помощью специальной кассеты получены 8 астронегативов с 32 изображениями геостационарных ИСЗ на фоне звезд $10-11^m$. Определены 14 положений ИСЗ с точностью $0.3-0.6''$, которая в несколько раз превышает точность позиционных наблюдений искусственных небесных тел на современных спутниковых камерах. Сделан вывод о возможности получения координат ИСЗ с точностью $0.1-0.2''$.

A HIGH-PRECISION DETERMINATION OF ANGULAR COORDINATES OF GEOSTATIONARY ARTIFICIAL SATELLITES BY WIDE-ANGLE ASTROGRAPH WITH SPECIAL EQUIPMENT, by Duma D. P., Ivashchenko Yu. N., Shokin Yu. A.— Using 8 plates with 32 images of stationary artificial satellites obtained on the wide-angle astrograph with special equipment 14 angular coordinates of satellites are calculated with the accuracy of $0.3''-0.6''$. The conclusion is that the accuracy of determination of angular coordinates of stationary objects can be increased to $0.1''-0.2''$.

В работе [2] обсуждался вопрос о перспективах повышения точности позиционных наблюдений искусственных небесных тел (ИНТ) и приведено описание аппаратуры, разработанной в ГАО АН УССР для этих наблюдений. Комплекс аппаратуры состоит из кассеты с механизмом перемещения фотопластинки для компенсации движения изображения ИНТ, автономной службы времени с привязкой к шкале UT путем приема сигналов времени и электронно-логического блока, позволяющего реализовать определенную программу наблюдений.

В настоящее время аппаратура установлена на двойном широкоугольном астрографе ($D=40$ см, $F=2$ м), и с ее помощью ведутся регулярные наблюдения геостационарных ИСЗ. В качестве опорного каталога используется каталог Смитсоновской астрофизической обсерватории SAO [5], так как более совершенных каталогов в систематическом и случайном отношениях, содержащих координаты достаточного количества звезд для определения высокоточных положений геостационарных ИСЗ во всей зоне их видимости (околоэкваториальной), в настоящее время не имеется. Согласно [2] и нашему опыту, точность определения положений ИСЗ с упомянутым выше каталогом составляет около $0.6-0.8''$, то есть не существенно выше той точности положений, которую обеспечивают современные спутниковые камеры СБГ и ВАУ [1]. По нашему мнению, такая низкая точность вызвана случайными ошибками положений и собственных движений звезд каталога SAO. Между тем, по оценкам Д. П. Думы [2], точность определения положений ИСЗ можно довести до $0.2-0.5''$.

Для оценки возможностей аппаратуры нами использован каталог слабых звезд $10-11^m$ [4]. С помощью специальной программы наблюдений получено 8 фотопластинок, на которых в общей сложности оказалось 32 изображения 5 различных ИСЗ. Мо-

менты экспозиций регистрировались с помощью входящей в состав комплекса аппаратуры службы времени с точностью 0.001 с. Точность привязки моментов экспозиций к шкале всемирного времени колеблется от 1—2 мс при хороших условиях приема сигналов времени и до 3—4 мс — при плохих. Для определения положений ИСЗ отобраны те изображения, которые удовлетворяют требованиям астрометрической обработки: изображения ИСЗ находятся не далее, чем в двух градусах от оптического центра фотопластинки, опорные звезды расположены симметрично и по возможности близко к изображению спутника. Этим требованиям удовлетворяют 14 изображений 4 ИСЗ 11—13^м. Измерения астронегативов проводились на координатно-измерительной машине «Аскорекорд». Опорные звезды выбирались симметрично относительно каждого изображения в радиусе не более 0.5°, в среднем по 12 звезд для каждого изображения. Информация о фотопластинках и точности их измерений приведена в таблице, в которой обозначены через $\sigma_{\text{сп}}$ средняя квадратичная ошибка наведение на изображение спутника при четырехкратном наведении, а через $\sigma_{\text{зв}}$ — средняя квадратичная ошибка наведение на изображение звезды при четырехкратном наведении, усредненная по всем звездам данной группы.

Сведения об измерениях и точности положений ИСЗ

Номер пластинки	Номер спутника	Количество опорных звезд	Радиус окружности опорных звезд	$\sigma_{\text{сп}}$	$\sigma_{\text{зв}}$	σ_0	σ_1	σ_2
1	1	12	0.33°	0.20"	0.10"	0.25"	0.25"	0.19"
1	2	10	0.38	0.22	0.12	0.21	0.26	0.18
2	1	10	0.40	0.21	0.10	0.20	0.28	0.19
2	3	15	0.36	0.26	0.16	0.50	0.35	0.27
3	1	13	0.20	0.15	0.17	0.46	0.30	0.31
3	2	10	0.41	0.18	0.10	0.17	0.22	0.14
3	3	9	0.38	0.11	0.13	0.37	0.31	0.31
4	1	12	0.53	0.25	0.13	0.51	0.40	0.34
4	2	12	0.32	0.19	0.15	0.36	0.34	0.31
5	5	13	0.27	0.17	0.13	0.36	0.51	0.51
6	3	17	0.35	0.24	0.16	0.55	0.36	0.32
7	5	11	0.39	0.27	0.14	0.36	0.34	0.25
8	1	16	0.40	0.10	0.19	0.48	0.30	0.33
8	2	9	0.50	0.20	0.14	0.43	0.47	0.43
Среднее значение			0.37	0.20	0.14	0.37	0.34	0.29

Для обработки фотопластинок с целью определения положений ИСЗ использован метод восьми постоянных [3]. Связь между тангенциальными X , Y и измеренными x , y координатами определяется формулами

$$X = ax + by + c + kXx + lXy; \quad Y = dx + ey + f + kYx + lYy.$$

Этот метод послужил основой для алгоритма и программы на ЭВМ, составленной Л. Н. Кизюн. Оценки точности положений геостационарных ИСЗ для фотопластинок выполнены несколькими способами.

1. Найдена средняя квадратичная ошибка единицы веса $\sigma_0 = \sqrt{\sum v_i^2 / (N - m)}$, где v_i — невязки решений для опорных звезд, N — количество опорных звезд, $m = 8$ — количество постоянных пластинки. Такая оценка ошибки может считаться реальной для ИСЗ, если точность измерений их сравнима с точностью измерений опорных звезд.

2. Средняя квадратичная ошибка положения ИСЗ оценена с учетом достигнутой точности измерений геостационарных спутников ($\sigma_{\text{сп}}$ из таблицы).

$$\sigma_1 = (\sigma_{\text{сп}}^2 + \sigma_{\text{ред}}^2)^{1/2}.$$

Здесь $\sigma_{\text{ред}}^2 = x^2 (\sigma_a^2 + \sigma_d^2) + y^2 (\sigma_b^2 + \sigma_e^2) + \sigma_c^2 + \sigma_f^2 + [(Xx)^2 + (Yx)^2] \sigma_k^2 + [(Yy)^2 + (Xy)^2] \sigma_l^2$, где $\sigma_a, \sigma_b, \dots, \sigma_l$ — средняя квадратичная ошибка постоянных из уравнений

связи между измеренными и тангенциальными координатами звезд, x, y, X, Y — соответственно измеренные и тангенциальные координаты ИСЗ.

3. Средняя квадратичная ошибка положения ИСЗ вычислена по формуле $\sigma_2 \Rightarrow = (\sigma_{\text{об}}^2 + \sigma_{\text{ред}}^2)^{1/2}$, то есть при условии, что для спутника достигнута такая же точность измерений как и для опорных звезд каждой пластинки ($\sigma_{\text{об}}$ из таблицы).

Как и следовало ожидать, вычисленные таким способом оценки точности σ_2 в общем согласуются с оценками σ_0 . Различие оценок, которое наблюдается в таблице, объясняется в основном асимметрией в расположении звезд относительно спутника.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что пользуясь каталогом [4] и аппаратурой для определения высокоточных положений ИНТ, можно определять сферические координаты геостационарных ИСЗ и других далеких ИНТ с точностью 0.3—0.6". Это в 2—3 раза выше той точности, которую обеспечивают современные спутниковые камеры [1]. По нашему мнению, возможности для дальнейшего повышения точности определения координат высокоорбитальных ИСЗ этим не ограничиваются. При установке аппаратуры на астрографы или другие телескопы с фокусным расстоянием $F=4-6$ м, использовании высокоточных опорных каталогов положений и собственных движений звезд с плотностью около 20—30 звезд на квадратный градус, а также при получении качественных изображений (что достигается с помощью настоящей аппаратуры при наличии точных эфемерид небесных тел) точность определения положений ИНТ может быть доведена до 0.1—0.2".

Авторы выражают благодарность Л. Н. Кизюн за предоставление программы для вычислений положений ИСЗ.

1. Георгиев Н. И., Масевич А. Г., Клеицкий Б. М., Татевян С. К. Использование оптических наблюдений искусственных спутников Земли для геодезии.— София: Изд-во Болг. Акад. наук, 1979.—275 с.
2. Дума Д. П. Проблема определения высокоточных координат искусственных небесных тел фотографическим способом // Астрон. журн.—1984.—61, № 1.—С. 184—190.
3. Курс астрофизики и звездной астрономии / Под ред. А. А. Михайлова.— М.: Наука, 1973.—Т. 1.—608 с.
4. Шокин Ю. А., Пономарев Д. Н., Евстигнеева Н. М. Каталог — атлас опорных звезд для телевизионных определений угловых координат стационарных объектов // Задачи современной астрометрии в создании инерциальной системы координат.— Ташкент: ФАН, 1981.—С. 191—203.
5. *Smithsonian Star Catalogue*.— Washington: Smithsonian. Inst.—1966.—Vol. I—IV.

Глав. астроном. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 10.07.85
после доработки 18.09.85

УДК 523.64

Детальная фотометрия кометы Кроммелина (1983 n)

Ю. В. Сизоненко

Описана методика детальной фотометрии кометы Кроммелина с обработкой результатов на ЭВМ. Определена интегральная звездная величина кометы и звездная величина центрального сгущения. Получены аналитические выражения для зависимости поверхностной яркости кометы от расстояния до фотометрического центра вдоль избранных направлений.

DETAILED PHOTOMETRY OF COMET CROMMELIN (1983 n), by Sizonenko Yu. V.— The procedure and computer-processed results of detailed photometry of comet Crommelin are described. The integral magnitude of the comet and that of the central condensation are determined. The analytical expression for dependences of the cometary surface brightness on the distance to the photometric centre along the chosen directions is obtained.

Комета Кроммелина (1983 n) широко наблюдалась в СССР и за рубежом по программе тренировочного эксперимента по подготовке к наблюдениям кометы Галлея. Для отработки методики детальной фотометрии один из снимков кометы профотометриро-