УТОЧНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВТОРОЙ СЕКТОРИАЛЬНОЙ ГАРМОНИКИ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ПО ПОЗИЦИОННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ ГЕОСИНХРОННЫХ СПУТНИКОВ

Э. Д. Кузнецов, Г. Т. Кайзер

Астрономическая обсерватория Уральского государственного университета
620083 Екатеринбург, Россия
e-mail: Eduard.Kuznetsov@usu.ru, Galina.Kajzer@usu.ru

Работа посвящена уточнению коэффициентов C_{22}, S_{22} второй секториальной гармоники геопотенциала по результатам позиционных наблюдений геосинхронный спутников в Коуровской астрономической обсерватории. Определены поправки ΔC_{22}, ΔS_{22} в коэффициенты C_{22}, S_{22} для модели геопотенциала JGM-3: $\Delta C_{22} = (-2.6 \pm 1.4) \cdot 10^{-10}$, $\Delta S_{22} = (-3.1 \pm 0.9) \cdot 10^{-10}$.

DETERMINATION OF THE SECOND SECTORIAL HARMONIC PARAMETERS OF THE GEOPOTENTIAL USING THE POSITIONAL OBSERVATIONS OF THE GEOSYNCHRONOUS SATELLITES, by Kuznetsov E., Kaiser G. – The paper is concerned with the determination of the second sectorial harmonic parameters of geopotential using the positional observations of the geosynchronous satellites at the Kourovka Astronomical Observatory. The calculated corrections ΔC_{22} and ΔS_{22} for the geopotential model JGM-3 are equal to $\Delta C_{22} = (-2.6 \pm 1.4) \cdot 10^{-10}$, $\Delta S_{22} = (-3.1 \pm 0.9) \cdot 10^{-10}$.

ВВЕДЕНИЕ

Есть несколько подходов к уточнению коэффициентов второй секториальной гармоники гравитационного поля Земли [2, 7, 3, 8, 5, 4]. Большинство методов основано на использовании наблюдений геосинхронных спутников. В настоящей работе выполнена модификация алгоритма [6], проведено его тестирование, получены оценки поправок ΔC_{22}, ΔS_{22} коэффициентов C_{22}, S_{22} второй секториальной гармоники для модели геопотенциала JGM-3 по результатам позиционных наблюдений геосинхронного спутника 1985-102A "Космос-1700" в Астрономической обсерватории Уральского государственного университета (АО УрГУ). Для уточнения коэффициентов также использовались наборы элементов орбит спутника "Космос-1700", полученные Группой орбитальной информации НАСА.

РЕЗУЛЬТАТЫ УТОЧНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Уточнение коэффициентов гармоник основано на анализе улучшенных элементов орбит геосинхронных спутников. Условные уравнения для нахождения поправок ΔC_{22}, ΔS_{22} коэффициентов второй секториальной гармоники C_{22}, S_{22} запишем в следующем виде

$$(O - C) = \Delta T_O - \Delta T_C = \frac{\partial \Delta T}{\partial C_{22}} \Delta C_{22} + \frac{\partial \Delta T}{\partial S_{22}} \Delta S_{22}.$$

Здесь ΔT – интервал времени между прохождениями спутником точек с долготами λ_1 и λ_2; ΔT_O, ΔT_C – интервалы времени, полученные из наблюдений и вычислений соответственно.

Прогнозирование движения геосинхронного спутника выполняем с помощью численной модели движения ИСЗ [1], разработанной в НИИ ПММ при ТГУ. В модель сил были включены следующие возмущающие факторы: модель гравитационного поля Земли JGM-3 до 20 порядка и степени, притяжение Луны и Солнца, световое давление, лунно-солнечные приливы. Частные производные $\partial \Delta T / \partial C_{22}$, $\partial \Delta T / \partial S_{22}$ вычисляются численно методом вариаций.

Для определения поправок ΔC_{22}, ΔS_{22} использовались наблюдения геосинхронного спутника 1985-102A "Космос-1700", выполненные в Коуровской астрономической обсерватории. 37 наборов улучшенных элементов орбит были распределены на интервале 21.02.1993 – 14.04.2002. Также использовались данные Группы орбитальной информации НАСА об элементах орбиты для объекта

“Космос-1700” на этом же интервале. Система условных уравнений решалась методом наименьших квадратов. Получены следующие оценки поправок ΔC_{22} и ΔS_{22} для модели геопотенциала JGM-3:

$$\Delta C_{22} = (-2.6 \pm 1.4) \cdot 10^{-10}, \qquad \Delta S_{22} = (-3.1 \pm 0.9) \cdot 10^{-10}.$$

Относительная погрешность поправок коэффициентов

$$\left|\frac{\Delta C_{22}}{C_{22}}\right| = 1.1 \cdot 10^{-4}, \qquad \left|\frac{\Delta S_{22}}{S_{22}}\right| = 2.2 \cdot 10^{-4}$$

на порядок превышает соответствующие относительные ошибки $1.5 \cdot 10^{-5}$ и $2.6 \cdot 10^{-5}$ определения коэффициентов C_{22} и S_{22} в модели геопотенциала JGM-3. Можно дать следующие оценки коэффициентов второй секториальной гармоники

$$C_{22} = (2.43900 \pm 0.00014) \cdot 10^{-6}, \qquad S_{22} = (-1.40058 \pm 0.00009) \cdot 10^{-6}.$$

Результаты показывают, что формальные ошибки определения коэффициентов C_{22} и S_{22} резонансных гармоник геопотенциала можно улучшить на порядок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтверждает возможность уточнения коэффициентов второй секториальной гармоники по результатам позиционных наблюдений геосинхронных спутников, проводимых в Коуровской астрономической обсерватории УрГУ.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 00-02-16226).

[1] *Бордовицына Т. В., Шарковский Н. А., Яндульский Г. И. и др.* Численная модель движения ИСЗ // Наблюдения искусственных небес. тел.–1988.–**84**, ч. 1.–С. 70–74.

[2] *Anselmo L., Bertotti B., Farinella P., et al.* High precision tracking of synchronous satellites for geophysical purposes // Comp. Study Planets: Proc. NATO Adv. Study Inst., Vulcano, Sept. 14–25, 1981.–Dordrecht e.a., 1982.–P. 195–202.

[3] *Catalano S., McCrosky R., Milani A., Nobili A. M.* Optical tracking of synchronous Earth’s satel-lites for geophysical purposes // J. Geophys. Res.–1983.–**88**.–P. 669–676.

[4] *Hugentobler U., Schildknecht T., Beutler G.* Determination of resonanse terms using optical observations of two Meteosat satellites // Dynamics and Astrometry of Natural and Artificial Celestial Bodies: Proc. IAU Coll. 165, Poznan, Poland, July 1–5, 1996.–Kluwer Acad. Publ., 1997.–P. 355–360.

[5] *Klokocnik J., Kostelecky J.* Earth gravity field and high satellite orbits // Bull. Astron. Inst. Czechosl.–1987.–**38**.–P. 334–344.

[6] *Kuznetsov E. D., Kaiser G. T.* Determination of second sectoral harmonic parameters of the geopotential using the improved orbit elements of geosynchronous satellites // AstroKazan–2001: Proc. Intern. Conf., Sept. 24–29, 2001.–Kazan State University: ДАС, 2001.–P. 194–196.

[7] *Nobili A. M.* An international compaign for optical observations satellites (COGEOS). Scientific aims and organization // CSTG Bulletin.–1982.–**9**.–P. 19–30.

[8] *Sochilina A. S.* The use of geosynchronous satellites for determining parameters of the geopotential // Наблюдения искусственных спутников Земли.–1984.–**23**.–P. 211–231.