

Анализ глобальных гравитационных моделей Земли EIGEN-6C4 и EGM2008 по геодезическим данным применительно к Ферганской долине

© Д. Ш. Фазилова¹, Ш. А. Эгамбердиев¹, Х. Н. Магдиев²

¹Астрономический институт АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

²Национальный центр геодезии и картографии, г. Ташкент, Узбекистан

В работе выполнено сравнение данных современных глобальных гравитационных моделей Земли EIGEN-6C4 и EGM2008 по разностям аномалий высот и приращениям ускорения силы тяжести с результатами классических инструментальных данных применительно к области Ферганской долины. Выявлено различие до 9 м по высоте и до 22 мГл в значении ускорения силы тяжести. Получена сходимость по точности данных глобальных гравитационных моделей, необходимая для проведения предварительных работ по построению локального геоида Ферганской долины.

Ключевые слова: гравитационные модели Земли, аномалии высот, сила тяжести, локальный геоид.

Введение

В 1897 году директором Ташкентской обсерватории И. И. Померанцевым с использованием геометрического и астрономического нивелирования были выполнены работы по исследованию фигуры геоида в Ферганской долине, по своему орографическому положению представляющей собой вытянутый эллипс, окруженный горными массивами. В результате исследований впервые были обнаружены отрицательные аномалии геоида в данном районе [1]. Мощность отрицательной гравитационной аномалии под Ферганской долиной и Туранской плитой составляет 150–300 км [2]. В настоящее время одно из направлений космической геодезии связано с созданием планетарных моделей гравитационного поля Земли, обеспечивающих вычисление высот

квазигеоида в любой точке земного шара. Поэтому представляет практический интерес оценка точности современных глобальных гравитационных моделей Земли применительно и к Ферганской долине.

Данные и их обработка

Для проведения анализа были выбраны 10 пунктов в Ферганской долине, где предполагается установить постоянные GNSS станции проектируемой геодезической сети Госкомземгеодезкадистра РУз (рис. 1). Для сравнения с данными современных глобальных гравитационных моделей были использованы классические результаты определения высот с помощью пассажного инструмента и гравиметрической съемки маятниковыми приборами, выполненные в Ферганской долине в период с 1911 по 1936 гг. и доступные в базе данных Международного гравиметрического бюро в Тулузе [3]. Для получения значения высот и ускорения силы тяжести в выбранных пунктах была выполнена интерполяция с помощью метода естественных окрестностей в программной среде ArcGIS [4]. Данный метод дает хорошие результаты для нерегулярно распределенных данных [5].

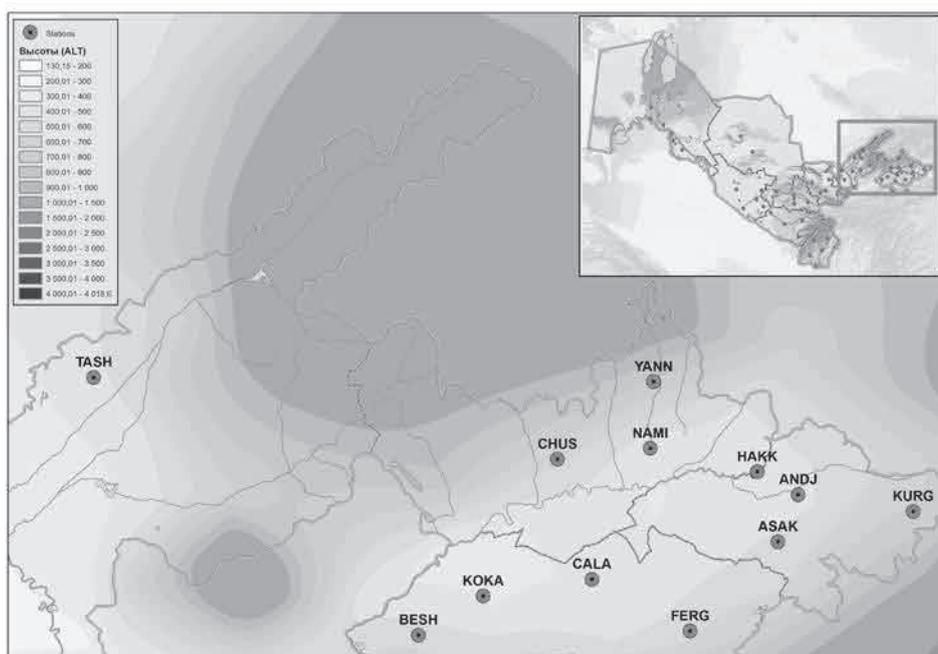


Рис. 1. GNSS сеть Ферганской долины и значения нивелирных высот, интерполированных на заданную область

Для сравнения выбраны две глобальные модели гравитационного поля Земли: EIGEN-6C4, разработанная Центром геоисследований Потсдама (Германия) и группой исследований в области космической геодезии Тулузы (Франция) и EGM2008, созданная Национальным агентством геопространственных данных Министерства обороны США (National Geospatial-Intelligence Agency – NGA) [6]. Сравнение проводилось в два этапа: по разностям аномалий высот, пассажными инструментами и по приращениям ускорения силы тяжести, определенного гравиметрической съемкой маятниковыми приборами. Аномалии высот в определяемых пунктах по моделям EGM2008, EIGEN-6C4 получены с помощью вычислительного сервиса Международного центра глобальных земных моделей (ICGEM) [7]. Все вычисления выполнены относительно опорного пункта Ташкент международной геодезической сети IGS (International GNSS Service). Значения аномалий высот, полученные разными методами, представлены в таблице.

Таблица

Значения аномалий высот относительно пункта Ташкент

Пункт	Нивелирование I класса, м	EIGEN-6C4, м	EGM2008, м
TASH	0	0.00	0
BESH	-75.64	-69.05	-69.05
CALA	-80.64	-71.05	-71.05
KOKA	-75.57	-61.05	-61.05
KURG	233.36	242.95	242.95
NAMI	-25.64	-17.05	-17.05
NAKK	-29.6	-30.05	-30.05
CHUS	147	160.95	160.95
YANN	300.36	317.95	317.95
FERG	99.36	110.18	110.18
ANDJ	-14.64	-3.87	-3.87

На рис. 2 изображены приращения ускорения силы тяжести, вычисленные по результатам глобальных гравитационных моделей и гравиметрической съемке маятниковыми приборами.

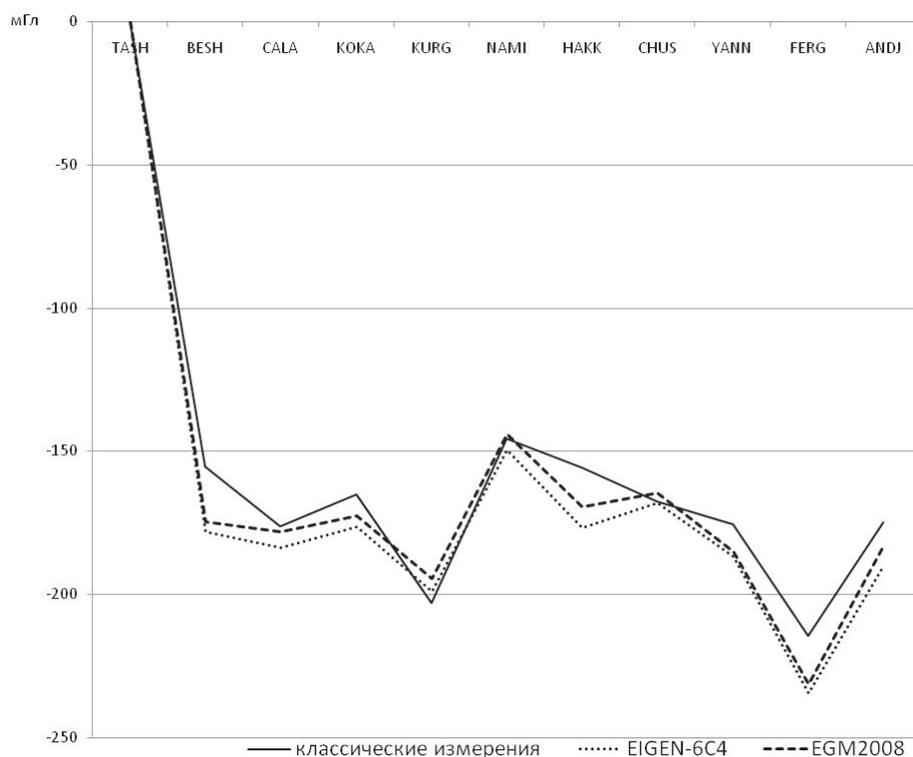


Рис. 2. Приращения ускорения силы тяжести, вычисленные по данным глобальных гравиметрических моделей и гравиметрической съемке маятниковыми приборами

Заключение

Анализ аномалий высот и разностей приращений ускорения силы тяжести на пунктах Ферганской долины показал сходимость по точности модели EIGEN-6C4 с моделью EGM2008. Выявлено различие до 9 м по высоте и до 22 мГл в значении ускорения силы тяжести. Согласно данным аномалий высот, полученным как с помощью глобальных гравитационных моделей, так и астрономо-геометрическим нивелированием, можно предварительно сделать вывод, что равнинная часть Ферганской долины (станции BESH, KOKA, CALA, FERG, ANDJ, HAKK, NAMI) характеризуется вертикальными смещениями до 29 м для классического нивелирования и 21 м для гравитационных моделей EIGEN-6C4 и EGM2008. Наибольшее значение аномалий высот демонстрирует горная часть (пункты CHUS, YANN, KURG). Среднее значение аномалий высоты для горных районов достигает 227 м для классических инструментальных измерений и 240 м для моделей EIGEN-6C4 и EGM2008.

Литература

1. Померанцев И. И. О фигуре геоида в районе Ферганской области // Записки ВТО. — 1897, ч. LIV. — С. 76–121.
2. Устьянцев В. Н. О едином механизме структурообразования системы Земли. Роль стационарных энергетических центров в сохранении динамического равновесия системы и локализации минерального сырья. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 613 с.
3. The International Gravimetric Bureau // In: IAG Geodesist's Handbook, 2012 — Journal of Geodesy, Vol. 86, N 10. — Oct. 2012, Springer. Barthelmes, F. & Köhler, W., 2016. — P. 1186–1191.
4. Childs C. Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. ArcUser, 2004. — P. 3235. July-September.
5. Sibson R. A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation. New York: John Wiley & Sons, 1981. — P. 21–36.
6. Сугаипова Л. С. Сравнение современных моделей глобального гравитационного поля Земли // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2011. — № 6. — С. 14–20.
7. Barthelmes F., W. Köhler. International Centre for Global Earth Models (ICGEM), in: Drewes, H., Kuglitsch, F., Adám, J. et al // The Geodesists Handbook 2016, Journal of Geodesy — 2016. — 90 (10), — P. 907–1205

Analysis of the EIGEN-6C4 and EGM2008 Global Gravity Models of the Earth in Relation to the Fergana Valley Using Geodetic Data

D. Sh. Fazilova, Sh. A. Ehgamberdiev, H. N. Magdiev

The paper presents an assessment of the accuracy of the latest global Earth gravity models EIGEN-6C4 and EGM2008 based on the differences of height anomalies and the increments of the gravity acceleration calculated for the Fergana Valley.

Keywords: global gravity models, anomaly of heights, acceleration of gravity, local geoid.