ISSN: 2079-5165, eISSN: 2410-7948, https://elibrary.ru/title_about.asp?id=32295; http://std.ifz.ru/
Наука и технологические разработки. 2020. Т. 99, № 4, с. 5–33. https://doi.org/10.21455/std2020.4-1
The metadata in English is presented at the end of the article!

УДК 550.831.015+550.831.23+519.654

ВЫСОКОСТЕПЕННЫЕ МОДЕЛИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ И РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

© 2020 г. П.С. Михайлов[1,2], В.Н. Конешов[1], В.В. Погорелов[1,2], А.А. Спесивцев[1,2], В.Н. Соловьев[1], Л.К. Железняк[1]

[1] *Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*
[2] *Научно-технологический университет "Сириус", г. Сочи, Россия*
Автор для переписки: П.С. Михайлов, e-mail: paulmikh@mail.ru

Главное

– приведен обзор методов создания глобальных моделей гравитационного поля Земли
– рассмотрены источники данных для создания высокостепенных моделей
– приведены статистические характеристики основных глобальных моделей
– анализируются направления дальнейшего развития и перспективности глобальных моделей

Аннотация. Приведена обобщенная ретроспектива создания глобальных моделей гравитационного поля Земли (ГПЗ) с использованием спутниковых методов; рассмотрены современные глобальные ультравысокостепенные модели и наиболее перспективные новые решения. Основное внимание уделено обзору технических приемов, влияющих на разрешающую способность спутниковых методов, их развитию и путям дальнейшего совершенствования. Наибольший интерес представляют современные комбинированные модели ГПЗ, включающие также данные альтиметрии, инструментальных съемок и глобальной топографии. От понимания природы модельных данных и методик их синтеза зависят области возможного практического применения глобальных моделей и решаемые с их помощью прикладные задачи. К настоящему времени достижимо разрешение моделей до 5540 степени разложения поля по сферическим гармоникам, однако высокие значения их степени и порядка не всегда определяют достоверность представленных (не верифицированных непосредственными измерениями) модельных данных. Поэтому, наряду с самыми высокостепенными решениями, в настоящей статье рассматривается также ряд известных моделей ГПЗ и их наиболее значимые модификации.

Ключевые слова: гравитационное поле Земли, модель ГПЗ, сферические гармоники, аномалии силы тяжести, спутниковая гравиметрия, альтиметрия

Цитируйте эту статью как: Михайлов П.С., Конешов В.Н., Погорелов В.В., Спесивцев А.А., Соловьев В.Н., Железняк Л.К. Высокостепенные модели гравитационного поля Земли: история развития, оценка перспективности и разрешающей способности // Наука и технологические разработки. 2020. Т. 99, № 4. С. 5–33. https://doi.org/10.21455/std2020.4-1

Введение

Глобальные модели гравитационного поля Земли (ГПЗ) широко применяются в геодезии, геофизике, навигации и других областях. Поскольку, как и другие планеты Солнечной системы, Земля имеет форму, близкую к сферической, модельное поле можно представить в виде разложения геопотенциала в ряд по сферическим функциям, например, по однородным гармоническим полиномам Лежандра. Первый член такого разложения соответствует сферическому потенциалу, второй – учитывает сжатие,

Финансирование

Исследование выполнено по госзаданию Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН), а также при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научных проектов № 19-35-51014 и № 20-05-00524.

Благодарности

Авторы благодарят рецензентов за конструктивные замечания и предложения по улучшению материала.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

Бехтерев С.В., Дробышев М.Н., Железняк Л.К., Конешов В.Н., Михайлов П.С., Соловьев В.Н. Погрешности моделей гравитационного поля Земли в зависимости от морфологии рельефа дна океана // Физика Земли. 2019. № 5. С.118–122. https://doi.org/10.31857/S0002-333720195118-122

Гобсон Е.В. Теория сферических и эллипсоидальных функций. Пер. с англ. М.: ИЛ, 1952. 476 с.

Горобец В.П., Ефимов Г.Н., Столяров И.А. Опыт Российской Федерации по установлению Государственной геодезической системы координат 2011 года // Геодезия, картография, кадастр, ГИС – проблемы и перспективы развития. Материалы международной научно-технической конференции (Новополоцк, 9 – 10 июня 2016 г.). Часть 1. Новополоцк: ПГУ, 2016. С.48–65. ISBN 978-985-531-543-9 (Ч. 1)

Демьянов Г.В., Бровар Б.В., Крюкова А.В., Майоров А.Н., Назарова Н.Г. Пашина Н.Н., Таранов В.А. Модель гравитационного поля Земли ЦНИИГАиК ГАО-98 // Физическая геодезия. Научно-технический сборник по геодезии, аэрокосмическим съемкам и картографии. 1999. С.88–116.

Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. ГЛОНАСС и геодезия // Вестник ГЛОНАСС. 2012. № 1 (4). С.48–53.

Конешов В.Н., Непоклонов В.Б. Исследование точности представления гравитационного поля Земли в полярных районах по данным глобальных моделей геопотенциала // Физика Земли. 2018. № 3. С.123–131. https://doi.org/10.7868/S0002333718030092

Конешов В.Н., Железняк Л.К., Михайлов П.С., Соловьев В.Н. Использование модели гравитационного поля Земли при измерениях силы тяжести на море // Физика Земли. 2015. № 4. С.103–103. https://doi.org/10.7868/S0002333715040134

Конешов В.Н., Непоклонов В.Б., Соловьев В.Н., Железняк Л.К. Сравнение современных глобальных ультравысокостепенных моделей гравитационного поля Земли // Геофизические исследования. 2019. Т. 20, № 1. С.13–26. https://doi.org/10.21455/gr2019.1-2

Молоденский М.С. Метод совместной обработки гравиметрических и геодезических материалов для изучения гравитационного поля Земли и её фигуры // М.С. Молоденский. Избр. труды. М.: ОИФЗ РАН, 1999. С.218–224.

Молоденский М.С., Еремеев В.Ф., Юркина М.И. Методы изучения внешнего гравитационного поля и фигуры Земли // Тр. ЦНИИГАиК. Вып. 131. М.: Геодезиздат, 1960. 250 с.

Непоклонов В.Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. 2009. № 2 (33). С.72–76.

Непоклонов В.Б., Максимова М.В., Абакушина М.В. Анализ динамики системы математических моделей гравитационного поля Земли // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. Т. 60, № 3. С.8–14.