

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Вадим Федорович Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: phis.geo.sgga@gmail.ru

Иван Юрьевич Лакеев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, кафедра физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (999)466-00-46, e-mail: ivanlakeev@yandex.ru

В статье представлен один из современных методов изучения природы напряженности земной поверхности, который заключается в использовании открытых данных космических гравиметрических миссий CHAMP, GRACE, GOCE.

Ключевые слова: гравитационное поле земли, спутниковые миссии, геопотенциал, модели глобального гравитационного поля земли, геодинамические эффекты.

DEVELOPING OF THE METHOD USING GLOBAL MODELS OF GEOPOTENTIAL FOR RESEARCH IN SEISMIC ACTIVITY

Vadim F. Kanushin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., docent, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: phis.geo.sgga@gmail.ru

Ivan Y. Lakeev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., assistant lecturer, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (999)466-00-46, e-mail: ivanlakeev@yandex.ru

The article describes one of the modern method of studying strength of the Earth surface, which consists in using open published data of satellite gravimetric missions CHAMP, CRACE, GOCE.

Key words: gravitational field of the Earth, satellite mission, geopotential, global models of the Earth's gravitational field, geodynamic effects.

Связь изменения гравитационного поля Земли с напряженным состоянием земных недр, которое проявляется на ее поверхности, очевидна. Выявлению данных связей посвящены работы отечественных и зарубежных ученых [1-6]. В настоящее время нет единого системного подхода к изучению напряженного состояния земной поверхности. Нет отработанных методик, позволяющих уверенно обосновать влияние того или иного процесса на поверхности планеты с изменением характеристик гравитационного поля Земли. А такое обоснование

или подтверждения позволило бы прогнозировать участки напряженностей земной коры и очаги сейсмической активности по изменению параметров гравитационного поля.

В данной статье представлен один из современных методов изучения природы сейсмической активности, который заключается в применении спутниковых методов: спутниковой альтиметрии, градиентометрии и измерений в системе «спутник-спутник», реализуемые в космических проектах CHAMP, GRACE, GOCE.

Данная работа направлена на разработку методики, позволяющей показать непосредственную связь изменения характеристик гравитационного поля по данным моделей геопотенциала с напряженностью земной коры и с возможными ее выходами на поверхность планеты.

Результаты данной работы позволят уверенно констатировать по изменению гравитационного поля накопления напряжения в земной коре, что является, несомненно, актуальным.

В настоящее время выполнены исследования по определению корреляции между гармоническими коэффициентами современных глобальных моделей геопотенциала и их спектральный анализ. Также проведена работа по выявлению связей этих коэффициентов с сейсмической активностью у восточных берегов Японии, где 11 марта 2011г. произошло разрушительное по своей силе землетрясение. По данным сайта The USGS Earthquake Hazards Program [7], магнитуда этого землетрясения достигала 9,0. Эпицентр землетрясения находился в 30 км от побережья.

Для исследования были выбраны модели геопотенциала космического проекта GRACE до описываемого события и после него. Интерес представляла тенденция эволюции гравитационного поля Земли в выбранный период, и отражение японского землетрясения на основных коэффициентах, которые характеризуют отличие Земли от сферы. За исходную выбрана модель геопотенциала ITG-GRACE02S, разработанная в 2006 году, задолго до изучаемого геодинамического процесса, находящаяся в свободном доступе на сайте центра ICGEM [8]. Для сравнения получены разности гармонических коэффициентов исходной модели и моделей геопотенциала EIGEN-GRACE02S, GGM02S, ITG-GRACE03, GGM03S, AIUB-GRACE02S, ITG-GRACE2010S, AIUB-GRACE03S, DGM-1S, GOCO03S, TONGJI-GRACE01, GGM05S, созданных в последующие годы. Разность значений гармонических коэффициентов моделей геопотенциала представлена в виде графиков на рис. 1–7.

Резкие изменения гармонических коэффициентов соответствуют протеканию кратковременного геодинамического процесса глобального масштаба. Анализируя результаты исследования, можно сделать вывод о том, что максимальное изменение гармонических коэффициентов глобальных моделей геопотенциала соответствует моменту выхода напряжения на поверхность планеты, что можно соотнести это с сейсмической активностью - землетрясением или извержением вулкана.

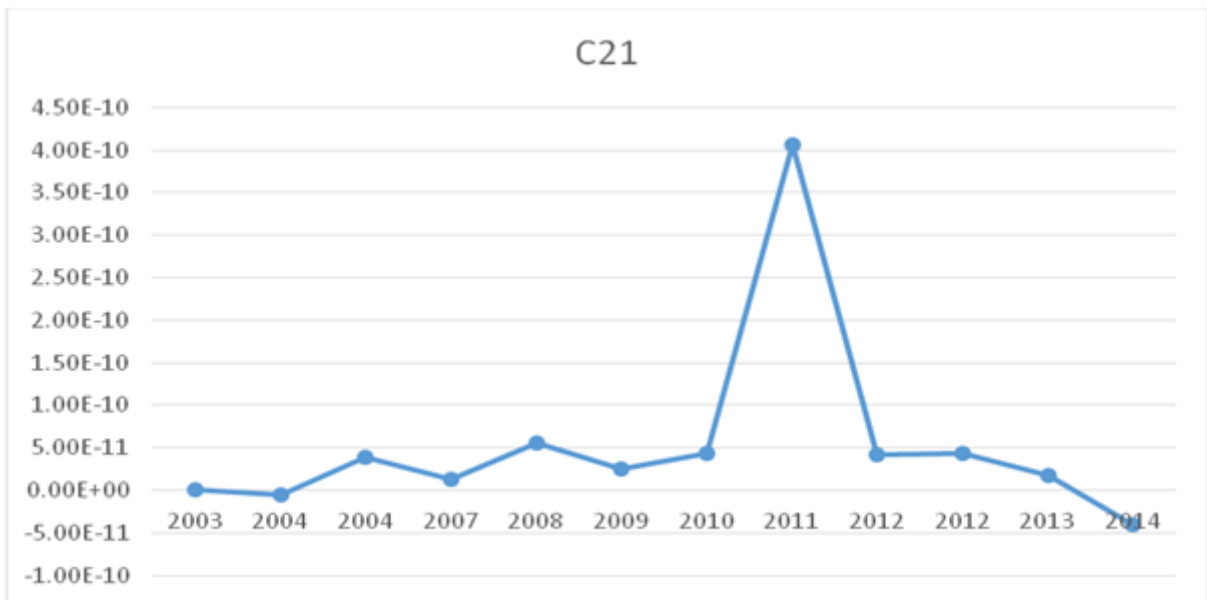


Рис. 1. Разность коэффициентов C_{21}

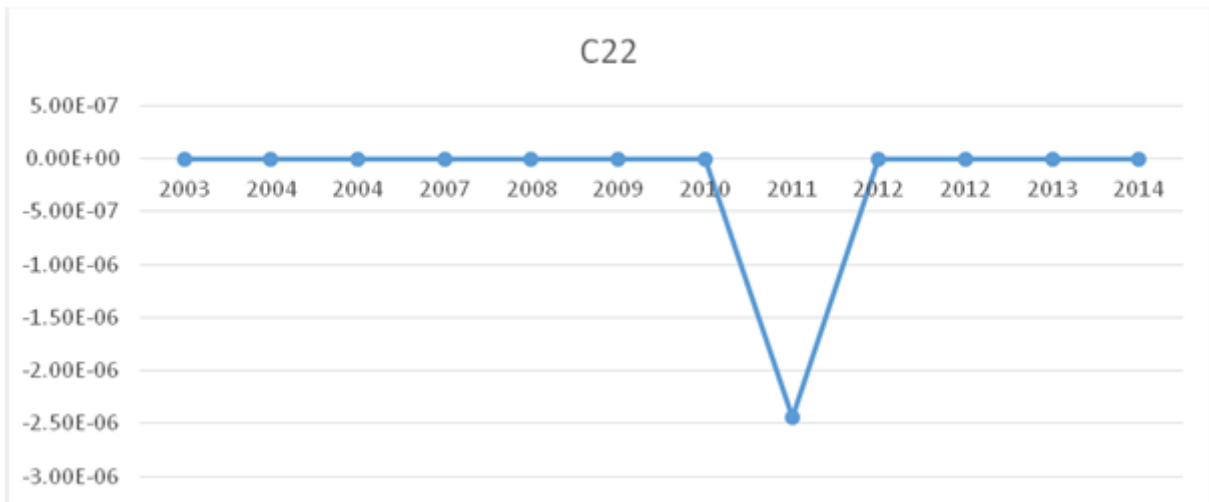


Рис. 2. Разность коэффициентов C_{22}



Рис. 3. Разность коэффициентов C_{30}

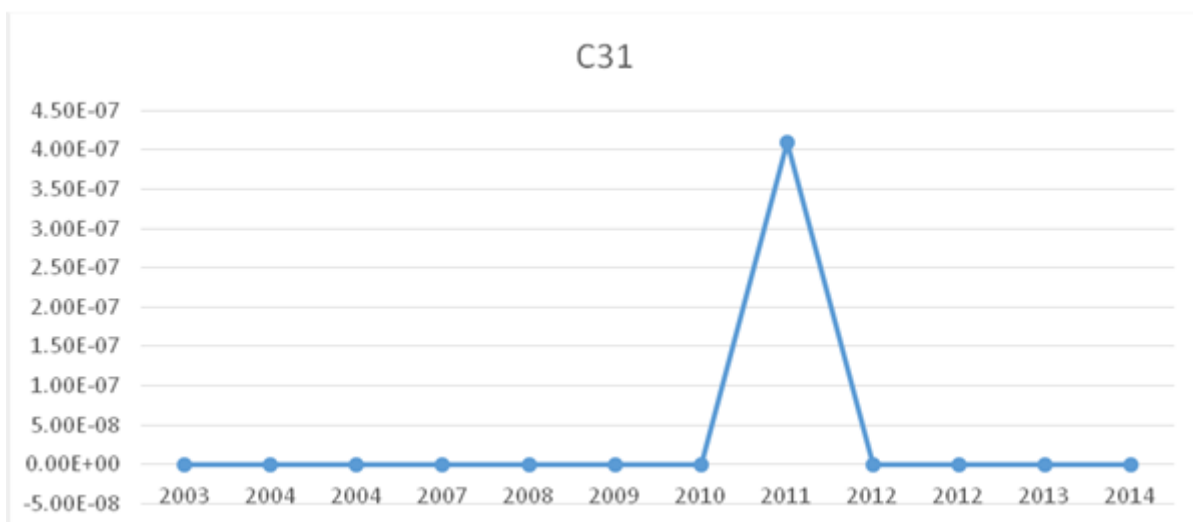


Рис. 4. Разность коэффициентов C_{31}

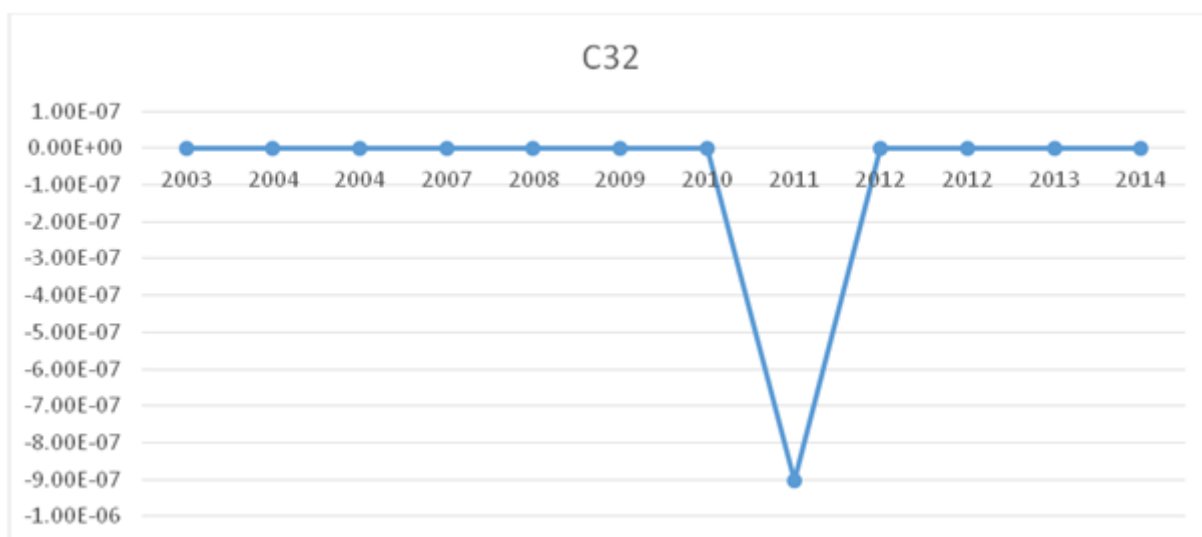


Рис. 5. Разность коэффициентов C_{32}

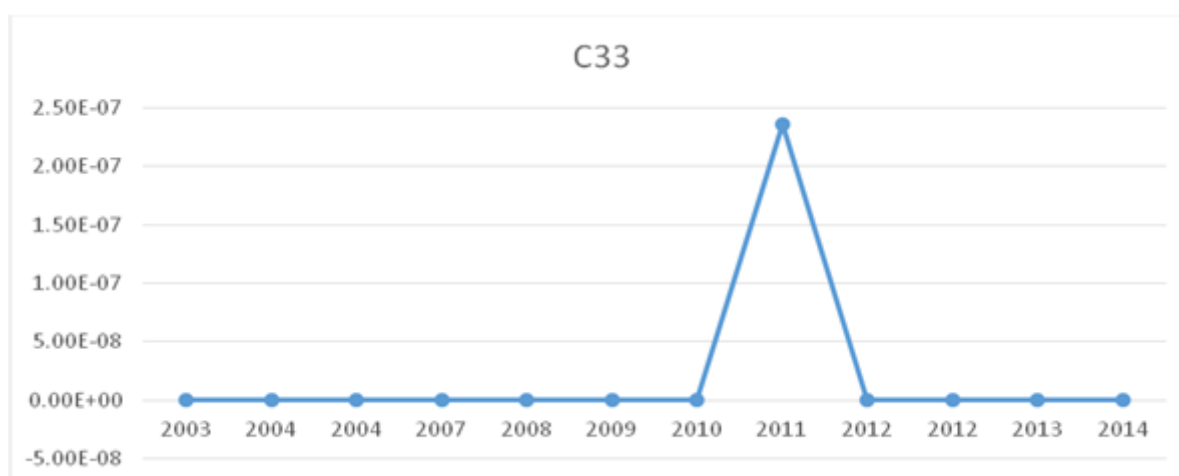


Рис. 6. Разность коэффициентов C_{33}

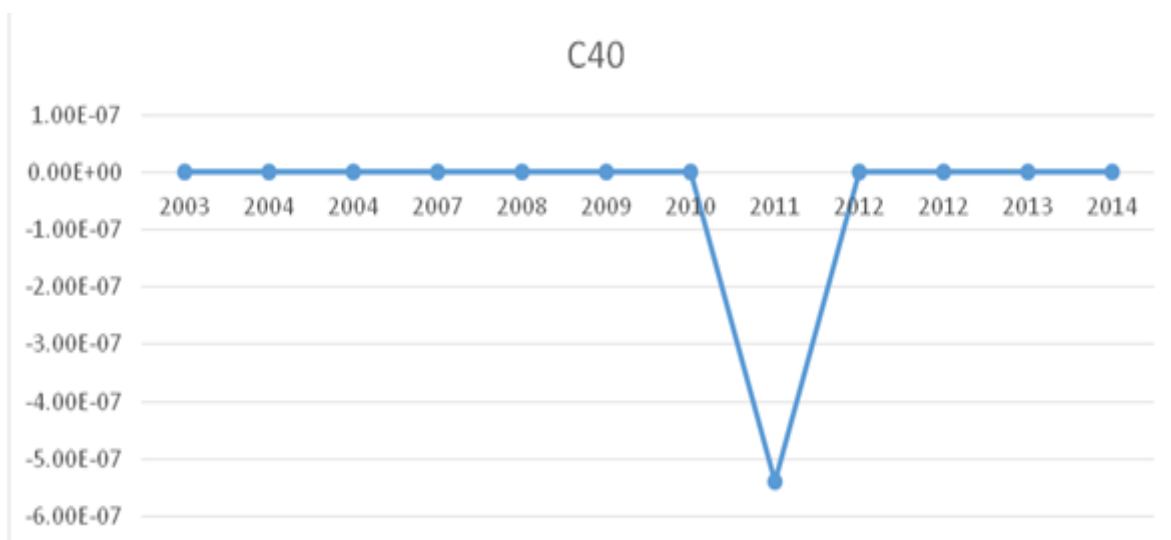


Рис. 7. Разность коэффициентов C_{40}

Таким образом, крупное землетрясение у берегов Японии несомненно повлияло на глобальное гравитационное поле Земли и кратковременно изменило его. Изменения гравитационного поля и фигуры планеты, обусловленные кратковременным геодинамическим процессом глобального масштаба, получены и в качественной оценке изменения фундаментальных геодезических постоянных. Так ускорение силы тяжести изменилось на величину $8,91 \cdot 10^{-10} \text{ м/с}^2$, полярное сжатие планеты увеличилось на $8,4 \cdot 10^{-5}$, а большая полуось земного эллипсоида уменьшилась на 94,6 см.

В ходе дальнейших исследований планируется получить как можно больше данных о динамике гравитационного поля Земли в период от нарастания напряжения в земной коре и до последующей её разгрузки. Также следует изучить большее количество крупных и средних землетрясений, которые влекли за собой изменения в коэффициентах разложения геопотенциала на более высоких гармониках. Совместное использование глобальных моделей геопотенциала различных космических миссий рекомендуется принимать в расчёт для верификации полученных результатов.

Данные, полученные по предложенной методике, могут найти применение для мониторинга напряжения земной коры, изучения вероятности возникновения землетрясений в районах сейсмической активности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Викулин, А.В. Новый тип упругих ротационных волн в геосреде и вихревая геодинамика // Геодинамика и тектонофизика. – 2010. – Т. 1, № 2. – С. 119–141.
2. Короновский, Н.В. Землетрясения: причины, последствия, прогноз / Н. В. Короновский, В. А. Абрамов // Соросовский образовательный журнал – 1998 – №12 – с. 71–78.
3. Короновский, Н.В. Напряженное состояние земной коры // Соросовский образовательный журнал. 1997, №1. С. 50–56.
4. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли (Ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН). – М.: Наука, 2006. – 390 с.

5. Тверитинова, Т.Ю. Волновая тектоника и вергентность структур сжатия Земли // Вихри в геологических процессах. – Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. – 297 с.
6. Хаин, В.Е. Геотектоника с основами геодинамики [Текст]: учебник для студентов геологических специальностей вузов / В. Е. Хаин, М. Г. Ломизе. – М.: Изд-во МГУ, 1995 – 480 с.
7. Официальный сайт The USGS Earthquake Hazards Program [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://earthquake.usgs.gov/>. – Загл. с экрана.
8. Официальный сайт Научно-исследовательского центра Потсдама (GFZ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://icgem.gfz-potsdam.de/>. – Загл. с экрана.

© В. Ф. Канушин, И. Ю. Лакеев, 2016