

## **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.

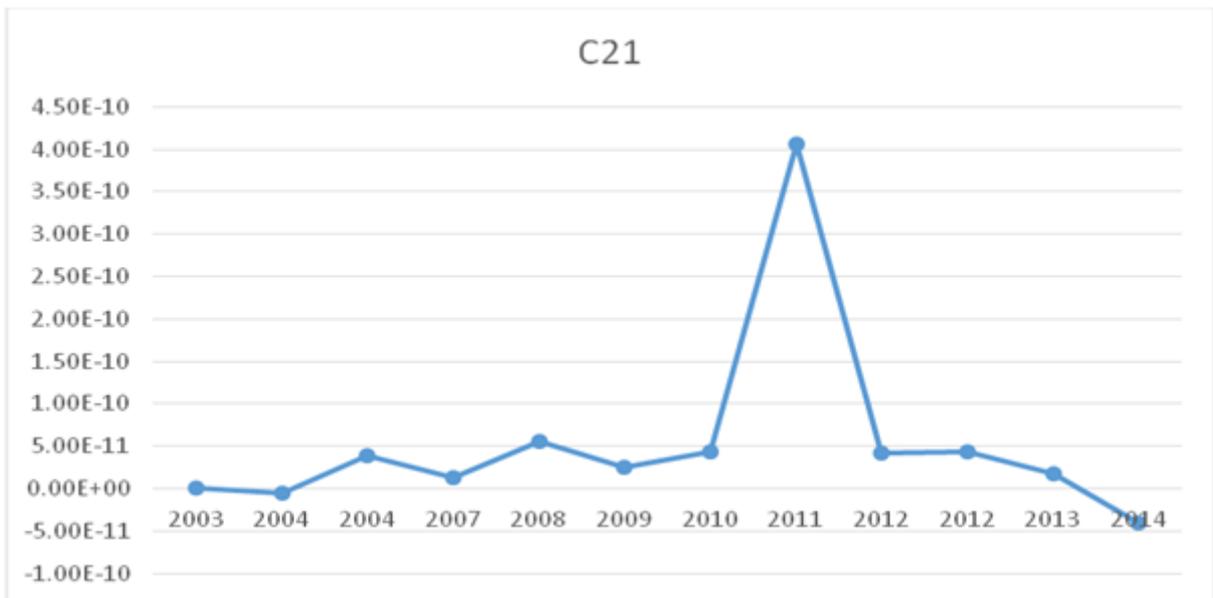


Рис. 1. Разность коэффициентов  $C_{21}$

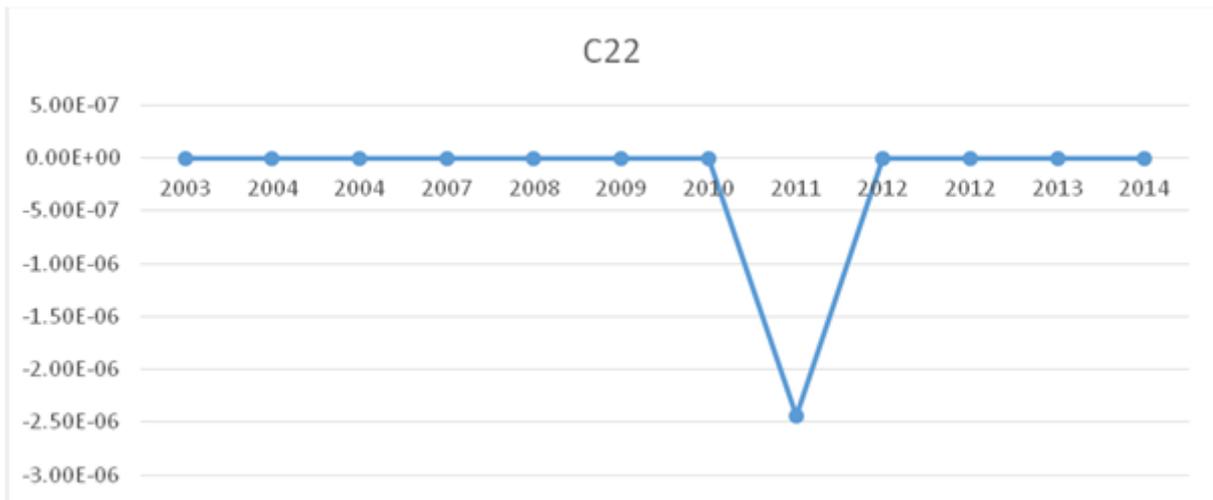


Рис. 2. Разность коэффициентов  $C_{22}$



Рис. 3. Разность коэффициентов  $C_{30}$

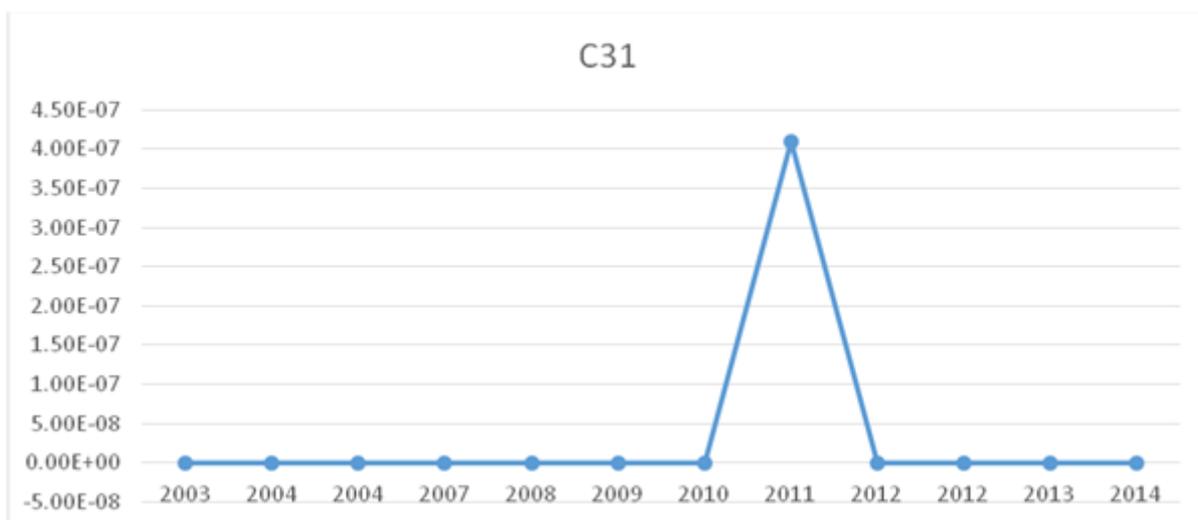


Рис. 4. Разность коэффициентов  $C_{31}$

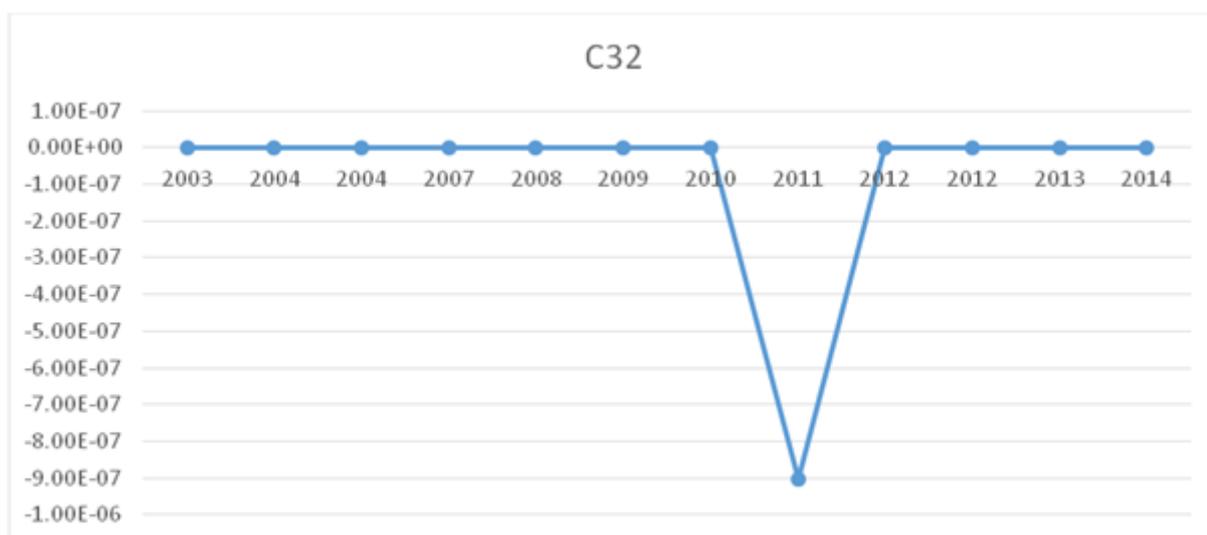


Рис. 5. Разность коэффициентов  $C_{32}$

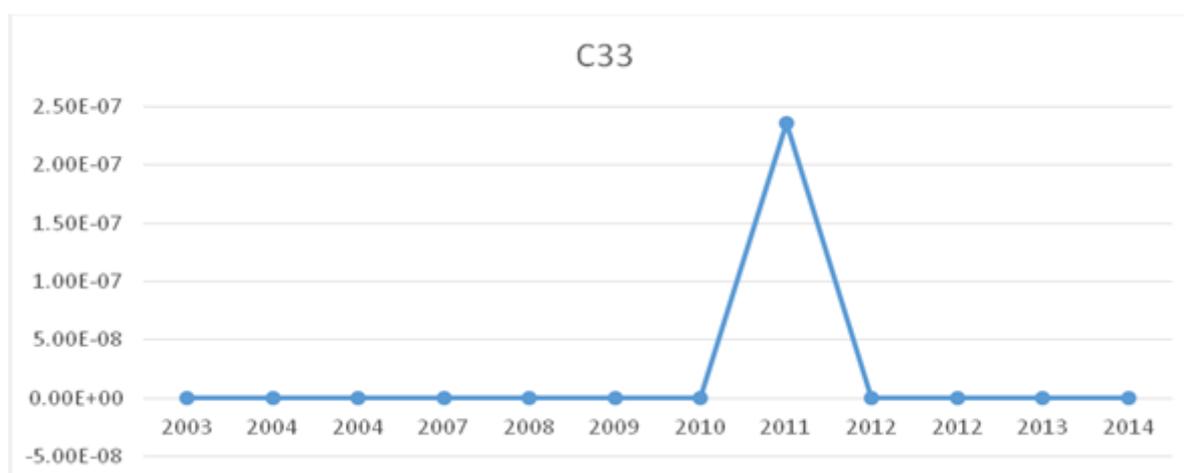


Рис. 6. Разность коэффициентов  $C_{33}$

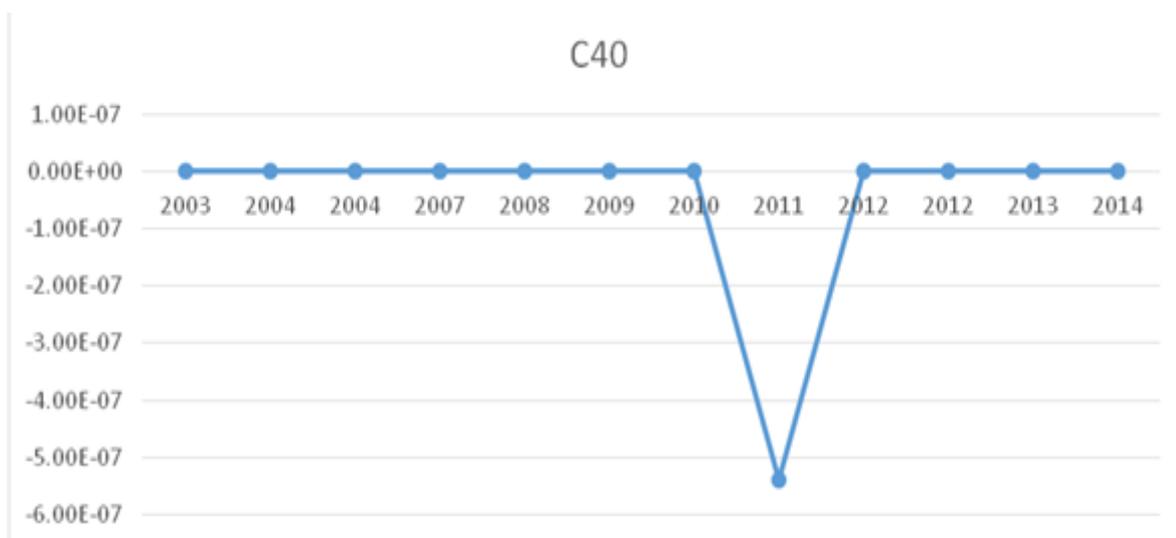


Рис. 7. Разность коэффициентов C<sub>40</sub>

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