

Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

УДК 550.34; 528.88; 550.343

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИЛЬНЕЙШЕГО ГЛУБОКОФОКУСНОГО ОХОТОМОРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 24 МАЯ 2013Г

Л.Н. Дода¹, В.Л. Натяганов², В.С. Бобровский³, С.А. Шопин¹

1 – ФБГОУ ВО Тульский государственный университет, г. Тула, Россия, sshopin@mail.ru

*2 – ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва,
Россия, tenzor@nbmgu.ru*

*3 – Инновационный фонд «Подземные электрические технологии», г.Петропавловск-
Камчатский, Россия, Vad.Bobrovskiy@cosmetecor.org*

Аннотация. Рассмотрено практическое использование концепции сейсмотектогенеза при анализе комплекса геофизических признаков сильнейшего глубокофокусного землетрясения в Охотском море в мае 2013г. с M8.3, позволившее своевременно разработать прогноз данного события, заблаговременно представленный в РЭС.

GEOPHYSICAL INDICATORS OF THE STRONGEST DEEP-FOCUS OKHOTSK SEA EARTHQUAKE OF 24 MAY 2013

L.N. Doda¹, V.L. Natyaganov², V.S. Bobrovskiy³, S.A. Shopin¹

1 – Tula State University, Tula, Russia, sshopin@mail.ru

2 – Moscow State University, Moscow, Russia, tenzor@nbmgu.ru

*3 – Subterranean Electric Technologies Innovation Foundation, Petropavlovsk-Kamchatskiy,
Russia, Vad.Bobrovskiy@cosmetecor.org*

Practical usage of seismotectogenesis concept for the analysis of geophysical indicators of strongest deep-focus Okhotsk sea earthquake of May 2013 with M8.3 is presented. On the basis of performed analysis, prediction for this event was developed and timely presented to the Russian Expert Council on Earthquake Prediction and Seismic Hazard Assessment.

Введение. 24 мая 2013 г. в 05:44 (по Гринвичу) в акватории Охотского моря в 180 км от западного побережья Камчатки (координаты эпцентра 54.91°с.ш.; 153.34°в.д.) на глубине 605 км произошло сильнейшее землетрясение магнитудой M8.3. Землетрясение (ЗМТ) имело макросейсмический эффект: ощущалось во многих населенных пунктах РФ, в том числе в Москве, и было отнесено специалистами к уникальным [1]. Признаки подготовки данного события отслеживались авторами настоящей работы в реальном времени, что позволило своевременно подготовить прогноз, представленный в РЭС [2,3].

Методика мониторинга. Методической основной для мониторинга являлась эмпирическая схема краткосрочного прогноза (схема НЦ ОМЗ) [4] и являющаяся ее обобщением концепция сейсмотектогенеза (СТГ) [5,6], представляющая собой комплекс физически взаимосвязанных явлений, лежащих в основе механизма подготовки и запуска ЗМТ.

Основные положения концепции следующие:

1. Миграция водорода в геоболочках с границы “ядро-мантия” на поверхность Земли, его взаимодействие с геосредой изменяют её свойства; увеличение интенсивности протонной миграции в тектоногенах приводит к накоплению напряжений и деформаций, отражая суть протонного тектогенеза по В.Н. Ларину и Д.А. Кузнецовой [7].

2. Движение протонов и электронов в глобальном электро-ротационном контуре «Солнце – межпланетное магнитное поле – геомагнитное поле – геоболочки» обеспечивает поддержание их суммарного баланса, а также играет определяющую роль в механизме подготовки и запуска землетрясений.

3. Перемещение (перераспределение) и взаимодействие масс в геоболочках и теле Земли, обусловленные внешними космическими факторами (влиянием планет, солнечной активности, вариациями собственного вращения и движения Земли по эклиптике и др.) и

Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

внутриземными причинами, наблюдаемых при гравиметрических измерениях (приборы ШГМ, сверхпроводящие гравиметры и пр.) [8].

4. Наличие признаков подготовки ЗМТ обусловлено причинно-следственной связью аномалий гравитационного поля, нестабильностей обращения и вращения Земли, протонной миграции в геоболочках – с одной стороны, и сейсмотектонического процесса – с другой. Факт совпадения отмеченных аномалий на определенном временном интервале может указывать на приближение мощных ЗМТ с $M > 6,0+$, а по месту – на зону подготовки ЗМТ.

5. Аномальные отклики в полевых структурах локальных зон геоболочек при подготовке и запуске ЗМТ являются локальными проявлениями глобальных геофизических аномалий. Облачные сейсмотектонические индикаторы (ОСТИ), как одно из проявлений таких аномалий, позволяют локализовать зону подготовки и определять потенциальную магнитуду ЗМТ по формуле $M = \ln(L/L_0)$, где L – протяженность ОСТИ в км, $L_0 = 1$ км [3,4].

6. Запуск сейсмотектонического процесса имеет геомагнитно-меридианальную направленность и определяется цепочками ЗМТ вдоль проекции на геоид возмущенных геомагнитных трубок – сейсмомагнитных меридианов (СММ), активированных деформацией магнитосферы и высapsulationем высокоэнергичных частиц (электронов и протонов) как «сверху» из радиационных поясов, так и «снизу» – из зон протонного насыщения тектоногенов; расчет СММ проводится по специально разработанному алгоритму [4,5].

7. Геоэффективные явления на Солнце, инициирующие геомагнитные возмущения определенного класса, позволяют вычислять дату возможного ЗМТ и запускают триггерный механизм ЗМТ в среднем на 7, 14 или 22 сутки (эффект D-триггера) в зонах, накопивших достаточный для сброса упругой энергии потенциал механических напряжений и деформаций. Поистине, землетрясения рождаются на Солнце, а при запуске — откликаются геосейсмическим эхом солнечных бурь [9].

Строгая иерархическая упорядоченность закономерностей отражает последовательность и взаимодействие процессов в механизме подготовки и запуска ЗМТ. Достижение параметрами, входящими в приведенные закономерности, определенных предельных, резонансных или др. критических значений является пространственно-временной областью перевода процесса подготовки в запуск и далее в сам факт ЗМТ.

Концепция СТГ позволяет сформировать наземно-космическую систему сейсмопрогнозного мониторинга (НКС СПМ), т.е. определить какие параметры контролировать и как интерпретировать получаемые данные. В состав НКС СПМ входят:

1. Станции специальных гравиметрических измерений Тульского государственного университета (широкополосные градиентометры, разработчик д.т.н., проф. О.В. Мартынов).

2. Станции подземно-электрических (протонных) измерений дистантной школы «Космометеотекtonика» в г. Петропавловск-Камчатский (разработчик к.ф-м.н. Д.А. Кузнецов).

3. Станции электротеллурических измерений в Японии (Какиока, Мемамбецу, Каноя) и Греции.

4. Международные спутниковые системы дистанционного зондирования Земли, включающие геостационарные спутники MeteoSat, MTSAT1R, низкоорбитальные Terra и Aqua, Ресурс-ДК и др., тематически обрабатываемые и организованные в пополняемые базы данных.

5. База данных Парижского центра вращения Земли (Paris Observatory, Earth Rotation Center, <http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/>).

6. Базы данных гелиогеофизических параметров различных стран с открытым интернет-доступом: база данных Центра предсказания космической погоды (NOAA/NWS Space Weather Prediction Center, <http://www.swpc.noaa.gov/>), отчет о солнечной активности (Solar Terrestrial Activity Report, <http://www.solen.info/solar/index.html>), база данных лаборатории астрофизики и физики Солнца (ATC Technologies Solar & Astrophysics Laboratory, <http://www.lmsal.com/solarsoft>).

Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

7. Данные радоновых измерений (Горно-Алтайск, Италия и ряд других источников).

Совершенствование отдельных компонентов НКС СПМ и включение в нее дополнительных физически обоснованных параметров, совместно с развитием методов анализа и обработки данных позволит увеличить достигнутую к настоящему времени точность прогнозирования ЗМТ.

Признаки Охотского ЗМТ. Рассмотрим процедуру анализа признаков Охотского ЗМТ на основе закономерностей концепции СТГ, позволившую заблаговременно разработать прогноз данного события.

На 1-м этапе анализа по аномальным значениям гравитационных, георотационных, протонных, деформационных и др. признаков определяется временной интервал совпадения (квазисинхронности) аномалий, который должен указывать на приближение мощного ЗМТ. Для данного события такой интервал пришелся на 24–28 апреля 2013 г. Соответствующие графики сигналов системы ШГМ-3 и протонных измерений приведены на рис.1, 2.

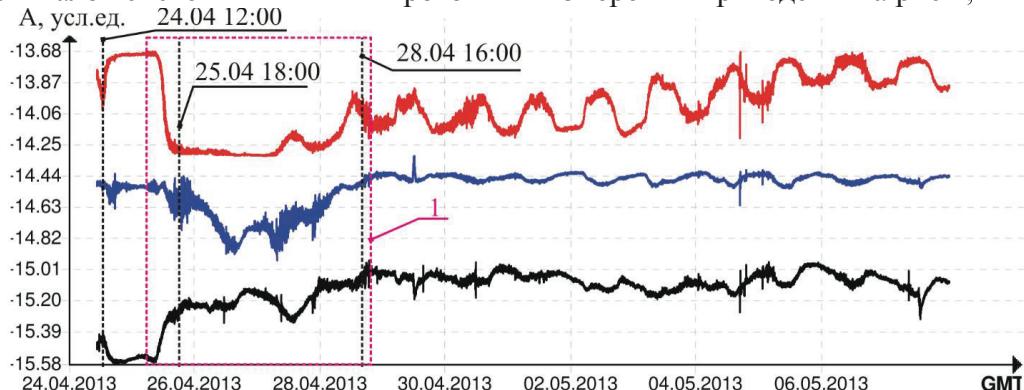


Рис.1 – Данные ШГМ-3 за период 24.04.2013 г.–07.05.2013 г.: 1 – аномальная зона

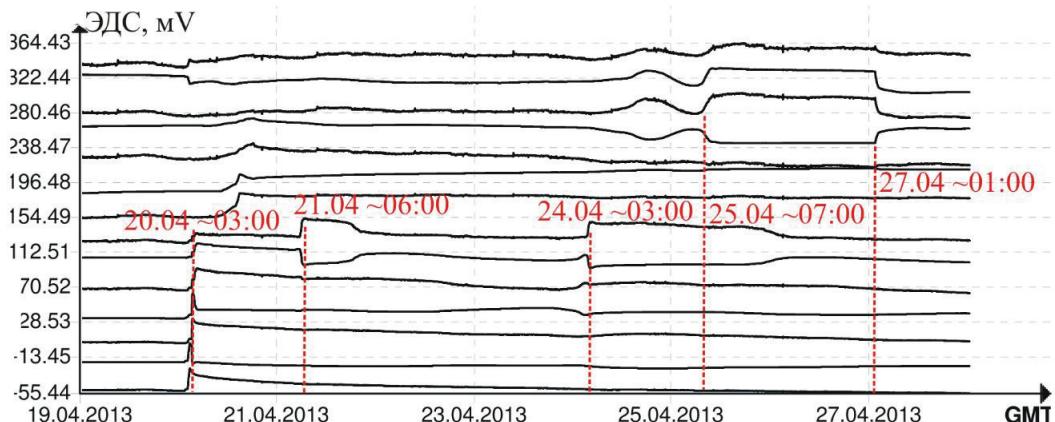


Рис.2 – Данные подземно-электрических измерений, постоянная составляющая ЭДС, станция S2-IFSET, Петропавловск-Камчатский за период 19.04.2014 г.–27.04.2014 г.

На указанном интервале и спустя 4 суток после были обнаружены ОСТИ над Камчаткой 25.04–26.04.2013 г. (рис. 3). Их протяженность определяла потенциальные магнитуды возможных сейсмических событий для Камчатки по методике [3] как $M(A) = \ln 770... \approx 6.6 \pm 0.2$.

На этом же этапе также проводится анализ и соответствующий выбор землетрясений аналогов-прототипов. Одним из основных критериев в такой процедуре является изосейсмичность Чандлеровской траектории и параметров вращения Земли в рамках 6-летних и кратных им гармоник]. Такими аналогами были выбраны землетрясения на Камчатке 04.05.1911г. – M7.5, 13.04.1923г. – M7.6, 04.05.1959г. – M7.6 соответственно со следующими 6 кратными гармониками относительно 2013 г.: 6x17, 6x15 и 6x9 лет.

На 2-м этапе определяются и уточняются возможные даты и зоны ЗМТ. По геомагнитным возмущениям 24 и 26 апреля были рассчитаны сейсмомагнитные меридианы запуска возможных ЗМТ с долготами на экваторе (-10/170) и (-8/172) град. и

Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

потенциальными датами 08-10 или 15-17 мая \pm 2 сут., рассчитанными по 2-х или 3-х недельным гармоникам триггерного механизма запуска ЗМТ. Пересечения СММ с границами литосферных плит определяли центры кругов радиусом 7 град. потенциальных зон ЗМТ.

Анализ указанных признаков позволил работать прогноз ЗМТ в районе Камчатки, направленный 26.04.2013 г. по электронной почте председателю РЭС чл.корру РАН А.В. Николаеву со следующими параметрами: дата до 19.05.2015 г., магнитуда 6.6+, наиболее вероятная зона ($52^{\circ}\text{N } 159^{\circ}\text{E}$) \pm 3 град.

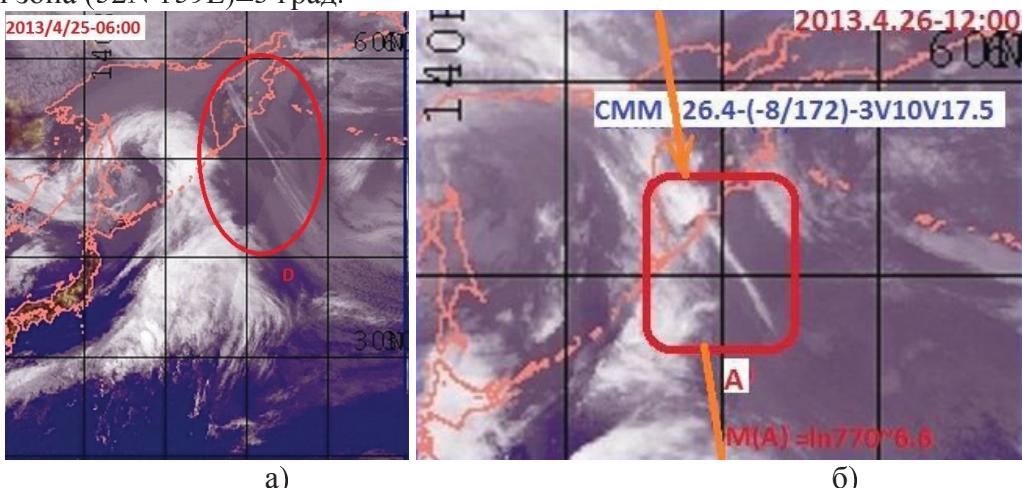


Рис.3 – ОСТИ над Камчаткой на снимках: а) 25.04.2013 г. 06:00, б) 26.04.2013 г. 12:00

Об отработке рассчитанных СММ сигнализировали следующие ЗМТ (дата – координаты эпицентра – магнитуда – глубина – район):

- 1) 11.05.2013 – (-17.5; -175.1) – 6.5 – 200 – о. Тонга
- 2) 14.05.2013 – (18.8; 145.2) – 6.8 – 605 – Марианские острова
- 3) 18.05.2013 – (37.8; 141.6) – 6.0 – о.Хонсю, Япония
- 4) 09.05.2013 – 18:44 – (52.3; 160.2) – 5.9 (6.2) – 10 – ю/в Камчатки
- 5) 21.05.2014 – серия 03:05, 03:08, 05:43 – 5.8 (6.0), 5.8 (6.2), 6.1 (6.2) – 10,30,40 – в. Камчатки (на следующий день после пролонгации прогноза).

Отметим, что событие №4 (как и последующий рой более слабых ЗМТ) произошло в прогнозной зоне, в прогнозные даты, но с меньшей магнитудой.

На каждом этапе при выявлении новых признаков проводится корректировка и дополнение прогнозных параметров ЗМТ. Так, 20.05.2013 г. (06:00-09:30) над акваторией Охотского моря были обнаружены ОСТИ углообразной формы протяженностью до 2500 км (рис.4), дававшие потенциальную магнитуду $M(D) = \ln 2500 \sim 7.8 \pm 0.2$. Кроме того, на Камчатских станциях школы «Космометеотектоника» 20 и 22 мая были зафиксированы аномально высокие всплески (рис.5,6), что происходило на фоне аномальной траектории Чандлера.

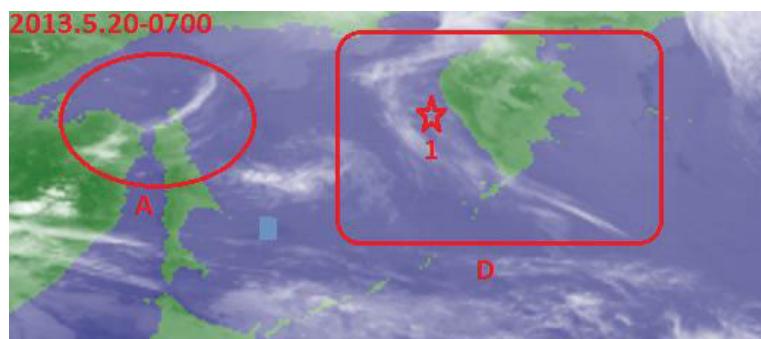


Рис. 4 – Углообразный ОСТИ над Охотским морем 20.05.2013 г.

По совокупности факторов было принято решение о пролонгировании прогноза от 26.04.2013, срок действия которого истек 19 мая, до 16 июня с прежними параметрами.

Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

Данное решение было оформлено прогнозной заявкой в РЭС, имеющей официальную регистрацию 20.05.2013г.

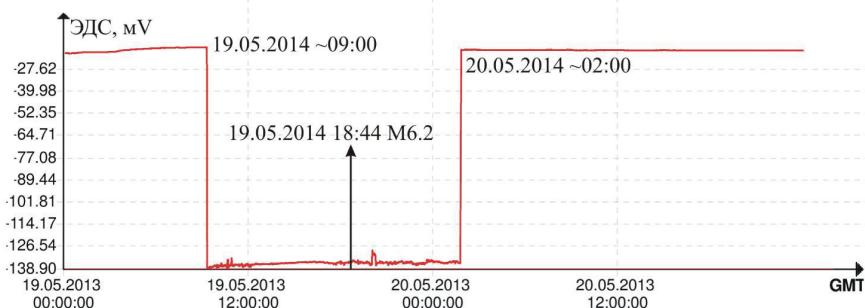


Рис.5 – Данные станции S2-IFSET, канал SW23 за период 19.05.2013 г.–20.05.2013 г.: стрелкой указано время ЗМТ 19.05.2014 г. в районе Камчатки с M6.2



Рис. 6 – Данные станции S2-IFSET, канал NE34 за период 24.04.2013 г.–23.05.2013 г.: 1 – аномальные всплески 19.05.2013 г. и 22.05.2013 г.

23 мая 2013 г. произошло землетрясение на ю.Фиджи, запущенное с рассчитанных СММ, а 24 мая произошло глубокое землетрясение в Охотском море с M8.3 (7.7), подтвердившие обоснованность выполненного анализа и разработанного прогноза.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (в соответствии с требованием государственного контракта № 14.577.21.0109, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0109) в Тульском государственном университете.

Список литературы

1. Рогожин Е.А., Завьялов А.Д., Зайцева Н.Д. Макросейсмические проявления Охотоморского землетрясения 24.05.2013г. на территории г. Москвы // Вопросы инженерной сейсмологии.– 2013.– Т. 40.– № 3.– С.64-77
2. Doda L.N., Malashin A.A., Natyaganov V.L., Stepanov I.V. Seismotectonics and ground-space monitoring of natural disasters precursors in the Earth // Acta Astronautica.– 2015.– Vol.109.– C. 254–263
3. Natyaganov V.L., Doda L.N., Stepanov I.V., Venkatanathan N. Cloud seismotectonic indicators and anomalies OLR as forerunners of earthquakes // Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Istanbul, August 24-29.– 2014.– C. 1293-1303
4. Дода Л.Н., Натяганов В.Л., Степанов И.В. Эмпирическая схема краткосрочного прогноза землетрясений // Доклады Академии наук: сер. Геофизика.– 2013.– Т. 453.– № 5.– С.551-557.
5. Doda L.N., Dushin V.R., Natyaganov V.L., Smirnov N.N., Stepanov I.V. Earthquakes forecasts following space- and ground-based monitoring // Acta Astronautica.– 2011.– V.69.– P.18-23
6. Дода Л.Н., Натяганов В.Л., Степанов И.В., Чайка А.А. Космогеофизическая концепция прогноза землетрясений // Газовая и волновая динамика: выпуск 5.– М.: Айрис-пресс, 2013, С.167-197
7. Кузнецов Д.А. Протонно-электрическая подготовка и запуск полиморфного вскипания протонов в очаге землетрясения. Депонент ВИНИТИ, 1991, 1371-B91
8. Мартынов О.В. Концепция прогноза природных катастроф и практические результаты, полученные на основе аппарата нелинейной физики, математики и данных системы //Нелинейный мир.– 2008.– № 10.– Т. 6.– С. 579-615
9. Дода Л.Н. Геосейсмическое эхо солнечных бурь, или землетрясения рождаются на Солнце // Новости космонавтики.– 2003.– Т.13.– № 6(245).– С.56-59.