

Аномальные изменения вертикального геомагнитного поля на Камчатке

МОРОЗ Ю. Ф.^{1,2}, СМЕРНОВ С. Э.³, НАЗАРОВА З. А.⁴

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский.

²Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ.

³Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с. Паратунка Камчатский край.

⁴Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский.

Исследование вековых вариаций геомагнитного поля, измеренных на обсерваториях северо-западной части Тихого океана, позволяет судить об особенностях геодинамических процессов этого региона. Для этих целей были выбраны данные векового хода геомагнитного поля в обсерваториях, расположенных на материке (Иркутск), на островах Хонсю (Какиока), Хоккайдо (Мамамбецу) и п-ове Камчатка (Паратунка) (рис.1).

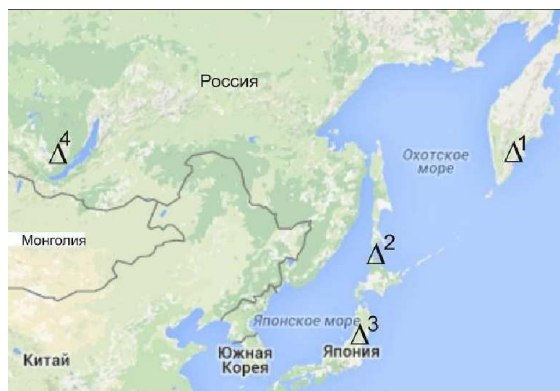


Рис. 1. Схема расположения геомагнитных обсерваторий. 1-Паратунка; 2-Мамамбецу; 3-Какиока; 4-Патроны (Иркутск).

В этих обсерваториях имеются непрерывные наблюдения геомагнитного поля на протяжении многих лет (<http://intermagnet.org/imos>). По временным рядам выделены синхронные интервалы наблюдений с 1968 по 2014 гг. Анализ выполнен по трём составляющим геомагнитного поля H , D , Z . При этом основное внимание уделено компоненте Z , которая более чувствительна к геоэлектрическим неоднородностям среды. Сравнительный анализ вековых ходов вертикальной составляющей в обс. Паратунка, Какиока, Мамамбецу и Иркутск свидетельствует о следующем. В поведении вековых ходов в период с 1968 до 2001 гг. на всех четырёх обсерваториях выражены подобные вариации (рис.2). Интенсивность вариаций составляет первые сотни нТл. Важно отметить, что с 2001 по 2014 гг. в поведении годовых ходов только в обс. Иркутск, Какиоки и Мамамбецу проявились вариация с интенсивностью около 100 нТл. Однако в обс. Паратунка данная вариация практически не выражена. Возникает вопрос, почему вековой ход в обс. Паратунка отличается за последние 14 лет от вековых ходов в обс. Патроны, Какиока и Мамамбецу.

Обратимся к возможной природе вариаций векового хода. В поведении магнитного поля проявляются вековые вариации, связанные с изменением внешних ионосферных, магнитосферных, коровых и магнитогидродинамических источников, расположенных в жидкой части ядра [6, 10]. Изменения поля коровых источников невелики и составляют первые нТл. Они наблюдаются в основном в сейсмоактивных регионах. Вековые вариации внешних источников по амплитуде оцениваются в первые десятки нТл. Они по интенсивности существенно меньше вариаций магнитогидродинамических источников. Ранее предполагалось, что вариации с периодами 11 лет и менее могут существовать у глубинных

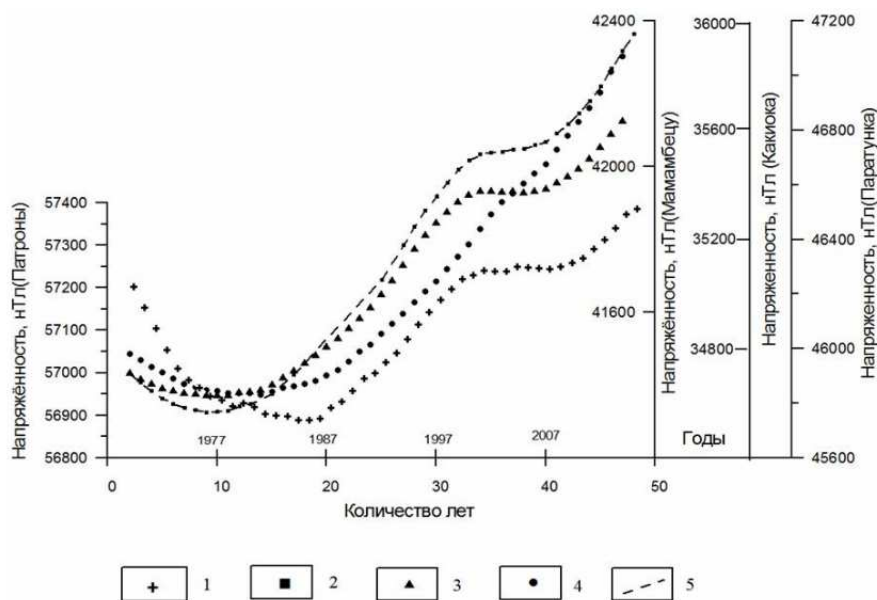


Рис. 2. Вековые хода напряжённости вертикальной составляющей геомагнитного поля в обсерваториях Паратунка (1), Мамамбецу (2), Какиока (3); Патроны (4). 5 – отсутствие значений напряжённости поля в обсерватории Мамамбецу.

источников, но из-за экранирующего влияния верхней хорошо проводящей мантии не проникают к поверхности Земли. Вариации с такими периодами связаны только с внешними источниками. Также механизмы магнитогидродинамической генерации поля не допускали возникновение вариаций с периодами менее 10000-100000 лет. Однако, Брагинский [3] на основе работ Карри [11] доказывает, что вариации с периодами от 4 до 33 лет могут быть связаны с турбулентными пульсациями в жидкой части ядра. Согласно [11], такие вариации недипольного поля могут иметь региональный характер и проявляться не обязательно на всей поверхности Земли.

Исходя из этого, можно полагать, что вариации интенсивностью в первые сотни нТл в вековых ходах в обсерваториях Паратунка, Патроны, Какиока и Мамамбецу являются региональными. Вариации, как было отмечено раньше, подобны в период с 1968 по 2001гг, а в последующий период вариация в обс. Паратунка практически не проявилась.

Предполагается, что выявленные особенности могут быть обусловлены изменением физического состояния мантии. Информацию о динамике физических свойств пород на больших глубинах (400-700км) дают данные многолетнего сейсмического мониторинга по мировой и региональным сетям сейсмологических станций (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch/html>; http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt_min). Сейсмичность рассмотрена на расстояниях от обсерваторий соизмеримых с расстояниями до гипоцентров сильных глубоких землетрясений, которые могли оказать существенное влияние на физическое состояние верхней мантии. Анализ показал, что в районах Японии и Байкальского рифта сильных землетрясений ($M \geq 6$) на указанных глубинах за последние 35 лет не было. Сильные глубокие землетрясения ($H \geq 600$ км) в рассматриваемый период произошли только в районе Южной Камчатки. Они сопровождалась многочисленными афтершоками на глубинах 400 - 700км (рис. 3). Сильнейшим из них является Охотоморское землетрясение на глубине около 630 км с магнитудой $M_w = 8.3$ (Global GMT), По данным регионального каталога Камчатского филиала Геофизической службы РАН энергетический класс землетрясения $K_s = 17$ (http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt_min). Эпицентр его располагался на расстоянии примерно 100 км к западу от побережья Южной Камчатки. Землетрясение ощущалось на расстояниях до 9500 км [9].

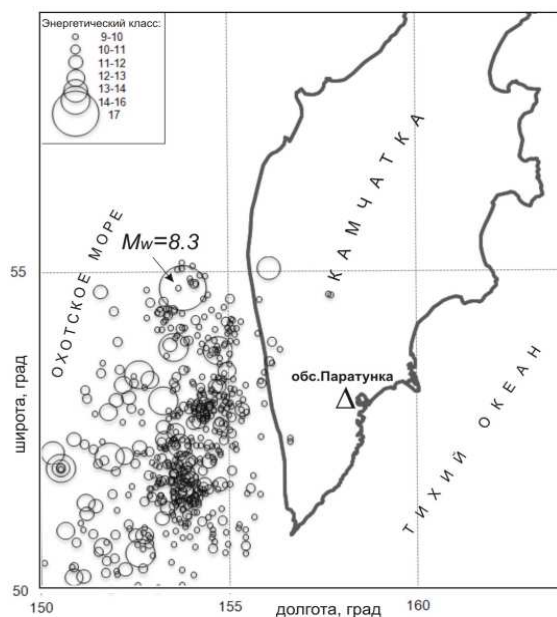


Рис. 3. Схема расположения эпицентров глубоких землетрясений (400-700 км) в районе Южной Камчатки за период с 1968 по 2015 гг. Треугольником на схеме Камчатки обозначено местоположение геомагнитной обсерватории Паратунка.

Представление о динамике сейсмичности на глубинах 400-700 км даёт гистограмма землетрясений с $K > 9$, на которой видно, что усиление сейсмичности начинается примерно с 2001 года (рис.4). С этого же времени отмечается расхождение вековых ходов вертикального геомагнитного поля в обсерваториях. Паратунка и Патроны, Какиока, Мамамбецу. Как мы уже отмечали, данное расхождение обусловлено тем, что в obs. Паратунка вариация в 2001-2014 гг практически не проявилась в вековом ходе.

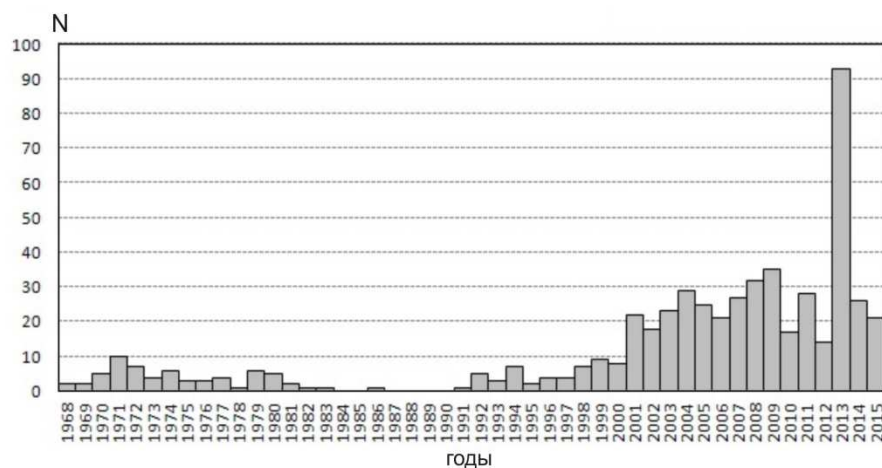


Рис. 4. Гистограмма глубоких (400-700 км) землетрясений энергетического класса $K=9-17$ в районе Южной Камчатки (см. рис. 3).

О возможной природе аномального поведения векового хода в obs. Паратунка судить крайне трудно, так как крайне мало сведений о точном механизме проводимости в мантии. По данным сейсмической томографии зона перехода от верхней к нижней мантии в районе Южной Камчатки отличается пониженной скоростью сейсмических волн по сравнению с Японскими островами [4, 12]. Можно предположить следующее. В результате землетрясений на глубинах 400-700 км выделилась энергия, изменились температура и давление. Это привело к усилению физико - химических процессов пород в зоне перехода от верх-

ней к нижней мантии. Последние исследования в области физики минералов указывают на возможность глубинной дегидратации слэба в переходной зоне мантии и выделения водосодержащего флюида [5].

Согласно [7, 8], удельное электрическое сопротивление пород на глубинах 400-700 км составляет 100 - 5 Ом•м, соответственно. Предполагается, что жидкая фаза имеет электрическое сопротивление сотые - тысячные доли Ом•м [2]. Появление жидкой фазы в гальванически связанном состоянии даже в объёме сотых долей процента приведёт к сильному увеличению электропроводности пород [1, 13]. Интегральная проводимость толщи пород на глубинах 400-700 км возрастёт на несколько порядков. Появление такой проводящей глубинной неоднородности в районе Южной Камчатки, по-видимому, оказало сильное влияние на поведение вековой вариации геомагнитного поля. Можно полагать, что вековые вариации геомагнитного поля содержат информацию о динамике электропроводности мантии.

Литература

1. Ваньян Л. Л. Электромагнитные зондирования. М. : Научный мир. 1997. 219 с.
2. Гордиенко В. В., Логинов И. М., О глобальной астеносфере // Физика Земли. 2011. № 2. С. 35 – 42.
3. Брагинский С. И. Геомагнетизм и аэрономия. 1970. 10. № 2. С. 221-233.
4. Жао Д., Пираино Ф., Лиу Л. Структура и динамика мантии под Восточной Россией и прилегающими регионами // Геология и геофизика. 2010.Т. 51. № 9. С. 1188-1203.
5. Отани Э., Чжао Д. Роль воды в глубинных процессах в верхней мантии и переходном слое: дегидратация стагнирующих субдукционных плит и её значение для “большого мантийного клина”// Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 12. С. 1385 – 1392.
6. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир. 1986. 528 с.
7. Ротанова Н. М., Пушков А. Н. Глубинная электропроводность Земли. М.: Наука. 1982. 148 с.
8. Семёнов В, Ю. Оценка электропроводности мантии под континентами северного полушария // Изв.АН СССР, Физика Земли. 1989. №3.С.60-67.
9. Чеброва А. Ю., Чебров В. Н., Гусев А.А., Ландер А. В., Гусева Е. М., Митюшкина С. В., Раевская А.А. Воздействие Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г. (M=8.3) // Вулканология и сейсмология. 2015. № 4. С. 3-22.
10. Янковский Б. М. Земной магнетизм. Л.: Изд-во ЛГУ,1978.591 с.
11. Currie R. G. Geomagnetic spectrum of internal origin and lower mantle. J.Geophys. Res. 1968.73.№ 8. P. 2779-2786.
12. Huang J., Zhao D. High-resolution mantle topography of China and surrounding regions // I. Phys. Planet. Inter. 2006. V. 155. P. 1-15.
13. Shankland T.I., Waff H.S. Conductivity in fluid-bearing rocks. – I Geophys. Res., 1977. Vol. 82. P. 5409-5417