

Химический состав лампрофиров камптонит-мончикитового ряда Костомукшского района

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	39,00	39,50	40,12	41,38	43,46	40,20
TiO ₂	5,36	5,60	5,30	4,14	3,98	4,08
Al ₂ O ₃	8,11	8,74	9,45	7,33	7,70	7,25
Fe ₂ O ₃	4,17	4,21	3,04	3,44	2,62	3,90
FeO	14,36	13,94	13,17	13,93	15,22	11,63
MnO	0,199	0,154	0,178	0,194	0,177	0,177
MgO	9,90	9,67	8,01	11,90	10,66	15,80
CaO	9,47	9,03	10,85	7,88	7,45	7,88
Na ₂ O	0,75	0,93	1,72	0,23	0,36	0,46
K ₂ O	3,57	3,54	3,07	4,12	4,34	3,06
H ₂ O	0,36	0,32	0,13	0,41	0,23	0,35
п.п.п.	3,05	2,95	3,68	3,40	2,62	3,56
P ₂ O ₅	1,13	1,17	1,00	0,91	0,85	0,87
Cr ₂ O ₃	0,061	0,055	0,035	0,083	0,068	0,119
V ₂ O ₅	0,078	0,085	0,066	0,044	0,045	0,078
NiO	0,038	0,032	0,024	0,057	0,052	0,082
Li ₂ O	0,0098	0,0114	0,0097	0,0069	0,0066	0,0095
Rb ₂ O	0,0141	0,0148	0,0108	0,0236	0,0257	0,0119
Cs ₂ O	0,0016	0,0019	0,0014	0,0027	0,0028	0,0016
Сумма	99,66	99,98	99,90	99,50	99,89	99,55
K ₂ O/Na ₂ O	4,76	3,81	1,78	17,91	12,05	6,65
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0,44	0,41	0,32	0,56	0,56	0,42

Химические анализы выполнены в Аналитической лаборатории ИГ Кар. НЦ РАН химиками-аналитиками Утицкой В.А., Полищук А.И., Питкя Н.В., Демешинной Л.М.

По минеральному составу, текстурно-структурным и петрохимическим особенностям рассматриваемые породы являются щелочными лампрофитами и более всего соответствуют разновидностям ряда камптонит-мончикит.

**ВЛИЯНИЕ НАВЕДЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ
(на примере некоторых сейсмоактивных регионов Северо-Западного Предкавказья)**

Попова О.Г.¹, Коновалов Ю.Ф.², Недядько В.В.², Фоменко В.А.³

¹ Институт геоэкологии РАН, г. Москва, oksana-p@list.ru

² ОП Центр ГЕОН, ГФУП ВНИИ Геофизика, г. Москва, geon_movz@mail.ru

³ ГНЦФУГП Южморгео, г. Геленджик, dmitrienko@ymg.ru

Оценка сейсмической опасности и прогноз землетрясений представляют собой глобальную научно-техническую проблему. Наибольшая актуальность этой проблемы характерна для сейсмоопасных урбанизированных территорий. К последним относятся ряд районов Ставропольского и Краснодарского края и особенно районы Черноморского побережья Кавказа.

В статье представлены материалы сейсмического мониторинга, проводимого на Северном Кавказе (Кавминводский прогностический полигон) в 2004-2006 годах и материалы, полученные на Геленджикском полигоне в 2006 году. Эти материалы интересны не только с точки зрения изучения геодинамики среды при подготовке местных тектонических землетрясений, но и с точки зрения оценки возможного влияния наведенных процессов от далеких сильных землетрясений на напряженное состояние среды. На обоих полигонах установлены цифровые 3-х компонентные станции «Дельта-Геон». При обработке использовалась методика оценки напряженного состояния и анизотропных свойств геологической среды, использующая энергию обменных волн PS от далеких землетрясений [1, 2]. Суть методики состоит в том, что для разных интервалов наблюдения строятся схемы пространственного распределения показателя анизотропности среды $\gamma = E_g/E_v$, где E_g и E_v соответственно тангенциальная и радиальная составляющие волн PS. По полученным схемам оценивается показатель напряженного состояния S в усл. ед. [1, 2].

На рис. 1 приведены схемы распределения величины γ по площади сети мониторинга Кавминводского полигона, а на рис.2 – зависимость $S(t)$ от времени за одиннадцатилетний интервал наблюдений. Средний уровень значений $S(t)$ существенно различается в интервале наблюдений 1995-2002 гг. и 2004-2006 гг. Отличается и количество местных землетрясений с $M > 4.3$, произошедших в радиусе 250...300 км от центра сети станций в эти интервалы наблюдений. Особенно сильно показатель напряженного состояния S возрос после катастрофического Су-

матринского землетрясения (26.12.2004, $M=9.0$), которое сопровождалось цунами. После этого катастрофического землетрясения в течение 2004–2006 годов произошло еще несколько разрушительных землетрясений с магнитудой $M>7.0$. Было сделано предположение, что на напряженное состояние среды полигона кроме местных тектонических процессов могут воздействовать процессы, связанные с глобальной сейсмичностью Земли.

Анализ зарегистрированных станциями сети мониторинга сейсмических сигналов показал, что после всех катастрофических землетрясений в течение некоторого времени наблюдались интенсивные низкочастотные поверхностные волны с периодом 15–20 с. На их фоне регистрировались местные и другие далекие землетрясения.

После всех катастрофических землетрясений резко изменялся характер схем распределения величины параметра γ , которые характеризуют анизотропные свойства среды Кавминводского полигона. После первого Суматринского землетрясения (26.12.2004) произошла резкая перестройка анизотропных свойств среды, область повышенных значений γ переместилась в восточную часть региона. С этого направления подошли поверхностные волны от катастрофического землетрясения [2]. Аналогичная перестройка среды в районе Кавминвод произошла и после других сильных землетрясений (Коряжского 20.04.2006, Индонезийского 17.06.2006) и т.д. На рис.1 приведены схемы распределения величины γ для района Кавминвод за период времени с 31.08.2006 по 17.12.2006. Четко видна перестройка анизотропных свойств среды после серии Курильских землетрясений (1.10.06 и 15.11.06) (рис.1,в, г, д) по сравнению с характером распределения γ до этих землетрясений (рис. 1,а,б).

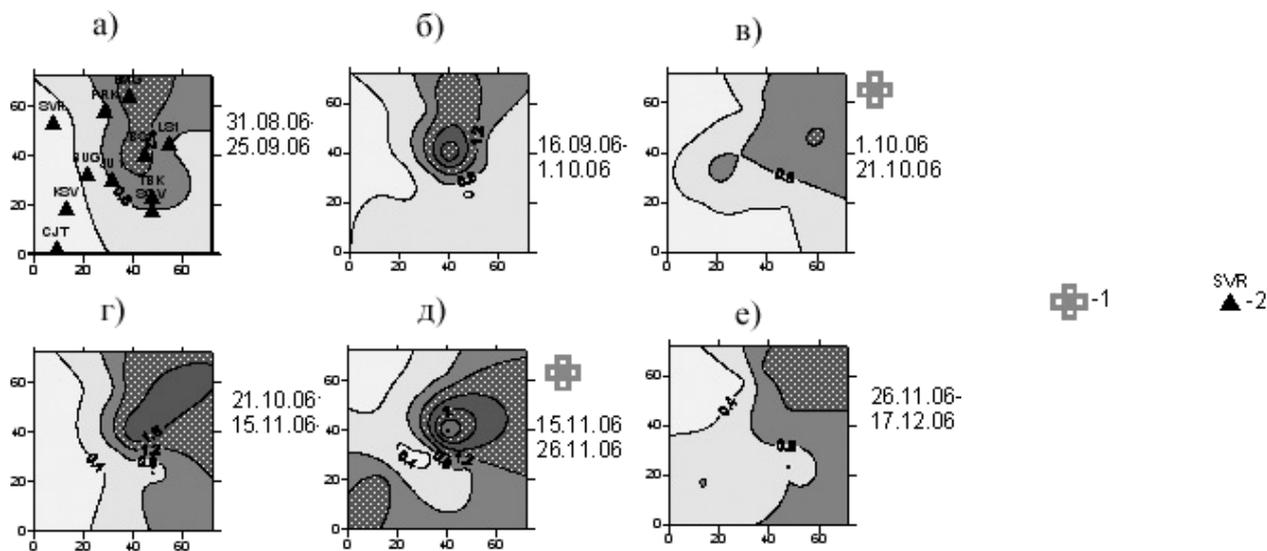


Рис.1. Влияние наведенных процессов от сильных Курильских землетрясений ($M>6,6$) на характер распределения показателя анизотропности среды γ в районе Кавминводского полигона.

1-сильные землетрясения с Курильских островов (9-16 1.10.06 и 11-24 15.11.06)
2- станции наблюдения Кавминводского полигона

Рассчитанный по схемам распределения величины γ показатель степени напряженного состояния среды S для интервалов времени после катастрофических землетрясений резко увеличился (рис. 2). Было сделано предположение, что такое возрастание степени анизотропности и напряженности среды Кавминводского полигона после катастрофических землетрясений связано с приходом интенсивных низкочастотных поверхностных волн. При малой длительности воздействия поверхностных волн напряженное состояние среды изменяется в меньшей степени. В результате усиления напряженного состояния среды после всех катастрофических землетрясений в радиусе до 300 км от сети зафиксировано усиление местной сейсмической активности с магнитудами $M>4.3$ (рис. 2).

Влияние наведенных процессов от далеких землетрясений проявляются и по материалам наблюдений на Геленджикском полигоне за 2006 год. Были построены схемы распределения показателя анизотропности γ по площади полигона для двух интервалов наблюдения (май-август) (рис.3а) и (сентябрь-декабрь) (рис.3б) 2006 года. Для первого интервала наблюдения (май-август) (рис. 3а) наибольшая степень анизотропности среды, а, следовательно, и более высокая степень напряженного состояния среды характерна для п.н.2 (Анапа) и п.н.4 (Михайловский перевал). Особенно четко это видно для района п.н. 2.

Совмещение схемы распределения величины γ с распределением по площади исследования эпицентров местных землетрясений (за интервал времени май-август) показало, что большинство местных землетрясений с $M=1,9-2,9$ приурочено к областям с повышенными значениями γ в районе п.н.2 (на побережье и в акватории), а

также к краевой части области с повышенными значениями γ в районе п.н. 4. Можно сказать, что степень сейсмической активности изучаемого района в мае-августе в основном определялась анизотропными свойствами среды в районе исследования, связанными с ее напряженным состоянием [4,5].

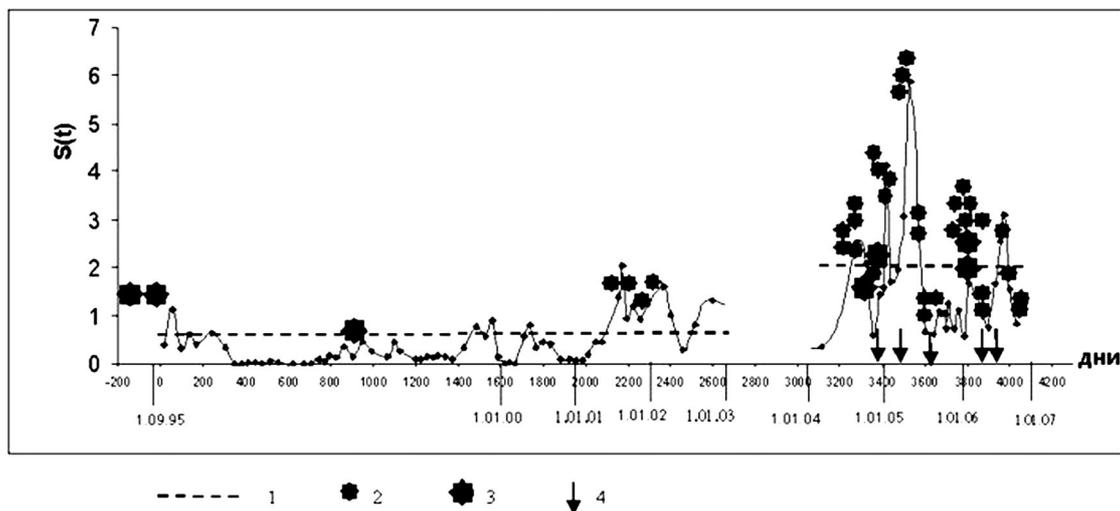


Рис.2. Зависимость $S(t)$ в интервале времени 1995-2006г.

1-средний уровень величины $S(t)$, 2 и 3 местные землетрясения соответственно с $4.3 < M < 5.0$ и с $M > 5.0$ в радиусе 250...300 км от центра сети станций, 4- расположение во времени сильных далеких землетрясений с $M > 7.0$

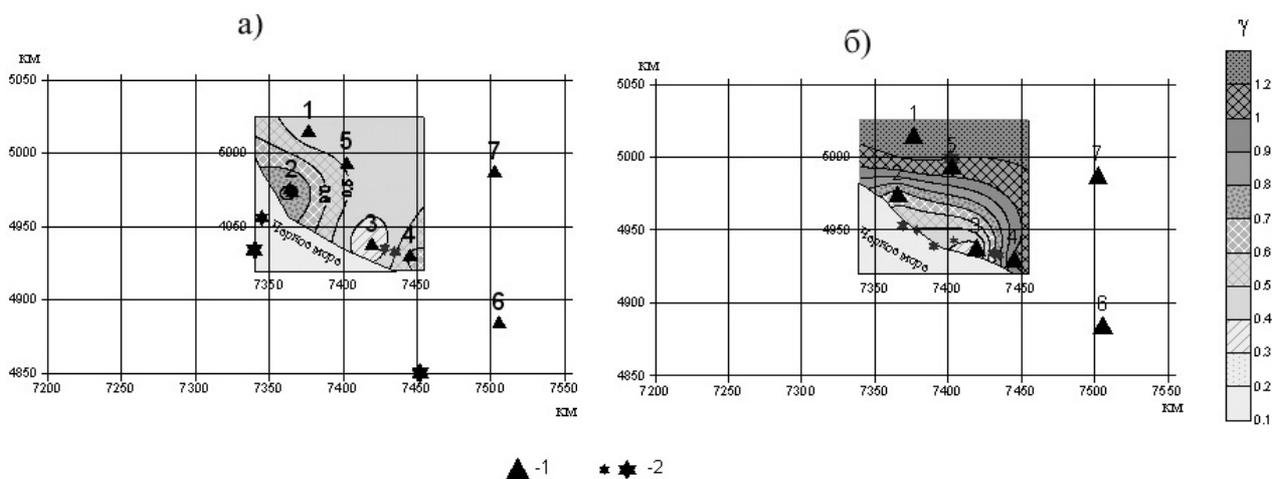


Рис.3. Схемы распределения показателя анизотропности среды $\gamma = E_r/E_v$ по площади Геленджикского полигона для разных интервалов наблюдения:

а) май-август, б) сентябрь-декабрь
1 – пункты наблюдения Геленджикского полигона, 2 – местные землетрясения разной магнитуды

Во втором временном интервале (сентябрь-декабрь) характер схемы распределения величины γ резко изменился (рис.3б). Область максимальных значений γ обрамляет с севера и северо-востока территорию полигона, уровень значений γ существенно выше, чем это имело место в мае-августе. Произошедшие изменения анизотропных свойств, связанных, как известно, с изменением напряженного состояния никак нельзя объяснить изменением местных тектонических условий в регионе, которые определяют характер сейсмической активности в этот период времени. В сентябре-декабре не наблюдалось местных землетрясений с магнитудой $M > 3.0$. Вероятнее всего предположить, что резкое изменение свойств среды произошло в результате наведенных процессов от сильных далеких землетрясений с $M > 6.6$, после которых в районе наблюдения регистрируются интенсивные поверхностные волны.

Это предположение основывается на анализе напряженного состояния среды в районе полигона Кавказских Минеральных Вод за этот же интервал времени. В сентябре – декабре в районе Курильских островов

произошла серия очень сильных землетрясений (30.09.06 9-16 1.10.06 $M_B=6.6$; 11-24 15.11.06 $M_S=7.8$; 11-44 15.11.06 $M_B=6.6$), после регистрации каждого из которых в районах Северного Кавказа наблюдались интенсивные поверхностные волны. В результате воздействия этих поверхностных волн на Кавминводском полигоне резко изменился характер анизотропных свойств среды. После регистрации на Кавминводском полигоне сильного Курильского землетрясения (9-16 1.10.06) область максимальных значений $\gamma=Er/Ev$ перемещается в северо – восточную часть территории полигона (рис. 1в) и удерживается там за счет воздействия наведенных процессов от последующих сильных Курильских землетрясений (рис. 1д), указанных выше.

Поскольку Геленджикский и Кавминводский полигоны расположены примерно на одном расстоянии от Курильских островов и примерно в одном и том же азимуте, можно предположить, что влияние наведенных процессов от сильных землетрясений с Курильских островов сказывается в обоих регионах одинаковым образом. Именно этим фактором можно объяснить резкое изменение анизотропных свойств среды Геленджикского полигона в сентябре-декабре 2006 года (рис.3б).

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что далекие катастрофические землетрясения, после которых регистрируются интенсивные, длительные по времени поверхностные волны, могут изменять структуру анизотропных свойств и напряженное состояние среды удаленных регионов, в результате чего возрастает сейсмическая активность региона. Данный факт позволяет говорить о наведенной сейсмичности [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова О.Г., Коновалов Ю.Ф., Кухмазов С.У., Минина Н.А., Аверьянова А.С. Особенности геодинамики среды в сейсмоопасном районе Минераловодского выступа по материалам сейсмического мониторинга. //Разведка и охрана недр, 2003, №2, с.16-20.
2. Попова О.Г., Серый А.В., Коновалов Ю.Ф. Результаты долговременного сейсмического мониторинга в сейсмоопасном районе Кавказских Минеральных вод.// Геоэкология , 2008, №2, с135-140.
3. Николаев А.В. Проблемы наведенной сейсмичности. Наведенная сейсмичность. М.: Наука, 1994. 222 с.
4. Crampin S. Seismic-wave propagation through a cracked solid : polarization as a possible dilatancy diagnostic. //Geophys J.R. astr. Soc (1978) N 53, p. 426-467.
5. Crampin S. A Rewrew of wave motion in anisotropic and cracked elastic-media. // Wave motion № 3, 1981, p. 343-391.

СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ СИЛЛОВ И ДАЕК ДОЛЕРИТОВ В ЮЖНОМ БОРТУ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО РИФТА РИФЕЙСКОГО ВОЗРАСТА

Пржиялговский Е.С., Балувев А.С., Терехов Е.Н.

Геологический институт РАН, г. Москва, prz4@yandex.ru

На баренцевоморском побережье Кольского полуострова широко распространены проявления внутриплитного магматизма основного состава. На участке от устья р. Вороньей до устья р. Йоканьга нематаморфизованные долериты Баренцевоморского комплекса обнажаются виде силлов, пространственно и структурно связанных с разноориентированными диабазовыми дайками. Силлы или лополитообразные тела, полого залегающие среди архейских гранитоидов Мурманского блока, образуют две цепочки тел и срезаются разломом Карпинского с севера. Возраст долеритов в районе Ивановской Губы, где они занимают межпластовое положение в породах рифейского терригенного комплекса, был определен К-Аг методом еще в начале 70-х годов в интервале 975-1000 млн. лет [3], в то время как для силлоподобных тел долеритов и пикродолеритов, расположенных западнее – в районе пос. Дальние Зеленцы и около пос. Лиинахамари, Sm-Nd датировки дают палеопротерозойские значения в интервале 2.2-1.9 млрд. лет [5]. Вопрос о том, датировались ли породы разных комплексов долеритов, занимающих близкую геологическую позицию, или это синхронные образования, остается пока открытым. Тем не менее, геологические взаимоотношения с терригенным рифеем однозначно указывают на наличие рифейского или более позднего основного магматизма в этом районе.

Объектом нашего детального изучения стали хорошо обнаженные интрузии (дайки и силлоподобное тело) Баренцевоморского комплекса, прорывающие архейские граниты и гранодиориты в районе устья р. Вороньей (рисунок). Наиболее крупное тело габродолеритов, которое по форме внедрения можно определить как силл, протягивается вдоль береговой линии Баренцева моря от р. Воронья на расстояние около 5 км до района о. Б. Гавриловский и далее с небольшими перерывами продолжается на восток до пос. Дальние Зеленцы. Изученное тело является одним из нескольких аналогичных ему интрузивных тел (или фрагментов единой интрузии), протягивающихся вдоль берега моря в виде непрерывной цепи на восток и юго-восток от р. Вороньей более чем на 40 км.