

ПШЕХСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 15 ноября 2004 года

с $M_w=4.5$, $I_0^P=5-6$ (Краснодарский край)

И.П. Габсатарова

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ira@gsras.ru

На территории Краснодарского края 15 ноября в 10^h21^m произошло землетрясение с $M_w=4.5$, $K_p=12.9$ в горах, вблизи Адыгеи, в месте поворота долины р. Пшехи с почти продольного общекавказского направления к поперечному (в пределах Пшехско-Адлерской зоны активных поперечных разломов). Таким образом, Пшехское землетрясение 15 ноября 2004 г. показало на продолжающуюся умеренную активизацию западной части Северного Кавказа (рис. 1), начавшуюся в 2002 г. Нижнекубанским землетрясением с $M_w=5.5$ [1]. Оба эти землетрясения связаны с поперечными разломными структурами.

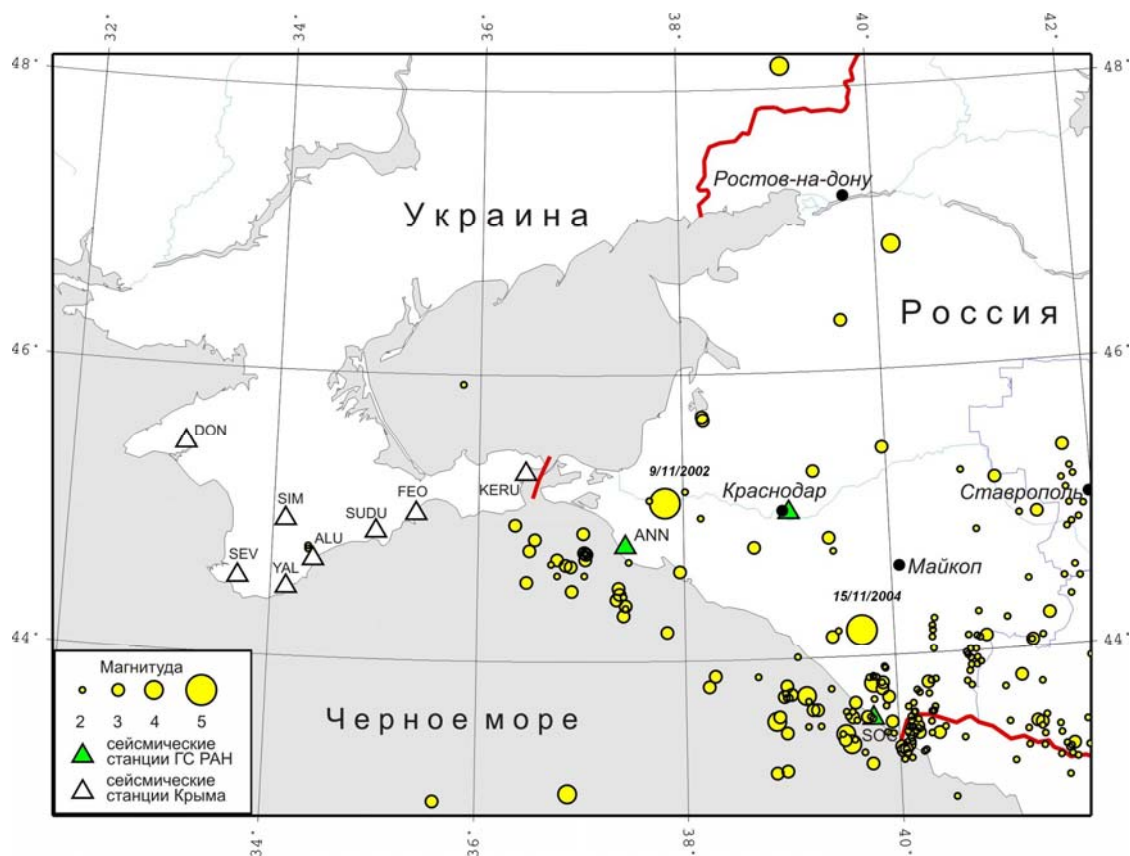


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений западной части Северного Кавказа с $M \geq 2$ за 2000–2004 гг.

Параметры гипоцентра Пшехского землетрясения были определены многими мировыми агентствами (табл. 1, рис. 2). В соответствии с этими определениями, несмотря на имеющиеся различия, объясняемые используемой сетью станций, можно заключить, что землетрясение произошло в верхней части земной коры.

Как видно из рис. 2, положение эпицентра по данным международных центров, использующих обобщенные годографы, чрезвычайно близко, а эпицентр, полученный по региональным данным с использованием скоростной модели земной коры Западного Кавказа [6], отстоит от них на 15 км на юго-восток. Этот эпицентр лучше увязывается с приведенными ниже макро-

сейсмическими данными и находится возле резкого изгиба долины р. Пшехи, текущей с гор в сторону Апшеронска.

Таблица 1. Основные параметры Пшехского землетрясения 15 ноября 2004 г. с $K_p=12.9$ по данным различных агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуды	Характеристика используемой сети			
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		n с/ст	Δ°_{\min}	Δ°_{\max}	GAP $^\circ$
Региональный каталог Северного Кавказа [2]	10 21 08.3	0.8	44.18	0.02	39.71	0.02	15		$MPSP_{\text{рег}}=4.9/2$, $K_p=12.9/3$	18	68 км	644 км	102
Оперативный сейсмологический бюллетень ГС РАН MOS [3]	10 21 06.2	1.15	44.282	7.3	39.583	4.2	10		$MPSP=4.9/16$ $MS=4.6/3$ (ССД ГС РАН)	65	0.5	73.0	
REV EIDC [4]	10 21 06.3	0.57	44.268	13.6	39.591	8.8	0f		$ML=4.5/7$, $m_b=4.5/20$	29	5.6	148.	91
EDR NEIC [4]	10 21 07.8	2.00	44.3430	5.1	39.5910	3.7	7	14	$m_b=4.7/64$	192	2.3	148.	52
ISC [4]	10 21 05.6	0.86	44.3417	3.34	39.5611	2.28	2	6	$m_b=4.7/78$	200	0.77	95.22	21
CSEM [5]	10 21 05.8		44.280		39.580		5		$m_b=4.9$				

Примечание. MOS – Geophysical Institute-Russian Academy of Science, Obninsk; ССД ГС РАН – Служба срочных доносений ГС РАН; IDC – International Data Centre of the CTBTO Preparatory Commission CTBT; NEIC – National Earthquake Information Center, World Data Center A, USGS, USA; ISC – International Seismological Centre, UK; CSEM European-Mediterranean Seismological Centre.

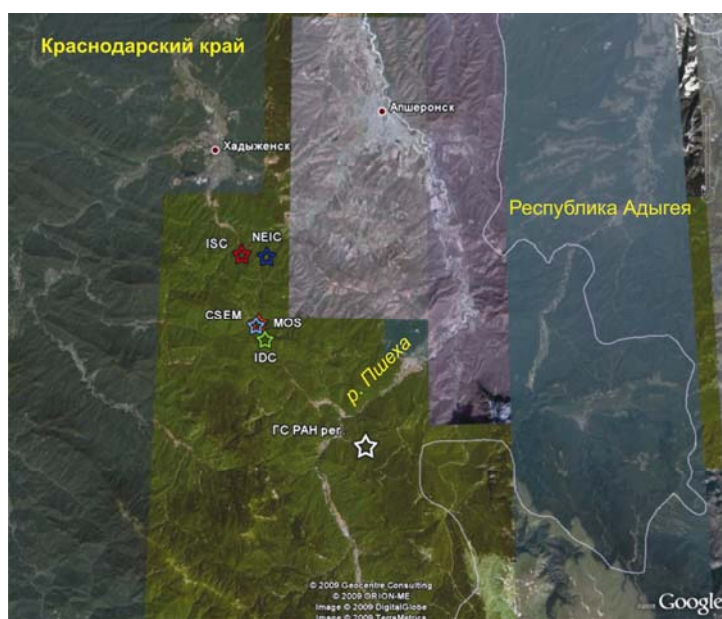


Рис. 2. Положение эпицентра землетрясения 15 ноября в 10^{h21}^m с $K_p=12.9$ по данным разных агентств

Записи ближайших к эпицентру станций Северного Кавказа показывают азимутально-неоднородную волновую картину (рис. 3). Записи станций «Сочи» ($\Delta=68$ км) и «Кисловодск» ($\Delta=240$ км), расположенных в структурах Большого Кавказа и Минераловодского выступа, соответственно, отражают быстрое затухание сейсмических волн, выраженное в кодовой части колебаний. Напротив, записи «Анапы» ($\Delta=193$ км) и особенно «Краснодара» ($\Delta=107$ км), относящиеся к зонам Индоло-Кубанского передового прогиба, обладают представительной кодой, достигающей более 3^m у «Краснодара» и около 2^m у «Анапы». На записях последних станций менее отчетливо выделяются вступления сейсмических фаз.

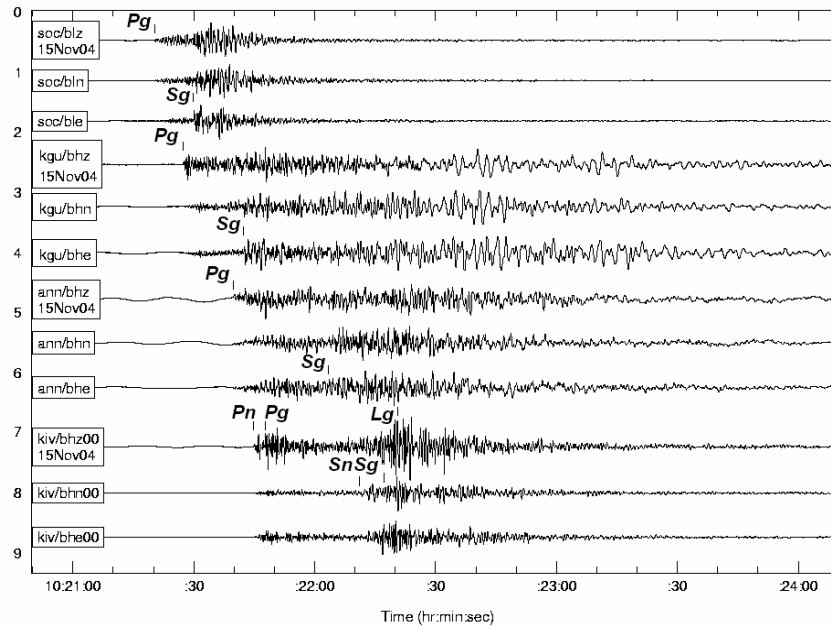


Рис. 3. Трехкомпонентные записи Пешеховского землетрясения на четырех ближайших станциях: «Сочи», «Краснодар», «Анапа», «Кисловодск»

В бюллетене Международного центра ISC [4] приводятся данные о глубинных фазах, выделенных на семи станциях (табл. 2). Однако разброс данных, а также недоступность записей этих станций, а значит, невозможность проверить выделение глубинных фаз, не позволили принять значение глубины $h^*=8\pm 3$ км, как достоверное.

Таблица 2. Сведения о глубинных фазах pP , sP из бюллетеня ISC

Название станции и страны	Код	Δ°	AZM	Фаза	t_i	$t_{pP}-t_P$, с	$t_{sP}-t_P$, с
Ksiaz, Польша	KSP	16.95	300.8	P	10 25 06.2	6.5	
		16.95	300.8	pP	10 25 12.7		
Dombås, Норвегия	DOMB	25.08	325.7	P	10 26 33.67		4.36
		25.08	325.7	sP	10 26 38.03		
Kundal, Индия	KUDL	33.56	106.3	P	10 27 47.89	1.8	
		33.56	106.3	pP	10 27 49.69		
Aya Nagar, Индия	AYAN	33.79	105.2	P	10 27 50.49	1.21	
		33.79	105.2	pP	10 27 51.7		
Sohna, Индия	SONA	33.9	105.5	P	10 27 50.56	1.87	
		33.9	105.5	pP	10 27 52.43		
Gaotai, Китай	GTA	44.26	74.5	P	10 29 18.4	6.4	
		44.26	74.5	pP	10 29 24.8		
Nanjing, Китай	NJ2	61.25	72.1	P	10 31 20.6		
		61.25	72.1	pP	10 31 29.1		

Попытка выделить глубинную фазу на записях близких станций не привела к уверенному результату из-за сложности волновой картины с многочисленными волнами различной природы. Предположительное выделение глубинной фазы на записях станции «Обнинск» (OBN) (рис. 4) при помощи поляризационной фильтрации (с использованием азимута $AZM=179^\circ$ со станции на эпицентр и значения угла выхода $i=49^\circ$) подтверждают глубину, полученную при локации с использованием местного разреза [6]. Предположительно была выделена глубинная фаза через 5.63 с после первого вступления, которая, как показала поляризационная фильтрация, имеет такую же поляризацию, как и первое вступление, к тому же на горизонтальной компоненте север–юг в близкое время отчетливо выделяется некая фаза, что может быть использовано как дополнительный фактор в выборе ее интерпретации, как глубинной sP . В таком случае можно предположить, что глубина очага по обменным волнам будет равна $h^*=14$ км. На запи-

си станции «Боровое» (BRVK) подобная фаза (возможно, *sP*) выделяется через 5.6 с. Таким образом, вероятное значение глубины *h** принято *h**=14–15 км.

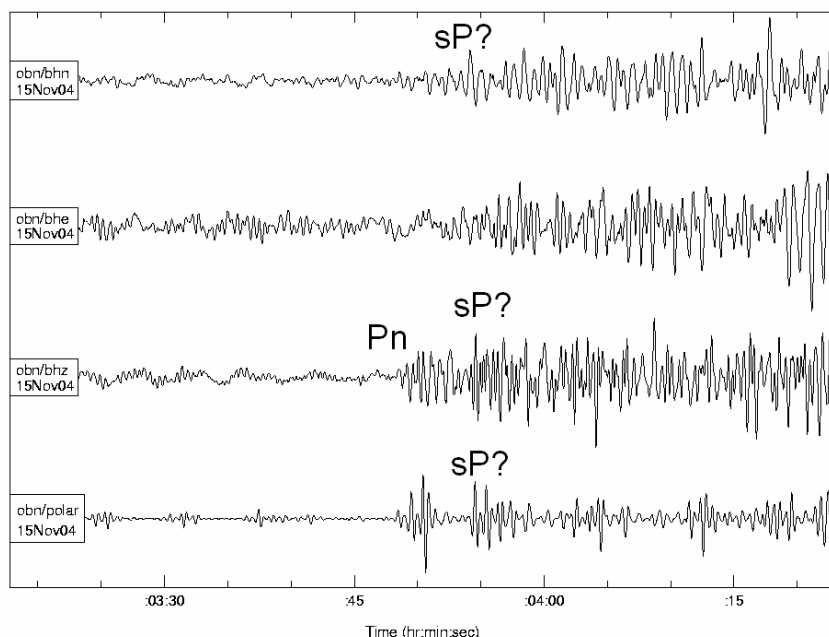


Рис. 4. Поляризационная фильтрация трехкомпонентных записей Пшехского землетрясения на станции «Обнинск», с предположительным выделением глубинной фазы *sP*

По спектрам *S*-волн на станции «Сочи» [7] получены значения сейсмического момента по двум составляющим: $M_{0\ E-W} = 5.2 \cdot 10^{22} \text{ дин}\cdot\text{см} = 5.2 \cdot 10^{15} \text{ Н}\cdot\text{м}$, $M_{0\ N-S} = 5.4 \cdot 10^{22} \text{ дин}\cdot\text{см} = 5.4 \cdot 10^{15} \text{ Н}\cdot\text{м}$. По этим данным рассчитано значение спектральной магнитуды по формуле Канамори [8]:

$$M_w = 2/3 \cdot \lg M_0 - 10.7,$$

которая составила $M_w = 4.5$.

Форшок и афтершок у Пшехского землетрясения (табл. 3) зарегистрированы региональной сетью станций примерно за 1.5^m до основного толчка и через 10 дней после него соответственно. Проведен тщательный анализ записи ближайшей станции «SOC» за временной интервал между этими толчками, но других событий не обнаружено.

Таблица 3. Основные параметры форшока, основного толчка и афтершока Пшехского землетрясения

Дата, д м	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			$K_{\text{см3-кв}}$, $K_{\text{ВЭГИК}}$, $MPSP_{\text{рег}}$, ML	$\Delta^{\circ}_{\text{SOC}}$	Зарегистрировано станциями
		φ° , N	λ° , E	h , км			
Форшок							
15.11	10 19 33.7	44.23	39.68	6	$K_P = 9.6/4$, $MPSP_{\text{рег}} = 4.3/4$ $K_{\text{ВЭГИК}} = 9.2$ (SOC)	0.65	SOC, KIV, KIV0, SHAR, NAGR
Основной толчок							
15.11	10 21 08.3	44.18	39.71	15	$K_{\text{ВЭГИК}} = 12.1$ (ANN), $K_{\text{ВЭГИК}} = 13.6$ (KIV) $K_{\text{ВЭГИК}} = 12.9$ (SOC) $ML_{\text{ANN}} = 4.4$, $ML_{\text{SOC}} = 4.9$	0.65	
Афтершок							
25.11	16 35 15.7	44.26	39.61	1	$K_P = 8.4/3$, $MPSP_{\text{рег}} = 3.4/2$ $K_{\text{ВЭГИК}} = 7.8$ (SOC)	0.70	SOC, KIV, KIV0, SHAR, NAGR BEYR

Примечание. Значения $K_{\text{ВЭГИК}}$ получены с помощью процедуры симуляции записей аналогового прибора; коды и названия станций: SOC – «Сочи», KIV – «Кисловодск», KIV0 – «Кисловодск-минигруппа», SHAR – «Шиджатмаз», NAGR – «Нагутская», BEYR – «Белый Уголь».

Выделение форшока хорошо иллюстрируется спектрограммой на рис. 5. Представленный спектр мощности показывает, что форшок значительно слабее основного толчка, но имеет примерно такой же частотный состав. Запись афтершока с $K_r \approx 8$ на станции «Сочи» дана на рис. 6, свидетельствует о предельной возможности станции «Сочи» и сети Северного Кавказа в этой зоне. Возможно, более слабые толчки могли быть, но они не зарегистрированы.

Механизм очага и сейсмотектоническая обстановка. Для построения механизма очага по знакам первого вступления P -волны собрана информация о 39 знаках, из них 27 «+», 12 – «-». Станции расположены на расстояниях $\Delta=0.61\text{--}23.8^\circ$. Часть знаков на станциях европейских сетей была заимствована из бюллетеня ISC [4].

Решение механизма очага Пшехского землетрясения получено по методике [9], реализованной в программе FA [10]. Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний $\Delta=0.61\text{--}23.8^\circ$ при недостаточно равномерном распределении по азимутам, в основном в трех секторах – первом, втором и четвертом, в связи с этим решение можно рассматривать лишь как вероятное. В табл. 4 приведены параметры механизма очага землетрясения этого землетрясения. Графические изображения в стереографической проекции (нижняя полусфера) показаны на рис. 7. Там же нанесены известные на Северо-Западном Кавказе механизмы других очагов по данным [11–13], опубликованные на карте-схеме в работе [14].

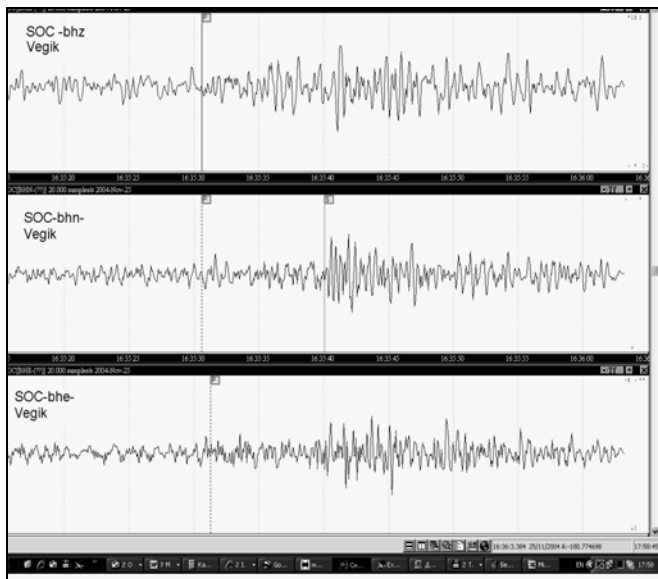


Рис. 6. Запись афтершока 25 ноября 2004 г. в $16^{\text{h}}35^{\text{m}}$ на станции «Сочи» (симулированная запись аналогового прибора ВЭГИК)

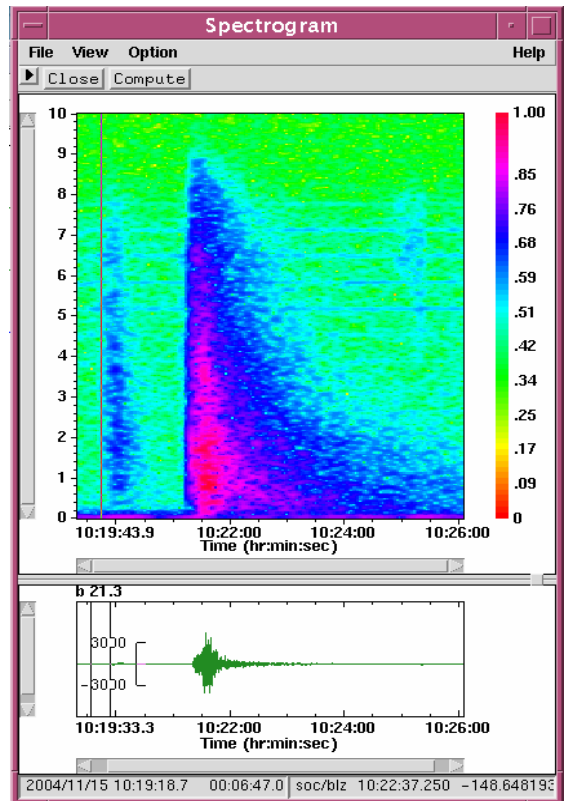


Рис. 5. Спектрограмма 7.5-минутного фрагмента записи вертикальной компоненты станции «Сочи» с выделенным форшоком перед землетрясением 15 ноября в $10^{\text{h}}21^{\text{m}}$

Пшехское землетрясение возникло в условиях существенного преобладания растягивающего напряжения ($PL_T=0^\circ$), ось которого ориентирована в восточном направлении ($AZM=99^\circ$). Обе нодальные плоскости имеют одинаковое и довольно крутое падение ($DP_1=DP_2=57^\circ$), тип движения по обеим плоскостям – сдвиг-сброс, правосторонний по NP_1 , левосторонний по NP_2 . Простираение нодальной плоскости NP_2 , равное $STK=222^\circ$, согласуется с направлением поперечной Пшехско-Адлерской зоны глубинных разломов (рис. 7). В этом же направлении вытянуты приведенные ниже изолинии балльности (рис. 8).

Это не типичный для структур Большого Кавказа тип движения, но, вероятно, его можно объяснить тем, что землетрясение произошло в пределах Пшехско-Адлерской зоны активных поперечных разломов, отделяющей блок

Северо-Западного Кавказа от Центрального Кавказа [15]. На новейшем этапе Северо-Западный Кавказ оформился как сводово-глыбовое поднятие, в пределах которого блоковые структуры разграничены сбросами с амплитудой до 1 км или малоамплитудными флексурами [16].

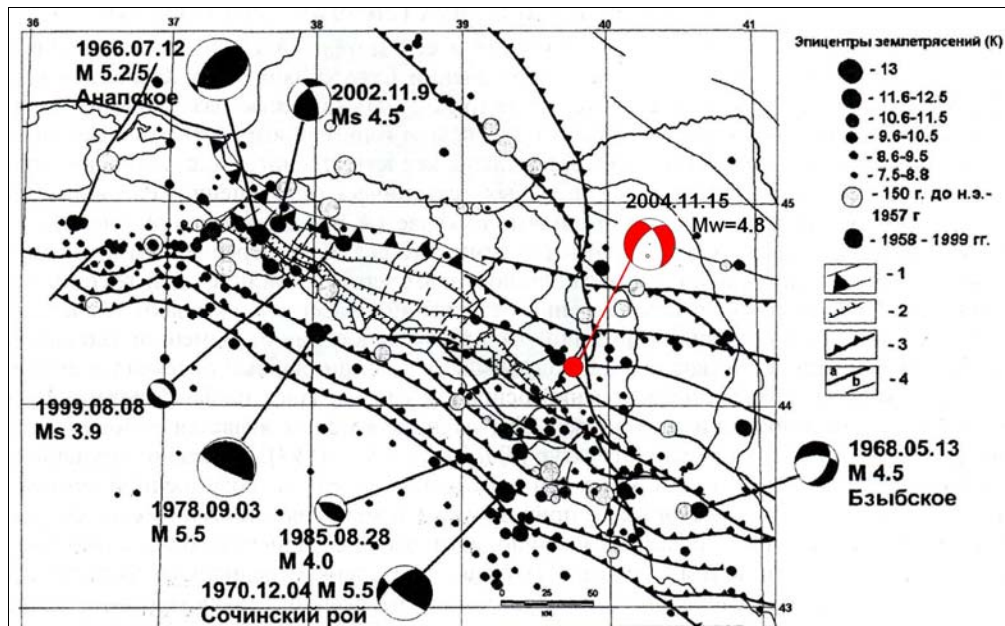


Рис. 7. Механизм очага землетрясения 15 ноября 2004 г. с $M_w=4.5$, наложенный на карту-схему с тектоническими элементами и разрывными нарушениями по А.Н. Овсюченко из [14] и механизмами других очагов Северо-Западного Кавказа

Таблица 4. Параметры механизма очага землетрясения 15 ноября 2004 г. в $10^{h21}c$ $M_w=4.5$

Агентство	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				M_w	M_S	$MPSP$	T		N		P		$NP1$			$NP2$		
							PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
ГС РАН, P-волны	15.11	10 21 8.3	15	4.5	4.6	4.9	0	99	39	9	51	189	337	57	-139	222	57	-41

Макросейсмические сведения в эпицентральной области, к сожалению, отсутствуют, т.к. в ней обследования не проводились. Силами сотрудников станции «Сочи» и по данным местного МЧС собраны следующие сведения: с интенсивностью сотрясений в 3–4 балла Пшехское землетрясение ощущалось в шести населенных пунктах на расстояниях от 32 до 64 км, включающих и город Майкоп (табл. 5); с меньшей интенсивностью – в 2–3 балла – землетрясение ощущалось также в шести населенных пунктах на расстоянии от 67 до 204 км, включая и гг. Краснодар и Ставрополь (рис. 8). Проведенные изолинии балльности выпянуты вдоль поперечного Пшехско-Адлерского разлома (рис. 7).

Таблица 5. Макросейсмические данные (из оперативного бюллетеня [3]) о землетрясении 15 ноября 2004 г. в $10^{h21}c$ $K_p=12.9$, $M_w=4.5$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
<u>3–4 балла</u>			<u>2–3 балла</u>		
1	Апшеронск	32	7	Горячий Ключ	67
2	Хадзыженск	32	8	Мостовский	73
3	Лазаревское	42	9	Лабинск	95
4	Майкоп	58	10	Краснодар	111
5	Сочи	64	11	Армавир	144
6	Белореченск	66	12	Ставрополь	204

Предварительная оценка расчетной интенсивности сотрясений в эпицентре I_0 по известному уравнению Н.В. Шебалина [17]:

$$I_0 = bM - v \lg h + c \quad (1),$$

в Службе срочных донесений (ССД) с использованием средних по стране параметров –

$$b=1.5, v=3.5, c=3.0,$$

дала значение $I_0=5-6$ баллов.



Рис. 8. Карта изосейст Пшехского землетрясения 15 ноября 2004 г. с $M_w=4.5$

При применении макросейсмического уравнения (1) с коэффициентами затухания в регионе Северный Кавказ из [18]:

$$b=1.6, v=3.1, c=2.2$$

и значения $MS=4.6$ (табл. 1), при глубине $h_{pP}^*=15$ км также получим $I_0=5-6$ баллов.

Исторические сведения, представленные в табл. 6 за период 1873–2002 гг., свидетельствуют о том, что Пшехское землетрясение в этом районе является максимальным по магнитуде $MS=4,6$, но по интенсивности в эпицентре максимально семибалльное Верхне-Птишское 6 марта 1963 г. (рис. 9) с небольшой магнитудой $M=3.3$, совсем поверхностное [19]. Примечательно, что и перед этим землетрясением был зарегистрирован форшок, правда, за 12 дней до него и три афтершока 6 и 16 марта 1963 г. (табл. 6). Согласно [19], это землетрясение реально ощущалось в 20-ти населенных пунктах с интенсивностью 3 балла.

Таблица 6. Параметры ощутимых землетрясений за период 1873–2004 гг. в районе эпицентра Пшехского землетрясения 15 ноября 2004 г.

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_0$	Эпицентр		h , км $\pm \delta h$	K_p	M $\pm \delta M$	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$	Примечания	Источник
			φ°, N $\pm \delta \varphi^\circ$	λ°, E $\pm \delta \lambda^\circ$						
1	15.03.1873	15 20 $\pm 10^m$	44.5 ± 0.5	40.1 ± 0.5	10 7–15		4.0 ± 0.5	5–6 ± 1	5–10(1), 4–35; форшок в 06 ^h 44 ^m ; афтершоки 25.07. в 17 ^h 18 ^m и 16.08.	[19]
2	19.08.1908	01 32 $\pm 10^m$	44.6 ± 0.2	40.2 ± 0.2	18 9–36		4.6 ± 0.5	5–6 ± 1	4–60(5)	[19]
3	04.06.1909	20 03 $\pm 10^m$	44.5 ± 0.2	40.1 ± 0.2	14 9–21		4.4 ± 0.5	5–6 ± 0.5	5–20(2), 4–50(3), 3–75(2)	[19]
4	06.03.1963	07 16 21 $\pm 2^s$	44.3 ± 0.2	39.6 ± 0.2	1.3 0.9–2.0	9	3.3 ± 0.5	7 ± 0.5	Верхне-Птишское; афтершоки 07 ^h 45 ^m с $M \sim 3.0$; 16.03. в 08 ^h 11 ^m с $M \sim 2.0$; 12 ^h 49 ^m с $M \sim 3.0$	[19]
5	01.02.1994	01 16 46.0 ± 0.8	44.70 ± 0.04	39.96 ± 0.04	6 ± 0.7	11.6/3	5.2*/3 ± 0.5		4–20(1), 3–125(1)	[20]
6	15.02.1994	22 29 25.8 ± 0.8	44.26 ± 0.05	39.6 ± 0.05	10 ± 0.9	12.0/4	5.2*/4 ± 0.5		3–4–40(1), 3–41(3), 2–3–61(2)	[20]
	15.11.2004	10 21 08.3 ± 0.8	44.18 ± 0.02	39.71 ± 0.02	15 ± 1	12.9	4.6 ± 0.5	5–6 ± 0.5	Пшехское: 3–4–49(6), 2–3–116(6)	

Примечание. Знаком * помечены магнитуды MPVA.

В 1994 г. вблизи очаговой области Пшехского землетрясения были зарегистрированы два относительно сильных и ощутимых землетрясения, произошедшие 1 февраля в 01^h16^m с $K_p=11.6$ и 15 февраля в 22^h29^m с $K_p=12.0$ [20].

Землетрясение 1 февраля локализовано несколько (~ 50 км) севернее (~ 50 км) Пшехского и ощущалось в Майкопе с интенсивностью $I=4$ балла, в Сочи – 3 балла. В этой области в прошлом – с 1909 г. – наблюдалось сейсмическое затишье [19]. Исторически известные здесь землетрясения относятся к 15.03.1873 г. с $M=4.0$, $I_0=5-6$ баллов, 19.08.1908 г. с $M=4.6$, $I_0=5-6$ баллов и к 04.06.1909 г. с $M=4.4$, $I_0=5-6$ баллов (табл. 6). Очаг землетрясения 1 февраля 1994 г. расположен в 25 км северо-западнее очагов названных исторических землетрясений, которые в свою очередь ближе расположены к Пшехскому землетрясению 15 ноября 2004 г.

Землетрясение 15 февраля 1994 г. также ощутимое на обширной территории вплоть до Черноморского побережья Кавказа. Максимальная интенсивность сотрясений наблюдалась в станице Даховская – 3–4 балла; в Апшеронске, Туапсе и Лазаревском – 3 балла; в Сочи – 2–3 балла; в Майкопе – 2 балла. После основного толчка этого землетрясения последовали афтершоки, девять из них с $K_p=7.5-8$ были зарегистрированы.

В дальнейшем в этой зоне происходили слабые землетрясения 7.07.1997 г. в 06^h38^m с $K_p=8.9$ [21], 08.02.2002 г. в 01^h52^m с $K_p=9.5$, 04.03.2002 г. в 04^h30^m с $K_p=9.3$, 23.05.2002 г. в 02^h53^m с $K_p=7.2$ [22]. Положение эпицентров всех названных толчков показано на рис. 9.

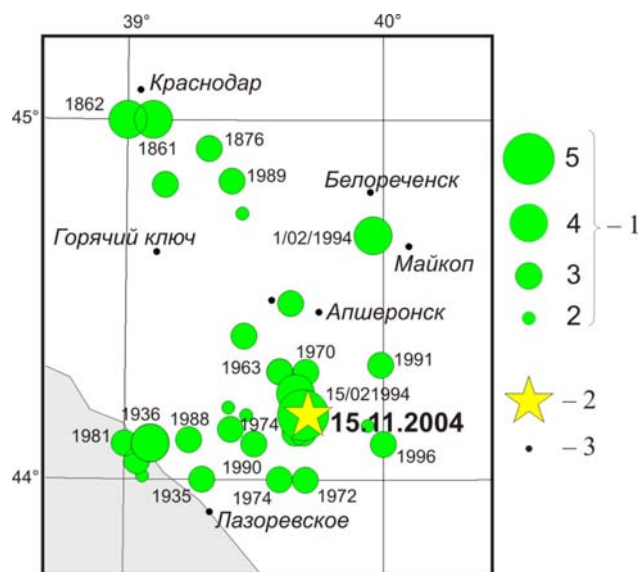


Рис. 9. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 2$ за 1873–2004 гг. в зоне Пшехского землетрясения с $\varphi=44-50^\circ N$, $\lambda=39-40^\circ E$

1 – магнитуда землетрясения; 2 – Пшехское землетрясение; 3 – населенный пункт.

Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Бабкова Е.А. Нижнекубанское-II землетрясение 9 ноября 2002 года с $K_p=13.0$, $M_w=5.5$, $I_0=6$ (Северный Кавказ) // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 357–379.
2. Габсатарова И.П., (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е. Каталог (оригинал) землетрясений Северного Кавказа (без Дагестана) за 2004 г.– Обнинск: Фонды ГС РАН, 2005. – 17 с.
3. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
4. Bulletin of the International Seismological Centre for 2004. – Berkshire: ISC, 2006–2007.
5. CSEM – <http://www.emsc-csem.org>
6. Мурусидзе Г.Я. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 170 с.
7. Малянова Л.С., Габсатарова И.П. Спектральные и очаговые параметры Пшехского землетрясения в Краснодарском крае. (См. раздел II (Спектры и динамические параметры очагов землетрясений) в наст. сб.).
8. Hanks T.C., Kanamori H. A Moment Magnitude Scale // J. Geophys. Res. – 1979. – 84. – N 135. – P. 2348–2350.
9. Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Пятацкий-Шапиро И.И. Определение механизмов землетрясений на цифровой электронной вычислительной машине // Алгоритмы интерпретации сейсмических данных (Вычислительная сейсмология; Вып. 5). – М.: Наука, 1971. – С. 3–27.

10. **Ландер А.В.** Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений *P*-волн). – М.: Фонды автора, 2006. – 27 с.
11. **Юнга С.Л.** Сейсмотектонические деформации и напряжения в складчатых поясах неотектонической активизации Северной Евразии // Физика Земли. – 1996. – № 12. – С. 37–58.
12. **Балакина Л.М., Захарова А.И., Москвина Л.С., Чепкунас Л.С.** Закономерная связь механизмов очагов землетрясений с геологическими строениями районов // Физика Земли. – 1996. – № 3. – С. 33–52.
13. **Татевосян Р.Э., Плетнев К.Г., Бяков А.Ю., Шестопалов В.Л.** Нижнекубанское землетрясение 9 ноября 2002 г.: результаты макросейсмического обследования // Физика Земли. – 2003. – № 11. – С. 42–53.
14. **Овсюченко А.Н.** Соотношение различных форм современных тектонических деформаций на Северо-Западном Кавказе // Исследования по сейсмотектонике и современной геодинамике. – М.: ИФЗ РАН, 2006. – С. 89–104.
15. **Милановский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. – 483 с.
16. **Несмеянов С.А.** Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа. – М.: Недра, 1992. – 254 с.
17. **Шебалин Н.В.** Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95–111.
18. **Шебалин Н.В.** Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.
19. **Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.).** П б. Кавказ [50–1974 г., $M \geq 4.0$, $I_0 \geq 5$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
20. **Габсатарова И.П., Некрасова В.Н., Мусалаева З.А., Гамидова А.М. (отв. сост.).** Северный Кавказ (включая Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 195–197.
21. **Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Северный Кавказ (включая Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. (На CD).
22. **Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. (На CD).