

## СУВОРОВСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 22 июля 2006 г.

с  $K_p=11.3$ ,  $I_0=5-6$  (Ставропольский край)

И.П. Габсатарова, Л.В. Девяткина, Л.Е. Иванова, Е.А. Селиванова

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

На юге Ставропольского края 22 июля в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> произошло ощутимое землетрясение с  $K_p=11.3$ . Несмотря на небольшую магнитуду, оно было записано многими станциями в европейской части России и зарубежья. В каталоге Северного Кавказа для получения параметров этого землетрясения использовались данные 27 станций (рис. 1). Параметры этого землетрясения были определены в нескольких международных центрах (рис. 2 и табл. 1). Решение координат гипоцентра по региональным данным с использованием скоростной модели земной коры, дает наибольшее приближение к станции Суворовская (расстояние 8 км), где зафиксирован наибольший макросейсмический эффект интенсивностью  $I=5$  баллов. Все остальные эпицентры удалены на  $\Delta=12-42$  км.

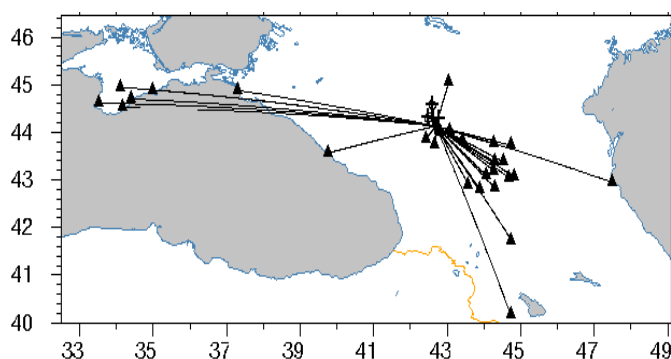


Рис. 1. Положение сейсмических станций, по данным которых определялись параметры гипоцентра Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г.

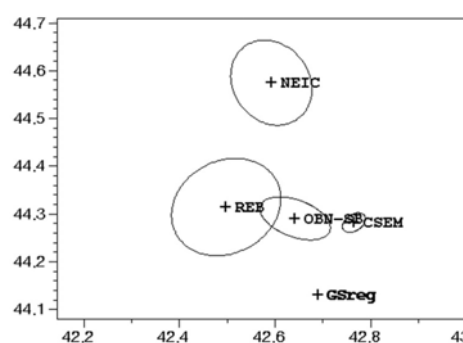


Рис. 2. Положение эпицентра землетрясения 22 июля в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$  по данным разных агентств

Таблица 1. Основные параметры Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г. в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$  по данным различных агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр					Магнитуда	Источ- ник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км		
Региональный каталог Северного Кавказа	07 55 57.0		44.13	0.03	42.69	0.03	9	$MPSP_{\text{рег}}=5.5/8$ , $K_p=11.3/14$	[1]
MOS	07 55 54.1	1.42	44.291	0.06	42.642	0.04	13	$MPSP=4.1/13$	[2]
REE IDC	07 55 54.65	0.7	44.3145	0.11	42.4975	0.08	0f	$ML=3.7/6$ , $m_b=3.9/13$ $M_S=3.2/10$	[3]
EDR NEIC	07 55 57.30	0.5	44.5750	0.1	42.5920	0.06	10f	$m_b=4.1/10$	[3]
ISC	07 55 55.38	0.21	44.2961	0.03	42.6944	0.02	10f	$m_b=4.7/78$ , $M_S=3.1/7$	[3]
CSEM	07 55 54.6	1.3	44.2821		42.7649		20	$m_b=4.1$	[3]

Примечание. MOS – Информационно-обрабатывающий центр ГС РАН, сейсмологический бюллетень; ССД ГС РАН – Служба срочных донесений ГС РАН; IDC – Международный центр данных Подготовительной комиссии по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний; NEIC – Национальный центр данных о землетрясениях, Мировой центр данных А, Геологическая служба Соединенных Штатов Америки; ISC – Международный сейсмологический центр, Великобритания; CSEM – Европейский Средиземноморский сейсмологический центр.

Записи ближайших станций телеметрической системы сбора Кавказских Минеральных Вод, находящихся на расстояниях 18–90 км, имели искажения (зашкалы) по причине недостаточного динамического диапазона. Лишь станции, удаленные на расстояния более 100 км, без искажений записали это землетрясение. Суворовское землетрясение зарегистрировали станции Северо-Осетинского филиала ГС РАН, Национальной сейсмической службы Грузии и Крымской сети. Все они участвовали в локации. Станции хорошо окружали эпицентр (азимутальная брешь  $GAP=95^\circ$ ) на расстояниях от 18 до 718 км (рис. 3).

#### Форшоки и афтершоки.

Примерно за два дня, вплоть до 1 часа перед землетрясением, в эпицентральной зоне Суворовского землетрясения 21 и 22 июля сетью Кавказских Минеральных

Вод зарегистрировано три слабых события, которые можно отнести к форшокам (табл. 2, рис. 4). Афтершоковый процесс был более протяженным во времени и числу событий: с 22 июля 08<sup>h</sup>13<sup>m</sup> по 31 августа 15<sup>h</sup>00<sup>m</sup> зарегистрировано 17 землетрясений с  $K_p=3.8-7.0$  (табл. 2, рис. 4). В пространстве облако форшоков и афтершоков вытянуто в северо-западном направлении.

Таблица 2. Форшоки и афтершоки Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г. в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км	$K_p$
Форшоки						
5	21.07	12 46 31.4	44.11	42.76	18	4.3
6	22.07	02 20 40.7	44.15	42.68	10	4.4
7	22.07	03 16 07.8	44.08	42.71	18	8.1
8	22.07	06 08 07.6	44.02	43.01	7	5.0
Афтершоки						
1	22.07	08 13 54.0	44.15	42.65	10	6.5
2	22.07	08 28 42.5	44.16	42.68	9	4.4
3	22.07	12 12 41.5	44.16	42.67	9	5.5
4	22.07	15 50 03.8	44.15	42.7	10	4.6
5	23.07	03 19 00.4	44.13	42.69	12	4.1
6	23.07	04 54 20.5	44.15	42.75	10	3.8
7	24.07	06 58 08.6	44.16	42.67	9	4.8
8	26.07	16 23 34.5	44.15	42.69	8	3.9
9	26.07	22 48 30.3	44.15	42.7	11	4.1
10	28.07	10 39 23.2	44.22	42.43	0	6.0
11	28.07	15 40 43.5	44.3	42.88	11	5.1
12	31.07	04 12 14.0	44.15	42.68	2	5.9
13	31.07	18 58 45.3	44.22	42.78	16	6.4
14	22.08	03 23 43.2	44.07	42.76	11	5.0
15	27.08	15 57 11.1	44.18	42.65	3	7.0
16	28.08	19 41 33.7	44.14	42.69	10	5.1
17	31.08	15 00 25.0	44.1	42.73	10	4.7

В записях форшоков и афтершоков на ближайшей станции «Кисловодск» заметны различия. Форшоки имеют четкое импульсное колебание в начале  $P$ -волны, превышающее по амплитуде  $S$ -волну (рис. 5). Афтершоки такой же величины, напротив, имеют выраженную по амплитуде  $S$ -волну и плохо выделяемую на фоне шумов  $P$ -волну (рис. 6). Известно, что при сдвигах образуется более мощная поперечная волна. Как будет показано далее, наиболее вероятный тип механизма основного толчка этого землетрясения по одной из нодальных плоскостей – правосторонний сдвиг.

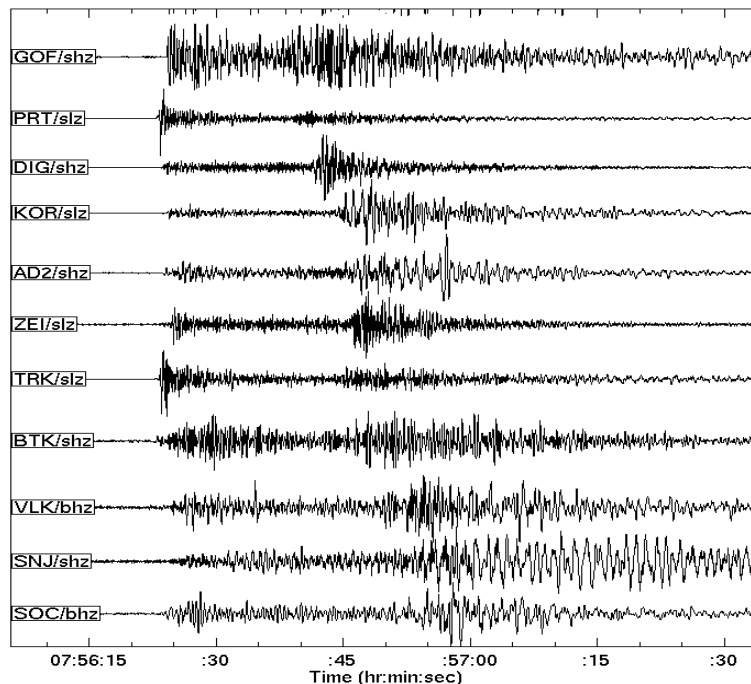


Рис. 3. Записи Суворовского землетрясения на вертикальных компонентах станций: GOF – «Гофицкое», PRT – «Притеречная», DIG – «Дигорское ущелье», KOR – «Кора», AD2 – «Ардон», TRK – «Терская», BTK – «Ботако», VLK – «Владикавказ», SNJ – «Сунжа», SOC – «Сочи»

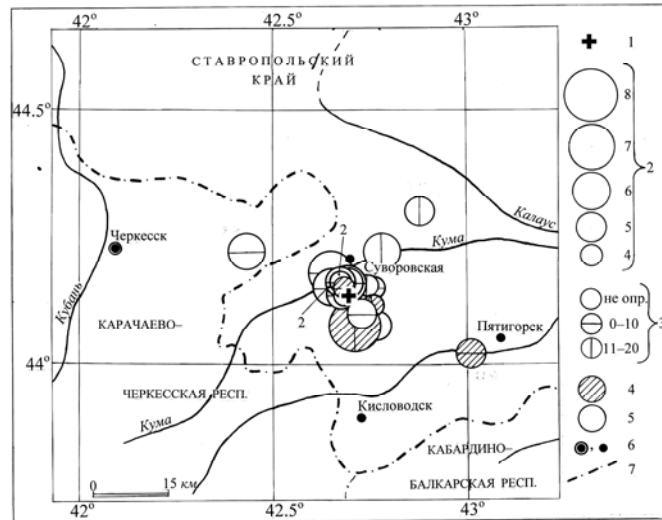


Рис. 4. Карта эпицентров форшоков, основного толчка и афтершоков Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г. в  $07^{\text{h}}55^{\text{m}}$  с  $K_p=11.3$

1 – основной толчок; 2 – энергетический класс  $K_p$ ; 3 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 4 – форшок; 5 – афтершок; 6 – населенный пункт; 7 – административная граница.

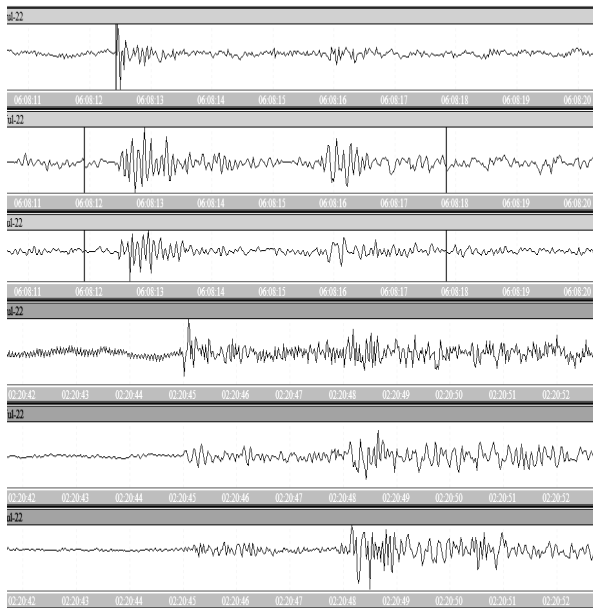


Рис. 5. Трехкомпонентные записи станции «Кисловодск» двух форшоков 22 июля в  $02^{\text{h}}20^{\text{m}}$  и  $06^{\text{h}}08^{\text{m}}$

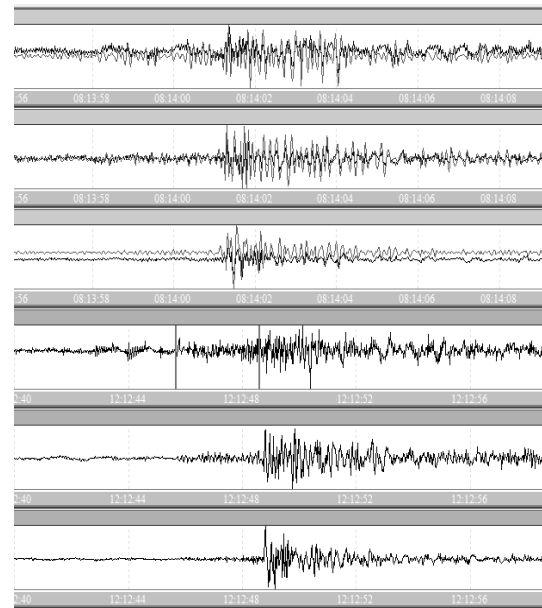


Рис. 6. Записи станции «Кисловодск» двух афтершоков 22 июля в  $08^{\text{h}}13^{\text{m}}$  и  $12^{\text{h}}12^{\text{m}}$

**Механизм очага.** Для построения механизма очага по знакам первых вступлений  $P$ -волн собрана информация с 21 станции, из них на 5 «+», на 16 – «-». Станции расположены на расстояниях  $\Delta=0.18-12.0^\circ$ . Часть знаков на станциях европейских сетей была заимствована из бюллетеня ISC [3].

Решение механизма очага Суворовского землетрясения [4] получено по методике [5], реализованной в программе FA [6]. Станции достаточно равномерно распределены по азимутам, что позволило получить вероятное решение даже при небольшом числе знаков. В табл. 3 приведены параметры механизма очага землетрясения этого землетрясения. Графические изображения в стереографической проекции (нижняя полусфера) показаны на рис. 7.

Суворовское землетрясение возникло в условиях преобладания напряжения сжатия ( $PL=24^\circ$ ), ось которого ориентирована в южном направлении ( $AZM=191^\circ$ ). Нодальная плоскость  $NP1$  имеет довольно крутое падение ( $DP=74^\circ$ ) и восток-юго-восточное ( $STK=120^\circ$ ) простира-

ние; тип движения по ней – взброс с правосторонней сдвиговой компонентой. По плоскости  $NP2$  – левосторонний косой надвиг. Простираение действующей плоскости  $NP1$  ( $STK=120^\circ$ ) согласуется с направлением Армавиرو-Невинномысской зоной глубинных разломов (рис. 8).

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 22 июля 2006 г. в  $07^h55^m$  с  $K_p=11.3$

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды		Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				$M_w$	$M_S$	T		N		P		NP1			NP2		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
ГС РАН, P-волны	22.07	07 55 57	9	4.5	4.1	54	63	24	293	24	191	121	74	116	241	30	34

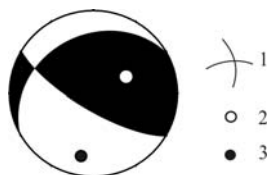


Рис. 7. Стереограмма механизма очага землетрясения 22 июля 2006 г. в  $07^h55^m$  с  $K_p=11.3$

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

**Сеймотектоническая позиция и исторические сведения.** Суворовское землетрясение произошло в пределах Армавиرو-Невинномысской зоны правосдвиговых нарушений [7, 8] (рис. 8), в терминологии схемы тектонического районирования Северного Кавказа [9] – в пределах Восточно-Ставропольской впадины Предкавказской (Скифской) эпигерцинской платформы.

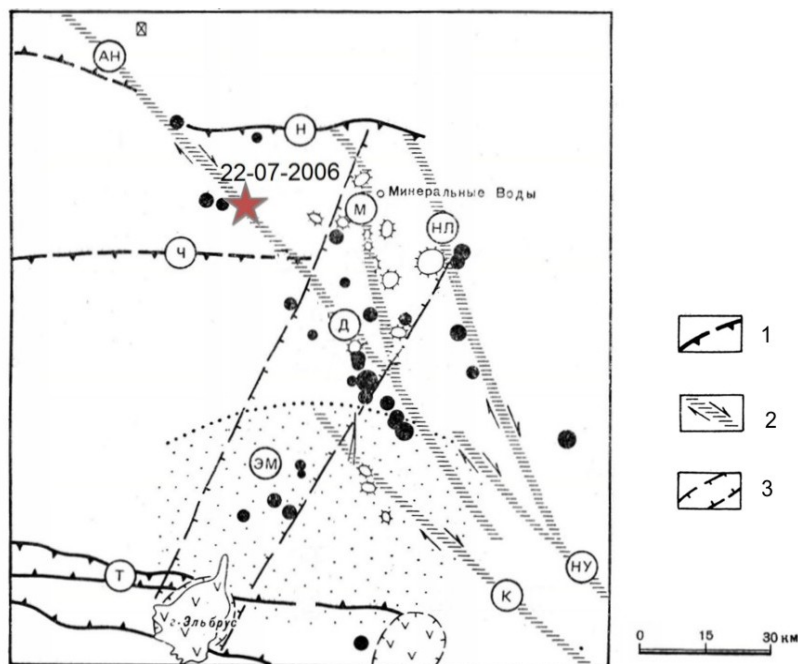


Рис. 8. Схема структурных элементов Эльбрусско-Минераловодской области с положением исторической сейсмичности [10] и эпицентра Суворовского землетрясения

1–2 – зоны глубинных нарушений взбросо-надвигового (1) и сдвигового (2) типа; 3 – Эльбрусско-Минераловодская зона сбросо-сдвиговых нарушений. Зоны правосдвиговых нарушений: Н – Нагутская, Ч – Черкесская, Т – Тырныауская зона сжатия, АН – Армавири-Невинномысская, НЛ – Нагутско-Лысогорская, М – Минераловодская, Д – Североджинальская, К – Кабардинская.

По известным историческим данным район землетрясения активен [10]. С конца XVIII в. здесь известны 7, 6 и 5-балльные землетрясения. Самое последнее из них – Кавминводское 28.02.1978 г. с  $M=4.5$  и  $I_0=7-8$  баллов. Наиболее сильное – семибалльное – произошло 29.06.1921 г. и имело  $M=5.6$ . Очаг землетрясения 28.02.1978 г. находился в 10 км на юго-восток от эпицентра Суворовского землетрясения.

Согласно карте ВОЗ [11] для этого района, Суворовское землетрясение произошло близко к тектоническому узлу, в котором пересекаются Черкесская, Невинномысская и Кисловодская зоны, на южном фланге оконтуренного ими блока (рис. 9).

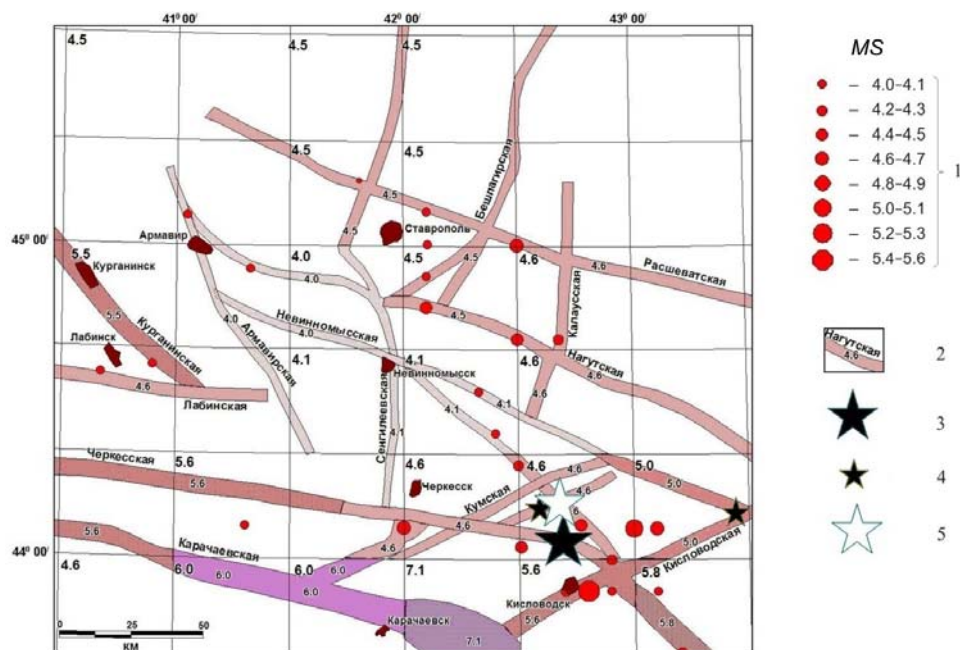


Рис. 9. Положение инструментального и макросейсмического очагов Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г. и слабых роевых последовательностей в 2005 г. на карте ВОЗ для Ставропольского края по [11]

1 – магнитуда  $MS$ ; 2 – зона ВОЗ; 3, 5 – инструментальный и макросейсмический эпицентр соответственно; 4 – рой.

**Макросейсмические сведения** в эпицентральной области были собраны с выездом на места для проведения обследования. Силами сотрудников лаборатории сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод осуществлен полевой сбор макросейсмических сведений. Проявления с интенсивностью сотрясений  $I=5$  баллов известны только в станице Суворовской, удаленной на 4 км от макросейсмического эпицентра (табл. 4). С меньшей интенсивностью в 4–5 баллов землетрясение ощущалось в двух населенных пунктах на расстоянии 9–10 км, в Гражданском и Урожайном; с интенсивностью  $I=4$  балла землетрясение ощущалось в двух населенных пунктах на расстоянии от 15 до 20 км.

#### 5 баллов.

**В станице Суворовской** сбор данных произведен в шести местах: на улице Нагорная, Октябрьская (2), Советская (2) и Шоссейная.

*ул. Нагорная*, в доме 1977 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, кирпичный; фундамент ленточный из бетонных блоков, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные – отмечены снаружи трещины по стене вниз от окна к фундаменту шириной приблизительно 0.3–1 см, длиной – 80 см по шву кирпичной кладки, продолжающиеся вниз в штукатурке фундамента; лопнул один кирпич под окном, вокруг окон местами откололись небольшие куски штукатурки.

*ул. Октябрьская, 107*, в доме и флигеле 1978 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, кирпичные; фундаменты ленточные из бетона, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыши шатровые шиферные, отопление печное, газовое, дымоходные трубы кирпичные – снаружи дома трещины в стенах по шву кирпичной кладки: зигзагом вниз и с запада на восток в южной стене от крыши к входной двери шириной 1–1.5 см, длиной приблизительно 80 см (рис. 10), в северной стене от окна к фундаменту, шириной 0.1–0.7 см, длиной приблизительно 80 см; снаружи флигеля в восточной стене от окна к фундаменту шириной 0.1–1 см, длиной приблизительно 70 см (рис. 11). На веранде трещина от потолка к двери шириной 1–1.5 см. Внутри помещений трещины в штукатурке стен по периметру – тонкие, вертикальные, диагональные.





**Рис. 10.** Трещины в стенах снаружи дома  
в ст. Суворовская, на ул. Октябрьская, 107



**Рис. 11.** Трещины снаружи флигеля  
в ст. Суворовская, на ул. Октябрьская, 107

ул. *Октябрьская, 149*, дом и флигель 1981 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, кирпичные; фундаменты ленточные из бетона, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыши вальмовые с шиферной кровлей, отопление печное, газовое, дымоходные трубы кирпичные – снаружи в западной стене обнаружена трещина по шву кирпичной кладки от окна вниз к фундаменту шириной 0.3–1 см, длиной приблизительно 80 см, и трещина вниз по штукатурке фундамента шириной 0.1–0.3 см, длиной приблизительно 50 см. Три наблюдателя находились в разных помещениях в движении, услышали сильный гул, ощутили короткие рывки и вибрацию, сильно испугались, выбежали. С полки упал флакон, со шкафа упала ваза.

ул. *Советская, 31*, деревянный двухэтажный дом 1995 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, каркасно-засыпной; фундамент ленточный из бетона, несущие стены каркасно-засыпные, перегородки каркасно-засыпные, перекрытия из легких деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходных труб нет, состоит из спальных и учебно-игровых помещений для детей, выявлены тонкие трещины в штукатурке по потолкам, по стенам от потолка вниз длиной более одного метра во всех помещениях, в одном помещении на стенах под потолком по периметру откалывание небольших кусков штукатурки.

ул. *Советская, 3*, кирпичный двухэтажный дом 1995 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, фундамент ленточный из бетона, несущие стены из керамического кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные, внутри во всех помещениях тонкие, длиной более одного метра, трещины в штукатурке по стенам от потолка вниз, по периметру, вертикальные, горизонтальные, диагональные.

ул. *Нагорная, 148*, дом 1977 г. постройки, без антисейсмических мероприятий, блочный, фундамент ленточный из бетона, несущие стены из бетонных блоков, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные; дом состоит из четырех комнат, кухни, ванной и прихожей, снаружи в северо-западной стене увеличилась по ширине старая трещина, от окна вниз по кладке блоков, ~ на 1–1.5 см, внутри во всех помещениях увеличались и появились новые тонкие трещины в штукатурке по стенам, по периметру. Трое наблюдателей находилась в разных помещениях в движении, услышали сильный гул, ощутили рывки и вибрацию, сильно испугались, выбежали. Упала фотография в рамке, стоявшая на телевизоре; со стены упал портрет в рамке.

#### **4–5 баллов**

**С. Гражданское, ул. Партизанская, 37**, саманный дом 1961 г. постройки, без антисейсмических мероприятий; без фундамента, несущие стены из самана, перегородки саманные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление печное, газовое,

дымоходная труба кирпичная. Снаружи и внутри здания видимых повреждений не обнаружено. Наблюдательница находилась в помещении, стояла на кухне в состоянии покоя, услышала гул и треск, ощутила волнообразное движение в направлении с юго-запада на северо-восток, продолжение всего движения приблизительно 3–4<sup>с</sup>, сильно испугалась, выбежала из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали дом и крыша. Упала икона с серванта.

*ул. Суворова, 122*, саманный дом постройки 1961 г., без антисейсмических мероприятий; фундамент ленточный из бетона, несущие стены из самана, перегородки саманные; перекрытия из деревянных балок, крыша шатровая с шиферной кровлей, отопление печное, газовое, дымоходная труба кирпичная. Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась в помещении, на кухне в состоянии покоя (сидела), услышала гул и треск, как бы по крыше прокатилась горсть гальки, ощутила один толчок, вышла из помещения. Вибрировала стеклянная посуда. Беспокоились животные: лаяли собаки, кудахтали куры.

**Пос. Урожайный**, *ул. Ленина, 17*, дом постройки 1960 г., флигель –1986 г., без антисейсмических мероприятий кирпичные; фундамент ленточный из бетона, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыши шатровые с шиферной кровлей, отопление печное, газовое, дымоходные трубы кирпичные, дом состоит из трех комнат и прихожей, находится в аварийном состоянии. Снаружи дома видимых повреждений нет, внутри во всех комнатах осыпание штукатурки по местам имеющих ранее повреждений, снаружи и внутри флигеля видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась во флигеле в помещении кухни в состоянии покоя (сидела), услышала гул, ощутила один короткий толчок с последующей вибрацией, как при движении тяжело нагруженной машины, сильно испугалась, быстро вышла из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна.

*ул. Ленина, 15*, кирпичный дом постройки 1985 г., без антисейсмических мероприятий; фундамент ленточный из бетона; несущие стены из керамического кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные, состоит из торгового зала, продуктового склада и подсобных помещений. Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась в помещении, в торговом зале, в движении делала уборку на полках с товаром, услышала сильный гул, ощутила волнообразное движение, испугалась, выбежала из помещения. Вибрировали стеклянные бутылки с напитками.

*ул. Мичурина, 4*, кирпичный дом постройки 1985 г., без антисейсмических мероприятий; фундамент ленточный из бетона, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные. Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Трое наблюдателей находились в разных помещениях, двое находились на кухне в движении, одна наблюдательница находилась в комнате, в состоянии покоя (лежала); слышали сильный гул, ощутили волнообразное движение, испугались, выбежали из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна, вибрировала крыша. Беспокоились животные: лаяли собаки, кудахтали куры.

*ул. Мичурина, 4а*, дом постройки 1970 г., без антисейсмических мероприятий, саманный; фундамент ленточный из бетона, несущие стены из самана, перегородки саманные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление печное, газовое, дымоходные трубы кирпичные. Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась вне помещения, на приусадебном участке, в состоянии покоя (стояла), услышала гул и треск, как взрыв, ощутила волнообразное движение, испугалась, осталась на месте.

*ул. Ленина, 11*, кирпичный дом 1955–1958 гг. постройки, без антисейсмических мероприятий, фундамент ленточный из камня, несущие стены из керамического кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные, состоит из производственных помещений (почтовое отделение). Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась в помещении почтовых отправок в состоянии покоя (сидела), услышала сильный гул, ощутила два толчка, первый короткий с последующим колебанием в направлении с севера на юг, сильно испугалась, выбежала из помещения. Рабочий стол вибрировал в направлении север–юг.

#### 4 балла

**С. Сунжа, ул. Ленина, 15**, кирпичный дом 1995 г. постройки, с антисейсмическими мероприятиями; фундамент ленточный из бетонных блоков, несущие стены из силикатного кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из бетонных плит, крыша плоская с битумной кровлей, отопление водяное, дымоходные трубы асбоцементные. Снаружи и внутри здания видимых повреждений нет. Наблюдательница находилась в помещении в комнате в состоянии покоя (стояла), услышала гул и гром длительностью приблизительно 5–8 с, ощутила волнообразное движение в направлении с юга на север, испугалась, быстро вышла из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна.

**Ст. Боргустанская** – наблюдательница находилась вне помещения, на приусадебном участке, в состоянии покоя (стояла), услышала гул, как порыв ураганного ветра, ощутила волнообразное движение (как качнуло), испугалась, осталась на месте.

*ул. Комсомольская, 12*, двое наблюдателей находились в помещении, в комнате, в состоянии покоя (сидели), смотрели телевизор, слышали сильный гул, похожий на сильный ветер, длительностью приблизительно 4–5 с, ощутили один короткий толчок с последующим волнообразным движением, продолжительность одного толчка менее одной секунды, продолжительность всего движения приблизительно 4–5 с, в направлении на северо-запад, испугались, вышли из помещения. В доме вибрировала стеклянная посуда.

*ул. Пролетарская, 25*, три наблюдателя находились в помещении, в комнате, в движении, слышали гул, ощутили один толчок с последующим волнообразным движением, испугались, вышли из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна.

#### **Пос. Октябрьский, Карачаево-Черкесская Республика, Прикубанский р-н**

*ул. Интернациональная, 8*, пятеро наблюдателей находились в помещении кухни в состоянии покоя (сидели), обедали, слышали гул длительностью несколько секунд, ощутили один короткий толчок с последующей вибрацией, как при движении тяжелой машины, испугались, остались на месте. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна.

*пер. Молодежный, 2*, наблюдательница находилась в помещении, в комнате в состоянии покоя (сидела), услышала гул и удар длительностью несколько секунд, ощутила один резкий толчок снизу с последующим волнообразным движением в направлении с востока на запад, продолжительность одного толчка менее одной секунды, продолжительность всего движения приблизительно 5–6 с, испугалась, вышла из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна, качалась люстра, вибрировала крыша.

#### **Г. Эссентуки**

*ул. Энгельса, 32а, 1 этаж*, дом 1955–1960 гг. постройки, без антисейсмических мероприятий, кирпичный, без фундамента, несущие стены из керамического кирпича, перегородки кирпичные, перекрытия из деревянных балок, крыша вальмовая с шиферной кровлей, отопление водяное, дымоходных труб нет, состоит из восьми квартир (однокомнатных и двухкомнатных). Дом построен без фундамента, более пятнадцати лет находится в аварийном состоянии. Снаружи по восточной стене увеличались трещины: по центру из-под крыши вниз – вертикальная трещина, по правой половине – диагональная трещина в направлении вниз и с севера на юг, по левой – диагональная трещина от окна вниз в направлении с юга на север, появились тонкие трещины от окна вниз и в направлении север–юг (рис. 12). Внутри в комнате, на потолке трещина шириной приблизительно 0,1–1 см в направлении с севера на юг длиной 2 м, диагональная трещина в углу кухни шириной приблизительно 1 см; в кухне провисла облицовка потолка.



**Рис. 12.** Диагональная трещина от окна вниз, дом по ул. Энгельса, д. 32 а



Два наблюдателя находились в квартире на первом этаже в комнате в состоянии покоя (сидели), наблюдательница разговаривала по телефону, наблюдатель смотрел телевизор, услышали гул и треск, ощутили вибрацию, испугались, быстро вышли из помещения. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна, вибрировал весь дом.

*пер. Ручейный, 4*, трое наблюдателей находились в разных помещениях; одна наблюдательница находилась в комнате первого этажа, в движении (мыла пол), услышала звук, как гром, загромыхла крыша, ощутила вибрацию, как при несильном ударе током; два наблюдателя находились на кухне цокольного этажа, в состоянии покоя (сидели), ощутили один короткий толчок снизу и волнообразное движение.

**Ст. Бекешевская, ул. Ленина, 101**, наблюдательница находилась в помещении, в комнате, в состоянии покоя (сидела), услышала гул и удар, как при ударе тяжелой машины, гул длительностью 3–5 с, ощутила один толчок с последующим волнообразным движением, продолжительность одного толчка менее 1 с, продолжительность всего движения приблизительно 5–6 с, испугалась, вышла из помещения.

*ул. Ленина, 104*, наблюдательница находилась на крыльце дома в состоянии покоя (стояла), услышала сильный гул, как при движении тяжелой машины, ощутила один короткий толчок с последующим волнообразным движением, качнуло, испугалась, осталась на месте. Вибрировала стеклянная посуда, вибрировали окна, слегка сдвинулся телевизор.

#### **Г. Кисловодск, Ставропольский край**

*ул. Ломоносова*. Две наблюдательницы находились в разных помещениях, первая наблюдательница находилась в кирпичной части дома, на кухне, в состоянии покоя (сидела), услышала гул, ощутила толчок, как при торможении в автобусе качнуло в направлении востока, испугалась, вышла из помещения; вторая наблюдательница находилась в саманной части дома, в комнате в движении, услышала гул, ощутила волнообразное колебание, испугалась, вышла из помещения.

*ул. Революции, 35*, наблюдатель находился во флигеле, в помещении кухни в состоянии покоя (сидел), услышал гул, ощутил два толчка: один короткий снизу, следом слабее второй в направлении запад–восток, остался на месте. Вибрировал водонагревательный прибор, вибрировал флигель, как при движении тяжелой машины.

*Центр сбора данных ЛСМ КМВ ГС РАН* – два наблюдателя находились внутри здания в разных помещениях. Первый наблюдатель находился в помещении мастерской в состоянии покоя (стоял), услышал гул, как при движении тяжелой машины, ощутил 4–5 изолированных толчков, остался на месте. Второй наблюдатель находился в бытовом помещении в состоянии покоя (лежал), ощутил вибрацию, как при падении тяжелой конструкции вне помещения, остался на месте. Все данные представлены в табл. 4.

**Таблица 4.** Макросейсмические данные о Суворовском землетрясении 22 июля 2006 г. в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$ .

№	Пункт	Δ, км	Координаты		№	Пункт	Δ, км	Координаты	
1	<u>5 баллов</u>	4	44.20	42.65	11	Красновосточный	36	43.96	42.31
	Суворовская				33	44.15	43.1		
2	<u>4–5 баллов</u>	9	44.22	42.77				12	Пятигорск
	Урожайный								
3	Гражданское	10	44.12	42.76	13	Минеральные Воды	<u>2–3 балла</u>		
4	<u>4 балла</u>	14	44.23	42.82	14	Черкесск	50	44.25	42.08
	Сунжа				<u>2 балла</u>				
5	Боргустанская	16	44.06	42.53	15	Кавказский	16	44.04	42.70
6	Октябрьский	18	44.26	42.49	16	Ясная Поляна	17	44.02	42.75
7	Ессентуки	20	44.08	42.87	17	Счастливое	32	44.17	42.27
8	Бекешевская	20	44.12	42.43	18	Курсавка	35	44.45	42.51
9	Кисловодск	27	43.95	42.75	19	Холоднородниковское	35	44.14	42.26
10	<u>3–4 балла</u>	31	43.93	42.44	20	Усть-Джегута	55	44.09	41.98
	Тереза								

На основе данных табл. 4 построена карта изосейст Суворовского землетрясения (рис. 13). Проведенные изолинии балльности вытянуты в направлении, совпадающем с диагональным Армавиرو-Невинномысским глубинным разломом.

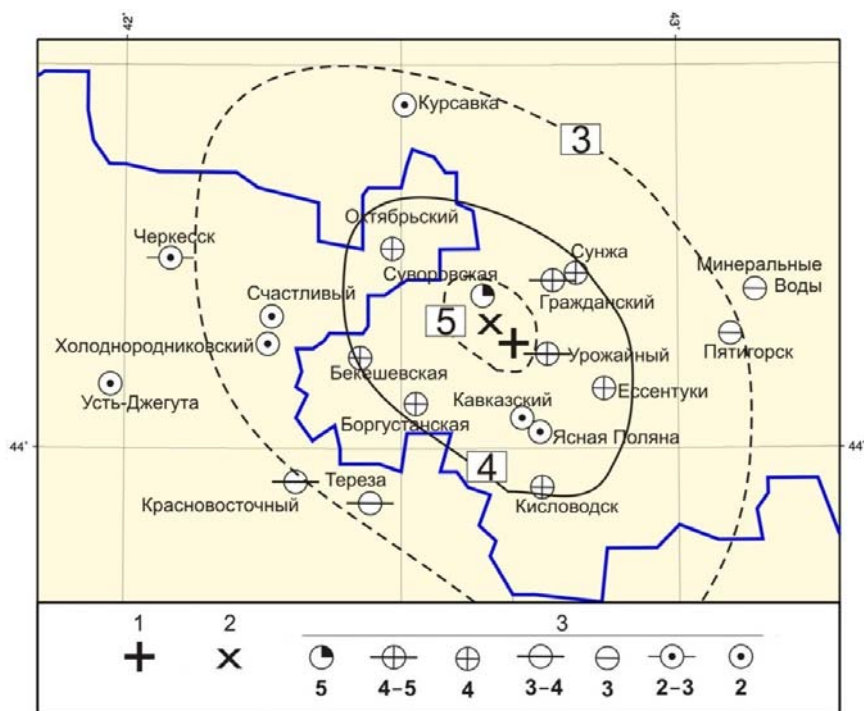


Рис. 13. Карта изосейст Суворовского землетрясения 22 июля 2006 г. с  $K_p=11.3$

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно; 3 – интенсивность в баллах.

Координаты макросейсмического эпицентра  $44.16^\circ\text{N } 42.67^\circ\text{E}$  определены как центр тяжести плейстосейстовой зоны, окруженной 5-балльной изосейстой, ориентировочная конфигурация которой определена устойчивым положением 4-балльной изосейсты. Она же определила и конфигурацию 3-балльной изосейсты, т.к. пункты интенсивности колебаний в 3 балла были известны только на юго-западе (Тереза и Красновосточный – 3–4 балла) и востоке (Пятигорск и Минеральные Воды – 3 балла).

4-балльная изосейста представляет собой квазиэллипс, отношение большой и малой полуосей  $l_a/l_b=1.62$ . Площади, ооконтуренные изосейстами, равны: 5-балльной –  $S_5=150 \text{ км}^2$  4-балльной –  $S_4=1995 \text{ км}^2$ , 3-х балльной –  $S_3=9250 \text{ км}^2$ .

Предварительная оценка расчетной интенсивности сотрясений в эпицентре  $I_0$  по известному уравнению Н.В. Шебалина [12]:

$$I_0 = bM - v \lg h + c \quad (1) = 5.5$$

с использованием средних значений параметров

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

дала значение  $I_0=5-6$  баллов.

При применении других коэффициентов затухания для региона Северный Кавказ из [13]:

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

и значения  $MS=4.1$  (расчетное по формуле  $MS = (K_p - 4)/1.8$ ) (табл. 1) при глубине  $h=10 \text{ км}$  также получим  $I_0=5-6$  баллов.

Макросейсмический эпицентр близок к инструментальному, полученному по региональным данным и методике и расположен в 4 км на северо-запад от инструментального. Следует заметить, что это значение сопоставимо с погрешностью вычисления координат эпицентра для исследуемого района.

## Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В., Амиров С.Р., Девяткина Л.В. (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Асманов О.А., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Яфимова Я.П., Киселева О.А., Цирихова Г.В., Калоева И.Ю. Каталог землетрясений ( $N=1425$ ) и взрывов ( $N=16$ ) Северного Кавказа за 2006 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2006 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2006–2007. – [Электронный ресурс]. – [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2006/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2006/)
3. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2006.** – Thatchem: ISC, 2008.
4. Габсатарова И.П. (отв. сост.) Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2006 г. ( $N=3$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. Ландер А.В. Комплекс программ определения механизмов очагов землетрясений и их графического представления // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов (01.01.2003–31.12.2003) // Отчет КОМСП ГС РАН. – Петропавловск-Камчатский: Фонды КОМСП ГС РАН, 2004. – С. 359–380.
6. 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.
7. Расцветаев Л.М., Маринин А.В., Тверитинова Т.Ю. Позднеальпийские дизъюнктивные системы и геодинамика Западного Кавказа // Физика Земли. – 2010. – № 5. – С. 31–40.
8. Милановский Е.Е., Расцветаев Л.М., Кухмазов С.У., Бирман А.С., Курдин Н.Н., Симако В.Г., Тверитинов Т.Ю. Новейшая геодинамика Эльбрусско-Минераловодской области Северного Кавказа // Геодинамика Кавказа. – М.: Наука, 1989. – С. 99–105.
9. Летавин А.И., Орел В.Е., Чернышёв С.М., Жорина З.И., Савельева Л.М., Масленникова Т.А., Кондратьев И.А., Коновалов В.И., Косарев В.С., Марков А.Н., Мирзоев Д.А., Мовшович Е.В., Станулис В.А., Хлуднев В.Ф., Шарафутдинов Ф.Г., Бакланов В.Г., Воцалевский З.С., Сидоров В.В. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. – М.: Наука, 1987. – 96 с.
10. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). П б. Кавказ [50–1974 гг.,  $M \geq 4.0$ ,  $I_0 \geq 5$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
11. Лутиков А.И., Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Методика оценки сейсмической опасности на стадии уточнения исходной сейсмичности // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Третьей Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 81–86.
12. Шебалин Н.В. Количественная макросейсмика // Проблемы макросейсмики (Вычислительная сейсмология. Вып. 34). – М.: ГЕОС, 2003. – С. 55–200.
13. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. // Ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. – М.: Наука, 1977. – С. 20–33.