

## **II. МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ**

УДК 550.348.436 (571.642)

**САБИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 8 января 1996 года,  $MLH=5.7$ ,  $I_0=7$  (Сахалин)**

**Л.С. Оскорбин, А.А. Шолохова, А.А. Садчикова, И.А. Паршина**

8 января 1996 г. в 10<sup>h</sup>04<sup>m</sup> (21<sup>h</sup>04<sup>m</sup> по сахалинскому времени) на северо-востоке Сахалина в 20 км западнее пос. Сабо произошло сильное землетрясение с магнитудой  $MLH=5.7$  [1]. Ощутимые землетрясения в этом районе наблюдались и ранее, например, Байкаловское землетрясение, происшедшее 12.05.1957 г. в 06<sup>h</sup>48<sup>m</sup> с  $MLH=5.5$ ,  $I_0=(6-7)$  баллов [2].

Сбор макросейсмических данных выполнен сотрудниками ОМСП ИМГиГ ДВО РАН в течение 13-20 января 1996 г. Обработка макросейсмических материалов проведена на основе шкалы MSK-64 [3] и MMSK-84 [4]. Максимальный наблюдаемый макросейсмический эффект в 7 баллов отмечен в пос. Сабо и по его имени землетрясение названо Сабинским.

В пос. Сабо в одноэтажных деревянных и сборно-щитовых домах жители испытали сильный толчок, испуг, панику и стресс (у людей пожилого возраста). Некоторые выбежали из домов, держась за косяки, ибо иначе передвигаться было невозможно. Люстры сильно раскачивались (бились о потолок на расстоянии до 30 см). Штукатурка осыпалась кусками, а по старым замазкам появились трещины; потрескались обои и бумага, которой заклеивали старые трещины. Многие отметили после сильного толчка плавные колебания. В двухэтажных деревянных домах (в основном, старой постройки) образовались трещины в перекрытиях, штукатурка обваливалась кусками до 20-30 см<sup>2</sup>, люстры раскачивались, трескались оконные рамы, телевизоры сдвинулись на 5-10 см, большой, тяжелый шифоньер – на 5 см, в местах сварки батарей парового отопления осыпалась краска со швов, жители выбежали из домов, держась за стены. В двухэтажных шлакоблочных домах, с антисейсмическими мероприятиями на 7 баллов, увеличились старые и появились новые трещины в местах соединения стен и потолков и в междублочных соединениях (в одном месте лопнула шлакоблочная перегородка до 0.7 см по всей длине стены), осыпалась штукатурка, полопались обои, люстры сильно раскачивались, был слышен скрежет панелей. Такие проявления соответствуют интенсивности сотрясений 7 баллов.

В пункте нефтедобычи Крапивнинском трясло и раскачивало будку так, что железный предмет весом около 8 кг переместился из одного ее конца в другой, трактора, весом около 15 тонн каждый, сдвинулись на 15 см (остался след колес на снегу). Интенсивность сотрясений не ниже 6 баллов.

Такая же интенсивность сотрясений наблюдалась в пос. Тунгор и Озерный. В первом из них люди ощутили толчок, затем плавное раскачивание, слышали подземный гул, сильно испугались, выбежали на улицу, некоторые передвигались с трудом; в пятиэтажных крупноблочных домах между блоками появились новые и расширились старые трещины, осыпалась штукатурка; в деревянных двухэтажных домах стены трескались, обои рвались, осыпалась побелка; во всех домах раскачивались люстры (в некоторых – сильно), с полок падали книги, цветы – со стен и шкафов. В пос. Озерный – дома деревянные, одноэтажные, в основном давней постройки. Опрошенные жители ощущали землетрясение все, в том числе и на улице. Отмечали гул (с юга на север), некоторые жители выбежали из домов, многие отметили головокружение. В некоторых домах потрескались печи. В домах падала посуда, люстры раскачивались, телевизоры сдвигались на расстояние до 5 см.

В пос. Эхаби – дома деревянные, одно- и двухэтажные. Сотрясения ощущались всеми жителями; испугались многие, многие выбежали из домов. Отмечены сильные колебания, рвались обои, открывались дверцы шкафов, раскачивались люстры; появились новые трещины в штукатурке. В одном, довольно ветхом доме, опустились полы, и одна стена выгнулась дугой. Интенсивность сотрясений оценена в 5-6 баллов.

В г. Оха все опрошенные жители, находившиеся во время землетрясения как на улице, так и в домах, ощутили сотрясение, при этом некоторые "паниковали" и выбежали из домов. Отмечена

вибрация, затем сильные колебания, многие слышали подземный гул. Падали незакрепленные и неустойчивые предметы, книги; сдвигались телевизоры на полированных тумбочках и незакрепленные легкие шкафчики. В деревянных домах осыпалась штукатурка, образовались тонкие трещины. В крупнопанельных и блочных домах расширились старые и образовались новые трещины в штукатурке, в местах соединения стен и потолков и в междублочных соединениях. В одноэтажном деревянном (брусчатом) доме сейсмической станции "Оха" все сотрудники ощутили землетрясение в виде вибрации, толчка и сильного колебания (в течение примерно 10-15 с). Раскачивалась электрическая лампочка, колебалась вода в фотоковете; ПУСС отъехал от стены на несколько сантиметров. Отмечено падение небольших кусков штукатурки, расширение уже имевшихся и образование новых длинных косых трещин в штукатурке стен и потолка; заметно увеличились щели между полами и плинтусами, появились мелкие трещины в кирпичной кладке печи. Все проявления соответствуют 5-6 балльной интенсивности сотрясений.

Перечень всех обследованных пунктов Сахалина и Хабаровского края с указанием интенсивности наблюдаемых сотрясений и расстояния до инструментального эпицентра приведен в табл. 1. Территориальное распределение интенсивности сотрясений показано на рис. 1.

**Таблица 1.** Макросейсмические данные о Сабинском землетрясении 8 января в  $10^4 M$  (MLH=5.7)

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
	<u>7 баллов</u>			<u>3-4 балла</u>	
1	Сабо, пос.	18	27	Озерпах, Хбр. край	98
	<u>6-7 баллов</u>		28	Ниж. Пронге, Хбр. край	106
2	Пост 3, нфп. Оха-Кмс.	12	29	Оремиф, Хбр. край	108
	<u>6 баллов</u>		30	40 км зап. пос. Даги	108
3	Крапивнинское, пункт нфд.	23	31	Горячие Ключи, пос.	128
4	Сабо, ж/д ст. узк. Ноглики-Оха	25	32	Николаевск-на-Амуре, г.	133
5	Тунгор, пос.	31	33	Вени, ж/д ст. узк. Ноглики-Оха	138
6	Озерный	36	34	Ныш, пос.	181
	<u>5-6 баллов</u>		35	Ныш, хутор	183
7	Мухто, трансф. подст.	30	36	Ныш, ж/д ст. Тымовск.-Ноглики	185
8	Эхаби, пос.	43		<u>3 балла</u>	
9	Восточный-2, пос.	43	37	Арги-Паги, пос.	201
10	Паромай, ж/д ст. узк. Ноглики-Оха	46	38	Альба, ж/д ст. Тымовское-Ноглики	208
11	Оха, г.	50	39	Иркир, пос.	212
	<u>5 баллов</u>		40	Чир-УНВД, пос.	217
12	Нов. Лангры, пос.	39	41	Горки, пос.	220
13	Лагури, пос.	46	42	Адо-Тымово, пос.	225
14	Москальво, пос.	47		<u>2-3 балла</u>	
15	Пильтун, пос.	55	43	Слава, пос.	236
16	Некрасовка, пос.	57	44	Молодежное, пос.	238
17	Рыбновск, пос.	59	45	Воскресеновка, пос.	252
18	Пильтун, ж/д ст. узк. Ноглики-Оха	59	46	Александровск-Сахалинский, г.	255
19	Колендо	67	47	Тымовское, пос.	257
	<u>4-5 баллов</u>		48	Восход, пос.	259
20	Рыбное, метеостанция	62	49	Красная Тымь, пос.	263
21	Вал, пос.	96		<u>1-2 балла</u>	
	<u>4 балла</u>		50	Кировское, пос.	
22	Пуир, Хбр. край	84		<u>Ощущалось с неопределенной</u>	
23	Монги, пункт нфд.	108		<u>балльностью</u>	
24	Даги, пос.	117	51	Нефтегорск, бывш. пос.	26
25	Ноглики, пос.	154	52	Набиль, порт	166
26	Катангли, пос.	165	53	Многовершинный, Хбр. край	202

Сокращенные обозначения: трансф. подст. – трансформаторная подстанция; ж/д ст. узк. – станция узкоколейной железной дороги; пункт нфд – пункт нефтедобычи; нфп – нефтепровод; Хбр. край – Хабаровский край; Кмс – Комсомольск-на-Амуре.

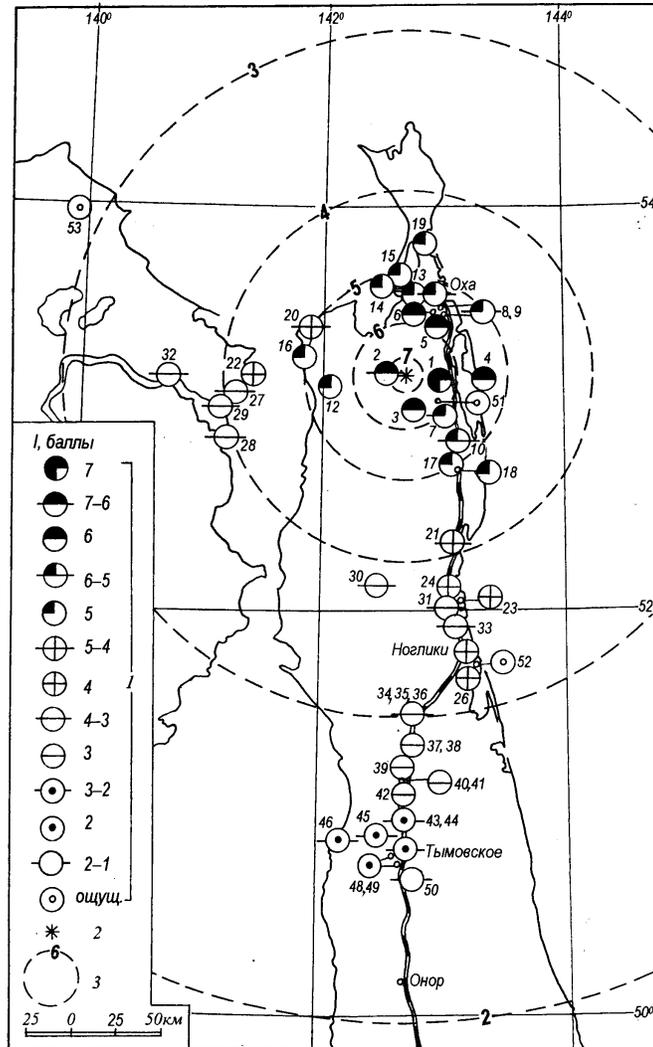


Рис. 1. Макросейсмическая схема Сабинского землетрясения и расчетные круговые изосейсты

1 – интенсивность сотрясений I в баллах по шкале MSK-64 [3]; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – изосейсты.

Из-за редкости расположения населенных пунктов на Северном Сахалине наблюдаемые изосейсты построить достаточно сложно. Поэтому обобщение макросейсмических данных сделано на основе использования расчетных круговых изосейст по уравнению, полученному из наблюдений (табл. 1). При этом принято, что вид уравнения макросейсмического поля соответствует форме Блейка-Шебалина [5]

$$I = bM - v \lg r + c \quad (1),$$

где  $b=1.6$ , среднему для Сахалина [6]. В результате методом наименьших квадратов было получено следующее уравнение:

$$(I \pm 0.35) = 1.6 MLH - (3.70 \pm 0.15) \lg r + (2.3 \pm 0.3) \quad (2),$$

по которому рассчитаны интенсивность сотрясений в эпицентре ( $I_0^p=7.5$  балла) и радиусы круговых изосейст (рис. 1).

С целью сопоставления затухания макросейсмического эффекта Сабинского и других землетрясений Сахалина рассмотрим сводку данных о параметрах уравнения макросейсмического поля в табл. 2, рассчитанных аналогичным образом.

Как видим, параметры "v" и "c" при Сабинском землетрясении близки к минимальным в представленной выборке.

Для Сабинского землетрясения имеется небольшое число записей параметров колебаний

грунта (смещения (A), скорости (v), ускорения (a)) на трех ближайших сейсмических станциях: "Оха", "Николаевск-на-Амуре", "Тымовское". Аппаратура станций описана в [9]. Зарегистрированные параметры колебаний грунта приведены в табл. 3.

**Таблица 2.** Сводка данных о параметрах "v" и "c" уравнения макросейсмического поля (1) при условии, что  $b=const=1.6$

Ист.	Название землетрясения	Дата, д м год	t <sub>0</sub> , ч мин с	Эпицентр		MLH	I <sub>0</sub>	v	c	r	δI
				φ°, N	λ°, E						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Охинское	07.06.1953	01 58 06 ±10 с	53.6 ±0.1	143.0 ±0.1	5.2 ±0.5	7 ±0.5	4.31 ±0.56	3.65 ±0.33	-0.92	±0.40
2	Углегорское I	21.11.1956	06 22 10 ±5 с	49.1 ±0.1	141.9 ±0.1	5.0 ±0.5	6-7 ±0.5	5.01 ±0.54	5.17 ±0.96	-0.96	±0.38
3	Анивское II	10.05.1964	08 12 35 ±5 с	46.6 ±0.1	142.4 ±0.1	5.0 ±0.3	6-7 ±0.5	4.68 ±0.76	2.85 ±1.13	-0.75	±0.78
4	Ногликское I	02.10.1964	00 58 37 ±2 с	51.9 ±0.1	143.3 ±0.1	5.8 ±0.2	8-9 ±0.5	5.06 ±0.27	4.92 ±0.49	-0.94	±0.56
5	Углегорское II	06.02.1973	20 46 50 ±2 с	49.2 ±0.1	141.9 ±0.1	4.7 ±0.3	7 ±0.5	5.21 ±0.43	5.40 ±0.70	-0.93	±0.50
6	Ногликское II	25.07.1977	00 05 48.9 ±1 с	51.83 ±0.1	143.01 ±0.1	4.6 ±0.3	7 ±	4.68 ±0.72	2.88 ±1.03	-0.85	±0.61
7	Нефтегорское	27.05.1995	13 03 53.2 ±0.4 с	52.55 ±0.13	142.75 ±0.12	7.0 ±0.5	8-9 ±0.5	4.25 ±0.10	2.53 ±0.23	-0.97	±0.44
8	Ногликское III	30.09.1995	13 56 29.7 ±1.0 с	51.96 ±0.05	143.00 ±0.05	5.0 ±0.3	6 ±0.05	3.37 ±0.45	1.71 ±0.24	-0.93	±0.36
9	Сабинское	08.01.1996	10 04 48.2 ±0.5 с	53.17 ±0.16	142.68 ±0.28	5.7 ±0.3	7 ±0.5	3.70 ±0.15	2.34 ±0.30	-0.96	±0.35
Сахалин, среднее								4.41 ±0.10	3.32 ±0.16	-	±0.95

Примечание. Информация в графах 2-8 заимствована из [2] для землетрясений №№1-5, из [7] – для №6, из [8] – для №№7,8; значения параметров макросейсмического поля в графах 9-12 взяты из [6].

**Таблица 3.** Максимальные амплитуды смещения, скорости и ускорения колебаний грунта при Сабинском землетрясении

Станция	I, балл	Δ, км	Время наступления макс, ч мин с	Параметр колебания грунта					
				Смещение		Скорость		Ускорение	
				T, с	A <sub>max</sub> , μ	T, с	v <sub>max</sub> , см/с	T, с	a <sub>max2</sub> , см/с <sup>2</sup>
Оха	5-5.5	49	10 05 07.5	0.57	1526	0.48	0.958	0.21	18.2
Николаевск-на-Амуре	3-4	128	10 05 31.2					0.38	7.1
Тымовское	2-3	257	10 06 19.0	2.2	429				

На сейсмической станции "Оха" при ускорении 18.2 см/с<sup>2</sup> (табл. 3) наблюдались сотрясения с интенсивностью 5-6 баллов, хотя по средним оценкам, приведенным в табл. 14 из [10], при таком ускорении интенсивность сотрясений должна была быть не выше 5 баллов, и, наоборот, для станции "Николаевск-на-Амуре" по средним оценкам для ускорения 7.1 см/с<sup>2</sup> интенсивность сотрясений должна была быть равной 4 балла, тогда как наблюдалось 3-4 балла. Следовательно, наблюдаемый эффект при Сабинском землетрясении несколько отличается от средней оценки по [10].

Сопоставим также наблюдаемое на сейсмической станции "Оха" значение скорости колебаний грунта, равное v<sub>max</sub>=0.958 см/с, со среднестатистическим его значением по совокупности наблюдений над афтершоками Нефтегорского землетрясения. Исходными данными являются показания velocиграфа v<sub>1</sub> на этой станции для 44 афтершоков. В табл. 4 дано их распределение по балльности.

**Таблица 4.** Число n сотрясений разной балльности на станции "Оха" от афтершоков Нефтегорского землетрясения

I, балл	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
n	12	13	6	7	3	2	1

Расчет выполнен методом наименьших квадратов, получены следующие два уравнения:

$$\lg v_i, \text{ см/с} \pm 0.27 = (0.46 \pm 0.05)I_i - (2.53 \pm 0.15) \quad (3),$$

$$I_i \pm 0.47 = (1.43 \pm 0.16)v_i + (3.15 \pm 0.08) \quad (4).$$

Одновременно по данным наблюдений интенсивности сотрясений за 1953-97 гг. в районе г. Оха получено следующее уравнение макросейсмического поля:

$$I_i \pm 0.63 = (1.6 \pm 0.05)MLH - (2.66 \pm 0.29)\lg r_i + (1.29 \pm 0.53) \quad (5).$$

Совместное решение уравнений (3) или (4) с (5) относительно  $I_i$  приводит к соотношению

$$\lg v_i, \text{ см/с} = 0.736MLH - 1.224\lg r_i - 1.932 \quad (6),$$

согласно которому расчетное значение  $v_i$  для Сабинского землетрясения  $v_i=1.57$  см/с, что примерно в 1.5 раз выше наблюдаемого  $v_i=0.958$  см/с. Это может быть связано с условиями в очаговой зоне, поскольку Сабинское землетрясение не является афтершоком Нефтегорского землетрясения по следующим соображениям:

- очаг землетрясения расположен вне основной зоны афтершоков Нефтегорского землетрясения;
- гипоцентр землетрясения расположен в северной части Гыргыланьинского разлома, а не Верхне-Пильтунского, к которому относится гипоцентр Нефтегорского землетрясения (см. рис. 3 в [11]).

Вместе с тем оба землетрясения произошли в пределах одной и той же сейсмогенной зоны – Северо-Восточной Сахалинской согласно [12].

#### Л и т е р а т у р а

1. **Фокина Т.А., Шолохова А.А. (отв. сост.), Паршина И.А., Садчикова А.А., Величко Л.Ф.** Сахалин. См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
2. **Оскорбин Л.С. (отв. сост.), Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л. 1977.** Сахалин // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. С. 358-373.
3. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). 1965.** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11 с.
4. **Ершов И.А., Шебалин Н.В. 1984.** Проблема конструкции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологов // Прогноз сейсмических воздействий. М.: Наука. С. 78-89 (Вопр. инж. сейсмологии; Вып. 25).
5. **Шебалин Н.В. 1968.** Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука. 1968. С. 95-111.
6. **Оскорбин Л.С. 2000.** Макросейсмическая балльность Сахалина и повторяемость сотрясений в отдельных пунктах // Память и уроки Нефтегорского землетрясения. Научно-технический семинар-совещание 24-25 мая 2000 г., Южно-Сахалинск. М.: Изд-во ПОЛТЕКС. С. 68-71.
7. **Кондорская Н.В., (отв. сост.), Кисловская В.В., Павлова Л.Н., Хромецкая Е.А. 1981.** Основной каталог сильных землетрясений на территории СССР // Землетрясения в СССР в 1977 году. М.: Наука. С. 142-148.
8. **Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Шолохова А.А., Садчикова А.А., Величко Л.Ф., Паршина И.А., Левит Е.В. 2001.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 311-322.
9. **Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А.** Сахалин. См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
10. **Штейнберг В.В., Сакс М.В., Аптикаев Ф.Ф., Алказ В.Г., Гусев А.А., Ерохин Л.Ю., Заградник И., Кендзера А.В., Коган Л.А., Лутиков А.И., Попова Е.А., Раутиан Т.Г., Чернов Ю.К. 1993.** Методы оценки сейсмических воздействий (пособие) // Задание сейсмических воздействий. М.: Наука. С. 5-93. (Вопросы инженерной сейсмологии; Вып. 34).
11. **Оскорбин Л.С., Поплавский А.А., Стрельцов М.И., Шолохова А.А., Давыдова Н.А., Койкова Л.Ф., Садчикова А.А., Хритова Л.И. 2001.** Нефтегорское землетрясение 27(28) мая 1995 года ( $M_w=7.1$ ) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 170-182.
12. **Оскорбин Л.С. 1977.** Сейсмогенные зоны Сахалина и сопредельных областей // Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. Южно-Сахалинск: Изд-во ИМГиГ. С. 154-178. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией; Т. VI).