

ЯЛТИНСКОЕ-II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 19 октября 1997 года с $MLH=3.8$, $I_0 = 4$ (Крым)**А.Н. Пустовитенко, В.С. Князева**

Землетрясение 19 октября в 01^h56^m с $K_{II}=11.5$ сопровождалось двумя афтершоками, один из которых с $K_{II}=9.4$ произошел через 40.3 с, а второй с $K_{II}=6.2$ через двое с половиной суток после основного толчка. Координаты основного толчка и афтершоков практически совпадают, глубины всех землетрясений в пределах точности определения примерно одинаковые (табл. 1). За 10 дней до основного толчка на этой же глубине, но в 16 км юго-восточнее от него, был зарегистрирован слабый форшок с $K_{II}=7.5$ [1]. Таким образом, энергетическая ступень между основным толчком, форшоком и первым афтершоком составляет соответственно $\Delta K=4.0$ и $\Delta K=2.1$.

Таблица 1. Основные параметры Ялтинского-II землетрясения, его форшока и афтершоков

Событие	Дата, д м	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	δh , км	K_{II}
				φ^0 , N	λ^0 , E				
ф – к	09.10	10 27 14.5	0.5	44.28	34.37	5	29	5	7.5
гл. т.	19.10	01 56 33.1	0.5	44.34	34.22	5	29	5	11.5
а – к	19.10	01 57 13.4	0.5	44.31	34.21	5	25	5	9.4
а – к	21.10	20 14 57.4	1.1	44.30	34.24	11	28	11	6.2

Землетрясение было записано сейсмическими станциями "Ялта", "Алушта", "Севастополь", "Симферополь", "Судак", "Феодосия", "Керчь" и "Анапа" (табл. 2). На первых шести станциях зарегистрированы четкие знаки первых вступлений по вертикальной составляющей записи ("Севастополь" – плюс, остальные – минусы), на станциях "Керчь" и "Анапа" первые вступления не четкие.

Таблица 2. Времена пробега сейсмических волн Ялтинского-II землетрясения до станций Крыма

Станция		Δ , км	Времена пробега, с			
Название	Код		P_n	P_g	S_n	S_g
Ялта	YAL	17		5.5		9.7
Алушта	ALU	40		8.5		14.5
Севастополь	SEV	49		9.5		16.4
Симферополь	SIM	68		12.2		21.3
Судак*		87		15.4		26.6
Феодосия	FEO	119		20.4		35.4
Керчь*		207			51.8	
Анапа	ANP	252	36.9		63.9	

* Станция не имеет международного кода.

К сожалению, из-за малого интервала времени между главным толчком и афтершоком последний наложился на хвостовую часть записи, что не позволило использовать длительность и форму записи для определения магнитуды по длительности M_d и по коду M_c . В то же время, благодаря хорошей записи поперечных волн каналами пониженной чувствительности на станциях "Алушта" и "Судак" после их оцифровки и расчета спектров удалось оценить сейсмический момент $M_0=2.75 \cdot 10^{15}$ Н·м [2,3], а через него, используя соотношение (18) из [4]:

$$\lg M_0 = 1.07 MLH + 18.6,$$

определить $MLH=3.6$. Используя другие соотношения из [5]

$$MLH = 0.55 K_{II} - 2.3,$$

$$m_b = 0.69 K_{II} - 3.58,$$

получаем близкое к определению по M_0 значение $MLH = 3.8$, а $m_b = 4.4$.

Главный толчок ощущался на южном берегу Крыма с интенсивностью от двух до четырех баллов по шкале MSK-64 [6] в городах и поселках городского типа, расположенных вдоль побережья от Симеиза до Солнечногорска.

Обследование характера проявлений землетрясения было выполнено 21 октября группой микросейсмораионирования Крымского Отдела сейсмологии ИГ НАН Украины [7]. Всего было получено 605 данных опросов в 20 населенных пунктах.

Таблица 2. Макросейсмические данные о Ялтинском землетрясении 19 октября в 01^h56^m ($K_{II}=11.5$, $MLH=3.8$)

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>4 балла</u>			<u>2-3 балла</u>	
1	Кореиз	13	11	Кипарисное	32
2	Мисхор	14	12	Малый Маяк	35
3	Алупка	14	13	Алушта	40
4	Никита	15	14	Верхняя Кутузовка	44
5	Ялта	17		<u>2 балла</u>	
	<u>3 балла</u>		15	Симеиз	19
6	Ай-Тодор	10	16	Изобильное	38
7	Гаспра	10	17	Солнечногорское	48
8	Гурзуф	19	18	Перевальное	53
9	Краснокаменка	22		<u>Не ощущалось</u>	
10	Партенит	24	19	Форос	47
			20	Байдарские ворота	48
			21	Орлиное	50

Большая часть сведений получена при опросе жителей, находившихся в момент землетрясения на верхних этажах многоэтажных домов. Поэтому при обработке результатов в таких случаях результирующий балл уменьшался на единицу. Сведения с первых этажей оговорены в тексте в каждом случае отдельно.

С наибольшей интенсивностью сотрясений в 4 балла землетрясение ощущалось от Алупки до поселка ГНБС (Государственный Никитский Ботанический Сад). При этом, поскольку землетрясение произошло ночью в 03^h56^m местного времени, некоторые жители, проснувшиеся даже с испугом, отметили, что толчок был слабый. По всей вероятности они сообщали о втором толчке, который произошел через 40 секунд после первого и который они ощутили уже после пробуждения. Отметим наиболее характерные сведения из зон разной балльности.

I=4 балла:

- В *Кореизе* опрошено 32 человека. Многие проснулись, некоторые с испугом. Слышали грохот, подземный гул, дребезжала посуда. Утром на море видели широкую полосу белой пены ("как стиральным порошком засыпано").
- В *Мисхоре* из 10 опрошенных многие проснулись от удара, никто не испугался.
- В *Алупке* опрошено 64 человека. Не спящие ощутили сильный толчок. Многие же спящие проснулись от слабого толчка. Некоторые испугались. Открывались дверцы мебели, дребезжала посуда довольно сильно. Почти никто не испугался, некоторые хотели выйти на улицу. Утром на море видели сильную белую пену.
- В *Никите* опрошено 5 человек. Землетрясение ощущалось довольно сильно в 9-ти и 12-ти этажных домах. Жители проснулись от толчка (с испугом), дребезжали стекла в окнах, дрожала мебель. Собирались выйти из помещений.
- В *Ялте* опрошен 81 человек. Многие спящие проснулись. Ощутили слабый толчок (некоторые отметили 2 толчка). Слышали гул со стороны моря. Замечено дребезжание стекол, посуды, колебание и сотрясение мебели. В *Ливадии* в больнице трясло, качалась кровать.

I=3 балла:

- В районе *мыса Ай-Тодор* ("Ласточкино гнездо", санаторий "Днепр", санаторий "Парус", бар на дороге) опрошены 8 человек. Некоторые ощутили землетрясение, особенно на верхних этажах.
- В *Гаспре* опрошено 37 человек. На 1-2-х этажах землетрясение ощутили немногие

(проснулись от сильного толчка). На верхних этажах проснулись многие, слышали звон, дребезжание.

- В *Гурзуфе* произведено 57 опросов, большинство проснувшихся не поняли, что их разбудило, отмечен не сильный толчок со стороны моря. Почти никто не испугался. Трое из опрошенных, проснулись на втором этаже от ударов кроватей о стену. Некоторые слышали дребезжание посуды, стекол, сотрясение мебели. В одноэтажном доме женщина не спала, ощутила слабый толчок.
- В *Краснокаменке* опрошено 31 человек. Большинство ощутивших землетрясение не спали, почувствовали довольно сильный толчок, слышали дребезжание посуды. Спавшие проснулись с испугом.
- В *Партените* опрошено 80 жителей 1-10-х этажей. Многие проснулись от легкого толчка или сотрясения. Никто не испугался. На всех этажах землетрясение ощутили примерно одинаково.

I=2-3 балла:

Проявления колебаний в 2-3 балла характеризуются следующими сведениями.

- В *Кипарисном* из троих опрошенных проснулась одна бабушка, ей показалось, что кровать скрипнула.
- В *Малом маяке* опрошено 33 человека в одноэтажных и многоэтажных домах. На 1-2-х этажах землетрясение практически не ощущалось, проснулся 1 человек "непонятно от чего". Начиная с 3-го этажа, примерно половина опрошенных проснулись от мягкого слабого толчка.
- В *Алуште* большинство из 47 опрошенных на 1-м этаже землетрясение не ощущали. На 3-4-х этажах отмечено движение дивана. Начиная с 5-го этажа, большинство опрошенных проснулись от легкого покачивания, которое не связывали с землетрясением. Некоторые слышали дребезжание посуды, стекол, дрожание мебели, два человека проснулись с испугом.
- В *Верхней Кутузовке* опрошено 22 человека в одноэтажных домах. Все опрошенные спали и землетрясение не ощущали. Одна женщина не спала, сама землетрясение не ощутила, но услышала дребезжание стекла в окне. Другую женщину разбудила собака.

I=2 балла:

- Сотрясения с интенсивностью 2 балла отмечены в Симеизе, Изобильном, Солнечногорске и Перевальном.
- В *Симеизе* землетрясение почти не ощущалось (опрошено 24 человека). На 4-м этаже ощутили толчок и слышали звон посуды.
- В *Изобильном* опрошен 31 человек. Спящие в 1-2-х этажных домах землетрясение не ощущали, двое (одна женщина лежала, другая стояла) заметили, что их слабо качнуло. Лежавшая (с высоким артериальным давлением) услышала, как на улице что-то затарахтело.
- В *Солнечногорске* из 16 опрошенных проснулась только одна пожилая женщина: "На улице что-то сильно неприятно гудело".
- В *Перевальном* опрошено 32 человека. Все спали, землетрясение не ощущали. Сторож дачного массива около 3-4-х часов ночи слышал испуганный вой собак.

Подводя итоги опросов можно отметить следующие важные обстоятельства.

1. Интенсивность сотрясений в эпицентре, рассчитанная по уравнению из [8]

$$I_0 = 1.5M - v \lg h + c$$

при условии, что $h=29$ км (табл. 1), а экспериментально определенные для Крыма коэффициенты $v=3.5$, $c=3.0$ [8], составляет 3.6 баллов. После округления в пределах точности расчетов получается значение $I_0=4$ балла.

2. С наибольшей интенсивностью до 4 баллов землетрясение ощущалось от Алупки до поселка Никита.
3. К юго-западу от Алупки интенсивность колебаний резко упала от 4-х баллов в Алупке до 2-х в Симеизе. Далее нигде землетрясение не ощущалось. В то же время в северо-восточном направлении энергия землетрясения ослабевала постепенно и оно ощущалось до Солнечногорска и Перевального, расположенных на расстоянии около 50 км от очага (табл. 3).
4. В районе Алупки и Кореиза на море видели полосу сильной белой пены, что может свидетельствовать об образовании мутьевых потоков на морском склоне. В Ялте слышали подземный гул (в Кореизе грохот).

К сожалению, вытянутое вдоль побережья расположение пунктов опроса, отсутствие таковых в горной части полуострова позволяет провести только предположительные изосейсты распределения балльности (рис. 1).

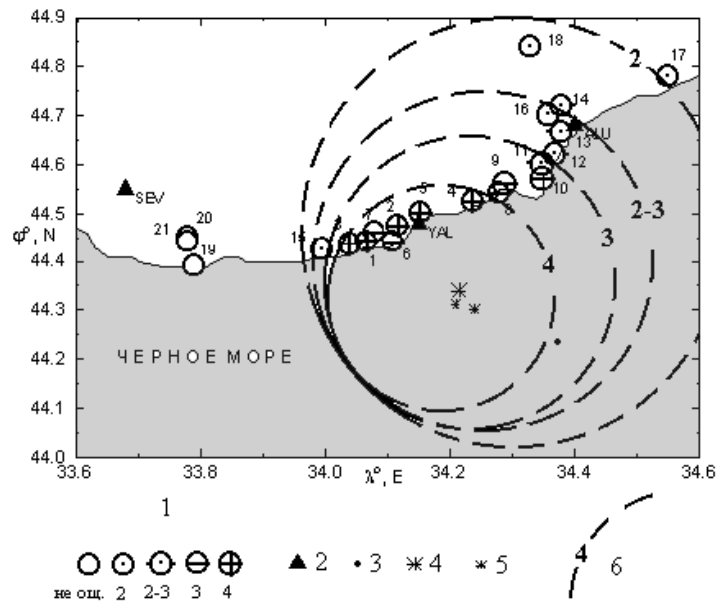


Рис. 1. Распределение интенсивности сотрясений Ялтинского-II землетрясения 19 октября 1997 г. с $MLH=3.8$, $I_0 = 4$

1 – интенсивность сотрясений I в баллах по шкале MSK-64 [6]; 2 – сейсмическая станция; 3-5 – инструментальный эпицентр форшока, главного толчка и афтершоков, соответственно; 6 – изосейста.

Расположение изосейст в целом соответствует направленности излучения энергии из очага землетрясения, выявленной по результатам опроса, хотя возможны и другие варианты.

Для построения механизма очага главного толчка знаков первых вступлений на вышеперечисленных шести сейсмических станциях недостаточно.

Л и т е р а т у р а

1. Свидлова В.А. Крым. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
2. Сыкчина З.И., Поречнова Е.И. 1999. Спектры и динамические параметры очагов землетрясений Крыма за 1997 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г. Севастополь: Изд-во Экокси-Гидрофизика. С. 23-25.
3. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Сыкчина З.И., Поречнова Е.И. Крым. См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
4. Пустовитенко Б.Г., Пантелеева Т.А. 1990. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Изд-во Наукова Думка. 251 с.
5. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. 1989. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Изд-во Наукова Думка. 189 с.
6. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер (Иена), Карник В. (Прага). 1965. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11с.
7. Князева В.С. 1999. Ощутимое землетрясение 19 октября 1997 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г. Севастополь: Изд-во Экокси-Гидрофизика. С. 84-87.
8. Шибалин Н.В. 1977. Опорные землетрясения и уравнение макросейсмического поля // Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Изд-во Наука. С. 20-30.