

УДК 550.341.550.34.91

## СИЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ МИРА

Н.В. Шаторная

Каталог сильных землетрясений мира с  $MPSP$ ,  $MS \geq 6.0$  за 1993 г. (см. наст. сб.) составлен по материалам ежегодных оперативных сейсмологических каталогов и сейсмологических бюллетеней, выпускаемых в ЦОМЭ ГС РАН [1]. Географическое распределение гипоцентров сильных землетрясений показано на рис. 1. В основном, оно соответствует известной мировой статистике наблюдаемых на Земном шаре землетрясений.

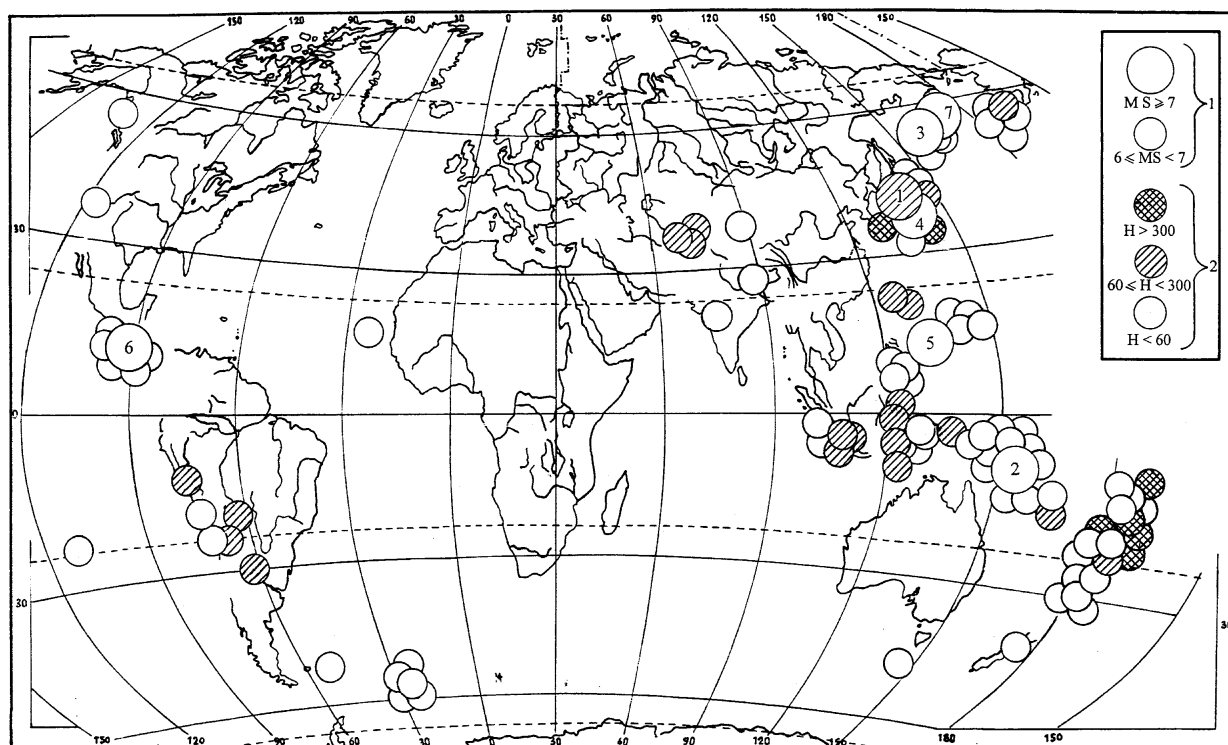


Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений мира

Распределение сильных землетрясений мира в зависимости от их магнитуды приведено в табл. 1, где данные 1993 г. сравниваются с соответствующими значениями за десять предыдущих лет. Из табл. 1 видно, что в 1993 г. повторяемость землетрясений в разных интервалах магнитуд близка к средней.

Распределение суммарной сейсмической энергии, выделившейся в 1993 г. при сильных землетрясениях в различных сейсмических поясах, представлено в табл. 2. Около 98% всей энергии выделилось в Тихоокеанском сейсмическом поясе и менее 3% приходится на другие сейсмические пояса.

Ниже приводятся имеющиеся в литературе макросейсмические данные и краткий обзор исследований, проведенных по сильным землетрясениям Земного шара в 1993 г., на основе информации, помещенной в Реферативных журналах серии "Физика Земли" за 1993-1997 гг.

**Таблица 1.** Распределение по магнитудам MS числа землетрясений с  $h < 100$  км и по MPSP - с  $h \geq 100$  км.

Год	Число землетрясений в диапазоне магнитуд			$N_{\Sigma}$
	6.0-6.9	7.0-7.9	$\geq 8.0$	
1983	111	15	-	126
1984	78	7	-	85
1985	91	9	1	101
1986	91	5	-	96
1987	103	6	-	109
1988	89	8	-	97
1989	92	6	1	98
1990	102	10	1	113
1991	84	9	-	93
1992	117	13	-	130
$\bar{N}$	96	9		105
$\sigma_N$	$\pm 9$	$\pm 2$		$\pm 19$
1993	97	7		104

**Таблица 2.** Распределение числа землетрясений и суммарная сейсмическая энергия по сейсмическим поясам

№	Сейсмический пояс	Диапазон магнитуд (MS, MPSP)		$\Sigma E \cdot 10^{15}$ , Дж
		6.0-6.9	7.0-7.9	
1	Тихоокеанский	90	7	138.87
2	Трансазиатский	6	-	2.67
3	Атлантический	1	-	0.50
4	Индийский океан	-	-	-
5	Восточно-Африканские грабены	-	-	-
	В с е г о	97	7	142.04

15 января в 11 ч 05 мин произошло сильное землетрясение с  $MS=7.4$  и  $h=82$  км внутри Тихоокеанской плиты, у побережья о. Хоккайдо, в районе г. Кусиро, сопровождавшееся форшоками и афтершоками, с максимальной интенсивностью сотрясений  $V$  по шкале JMA [2]. В [3] приведены записи главного толчка, полученные на 6 сейсмических станциях Японии, и дано сопоставление с сейсмичностью окрестных регионов. Очаг этого землетрясения расположен вблизи очага сильного ( $M=8.2$ ) землетрясения 4 марта 1952 г. [4]. В этом же районе сильные ( $M=7.5$  и  $7.7$ ) землетрясения происходили в 1940 и 1983 гг. [5,6]. Максимальная интенсивность сотрясений при землетрясении 1993 г. достигала  $V$  JMA [2]. В [7] описаны последствия землетрясения. Максимальные пиковые ускорения на E-компоненте составили  $922 \text{ см/с}^2$ , длительность сильных колебаний около 30 с. Дополнительные разрушения принесли цунами, в [5] представлено распределение высот их волн. В [6] описаны разрушения и характер распределения афтершоков. Землетрясение зарегистрировано акселерографами, расположенными в 4 пунктах на юго-восточном побережье Хоккайдо на расстояниях от 40 до 200 км от эпицентра. Согласно акселерограмме, полученной в окрестности г. Кусиро [8], наблюдались следующие пиковые амплитуды: 817.4, 922.2, 466.9  $\text{см/с}^2$  на компонентах N, E, Z соответственно. В [8] описаны характер разрушения энергосети и энергооборудования и меры по ликвидации последствий. Протяженность очага землетрясения оценена в 40 км [9]. На основании анализа продолжительности сильных движений определено, что вспарывание в очаге происходило в северо-восточном направлении от эпицентра. Афтершоки сгруппированы вблизи эпицентра главного толчка и в 50 км к востоку от него. Механизм очага был определен для форшока, произошедшего за 6 с до главного толчка. Предполагается, что главный толчок имел аналогичный механизм. В результате землетрясения 15 января 2 человека погибли, 478 ранены, 6 домов разрушены полностью и 1546 домов повреждены [10]. Ночное время и холодная зимняя погода

создали неблагоприятную ситуацию, не позволившую принять срочные своевременные меры к спасению населения.

7 февраля в 13 ч 27 мин произошло землетрясение вблизи п-ва Ното с  $MS=6.8$  и  $h=66$  км, для которого продемонстрированы возможности среднесрочного сейсмического прогноза в этом регионе [11] и дан толчок к подобным исследованиям в других местах. Записи ускорений и смещений приводятся в [12], где дана также карта распределения афтершоков и механизм очага. Землетрясение вызвало цунами (приводится запись).

13 мая в 11 ч 59 мин в районе островов Шумагина на Аляске произошло сильное землетрясение с  $MS=6.9$ . Площадь разрыва, оцененная на основе афтершоков (247 событий с  $M \geq 1.5$  [13]) составила  $600 \text{ км}^2$ , а средняя величина смещений во время главного толчка - 1.0 м, сброшенное напряжение - 28 бар. Наклон графика повторяемости афтершоков равен  $b=0.4$ , что значительно меньше фоновой величины ( $b=0.8$ ). Коэффициент затухания серии афтершоков по модифицированному закону Омори составил  $p=0.79$  (типичная для Аляски величина  $p=1.1$ ). Оба эти фактора позволили авторам высказать предположение, что землетрясение 13 мая является форшоком еще большего события, которое в ближайшие годы может произойти в Шумагинской зоне затишья. В связи с этим в опасном регионе установлено дополнительно 5 станций [13]. Шумагинское землетрясение не было неожиданным [14]. Оно случилось в зоне субдукции, и ему предшествовало длительное сейсмическое затишье. По записям длинно-периодных поверхностных и Р-волн на станциях системы IRIS механизм очага определен как взброс со сдвигом, параллельным Алеутской впадине. Этот механизм соответствует предсказанному, но слишком малая магнитуда ( $MS=6.9$ ) не компенсирует напряжения, накопившегося за время столь длительного затишья. Малая магнитуда обусловила и довольно слабое цунами. Оценки сейсмических моментов и параметров разрывов для пяти сильных землетрясений 1923, 1938, 1948, 1964 и 1993 гг. в районе островов Шумагина приведены в [15] и высказаны некоторые соображения о характере будущих землетрясений. Для изучения диапазона амплитуд колебаний грунта, связанных с землетрясениями в зонах субдукции, исследовались телесеизмические записи и записи сильных колебаний в ближней зоне, соответствующие последовательности надвиговых землетрясений вблизи островов Шумагина в мае 1993 г. [16]. Отмечены аномально высокие ускорения, вызванные главным толчком и наиболее сильным ( $MS=5.9$ ) афтершоком 25 мая в 23 ч 16 мин. Причины такого явления не выяснились: обычное влияние грунтовых условий и направленности разрыва не могут объяснить столь большие ускорения. В [17] рассматривается 2-мерная модель, описывающая деформации, связанные с циклом землетрясений для района островов Шумагина. Параметры модели выбраны таким образом, чтобы получаемые значения величин поверхностных деформаций, наклонов земной поверхности и ее поднятий наилучшим образом согласовывались с данными полевых наблюдений. Для всех моделей устанавливается существование области, характеризующейся ослаблением деформаций - области мантийного клина. Предполагается, что в пределах данного района возможна генерация сильных землетрясений и что гипотеза об асейсмичной субдукции не согласуется с ограничениями, полученными по данным геодезических наблюдений.

17 мая 1993 г. в 23 ч 20 мин в США (Калифорния-Невада - пограничная область) произошло коровое ( $h=10$  км) землетрясение с  $MS=6.1$ . Результаты интерферометрических измерений, выполненных с использованием спутникового радара с синтетической апертурой (SAR), показали, что в долине Юрика оно привело к прогибу на несколько сантиметров области размером  $35 \times 20 \text{ км}^2$ , вытянутой в северо-северо-западном направлении, соответствующем простиранию облака афтершоков [18]. При этом механизм очага соответствует сбросу северо-северо-восточного простирания. Точность карты смещений, составленной по результатам измерений, составляет  $\pm 3$  мм. На основании выполненных наблюдений сделан вывод, что очаговый разрыв зародился на глубине 13 км и распространялся вверх и на юг, вследствие чего был обновлен значительный уступ в хр. Салин.

Сильнейшее ( $MS=7.4$ ) за последние 12 лет землетрясение на Камчатке произошло 8 июня в 13 ч 03 мин. Его очаг находился у южной оконечности полуострова в Тихом океане на глубине 54 км. Интенсивность сотрясений составила 6-7 баллов в г. Северо-Курильске, 5-6 баллов в г. Петропавловске-Камчатском. Оно сопровождалось незначительными волнами цунами, максимальная высота волн наблюдалась на Гавайях и составила 12 см в Хилоб, 8 см на о. Мидвей и 5 см в Халейва [19].

Одно из самых сильных землетрясений года с  $MS=7.9$  произошло 12 июля в 13 ч 17 мин у юго-западного побережья Хоккайдо. Очаг располагался в земной коре ( $h=20$  км). В эпицентральной области находится о. Окусири, где отмечены наибольшие разрушения [20]. Землетрясение вызвало сильнейшее цунами, максимальная высота волны была 30.6 м. Разрушения были вызваны цунами и вторичными явлениями: разжижением грунтов, оползнями, пожаром (в г. Аонаэ на о. Окусири). При землетрясении погибло 196 человек, ущерб составил 60 млн. долларов. Полностью разрушена деревня Монай на западном берегу о. Окусири. Здесь высота волны была 20 м, в долине к северу от деревни - 31 м, к югу от деревни на побережье - 15-20 м. В г. Аонаэ волна высотой 3-7 м пришла через 4-5 мин после главного толчка. Через 7 мин после неё пришла вторая волна высотой 5-10 м. Были ещё две волны. На Хоккайдо, в заливе Ота цунами высотой 9 м пришло через 5 мин после главного толчка. В Росси через 30 мин после главного толчка наблюдались цунами высотой 1-4 м. Через 90 мин цунами высотой 1-2 м достигло побережья Южной Кореи. Служба предупреждения цунами сработала в Саппоро (Хоккайдо) через 5 мин после главного толчка, в Сендзе (Хонсю) через 8 мин. Это землетрясение произошло в области "белого пятна" между зонами Шикотанского землетрясения 1940 г. на севере и Японского землетрясения 1983 г. на юге. Все три землетрясения связаны с разломом меридионального направления, лежащим в зоне столкновения континентальных плит Евразийской и Североамериканской. Афтершоки землетрясения очертили плоскость разрыва длиной 150 км (N-S) и шириной 50 км (E-W), падающую в восточном направлении под углом  $10^\circ$  [21]. Большая часть афтершоков сосредоточилась на глубинах 10-20 км. Глубина центроида 15 км, сейсмический момент  $5.5 \cdot 10^{20}$  Н·м, расчетное среднее смещение по разлому 2.5 м. На южной оконечности о. Окусири в г. Аонаэ через 20 мин после главного толчка возник пожар [22], разрушивший половину всех строений, которые к тому же пострадали от цунами. Пожару способствовал восточный ветер, дувший со скоростью 1.5 м/с, порывы были до 5 м/с. Улицы были завалены обломками после нескольких накатов цунами, что мешало пожарным командам. Полагают, что было множество очагов возгорания, так как при землетрясении опрокидывались предметы обстановки в домах, в том числе и кухонные плиты. Записи сильных движений на о. Окусири не получено. Расчетные пиковые ускорения грунта (по макросейсмическим данным) составили 0.4-0.5 g [23]. На записях сильных движений в районе Саппоро в Куромацунай, в 80 км от линии разлома, пиковые ускорения грунта составили около 0.5 g, причем, горизонтальная компонента в 5 раз превышала вертикальную. Землетрясение 12 июля произошло в зоне, нехарактерной для событий такого типа (сильные мелкофокусные надвиговые землетрясения). Другая особенность этого землетрясения заключается в том, что в ходе сейсмического процесса изменилась ориентация плоскости разрыва: первоначальное падение на запад переключилось на восточное направление. Анализ пространственно-временного распределения гипоцентров показал, что процесс вспарывания распространялся с севера на юг и охватил область около  $200 \times 70$  км<sup>2</sup> на глубинах 0-20 км. Сразу же после землетрясения вблизи подводного поднятия Окусири Японским центром морской науки и технологии выполнялись обследования топографических изменений дна вокруг эпицентра. Использованы спускаемые аппараты "Dolphin 3K" и "Shinkai 2000" [24]. Первоначальное рекогносцировочное обследование для выбора мест детальных исследований проводилось с помощью буксируемого аппарата "Деер-Тов", снабженного фотокамерой. В [25] дана характеристика сейсмического режима района этого землетрясения, приводится распределение афтершоков и полученные записи. Во время землетрясения в одном из зданий в г. Саппоро с помощью микрофона измерялся сопутствовавший инфразвуковой фон [26]: частота пика в спектре сигнала составила 0.1 Гц. Длительность колебаний превысила 40 мин.

8 августа в 08 ч 34 мин произошло разрушительное землетрясение около о. Гуам (Марианские острова) с магнитудой  $MS=7.8$  и  $h=46$  км. Эпицентр лежал к северо-востоку от г. Аганья. Землетрясение ощущалось на островах Гуам и Сайпан. Были разрушены несколько гостиниц и десятки домов. Отмечено множество участков разжижения грунтов [27]. Основные данные о Гуамском землетрясении и его воздействии на сооружения и социально-экономическую обстановку приводятся в [28]: продолжительность ощутимых колебаний 30-60 сек, эффективное ускорение грунта 0.15-0.25 g, интенсивность сотрясений 6-9 баллов, ранено около 100 человек. Приведены краткие данные о геотехнических эффектах, поведении зданий различного назначения, мостов и систем жизнеобеспечения. Исследованы 29 мостов и почти все водопропускные сооружения. Общее количество повреждений мостов во время Гуамского землетрясения оказалось

относительно малым для землетрясения подобной величины [29]. Сейсмоустойчивость мостов объясняется следующими причинами: а) относительно высокими собственными частотами структур мостов, что делает их малочувствительными по отношению к преобладающим низкочастотным колебаниям грунта; б) 2-пролетной структурой большинства мостов с относительно широкой поверхностью и невысокими опорами.

Наибольшие повреждения во время Гуамского землетрясения получили здания с числом этажей более четырех [30]. На многих из них появились устранимые трещины, а железобетонных элементах наблюдалось дробление материала.

Приливные станции Японии зарегистрировали волны цунами, сравнимые по величине с Сайпанским цунами 1990 г. [31]. Время пробега цунами до западного побережья Японии 3.5 часа. Максимальная двойная амплитуда в Мурато и Тоса-Симидзу была 84 см с периодом 8 мин. В [32,33] исследован механизм Гуамского землетрясения. Землетрясение было связано с подвижкой по пологому надвигу и состояло из трех стадий - зарождение (6 с), первый импульс (10 с,  $M_0=1.1 \cdot 10^{20}$  Н·м) и второй импульс (16 с,  $M_0=2.5 \cdot 10^{20}$  Н·м). Описаны особенности цунами, связанного с этим землетрясением.

29 сентября в 22 ч 25 мин произошло катастрофическое землетрясение в Индии, около селения Килари, с магнитудой  $MS=6.2$ . Погибло 12000-30000 человек. В 15 км окрестности эпицентра разрушены все селения. В [34] приводятся краткие сведения о разрушениях при этом землетрясении. Длительность ощутимых колебаний составила 30-40 с. Промышленные сооружения здесь малочисленные, пострадали жилые постройки старого типа. Это землетрясение имеет сложную картину разрывов на поверхности, механизм его очага - сбросовый. Наиболее важным представляется то, что перед землетрясением не возникло никаких предваряющих трещин и нарушений. Тяжелые последствия связаны с несколькими неблагоприятными факторами: близкий к поверхности разрыв, большая плотность населения, местные не сейсмостойкие жилые дома, ночное время, плохие грунты и т. д. [35]. Выявлен поверхностный разрыв длиной около 1 км. Ни геологическое строение, ни историческая сейсмичность не свидетельствовали о возможности такого события. Очаг землетрясения располагался в 10 км от водохранилища Лоуэр-Тирна. Максимальный уровень воды в водохранилище 20 м. Во время основного землетрясения уровень воды в водохранилище был невелик, что могло способствовать разгрузке напряжений на лежащем под ним надвиге [36]. В районе отмечены газовые и гидрогеологические аномалии [37,38]. Было зарегистрировано необычайно интересное поле аномалий гелия, связанное с поверхностным разрывом, образовавшимся в результате землетрясения.

13 ноября в 01 ч 18 мин на Камчатке, в 100 км от эпицентра землетрясения 8 июня 1993 г., зафиксирован ещё один сильный ( $MS=7.1$ ) толчок на глубине 52 км. Он ощущался в г. Петропавловске-Камчатском с интенсивностью 5-6 баллов, в г. Северо-Курильске - 4 балла.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Сейсмологический бюллетень за 1993 г. (ежедекадный). 1993.** / Отв. ред. О.Е. Старовойт, А.И. Захарова. Обнинск: ОМЭ ИФЗ РАН.
2. **Hisada T., Nakagawa K. 1958.** Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildings. Japan.
3. **Касавара Минору. 1993.** Доклад о землетрясении в море у побережья Куширо [Япония] 15 января 1993 г. // РЖ "Физика Земли". 1993. 9Г-158.  $\Rightarrow$  News Lett. 1993. V. 4. № 6. P. 9-15. (Яп).
4. **Окадзаки Ёсио. 1993.** Землетрясение [15 января 1993 г.], произошедшее в море близ поселка Куширо [Япония]. // РЖ "Физика Земли". 1994. 1Г-104.  $\Rightarrow$  Yobo Jiho. 1993. № 173. P. 10-11. (Яп).
5. **Абэ Кацукки. 1993.** Землетрясения в море у юго-западного побережья Хоккайдо, получившие названия сейсмической катастрофы в Окусири [Япония, 1993 г.]. // РЖ "Физика Земли". 1994. 3Г-148.  $\Rightarrow$  Yobo Jiho. 1993. № 175. P. 1-2. (Яп).
6. **Землетрясение в море у побережья Куширо [Япония]. 1993.** // РЖ "Физика Земли". 1994. 4Г-95.  $\Rightarrow$  J. Jap. Gas. Assoc. 1993. V. 46. № 3. P. 2-5. (Яп).
7. **Report of the January 15, 1993 Kushiro-oki earthquake . 1993.** // РЖ "Физика Земли". 1994. 2Г-177.

- ⇒EERI Newslett. V. 6. С. 5.
8. **Ханахара Макото. 1993.** Ликвидация последствий землетрясения, вызвавшего разрушения энергооборудования в г. Кусиро [Япония] // РЖ "Физика Земли". 1994. 4Г-96.⇒J. Jap. Elec. Assoc. № 838. С. 20-24.
  9. **Izutani Y. 1993.** Fault length and direction of rupture propagation for the 1993 Kushiro-Oki earthquake as derived from strong motion duration // РЖ "Физика Земли". 1994. 10Г-123. ⇒J. Phys. Earth. V. 41. № 5. P. 319-325.
  10. **Miyajima M., Yoshida M., Kitaura M., Ikemoto T. 1994** Сведения о жертвах и разрушениях домов в связи с землетрясением у побережья Кусиро (Япония) в 1993 // РЖ "Физика Земли". 1995. 1Г-177. ⇒Mem. Fac. Technol. Kanazawa Univ. V. 27. P. 37-45. (Яп).
  11. **Sun T. X. 1994.** Medium-term prediction of the off Noto earthquake of 7<sup>th</sup> Feb. 1993 // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-122. ⇒J. Geod. Soc. Jap. V. 40. № 1. P. 87-88.
  12. **Отчет о землетрясении 7 февраля 1993 г. у побережья полуострова Ното (Япония). 1995.** // РЖ "Физика Земли". 1995. 9Г-166. ⇒Quart. J. Seismol. V 58. № 3-4. P. 91-114. (Яп).
  13. **Lu Zh., Wyss M., Tytgat G., McNutt S. 1994.** Aftershocks of the 13 may 1993 Shumagin Alaska earthquake // РЖ "Физика Земли". 1994. 2Г-179. ⇒Geophys. Res. Lett. V. 21. № 6. P. 497-500.
  14. **Tanioka Y., Satake K., Ruff L., Gonzales F. 1994.** Fault parameters and tsunami excitation of the May 13, 1993, Shumagin Islands earthquake // РЖ "Физика Земли". 1995. 6Г-167. ⇒Geophys. Res. Lett. V. 21. № 11. P. 967-970.
  15. **Estabrook Ch. H., Jacob K. H., Sykes L. R. 1994.** Body wave and surface wave analysis of large and great earthquake along the Eastern Aleutian Arc, 1923-1993: Implications for future events // РЖ "Физика Земли". 1995. 8Г-237. ⇒J. Geophys. Res. B. V. 99. № 6. P. 11643-11662.
  16. **Abers Geoffrey A., Beavan John, Norton Steven,Jaume STEVEN, Triep Enrique. 1995.** Large accelerations and tectonic setting of the Vfe 1993 Shumagin Islands earthquake sequence // РЖ "Физика Земли". 1997. 8Г-85. ⇒Bull. Seismol. Soc. Amer. V. 85. № 6. P. 1730-1738.
  17. **Zheng Gutuan, Dmowska Renata, Rice James R. 1996.** Modeling earthquake cycles in the Shumagin subduction segment, Alaska, with seismic and geodetic constraints // РЖ "Физика Земли". 1997. 8Г-183. ⇒J. Geophys. Res. B. V. 101. № 4. P. 8383-8392.
  18. **Peltzer Gilles, Rosen Paul. 1995.** Surface displacement of the 17 May 1993 Eureka Valley, California, Earthquake observed by SAR interferometry // РЖ "Физика Земли". 1996. 2Г-206. ⇒Science. V. 268. № 5215. P. 1333-1338.
  19. **Earthquake Data Report. 1993.** № 1-12. U.S. Department of the Interior.
  20. **The July 12, 1993, Hokkaido - nansel-oki earthquake. Reconnaissance report** // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-127. ⇒EERI Newslett. 1993. Spec. Earthquake Rept. P. 1-20.
  21. **The July 12, 1993, Hokkaido - nansei-oki earthquake. Earthquake mechanism** // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-129. ⇒EERI Newslett. 1993. Spec. Earthquake Rept. P. 3-4.
  22. **The July 12, 1993, Hokkaido - nansei-oki earthquake. Fire** // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-132. ⇒EERI Newslett. 1993. Spec. Earthquake Rept. P. 11-12.
  23. **The July 12, 1993, Hokkaido - nansei-oki earthquake. Strong ground motion** // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-130. ⇒EERI Newslett. 1993. Spec. Earthquake Rept. P. 5.
  24. **Submergence survey conducted by JAMSTEC - near seismic center of Hokkaido earthquake. 1993.** // РЖ "Физика Земли". 1994. 5Г-10. ⇒STA Today. V. 5. № 8. P. 2.
  25. **Подробности землетрясения в открытом море к юго-западу от Хоккайдо. 1993.** // РЖ "Физика Земли". 1994. 5Г-175. ⇒News Lett. V. 5. № 3. P. 6-11.
  26. **Takahashi y., Koyama Y., Isei T. 1994.** In situ measured infrasound at Sapporo associated with an earthquake occurring offshore in southwest on Yuly 12, 1993 // РЖ "Физика Земли". 1995. 6Г-163. ⇒J. Acoust. Soc. Jap. E. V. 15. № 6. P. 409-411.
  27. **EERI dispatches team to investigate M=8.1 earthquake near Guam. 1993.** // РЖ "Физика Земли". 1994. 11Г-136. ⇒EERI Newslett. V. 27. № 9. P. 1.
  28. **Guam earthquake of August 8, 1993 reconnaissance report. Introduction and background. 1995.** // РЖ

- "Физика Земли". 1995. 11Г-159. ⇒Earthquake Spectra. V. 11. Suppl.b. P. 1-9.
29. **Guam earthquake of August 8, 1993 reconnaissance report. Bridges. 1995.** // РЖ "Физика Земли". 1995. 11Г-160. ⇒Earthquake Spectra. V. 11. Suppl.b. P. 45-61.
  30. **Guam earthquake of August 8, 1993 reconnaissance report. Buildings. 1995.** // РЖ "Физика Земли". 1995. 11Г-161. ⇒Earthquake Spectra. V. 11. Suppl.b. P. 67-137.
  31. **Hatori Tokutaro. 1995.** Исследование цунами при Гуамском землетрясении 8 августа 1993 г. в Марианской впадине // РЖ "Физика Земли". 1995. 11Г-164. ⇒J. Seismol. Soc. Jap. Ser. 2. V. 48. № 1. P. 91-97. (Яп).]
  32. **Tanioka Y., Ruff L., Satake k. 1993.** Unusual rupture process of the Japan sea earthquake // РЖ "Физика Земли". 1994. 4Г-97. ⇒Eos. V. 74. № 34. P. 12-27.
  33. **Tanioka Y., Sutake K., Ruff I. 1994.** Tsunami excitation and mechanism of the Guam earthquake, August 8, 1993, India: Abstr. AGU West. Pacif. Geophys. Meet., Hong Kong, Yuly 25-29 // РЖ "Физика Земли". 1996. 2Г-143. ⇒EOS. Suppl. P. 64.
  34. **Shah Haresh C. 1993.** Maharashtra, India, earthquake of September 30, 1993. // РЖ "Физика Земли". 1994. 12Г-107. ⇒EERI Newslett. V. 27. № 11. P. 1.
  35. **Seeber L., Jain S.K., Murty C.V.R., Chandak N. 1994.** Surface rupture and damage patterns in the MS=6.4, Sep. 29, 1993 Killari (Latur) earthquake in Central India: Abstr. AGU West. Pacif. Geophys. Meet., Hong Kong, Yuly 25-29 // РЖ "Физика Земли". 1996. 1Г-128. ⇒EOS. Suppl. P. 67.
  36. **Jain Sudhir K., Murty C.V.R., Chandak Navin, Seeber Leonardo, Jain N.K. 1994.** The September 29, 1993, M 6.4 Killari, Maharastra, earthquake in central India // РЖ "Физика Земли". 1994. 5Г-170. ⇒EERI Newslett. V. 28. № 1. P. 1S-8S.
  37. **Harsh K Gupta, Slohan I., Rastogi B.K., Rao R. K., Rao G.V., Rao M.N. 1994.** Aquik look at Latur earthquake of September 30, 1993, Maharashtra, India: Abstr. AGU West. Pacif. Geophys. Meet., Hong Kong, Yuly 25-29 // РЖ "Физика Земли". 1996. 2Г-137. ⇒EOS. Suppl. P. 80.
  38. **Rao G.V., Reddy G.K., Rao R.U.M., Golapan K. 1994.** Extraordinary helium anomaly over survace rupture of September 1993 Killari earthquake, India // РЖ "Физика Земли". 1996. 4Г-204. ⇒Curr. Sci. (India). V. 66. № 12. P. 933-936.