

ГЛУБОКОФОКУСНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 14 августа 2012 г.**с $M_w=7.7$, $I_0=4$ (Охотское море)****Е.П. Семёнова¹, Д.А. Сафонов^{1,2}, Т.А. Фокина¹**¹Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск, semenova@seismo.sakhalin.ru²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, d.safonov@imgg.ru

Аннотация. 14 августа 2012 г. в 02^h59^m UTC в Охотском море произошло землетрясение с магнитудой $M_w=7.7$. Глубина его очага, определенная по интенсивной фазе ScS с 21 станции в интервале эпицентральных расстояний до 2000 км, составила 603 ± 23 км. Трехкомпонентные цифровые сейсмограммы землетрясения по записям широкополосной аппаратуры на станциях IRIS были пересчитаны в радиальные, трансверсальные и вертикальные составляющие записей и для них построены СВАН-диаграммы. Землетрясение реализовалось в условиях субгоризонтального сжатия северо-западного направления. Тип дислокации в очаге – взброс с небольшой сдвиговой компонентой. Длина разрыва, определенная из анализа азимутального годографа по методике И.В. Горбуновой, составила $L=202$ км, скорость распространения разрыва равна 7 км/с. Сотрясения охватили обширную территорию Дальнего Востока России и Японии. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений составила $I=3-4$ балла и отмечена в Поронайске и Углегорске. Всего обследовано 39 населенных пунктов Сахалина. За 100-летний период инструментальных наблюдений сильных глубоководных землетрясений с эпицентрами вблизи восточного побережья Сахалина не регистрировалось, а произошедшее примерно на тех же широтах в 1990 г. землетрясение с магнитудой $M_w=7.2$ возникло на западной стороне о-ва Сахалин. Очаги глубоководных землетрясений сосредоточены вдоль оси опускающейся плиты поверхности Вадати-Беньоффа, где на глубине около 650 км отмечаются наиболее сильные глубоководные землетрясения.

Abstract. An earthquake with a magnitude of $M_w=7.7$ occurred on August 14, 2012 at 02^h59^m UTC in the Sea of Okhotsk. The depth of its focus, determined from the intensive phase of ScS from station 21 in the epicentral distance interval up to 2000 km, was 603 ± 23 km. Three-component digital earthquake seismograms from broadband equipment records at IRIS stations were recalculated into radial, transverse and vertical components of records, and for them, SWAN diagrams were constructed. The earthquake was realized under conditions of subhorizontal compression of the north-western direction. The type of dislocation in the source is a reverse fault with a small slip component. The length of the fault, determined from the analysis of the azimuthal hodograph by the method of I.V. Gorbunova, was $L=202$ km, the propagation velocity of the fault is 7 km/s. The shakes covered the large territory of the Far East of Russia and Japan. The maximum observed intensity of concussions was $I=III-IV$ and was noted in Poronaisk and Uglegorsk. In total, 39 settlements of Sakhalin were explored. The strong deep-focus earthquakes with epicenters near the eastern coast of Sakhalin was not recorded in a 100-year period of instrumental observations, and an earthquake occurred approximately at the same latitudes in 1990 with a magnitude of $M_w=7.2$ occurred on the western side of Sakhalin Island. Foci of deep-focus earthquakes are concentrated along the axis of the descending plate of the Vadati-Benioff zone, where the strongest deep-focus earthquakes are recorded at depths of about 650 km.

Инструментальные данные. 14 августа 2012 г. произошло сильное землетрясение в Охотском море у восточного побережья Сахалина. В табл. 1 собраны параметры этого землетрясения по данным региональных центров Геофизической службы РАН и мировых сейсмологических агентств.

Таблица 1. Параметры Охотоморского землетрясения 14 августа 2012 г. по данным региональных сейсмологических центров и международных агентств

№	Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
				φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
1	SKHL	02 59 35.9	0.9	49.72	0.06	145.72	0.23	589	12	$MLH=(6.2+0.8^*)/2$, $MPV=6.7/6$, $MPVA=7.3/17$, $MSH=7.4/4$, $MSHA=7.4/13$	[1]
2	SKHL (опер)	02 59 36.8	0.6	49.63	0.1	145.49	0.32	587	26	$MLH=6.1$, $MPV=6.7$, $MPVA=7.2$, $MSH=6.8$	[2]
3	KRSC	02 59 36.54	1.0	49.569		145.375		605	15	$K_S=16.8$, $ML=7.7$	[3]

№	Агент-ство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Ис-точ-ник
				φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
4	MOS	02 59 37.80	0.78	49.745	0.05	145.169	0.04	591		$MPSP=6.8/93$	[4]
5	ISC	02 59 38.86	0.19	49.750	0.03	145.306	0.03	591	1.7	$m_b=6.7/725$	[3]
6	ISCJB	02 59 37.64	0.12	49.763	0.02	145.13	0.01	586 589 _{pp}	1.7		[3]
7	NEIC	02 59 38.46	0.20	49.800	0.02	145.064	0.01	583	2.6	$m_b=6.9/297, M_w=7.7$	[5]
8	GCMТ	02 59 50.50	0.10	49.970		145.700		598	1.1	$M_w=7.7/144$	[3]
9	JMA	02 59 36.20	0.40	49.180	0.06	145.880	0.06	654		$M_{JMA}=7.3$	[3]
10	NIED	02 59 00		49.200		145.900		660		$M_w=7.7$	[3]
11	ВЛ	02 59 37.80	0.15	49.660		145.410		610		$m_b=6.7/79$	[3]
12	IDC	02 59 38.88	0.37	49.776	0.05	145.176	0.04	586	4.1	$m_b=6.1/79$	[3]
13	EMSC	02 59 40.1		49.84		145.06		611		$M_w=7.7$	[6]
14	GFZ	02 59 37.6		49.76		145.16		577		$M_w=7.7$	[7]

Примечание. Знаком * отмечена поправка *MLH* за глубину по [8]; расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к настоящему ежегоднику.

В оперативном режиме локализация параметров землетрясения была выполнена в РИОЦ «Южно-Сахалинск» по данным 23 сейсмических станций, которые поступали на сервера сбора в режиме, близком к реальному времени. Для получения параметров землетрясения применялась программа DIMAS [9]. В окончательном варианте региональная обработка SKHL (в первой строке табл. 1) была произведена с использованием программы MGP, использованы измерения сейсмических волн с 56 станций, из которых 22 расположены на эпицентральных расстояниях до 1000 км. На рис. 1 показаны эпицентр землетрясения 14 августа 2012 г. в Охотском море и сейсмические станции дальневосточной наблюдательной сети.

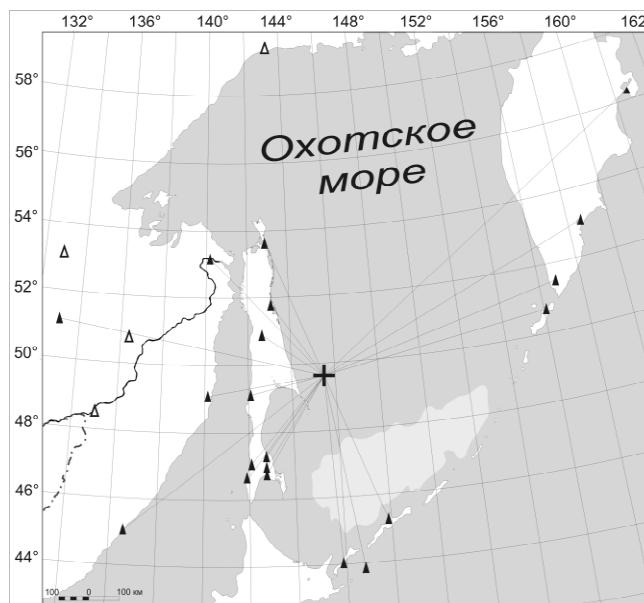


Рис. 1. Положение эпицентра землетрясения 14 августа 2012 г. относительно сейсмических станций региональной сети

Черными треугольниками отмечены станции региональных сетей Сахалинского, Камчатского и Дальневосточного филиалов ФИЦ ЕГС РАН. Белыми треугольниками обозначены станции Сахалинского филиала, данные с которых в 2012 г. поступали на съемных носителях и могли быть использованы только в отложенном варианте обработки.

На рис. 2 приведена схема расположения решений эпицентров землетрясения по данным табл. 1. Как видим, разброс удивительно большой. Наибольшее отклонение характеризует решение Японского метеорологического агентства JMA и NIED, решения остальных сейсмологических центров находятся в интервале 0.40° по широте и 0.64° по долготу. Весьма значительно изменяется значение глубины землетрясения – от 577 км (GFZ) до 654 км (JMA).

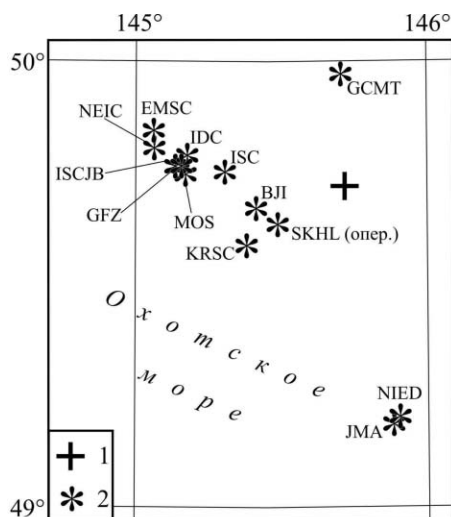


Рис. 2. Решения эпицентра землетрясения 14 августа 2012 г. по данным сейсмологических центров из табл. 1

1 – региональное решение эпицентра; 2 – другие решения.

В случае глубокофокусного землетрясения глубину очага часто можно определить по интенсивной фазе ScS , записанной на горизонтальных компонентах сейсмограмм после S -волны [10]. Такая оценка была проведена с использованием данных с 21 сейсмической станции в интервале эпицентральных расстояний до 2000 км, согласно которой глубина гипоцентра Охотского землетрясения 14 августа 2012 г. составила 603 ± 23 км. На рис. 3 приведены волновые формы по записям семи сейсмических станций с выделенной на них фазой ScS на расстояниях $\Delta=3.35\text{--}18.4^\circ$.

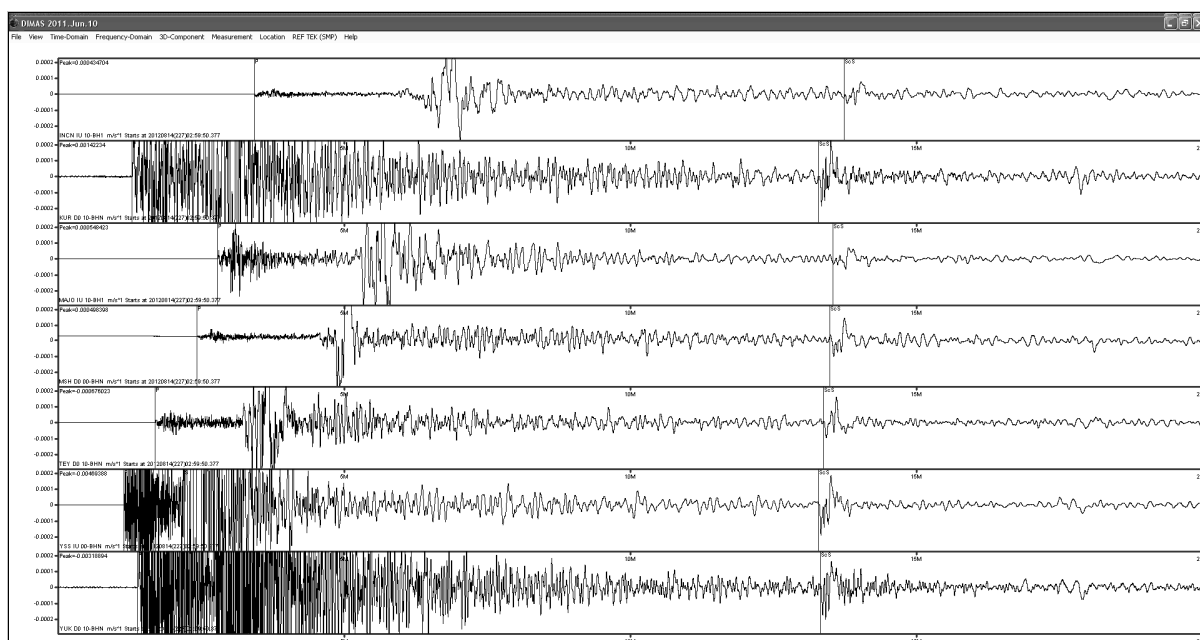


Рис. 3. Волновые формы сейсмических станций INCH ($\Delta=18.4^\circ$), KUR (4.6°), MAJO (14.2°), MSH (12.4°), TEY (7.7°), YSS (3.35°), YUK (5.6°) с записью землетрясения в программе DIMAS (выделены вступления фазы ScS)

Спектральный состав сейсмических волн. Трехкомпонентные цифровые сейсмограммы землетрясения 14 августа 2012 г., записанные широкополосной аппаратурой на нескольких сейсмических станциях IRIS [11], были при помощи программы А.В. Ландера SVANDI [12] пересчитаны в радиальные, трансверсальные и вертикальные составляющие записей, для них построены СВАН-диаграммы. Ближайшей к эпицентру землетрясения сейсмической станцией, для которой были сделаны расчеты, оказалась станция «Петропавловск-Камчатский». Результаты представлены на рис. 4. Амплитуды компонент записи нормированы на максимальное значение полного трехкомпонентного вектора скорости. На рис. 5 приведены аналогичные компоненты и СВАН-диаграммы P -волны, т.е. участка от начала записи до вступления S -волны, поскольку на предыдущем рисунке этот фрагмент выражен слабо из-за большой разницы в амплитудах P - и S -волн.

Как видно из рисунков, запись глубокого землетрясения является высокочастотной, с четкими вступлениями P - и S -волн, что характерно для глубокофокусных землетрясений. Поверхностные волны отсутствуют, PL -фаз тоже не видно, что также подтверждает очень глубокое расположение очага землетрясения. В P -волне преобладают периоды T в диапазоне от 2 до 6 с, а в S -волне – кроме диапазона от 3 до 10 с, СВАН-диаграмма демонстрирует второй, уже

длиннопериодный максимум, соответствующий примерно 20 с, выраженный особенно сильно на трансверсальной составляющей, на которой S -волна проявляется наиболее сильно. Присутствие двух максимумов, короткопериодного и длиннопериодного, на СВАН-диаграммах глубоководных землетрясений Охотского моря на участке сейсмограммы, соответствующей S -волне, встречается не всегда.

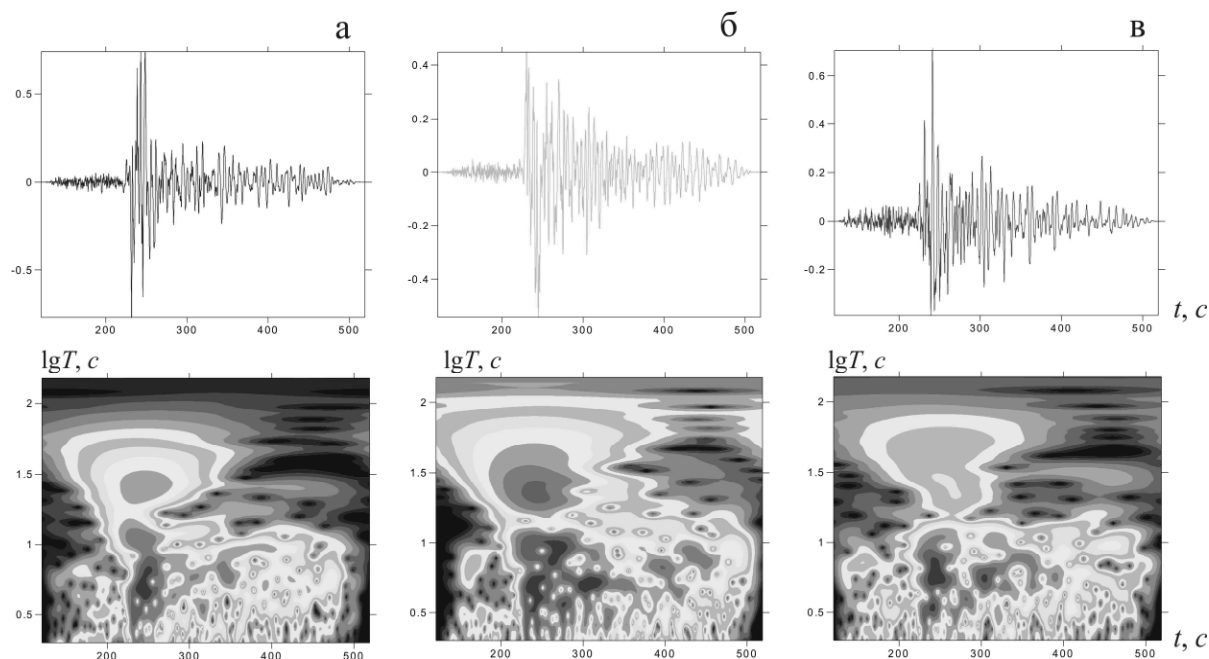


Рис. 4. Радиальная (а), трансверсальная (б) и вертикальная (в) составляющие сейсмограммы и СВАН-диаграммы S -волны землетрясения 14 августа 2012 г. на сейсмической станции «Петропавловск-Камчатский»

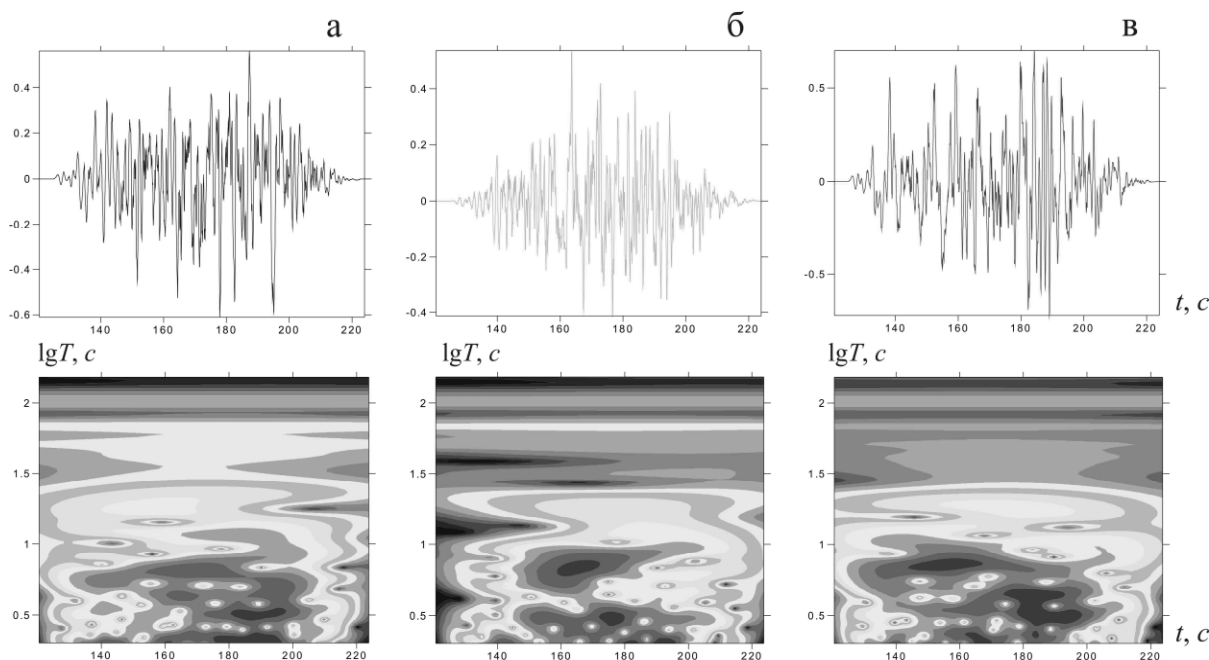







Рис. 5. Радиальная (а), трансверсальная (б) и вертикальная (в) составляющие сейсмограммы и СВАН-диаграммы P -волны землетрясения 14 августа 2012 г. на сейсмической станции «Петропавловск-Камчатский»

Механизм очага землетрясения получен методом полярности первых вступлений P -волны с использованием алгоритма FOCMEC [13], интегрированного в комплекс сейсмологических программ SEISAN. В расчете задействовано 59 знаков полярности первых вступлений. Было

получено четкое однозначное решение, разброс координат положения основных осей механизма очага землетрясения составил примерно 6 градусов, не вяжущихся с решением знаков полярностей – 3. Независимое решение получено в ИМГиГ ДВО РАН методом инверсии волновых форм с использованием программного комплекса ISOLA [14], задействованы трехканальные записи шести широкополосных сейсмических станций, расположенных на о. Сахалин и Хоккайдо, показатель точности решения $V_r=0.54$. Результаты этих расчетов, а также решения международных сейсмологических агентств представлены в табл. 2. Полученные решения механизма очага землетрясения 14 августа 2012 г. в Охотском море согласуются между собой с хорошей точностью.

Таблица 2. Механизм очага по данным различных сейсмологических агентств

№	Источник	M_w	h , км	Диаграмма механизма	NP1			NP2		
					STK	DIP	SLIP	STK	DIP	SLIP
1	СФ ГС РАН				248	73	122	4	36	31
2	ИМГиГ ДВО РАН	7.4	630		244	65	126	4	43	39
3	NIED [3]	7.7	660		252	67	122	14	39	39
4	GCMT [15]	7.7	598		243	63	108	27	33	59
5	GEOFON [7]	7.7	577		239	65	107	23	30	58

Тип сейсмодислокации в очаге – взброс с небольшой сдвиговой компонентой. Землетрясение реализовалось в условиях субгоризонтального сжатия северо-западного направления, при этом более крутая нодальная плоскость NP1 имеет восток–северо-восточное простирание ($STK=239-252^\circ$), другая, несколько более пологая NP2, – примерно северное ($STK=4-27^\circ$).

Направление разрыва. Для установления направления разрыва была применена методика И.В. Горбуновой [16], основанная на построении и анализе азимутального годографа, по форме которого можно оценить протяженность очаговой области, время распространения разрыва и скорость его вспарывания. Полученный годограф (рис. 6) имеет один максимум, следовательно, разрыв в очаге реализовался в одном направлении.

Наибольшее время запаздывания τ отмечается на станциях в азимуте 240° , наименьшее – в азимуте 50° , которое и соответствует направлению вспарывания.

Таким образом можно предположить, что рабочей плоскостью в очаге является плоскость NP2, вдоль которой произошел взброс с левосторонним сдвигом.

Длина разрыва определяется по формуле:

$$L = v_p / 2 (\tau_{\max} - \tau_{\min}),$$

при $\tau_{\max}=50.8$ с, $\tau_{\min}=5.9$ с и $v_p=9$ км/с, протяженность разрыва равна $L=202$ км.

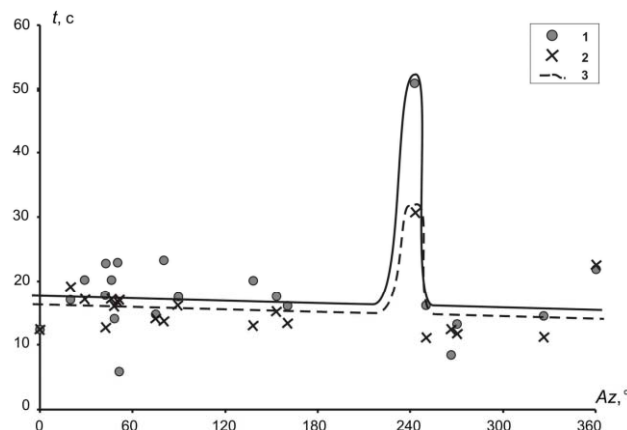


Рис. 6. Годограф (азимутальный) фиктивной волны $\tau=(P_{\max}-P)$ землетрясения 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$ в Охотском море

1–2 – экспериментальные данные: 1 – аппаратура типа А; 2 – аппаратура типа С; 3 – кривая годографа.

Скорость распространения разрыва определяется по формуле:

$$C = v_p(\tau_{\max} - \tau_{\min}) / (\tau_{\max} + \tau_{\min})$$

и равна 7 км/с.

Макросейсмические проявления. К сбору данных об интенсивности сотрясений в населенных пунктах о. Сахалин были привлечены сотрудники сейсмических станций, оперативные службы МЧС России по Сахалинской области, а также представители муниципальных образований.

Ниже приведено описание макросейсмических проявлений землетрясения в населенных пунктах.

Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений составила **I=3–4 балла** по шкале MSK-64 [17] и отмечена в г. Углегорск.

Г. Углегорск. Третий этаж четырехэтажного панельного дома, женщина лежала на диване, почувствовала раскачивание в течение 8–10 с, увидела колебание воды в наполовину наполненной стеклянной банке. Трехэтажное каменное производственное здание, все сотрудники учреждения, сидевшие на рабочих местах, почувствовали резкое сотрясение здания в целом, раскачивались открытые дверцы книжных шкафов, слегка качалась люстра. Четвертый этаж четырехэтажного здания, женщина сидела на стуле, почувствовала резкий толчок, увидела качание воды в открытом графине. Второй этаж четырехэтажного дома, женщина сидела за столом, во время землетрясения стало резко трясти стул и стол, закачалась люстра. Одноэтажный деревянный дом, мужчина лежал и смотрел телевизор, почувствовал толчок и увидел заметное колебание телевизора, стоявшего на ножках. Первый этаж двухэтажного дома, семья находилась в одной комнате и сидела за столом, все почувствовали сотрясение, сходное с сотрясением от рядом проезжавшего тяжелого грузовика. Второй этаж пятиэтажного дома, хозяйка сидела на стуле, когда ощутила резкий толчок, увидела раскачивание люстры и движение штор на окне. Большинство опрошенных жителей населенного пункта отметили, что землетрясение ощутили только те, кто находился в состоянии относительного покоя внутри помещений; те, кто находился на улице, в движении, или занимался какой-либо деятельностью, подземный толчок не ощутили.

I=3 балла. *Пос. Тымовское.* Жители деревянных одноэтажных домов ощутили слабое сотрясение, поступило одно сообщение, что качались большие цветы на подставке. На втором этаже шлакоблочного здания администрации поселка сотрудники ощущали толчки, качались жалюзи, упала ваза с цветами. На четвертом и пятом этажах жилых домов люди ощущали толчки, видели, как раскачивались люстры. Из нескольких пятиэтажных домов выбегали люди, сотрудники детского сада выводили детей из здания. Многие жители верхних этажей жилых домов ощутили землетрясение, находясь в помещении в состоянии покоя.

I=2–3 балла, отмечено в нескольких населенных пунктах.

С. Красная Тымь. На улице подземный толчок не ощущали. На первом этаже деревянного дома ощутили едва заметные колебания, раскачивание люстры и подвесных цветов. Жители первого и второго этажей каменного дома ощущали легкий толчок.

С. Бошняково. Третий этаж четырехэтажного каменного здания, кабинеты сельской администрации, сотрудники и посетители, находившиеся в это время здании, землетрясение не ощутили; однако сотрудники управления угольного разреза, четырехэтажное здание которого располагается относительно недалеко от администрации, подземный толчок ощутили, качались люстры, звенело стекло в шкафах.

С. Восход. В одноэтажном деревянном магазине покупатели ощутили толчок. На первом и втором этажах каменного дома ощущали толчки. На втором этаже звенела посуда в шкафу, покачивался шкаф с документами.

Г. Шахтерск. Технический персонал общеобразовательной школы на момент землетрясения находился в комнате отдыха, ощутили легкое раскачивание здания в целом, заметили покачивание люстры. Не ощутили землетрясение те, кто находился в это время на улице или был занят делами.

Г. Александровск-Сахалинский. В двухэтажном деревянном доме на первом этаже ощутили слабое покачивание, на втором – немного посильнее. В панельном четырехэтажном доме на первом этаже не ощущали. В пятиэтажных домах на первом этаже качалась люстра, на третьем ощутили толчок. Жительницы сидели на лавочке и ощутили слабое покачивание.

С. Подгорное. В одноэтажном деревянном доме ощутили покачивание, наблюдали раскачивание люстры.

I=2 балла, отмечено также в нескольких населенных пунктах.

С. Зональное. В одноэтажном деревянном доме и на улице не ощущали. На втором этаже деревянного дома хозяева отметили ощущение головокружения. В селе в основном одноэтажные дома, поэтому практически никто не ощущал.

С. Ясное. В одноэтажных деревянных домах некоторые люди ощущали покачивание, находясь в состоянии покоя. На улице землетрясение не ощущали.

С. Воскресеновка. В двухэтажном шлакоблочном здании детского сада на первом этаже ощущали слабое покачивание. На втором этаже раскачивало сильнее, детей вывели на улицу. В одноэтажном деревянном доме землетрясение не ощущали.

С. Молодёжное. Ощущали не все. На втором этаже деревянного здания слегка качнуло.

С. Адо-Тымово. В одноэтажном деревянном доме и на улице не ощущали. На первом этаже двухэтажного – легкое покачивание.

С. Арги-Паги. В одноэтажных деревянных домах и на улице не ощущали. На первом этаже двухэтажного каменного дома ощущали покачивание, находясь в состоянии покоя.

С. Мгачи. На пятом этаже шлакоблочного дома качались люстры. В одноэтажных деревянных домах ощущали не все.

Г. Южно-Сахалинск. Автор статьи на третьем этаже шлакоблочного здания, сидя за рабочим столом, ощутил вибрацию мебели продолжительностью в несколько секунд и примерно через минуту, уже стоя на ногах, повторно ощутил раскачивание пола в направлении север-юг с периодом T около 1 с и продолжительностью 6–10 с. Одновременно раскачивалась створка приоткрытого окна.

В Сахалинский филиал ГС РАН поступали телефонные звонки о том, что землетрясение ощутили в городах Хабаровск, Магадан и Якутск.

По данным сайта NEIC интенсивность сотрясений в Японии – в городах Мисава и Токио, в провинциях Аомори и Иватэ, частично в южной и восточной части о. Хоккайдо и в северной части о. Хонсю – составила 3 балла по модифицированной шкале Меркали [18].

По результатам макросейсмического обследования была составлена табл. 3 пунктов-баллов землетрясения 14 августа 2012 г. в Охотском море.

Таблица 3. Макросейсмические данные о землетрясении 14 августа 2012 г. в Охотском море с $M_w=7.7$

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E
	<u>3–4 балла</u>					19	Советская Гавань	382	712	48.97	140.31
1	Поронайск	180	622	49.21	143.08	20	Подгорное	390	717	46.77	142.42
2	Углегорск	255	649	49.08	142.07	21	Комсомольск-на-Амуре	613	857	50.55	137.01
	<u>3 балла</u>						<u>2 балла</u>				
3	Макаров	227	638	48.62	142.77	22	Зональное	226	635	50.67	142.75
4	Тымовское	243	640	50.85	142.65	23	Ясное	228	635	50.63	142.70
5	Токио	1508	1633	36.69	139.76	24	Воскресеновка	247	642	50.91	142.64
	<u>2–3 балла</u>					25	Молодежное	251	643	51.00	142.67
6	Смирных	191	624	49.74	142.83	26	Адо-Тымово	260	647	51.14	142.68
7	Пильво	200	642	50.04	142.78	27	Арги-Паги	273	651	51.34	142.72
8	Онор	210	630	50.19	142.68	28	Мгачи	279	655	51.05	142.24
9	Красная Тынь	238	638	50.79	142.67	29	Ноглики	292	658	51.81	143.15
10	Бошняково	239	642	49.64	142.16	30	Холмск	384	714	47.04	142.04
11	Восход	244	641	50.83	142.61	31	Корсаков	389	716	46.63	142.77
12	Ударный	249	647	49.11	142.14	32	Анива	391	717	46.72	142.52
13	Шахтерск	251	648	49.18	142.08	33	Невельск	423	736	46.69	141.86
14	Александровск-Сахалинский	275	654	50.89	142.16	34	Горнозаводск	435	743	46.57	141.83
15	Стародубское	314	676	47.42	142.82	35	Шебунино	445	749	46.44	141.85
16	Долинск	324	681	47.32	142.80	36	Оха	473	754	53.59	142.94
17	Быков	336	687	47.31	142.56	37	Южно-Курильск	626	866	44.00	145.85
18	Южно-Сахалинск	359	699	46.96	142.76	38	Малокурильское	649	880	43.85	146.82
						39	Хабаровск	766	980	48.50	135.09

Примечание. Δ и r – эпи- и гипоцентральные расстояния соответственно; для расчетов гипоцентральных расстояний глубина очага принята равной $h=600$ км.

Карта «пунктов-баллов» для землетрясения 14 августа 2012 г. в Охотском море приведена на рис. 7 с максимальными сотрясениями $I=3-4$ балла в Поронайске и Углегорске.

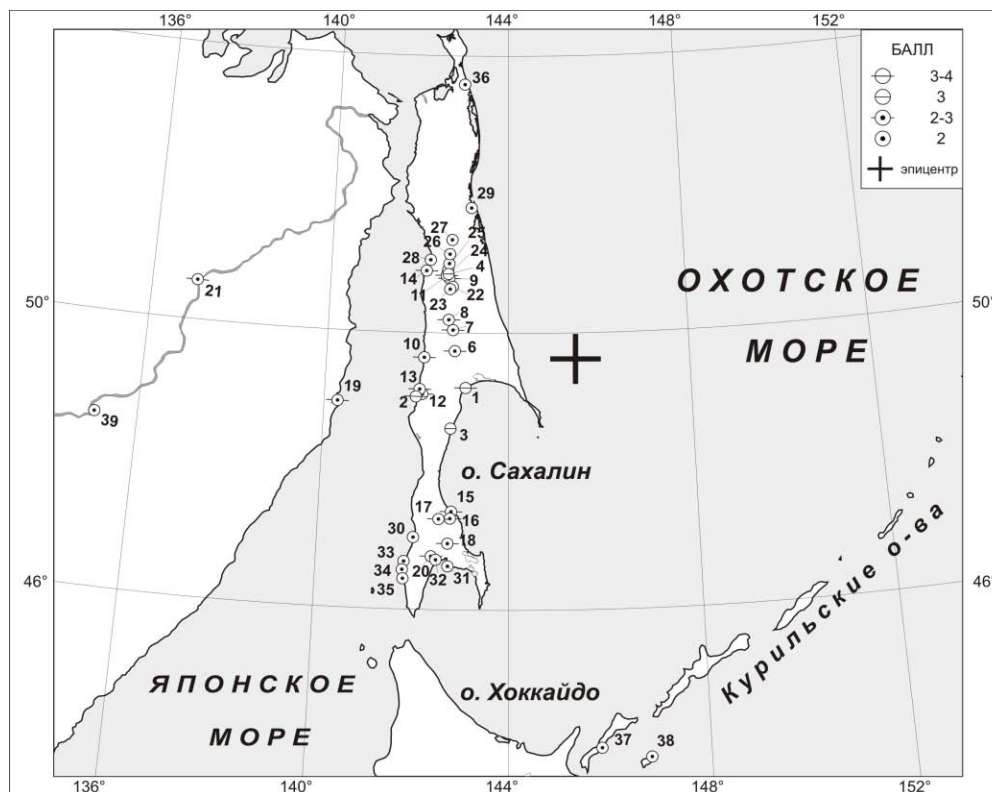


Рис. 7. Карта пространственного распределения интенсивности сотрясений при землетрясении 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$ в Охотском море

По данным с гидрометеорологических постов, установленных в населенных пунктах Макаров, Ноглики, Пильво, Онор и Малокурильское, было зафиксировано время землетрясения, которое в табл. 4 сопоставлено со временем прихода цугов продольных и поперечных волн.

Таблица 4. Тексты сообщений с оценкой интенсивности сотрясений при землетрясении 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$ в Охотском море по данным гидрометеорологических постов и время начала регистрации волн P и S по данным станционной обработки

Пункт УГМС	t_P	Δt_P	t_S	Δt_S	Текст сообщения с гидрометеопоста		
					t_0	I , балл	Δt
Макаров					03 02	3 балла	
Ноглики	03 00 54	≤ 1 мин	03 01 55.4	≤ 2 мин	03 02	2 балла	
Пильво					03 02	2-3 балла	
Онор					03 02	разрушений нет	2 мин
Малокурильское	03 01 15	≤ 1 мин	03 02 33.5	≤ 1 мин	03 04	3 балла	8 с
Сейсмостанция ТУВ	03 00 53	≤ 30 с	03 01 51.6	≤ 2 мин			
Сейсмостанция UGL	03 00 53		03 01 53.2	≤ 2 мин			

Примечание. t_P , t_S – время вступления волн P и S ; Δt – продолжительность сотрясений; I – интенсивность сотрясений.

Из таблицы хорошо видно, что сотрясения на метеорологических постах в Ногликах (пункт 29) и Малокурильском (пункт 38) были зафиксированы в одно время с наиболее интенсивными колебаниями в цугах S -волн на соответствующих сейсмических станциях. В населенных пунктах Онор и Пильво в 2012 г. сейсмические станции не были установлены, но сравнительно близко к с. Онор (73 км) и посту Пильво (90 км) расположена сейсмическая станция «Тымовское» (ТУВ), а станция «Углегорск» (UGL) – к г. Макаров (73 км). На рис. 8 приведены волновые формы землетрясения 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$ в Охотском море на сейсмограммах четырех сейсмических станций, где отмечено начало регистрации P - и S -волн.

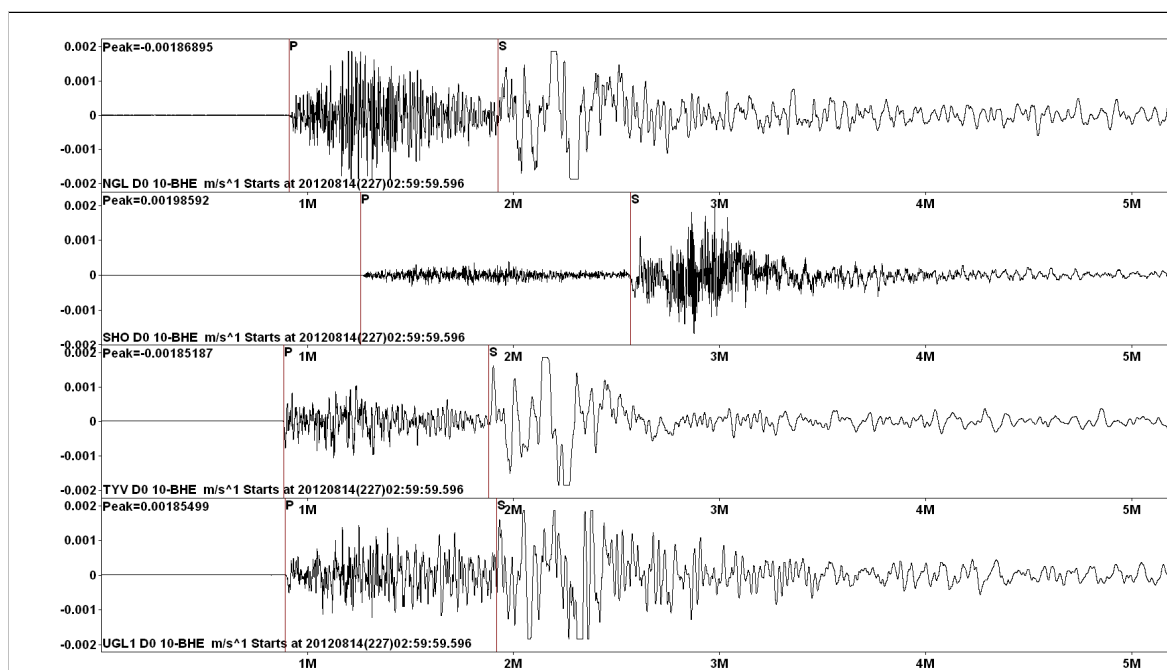


Рис. 8. Волновые формы от землетрясения 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$ в Охотском море на сейсмограммах сейсмических станций «Ноглики» (NGL), «Малокурильское» (SHO), «Тымовское» (TYV), «Углегорск» (UGL)

Сейсотектоническая интерпретация. Особенности пространственного распределения очагов курило-охотских землетрясений наглядно характеризует карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6.0$ в акваториях Охотского моря и северо-западного побережья Тихого океана, выполненная по данным NEIS [5] за период наблюдений 1960–2012 гг. (рис. 9).

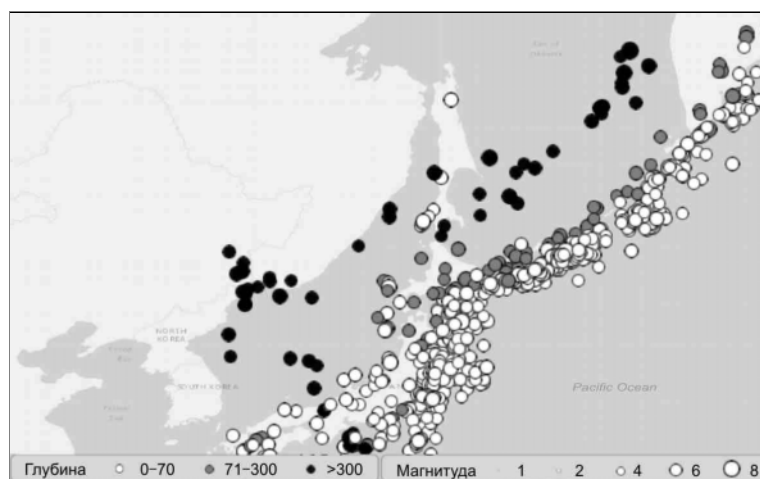


Рис. 9. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6.0$ в акваториях Охотского моря и северо-западного побережья Тихого океана за 1960–2012 гг.

Эпицентры неглубокофокусных землетрясений Курило-Охотского региона располагаются вдоль тихоокеанского побережья Курильских островов. Землетрясения с промежуточной глубиной до 300 км тяготеют к охотоморскому побережью и шельфовым зонам Курильских островов. Наибольшие глубины наблюдаются у землетрясений в центре Охотского моря, эпицентры которых протягиваются разобщенными группами от западного побережья Камчатки до пересечения в Приморье с Идзу-Бонинской зоной, которая пересекает о-в Хонсю почти под прямым углом в его центральной части. Очаги глубокофокусных землетрясений сосредоточены вдоль края опускающейся плиты поверхности Вадати-Беньоффа, где на глубине около 650 км отмечаются наиболее сильные глубокофокусные землетрясения. Т.Б. Яновская в работе [19]

рассматривает такое проявление сейсмичности как процесс, сопровождающий взаимодействие погружающейся плиты с окружающей мантией в зоне субдукции.

Результаты. Произошедшее 14 августа 2012 г. землетрясение в Охотском море у восточного побережья о. Сахалин является глубокофокусным, его очаг залегает на глубине около 600 км как по данным определения параметров в сейсмологических центрах, так и по результатам оценки глубинной фазы.

Глубокофокусные землетрясения, как правило, ощущаются на большой территории, но с невысокой интенсивностью. В данном случае землетрясение вызвало сотрясения на территории Дальнего Востока РФ и сопредельных территорий Японского архипелага. Наиболее сильные проявления землетрясения испытали жители центральной части о. Сахалин, интенсивность сотрясений не превысила 3–4 баллов.

Землетрясение 14 августа 2012 г. в Охотском море является проявлением сейсмической активности в зоне субдукции, обусловленной внутриплитовыми деформациями, которые возникают за счет взаимодействия Тихоокеанской плиты с окружающей мантией.

Л и т е р а т у р а

1. Паршина И.А. (отв. сост.), Ферчева В.Н., Децик И.В., Рунова А.И. (сост.). Каталог землетрясений юга о. Сахалин в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
2. Оперативные данные СФ ГС РАН. – Фонды СФ ФИЦ ЕГС РАН, 2012.
3. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2012 год [Сайт] / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2012–2013. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2012
5. United States Geological Survey (USGS) [Сайт]. – URL: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/epic>
6. European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC) [Сайт]. – URL: <http://www.emsc-csem.org>
7. Helmholtz Centre Potsdam, Potsdam, Germany [Сайт]. – URL: <http://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/form.php>
8. Кондорская Н.В. Инструментальные данные // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 13.
9. Дроздин Д.В., Дроздина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – 46. – № 3. – С. 22–34.
10. Рихтер Ч.Ф. Элементарная сейсмология. – М.: ИЛ, 1963. – 670 с.
11. IRIS Data Management Center, Seattle, USA [Сайт]. – URL: http://ds.iris.edu/wilber3/find_event
12. Ландер А.В., Левшин А.Л., Писаренко В.Ф., Погребинский Г.А. О спектрально-временном анализе колебаний // Вычислительные и статистические методы интерпретации сейсмологических данных. Вычислительная сейсмология; вып. 6. – М.: Наука, 1973. – С. 3–27.
13. Snoke J.A., Munsey J.W., Teague A.C., Bollinger G.A. A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and SV-P amplitude ratio data // Earthquake Notes. – 1984. – 55. – N 3. – P. 15.
14. Sokos E.N., Zahradnik J. ISOLA a Fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data, Computers // Geosciences. – August 2008. – 34. – Issue 8. – P. 967–977.
15. Global Centroid Moment Tensor (CMT) Catalog [Сайт]. – URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
16. Горбунова И.В., Бойчук А.Н., Доцев Н.Т. и др. Интерпретация очаговых волн на записях землетрясений. – Москва–Бишкек: Наука, 1992. – 132 с.
17. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
18. The Modified Mercalli Intensity Scale. USGS National Earthquake Information Centre [Сайт]. – URL: <http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>
19. Яновская Т.Б. Основы сейсмологии: учебное издание. – СПб.: ВВМ, 2006. – 288 с.