

**МАРИУПОЛЬСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 7 августа 2016 г. с  $M_w=4.6$ ,  
 $I_0=5$  баллов на СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ АЗОВСКОГО МОРЯ**

**И.П. Габсатарова**

<sup>1</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, ira@gsras.ru

**Аннотация.** Приведены инструментальные и макросейсмические данные о землетрясении 7 августа 2016 г. с  $M_w=4.6$ , произошедшем вблизи г. Мариуполя (Украина) и ощущавшемся в 47 населенных пунктах на расстояниях до 458 км от эпицентра с интенсивностью от 2 до 5 баллов. Землетрясение произошло в зоне Северо-Азовского разлома на южном ограничении Восточно-Европейской платформы. Пространственное распределение макросейсмических данных позволило построить карту пунктов-баллов и изосейст 3-го и 4-го балла. Построен механизм очага и определен сдвиговый тип движения в очаге.

**Ключевые слова:** Азовское море, землетрясение, карта пунктов-баллов, изосейста, механизм очага.

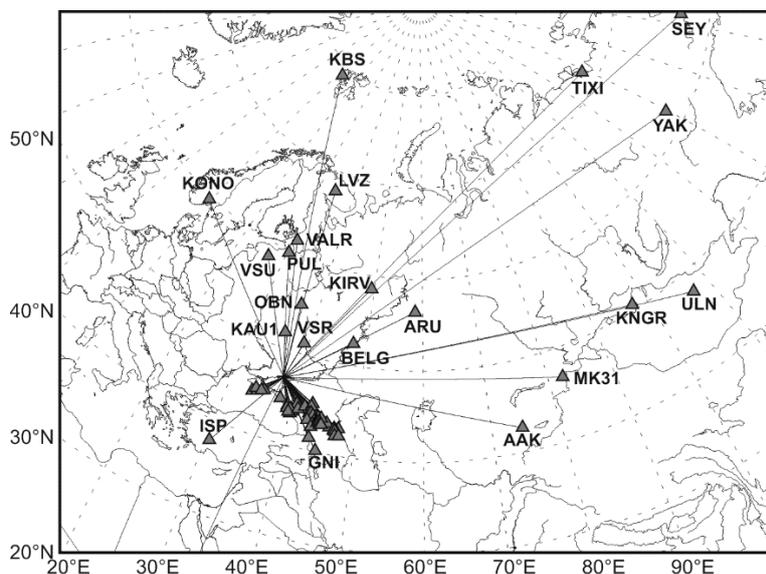
**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.26 **EDN:** HUMBK

**Для цитирования:** Габсатарова И.П. Мариупольское землетрясение 7 августа 2016 г. с  $M_w=4.6$ ,  $I_0=5$  баллов на северо-западном побережье Азовского моря // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 285–293. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.26. EDN: HUMBK

**Введение.** Настоящая статья содержит краткий обзор ранее опубликованной информации о Мариупольском землетрясении 7 августа 2016 г. [1–4], при этом имеющаяся информация приведена в формат журнала «Землетрясения Северной Евразии».

В тектоническом плане акватория Азовского моря в основном относится к Скифской плите и разделяет ее крымскую и предкавказскую части, являясь в то же время связующим звеном между этими сейсмически активными районами [5]. Северные районы Приазовья относятся к южной части Восточно-Европейской платформы. Сейсмичность здесь довольно редкая, но каждое новое ощутимое землетрясение вызывает большой интерес у исследователей.

**Основные параметры главного толчка.** Наблюдения за сейсмическими событиями в Приазовье ( $M \geq 3$ ) проводятся сейсмическими станциями на Черноморском побережье Кавказа и Крыма, в Краснодарском крае, в Воронежском районе и на Украине. Ближайшие станции удалены от эпицентров на 200 км и более, что не могло не сказаться на точности определения параметров гипоцентра этого землетрясения по региональным данным [1]. В таких случаях привлекаются данные (записи и результаты обработки) более удаленных станций (рис. 1).



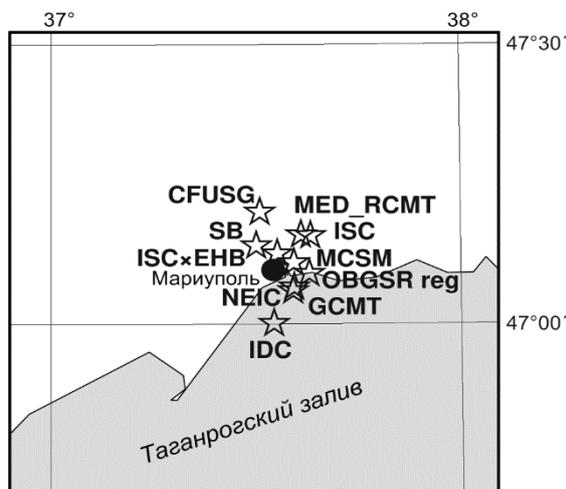
**Рис. 1.** Сейсмическая сеть, участвовавшая в определении параметров Мариупольского землетрясения

**Таблица 1.** Основные параметры Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г. с  $K_p=12.4$ ,  $M_w=4.6$  по данным различных центров

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Ис-точ-ник
			$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
IDC	08 15 04.09	0.36	47.0013	–	37.5427	–	0f	–	$mb=4.5/22, M_s=3.7/52$	[6]
MED_RCMT	08 15 05.00	0.40	47.1600	–	37.6100	–	26.8	–	$M_w=4.6/24$	–
NEIC	08 15 05.48	2.21	47.0666	0.04	37.5923	0.02	10f	–	$mb=4.8/128$	–
MCSM	08 15 05.50	0.40	47.1100	–	37.5923	–	10f	–	$ML=4.8$	–
ISC-EHB	08 15 06.70	0.98	47.1260	0.02	37.5520	0.02	15f	–	–	–
MOS	08 15 04.90	–	47.14	–	37.50	–	19	–	$MPSP=4.8/48, M_s=3.8/20$	–
OBGSR reg	08 15 06.70	0.61	47.0900	0.10	37.63	0.10	24	–	$K_p=12.4, MPVA=3.8$	–
CFUSG	08 15 08.30	–	47.2000	–	37.51	–	24	–	$MSH=4.6, mb=4.4/6, MD=4.3/7$	–
GCMT	08 15 08.50	0.40	47.0600	–	37.59	–	17.7	–	$M_w=4.6/72$	–
ISC	08 15 06.58	0.86	47.1583	0.10	37.6332	0.07	16.5	–	$mb=(4.8\pm 0.2)/146, M_s=(3.8\pm 0.2)/47$	–

Примечание. OBGSR reg – региональный бюллетень Северного Кавказа ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Россия; MOS – телесеismicкий бюллетень ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Россия; MCSM – Main Centre for Special Monitoring (Украина); ISC – International Seismological Center, UK; ISC-EHB – бюллетень ISC, пересмотренный и уточненный с использованием алгоритма EHB [7] для минимизации ошибок в местоположении (особенно по глубине) из-за применения трехмерной структуры Земли; NEIC – National Earthquake Information Center, USA; CFUSG – Институт сейсмологии и геодинамики Крымского Федерального Университета им. Вернадского; IDC – International Data Centre, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBTO), Austria; MED\_RCMT – MedNet Regional Centroid – Moment Tensors; GCMT – The Global CMT Project Lamont Doherty Earth Observatory (LDEO), Columbia University, USA.

Как видно из рис. 2, часть сейсмологических центров локализовали эпицентр землетрясения на суше, вторая часть – в прибрежной зоне Таганрогского залива. Разброс по широте составляет  $0.14^\circ$ , по долготе  $-0.13^\circ$ , что соответствует 15 км. Таким образом, можно предположить, что точность локации эпицентра – примерно  $\pm 15$  км.



**Рис. 2.** Положение эпицентра землетрясения 7 августа 2016 г. по данным различных сейсмологических центров (соответствует таблице 1)

Судя по таблице 1, глубина очага Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г. находится в интервале 10–27 км по данным различных центров. Определение ее при локации ненадежно, о чем сообщается в сопровождении результатов обработки в бюллетене ISC-EHB с присвоением уровня 3 точности локации. Это значит, что ошибка в определении глубины может достигать более 15 км [7]. Ранее было замечено, что для кавказских землетрясений на записях сети станций Китая хорошо выделяются глубинные фазы, как, например, это было для Нижнекубанского землетрясения 09.11.2002 г. [8]. В бюллетене ISC [6] приводятся данные четырех станций, расположенных на территории Китая (табл. 2), на записях которых выделены глубинные фазы  $pP$  или  $sP$ .

**Таблица 2.** Расчет глубины по глубинным фазам  $pP$  и  $sP$ , выделенным на станциях китайской сети

Станция	Расстояние, °	Азимут, °	$T_{pP} - T_p / T_{sP} - T_p$ , с	Глубина, км
GOMU, GeErMu	43.20	83	4.2	14
GTA, Gaotai	44.85	76	/6.3	/14
LZH, Lanzhou	49.34	78	/5.7	/13
XAN, Xi'an	53.9	77	3.5/6.3	11/14
<b>Среднее значение глубины</b>				<b>13±1</b>

Таким образом, среднее значение глубины по глубинным фазам, выделенным на записях четырех станций Китайской сети, составило  $13\pm 1$  км, что и было принято как окончательное значение.

Параметры пяти афтершоков с  $K_p=7.4-8.0$ , включенных в региональный Сводный каталог землетрясений на Северном Кавказе (Прил. 2 к статье [9]), определены по данным нескольких станций (от трех до 22), параметры одного события были приблизительно определены по данным одной станции Анапа. Пять афтершоков произошли в первые сутки после основного толчка в  $08^h18^m$ ;  $08^h22^m$ ;  $08^h24^m$ ;  $16^h14^m$ ;  $16^h40^m$ , один – 11 августа в  $21^h59^m$ .

Кроме этих афтершоков авторами работ [3, 4] на основе записей центральных 3-С элементов мини групп АКASG (Малин, Украина), BRTR (Keskin Aray, Турция), MHVAR (Михнево, Россия) и RDON (группа возле Ростова-на-Дону) было найдено еще шесть афтершоков этого землетрясения. Они были выделены только на записях сейсмических групп с применением метода кросскорреляции волновых форм (ККВФ) и могли бы дополнить афтершоковую последовательность, но не были включены в каталог по причине отсутствия магнитудных оценок для этих событий. Дополнительные афтершоки были выделены 7 августа 2016 г. в  $8^h53^m$ ;  $9^h29^m$ ;  $14^h49^m$ , 9 августа в  $13^h12^m$ , 11 августа в  $11^h46^m$  и 11 августа в  $14^h15^m$ , предположительно они имели класс, не превышающий  $K_p=7.0$ .

**Механизм очага.** Несмотря на относительно небольшую магнитуду для этого события, имеется уникальная информация в Global CMT Catalog по значению скалярного сейсмического момента, моментной магнитуды и механизму очага, построенного на основании тензора момента. Согласно сообщению на сайте Global CMT Catalog, тензор момента Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г. был рассчитан методом инверсии по записям объемных волн 13 станций и поверхностных волн 72 станций. В ФИЦ ЕГС РАН механизм очага был построен по знакам первых движений в  $P$ -волне, которые уверенно выделены на 33 сейсмических станциях, удаленных от очага на расстояния от  $2.3^\circ$  до  $45.3^\circ$  и хорошо окружавших эпицентр. Для расчета использовалась программа FA A.B. Ландера [10]. Результаты представлены в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3. Параметры механизма очага Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г. в  $08^h15^m$

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	h, км	Магнитуды		$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				MPVA	MS		T		N		P		NP1			NP2		
							PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
ФИЦ ЕГС РАН	07.08	08:15:05.8	13	4.8	4.6	12.3	8	69	73	313	15	161	205	75	-6	296	85	-164
GCMТ	–	08:15:09.3	18	$M_w=4.6$	4.8	–	13	58	73	198	10	325	192	88	17	101	73	178

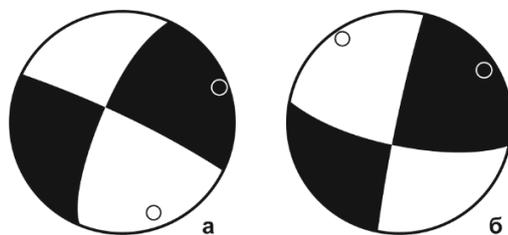


Рис. 3. Диаграммы механизма очага в стереографической проекции в нижней полусфере по данным: а – ФИЦ ЕГС РАН, б – GCMТ

Несмотря на несколько различающиеся значения параметров механизма очага по данным двух источников, оба решения описывают движение в очаге как левосторонний сдвиг по нодальной плоскости  $NP1$  юг–юго-западного простирания, или правосторонний сдвиг по  $NP2$  северо-западного / близширотного простирания. И в том, и в другом решении обе плоскости имеют крутое падение ( $DP_{NP1}=75$  и  $88^\circ$ ,  $DP_{NP2}=85$  и  $75^\circ$ ).

**Макросейсмические сведения** об этом землетрясении собраны по различным источникам (телефонный опрос, данные МЧС, Средиземноморского центра CSEM и др.), так как не было возможности проведения специального обследования сотрясенной области. Из общего числа 47 населенных пунктов, попавших в список, только для 21 пункта удалось дать оценки интенсивности (экспертные оценки сделаны А.А. Никоновым [1]) (табл. 4). При этом следует отметить, что в значительной части это приблизительные оценки, поскольку сведения по каждому из таких пунктов поступили от одного-двух информаторов.

Из нескольких городов сообщали о сотрясениях на высоких этажах, либо только на 8–10 этажах, либо значительно сильнее на них. Такие сообщения поступили из Ростова, Донецка, Бахмута (бывший Артемовск), Мариуполя, Запорожья. Однако анализ данных позволил составить таблицу (табл. 4).

Таблица 4. Макросейсмические данные о землетрясении 07.08.2016 г. в 08<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=12.4$  [1]

№	Пункт	φ, °N	λ, °E	Δ, км	№	Пункт	φ, °N	λ, °E	Δ, км
<b>5 баллов</b>					<b>ощущались</b>				
1	Мариуполь	47.10	37.54	8	22	Талаковка	47.19	37.72	15
<b>4–5 баллов</b>					23	Старый Крым	47.16	37.49	16
2	Таганрог	47.24	38.88	96	24	Володарское	47.21	37.33	29
3	Троицкое	47.36	38.89	100	25	Мангушский р-он	47.05	37.30	~30
4	Покровское (Неклиновский район)	47.42	38.90	103	26	Новоазовск	47.12	38.07	33
5	Приморка	47.28	39.05	109	26	Урзуф	46.92	37.12	43
6	Пологи	47.48	36.26	114	28	Ейск	46.70	38.28	63
<b>4 балла</b>					29	Новотроицкое	47.72	37.58	73
7	Агробаза	47.06	37.45	15	30	Докучаевск	47.75	37.68	77
8	Белосарайская коса	46.90	37.34	28	31	Щербиновский р-н (Краснод. край)	46.63	38.50	80
9	Мичурино	47.47	38.03	55	32	Куйбышево	47.36	36.65	82
10	Харцызск	48.04	38.14	110	33	Степное	47.79	37.55	82
<b>3–4 балла</b>					34	Марьинка	47.94	37.50	99
11	Волноваха	47.60	37.49	61	35	Черниговка	47.19	36.20	110
12	Донецк	48.01	37.80	106	36	Макеевка	48.05	37.97	112
13	Ростов-на-Дону	47.24	39.71	158	37	Шахтерск	48.05	38.47	126
<b>3 балла</b>					38	Староминский р-н (Краснод. Край)	46.53	39.05	130
14	Бердянск	46.76	36.78	73	39	Енакиево	48.22	38.20	135
15	Иловайск	47.93	38.20	105	40	Горловка	48.31	38.03	142
16	Ясиноватая	48.13	37.86	120	41	Токмак	47.25	35.71	148
<b>2–3 балла</b>					42	Самарское	46.94	39.69	156
17	Азов	47.11	39.42	135	43	Батайск	47.14	39.74	159
18	Аксай, Ростов. обл.	47.27	39.86	170	44	Куцевский р-н (Краснод. край)	46.55	39.61	~160
19	Мелитополь	46.83	35.37	174	45	Должанская	48.05	39.65	187
20	Днепр (Днепропетровск)	48.47	35.02	250	46	Запорожье	47.85	35.14	208
<b>2 балла</b>					47	Кропивницкое	48.15	31.74	458
21	Бахмут (Артемовск)	48.60	38.00	173					

Наибольшей интенсивностью землетрясение проявилось в г. Мариуполе – 5 баллов. По отдельным сообщениям испуганных людей можно было выделить основные проявления: сильный гул, после которого следовала сильная тряска. Отмечались два толчка в разных частях Мариуполя. Звук от первого толчка был похож на падение на землю очень тяжелого предмета, например, как удар большого мешка с песком, сброшенного с большой высоты, после чего наблюдалась вибрация стен и пола в течение 5–8 (10–20) с. По словам местных жителей, в домах дрожали стены и шаталась мебель, в зданиях старой постройки осыпалась штукатурка, в многоэтажных домах появились трещины, в некоторых домах треснули потолки, дрожали и раскачивались люстры и посуда в шкафах, в аквариуме плескалась вода.

В Таганроге – 4–5 баллов, граждане ощущали подземные толчки продолжительностью от 5 до 10 с. Толчки ощущались практически во всех районах города, а также в Покровском и Троицком под Таганрогом. Отмечались колебания как от рядом проехавшего тяжелого транспорта. В магазине по пер. Гоголевский витрины тряслись, под ногами сильно ощущалась вибрация пола: «честно говоря, было жутко, первая мысль была – как взрыв под землей». «Трясло весь город, да так, что были разрушения в домах и отмечались нервные срывы у людей». Ощущалось движение мебели в частном одноэтажном доме, трясся холодильник, на улице спутниковая антенна «ходила ходуном». В Пологах крыша тряслась так, как будто кто-то по ней ходил, вода в колодце плескалась.

Многие жители Ростова-на-Дону (3–4 балла, возможно, местами 4 балла) ощутили, что полы в квартирах и мебель весьма ощутимо покачиваются. Самопроизвольно закрывались открытые форточки. Все это продолжалось на протяжении нескольких секунд, но заставило жителей донской столицы поволноваться. Сообщения на сайт поступили от жителей, проживающих в районе пл. Ленина. Впоследствии и в других районах люди начали говорить, что ощущали нечто подобное – такое впечатление, будто мимо проехал тяжелый грузовик, трясло 3–5 с. В частном доме ощущение было такое, что пол ходуном ходит, все в комнатах тряслось, дрожало.

В другом доме на десятом этаже было страшно: трянуло, словно маятник, из стороны в сторону, посуда задрезжала, люстры закачались, стекла дребезжали. В Донецке с ошутимостью также 3–4 балла в домах ходила ходуном мебель, падали с подоконников горшки с цветами, посуда, упали мелкие вещи с полок. В Волновахе в одном из домов на втором этаже упали полки с консервами.

В Иловайске – 3 балла – раскачивались витрины в магазине. Сообщается, что было ощущение, будто закружилась голова.

Собранные макросейсмические данные о проявлениях Мариупольского землетрясения в различных населенных пунктах позволили оконтурить изосейсты 3-го и 4-го балла (рис. 4).

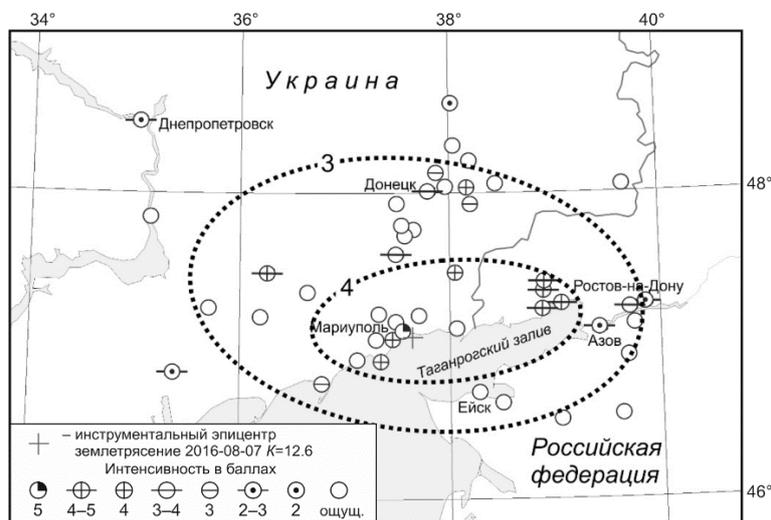


Рис. 4. Карта пункты-баллы и приблизительные контуры изолиний балльности для Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г.

**Историческая сейсмичность.** В настоящее время известно, в основном благодаря исследованиям А.А. Никонова, более десятка исторических землетрясений вблизи Северо-Азовского разлома (рис. 5). Параметры части ошутимых землетрясений за период 1814–1990 гг. были внесены в Специализированный каталог, формируемый для построения карт Общего сейсмического районирования [11].

Северо-Азовский разлом совпадает с положением выделенного к началу XXI века одноименного сейсмолинеамента [12, 13] (рис. 5). В [14–17] опубликованы материалы по молодой тектонической активности разлома и о разрушительных землетрясениях здесь тысячи лет назад, в том числе в период существования древнего города Танаис в 350 г. до н.э. и 250 г. н.э.

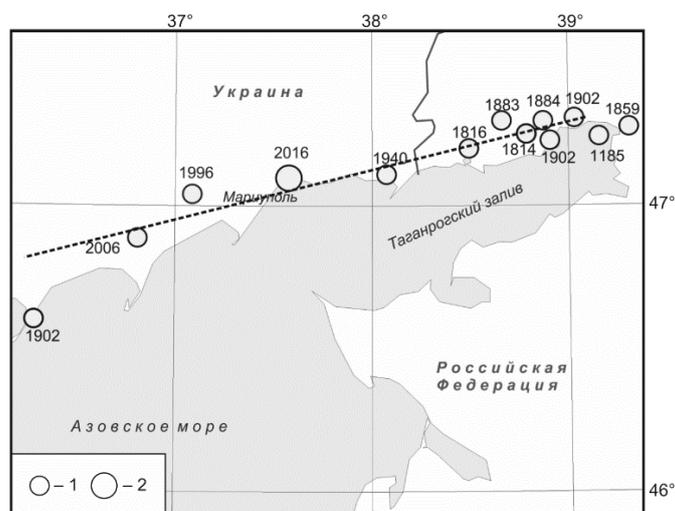


Рис. 5. Копия образа карты с положением эпицентров известных землетрясений в северо-западной части Приазовья по данным А.А. Никонова из [14]. Пунктиром показано положение Северо-Азовского разлома 1 – исторические землетрясения, 2 – Мариупольское землетрясение 7 августа 2016 г.

**Сейсмотектоническая позиция.** Очаг Мариупольского землетрясения приурочен к южной периферийной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (рис. 6). В геолого-структурном отношении регион находится в зоне сочленения Украинского щита и Причерноморской впадины (микроплиты), которые характеризуются разнонаправленными вертикальными движениями. Наличие региональных глубинных разно ориентированных разломов обуславливает блоковое строение территории исследования [19].

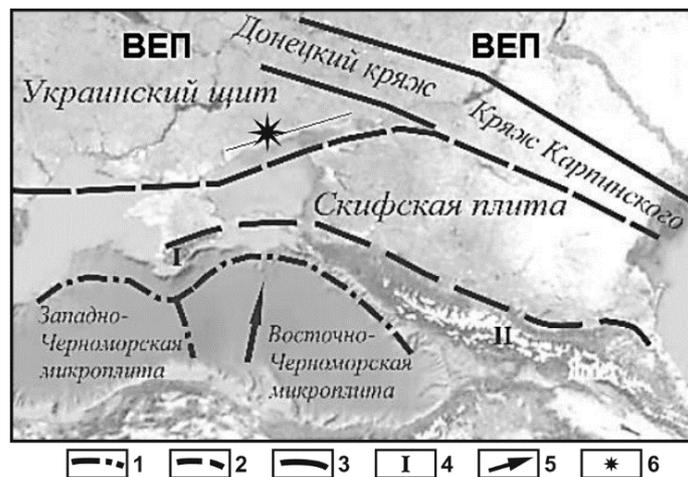


Рис. 6. Геодинамическая схема района землетрясения из [4]

1–3 – границы (1 – микроплит, 2 – Скифской плиты, 3 – девонского палеорифта); 4 – орогены (I – Крымский, II – Кавказский); 5 – направление давления Восточно-Черноморской микроплиты; 6 – эпицентр землетрясения вблизи г. Мариуполя 7 августа 2016 г.

На границе Скифской плиты и Приазовского блока Украинского щита, за областью максимального изгиба зоны столкновения Восточно-Черноморской микроплиты, образуется зона сжатия, определяющая деформации далеко на север, по-видимому, включая Донбасс (Донецкий кряж). В этой области активизируются древние разломы с кинематикой, соответствующей современному полю напряжений [20].

Район расположения сейсмических событий приурочен к южно-украинской моноклинали, расположенной на южном склоне Украинского щита. Основной толчок Мариупольского землетрясения и все афтершоки локализируются в пределах неотектонически активного блока, более детально описывается в [2, 4].

**Заключение.** Район Мариупольского землетрясения 7 августа 2016 г. относится к зоне «неуверенного инструментального сейсмического мониторинга», поскольку ближайшие сейсмические станции расположены на удалении не менее 200 км. Однако развитые сети сейсмических станций в Крыму, на Северном Кавказе, Воронежском кристаллической массиве позволяют с удовлетворительной точностью определить положение эпицентра. Для определения глубины очага необходимо выделение глубинных фаз на записях станций, что было сделано по данным четырех китайских станций. В результате достаточно надежно определена глубина очага Мариупольского землетрясения – 13 км.

Геодинамическая обстановка и сейсмотектонические условия южной периферийной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) обуславливают развитие сейсмического процесса в районе Мариупольского землетрясения. В работе [4] предложена еще одна причина возникновения здесь землетрясений умеренных магнитуд – значительная техногенная нагрузка на сейсмотектонически активный регион, связанная с наличием крупного промышленного центра – Мариуполя, водохранилищ в среднем течении рек Кальчик и Кальмиус (Павловское водохранилище), и длительная разработка гранитных карьеров с применением взрывных технологий. Все это может влиять на деформационные и прочностные свойства сложнопостроенной геологической среды.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках госзадания № 075-01471-22) и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира».

### Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Никонов А.А., Флейфель Л.Д. Бердянское (Осипенковское), 2006 г., и Мариупольское, 2016 г., землетрясения в зоне Северо-Азовского разлома: макросейсмическое поле, механизм очага, миграция // Триггерные эффекты в геосистемах (Москва, 6–9 июня 2017 г.): материалы IV Всероссийской конференции с международным участием / Под ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. – М.: ГЕОС. – 2017. – С. 76–83.
2. Санина И.А., Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М. Анализ геолого-структурных условий района Мариупольского землетрясения // Триггерные эффекты в геосистемах. – 2017. – С. 243–251.
3. Китов И.О., Санина И.А., Сергеев С.С., Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л. Обнаружение, оценка магнитуды и относительная локация слабых афтершоков с помощью кросс-корреляции волновых форм: землетрясение 7 августа 2016 г. в Мариуполе // Сейсмические приборы. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 58–80. doi: 10.21455/si2017.2-4
4. Санина И.А., Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М., Константиновская Н.Л., Нестеркина М.А., Габсатарова И.П. Сейсмотектоническая обстановка землетрясения 07 августа 2016 г. и его афтершоков // Физика Земли. – 2019. – № 2. – С. 156–167.
5. Арбатов А.А., Каменецкий А.Е., Снегирева О.В., Чернобров Б.С., Швембергер Ю.Н. Тектоника Крыма, Азовского моря и Западного Предкавказья в раннем мезозое // Советская геология. – 1974. – № 5. – С. 88–96.
6. International Seismological Centre (20XX). ISC-EHB dataset. (2022). <https://doi.org/10.31905/PY08W6S3>
7. Engdahl E.R., van der Hilst R., Buland R. Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination // Bulletin of the Seismological Society of America. – 1998. – V. 88, N 3. – P. 722–743.
8. Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Бабкова Е.А. Нижнекубанское-II землетрясение 9 ноября 2002 года с  $K_p=13.0$ ,  $M_w=5.5$ ,  $I_0=6$  (Северный Кавказ) // Землетрясения Северной Евразии, 2002 год. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 357–379.
9. Габсатарова И.П., Королецьки Л.Н., Иванова Л.Е., Саяпина А.А., Багаева С.С., Адилов З.М., Асманов О.А. Сейсмичность Северного Кавказа в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 74–86. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.06. EDN: QPXOME
10. 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 КФ ГС РАН, 2004. – 350 с.
11. Special Catalog of Earthquakes of the Northern Eurasia (SECNE). (2022). – URL: <http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/neurasia/nordasiacat.txt>
12. Уломов В.И., Богданов М.И., Пустовитенко Б.Г., Перетокин С.А., Стром А.Л., Акатова К.Н., Данилова Т.И., Медведева Н.С. Анализ сейсмической опасности Крыма и Северного Кавказа и адаптация полученных оценок к комплексу карт ОСР-2014 // Инженерные изыскания. – 2015. – № 13. – С. 12–27.
13. Никонов А.А. Ростовская АЭС располагается в геодинамически и сейсмически безопасной зоне // Материалы IX Международной конференции «Строение, живая тектоника и дислокации платформ и их горно-складчатых обрамлений». – М.: 2003. – С. 185–188.
14. Никонов А.А. Сейсмический казус 1185 г. в Северном Приазовье: Актуальный разбор события в активной сейсмогенной зоне // Геофизические процессы и биосфера. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 103–110.
15. Никонов А.А., Шварев С.В. Землетрясения доисторического периода в системе совершенствования оценок сейсмической опасности/безопасности (Восточно-Европейская платформа и ее обрамление) // Инженерные изыскания в строительстве. Материалы седьмой общероссийской конференции изыскательских организаций. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2011. – С. 223–226.
16. Никонов А.А., Шварев С.В. Сейсмичность платформенного юга Европейской России в сопоставлении с морфоструктурами // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения: Материалы XII Международной конференции 18–23 сентября 2006 г. – Воронеж: Воронежский Государственный университет, 2006. – Том II. – С. 23–26.
17. Никонов А.А., Габсатарова И.П. Северо-Азовский сейсмолинеament – активная и опасная структура // Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы: Материалы XVIII Международной конференции. – Воронеж, 2012. – С. 224–229.

18. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Князева В.С., Бушмакина Г.Н., Габсатарова И.П. Две версии изосейст Осипенковского (Бердянского) землетрясения 31 июля 2006 г. с  $M_w=3.3$ ,  $I_0=5$  (Украина, Запорожская обл.) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 359–366.
19. Гинтов О.Б., Егорова Т.П., Цветкова Т.А., Бугаенко И.В., Муровская А.В. Геодинамические особенности зоны сочленения Евразийской плиты и Альпийско-Гималайского пояса в пределах Украины и прилегающих территорий // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36, № 5. – С. 27–63.
20. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ юго-восточной Европы // Труды ГИН РАН. – М.: Наука, 2005. – № 552. – 340 с.

***MARIUPOL EARTHQUAKE on August 7, 2016 with  $M_w=4.6$ ,  $I_0=5$   
on the NORTHWESTERN COAST of the SEA of AZOV***

***I.P. Gabsatarova***

*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, Russia, ira@gsras.ru*

**Abstract.** The instrumental and macroseismic data on the earthquake of August 7, 2016 with  $M_w=4.6$ , which occurred near the city of Mariupol (Ukraine) and was felt in 47 settlements at distances up to 458 km from the epicenter with an intensity of 2 to 5 at MSK-64 scale, are presented. The earthquake occurred in the area of the North Azov fault at the southern border of the East European platform. The spatial distribution of macroseismic data made it possible to construct a map of isoseists of  $I=3$  and 4. The focal mechanism is constructed and a strike-slip motion type in the focus is determined.

**Keywords:** Sea of Azov, earthquake, feeling map, isoseist, focal mechanism.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.26 EDN: HYMBLK

**For citation:** Gabsatarova, I.P. (2022). [Mariupol earthquake on August 7, 2016 with  $M_w=4.6$ ,  $I_0=5$  on the northwestern coast of the Sea of Azov]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 25(2016–2017), 285–293. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.26. EDN: HYMBLK

**R e f e r e n c e s**

1. Gabsatarova, I.P., Nikonov, A.A., & Fleifel, L.D. (2017). [Berdyanskoe (Osipenkovskoe), 2006, and Mariupol, 2016, earthquakes in the zone of the North Azov fault: macroseismic field, focal mechanism, migration]. In *Triggernyye efekty v geosistemakh (Moskva, 6–9 iyunya 2017 g.): materialy IV Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Trigger Effects in Geosystems (Moscow, June 6–9, 2017): Proceedings of the IV All-Russian Conference with International Participation] (pp. 76–83). Moscow, Russia: GEOS Publ. (In Russ.).
2. Sanina, I.A., Ivanchenko, G.N., & Gorbunova, E.M. (2017). [Analysis of the Geological and Structural Conditions of the Mariupol Earthquake Region]. In *Triggernyye efekty v geosistemakh (Moskva, 6–9 iyunya 2017 g.): materialy IV Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Trigger Effects in Geosystems (Moscow, June 6–9, 2017): Proceedings of the IV All-Russian Conference with International Participation] (pp. 243–251). Moscow, Russia: GEOS Publ. (In Russ.).
3. Kitov, I.O., Sanina, I.A., Sergeev, S.S., Nesterkina, M.A., & Konstantinovskaya, N.L. (2018). Detection, estimation of magnitude, and relative location of weak aftershocks using waveform cross-correlation: The earthquake of August 7, 2016, in the town of Mariupol. *Seismic Instruments*, 54(2), 158–174.
4. Sanina, I.A., Ivanchenko, G.N., Gorbunova, E.M., Konstantinovskaya, N.L., Nesterkina, M.A., & Gabsatarova, I.P. (2019). Seismotectonic Setting of the Earthquake of August 7, 2016 and its aftershocks. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 55(2), 327–336.
5. Arbatov, A.A., Kamenetsky, A.E., Snegireva, O.V., Chernobrov, B.S., & Shvemberger, Yu.N. (1974). [Tectonics of the Crimea, the Sea of Azov and the Western Ciscaucasia in the Early Mesozoic]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 5, 88–96. (In Russ.).
6. International Seismological Centre (2022). ISC-EHB dataset. (2022). Retrieved from <https://doi.org/10.31905/PY08W6S3>
7. Engdahl, E.R., van der Hilst, R., & Buland, R. (1998). Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 88(3), 722–743.

8. Gabsatarova, I.P., Chepkunas, L.S., & Babkova, E.A. (2008). [Nizhnekubansk-II earthquake 09.11.2002 with  $K_R=13.0$ ,  $M_w=5.5$  and  $I_0=6$  (the Northern Caucasus)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2002 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2002] (pp. 357–379). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
9. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., Ivanova L.E., Sayapina, A.A., Bagaeva, S.S., Adilov, Z.M., & Asmanov, O.A. (2022). [Seismicity of the Northern Caucasus in 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 74–86. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.06. EDN: QPXOME.
10. Lander, A.V. (2004). [The complex of programs for determining the mechanisms of earthquake foci and their graphic representation]. In *Otchet KOMSP GS RAN «Kompleksnye seismologicheskie i geofizicheskie issledovaniia Kamchatki i Komandorskikh ostrovov (01.01.2003–31.12.2003)»* [Report of KomSP GS RAS «Complex seismological and geophysical studies of Kamchatka and the Komandor islands (01.01.2003–31.12.2003)»]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia: Funds KF GS RAS Publ. (In Russ.).
11. Special Catalog of Earthquakes of the Northern Eurasia (SECNE). (2022). Retrieved from <http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/neurasia/nordasiacat.txt>
12. Ulomov, V.I., Bogdanov, V.I., Pustovitenko, B.G., Peretokin, S.A., Strom, A.L., Akatova, K.N., Danilova, T.I., & Medvedeva, N.S. (2015). [Analyzing the seismic hazards of the Crimea and North Caucasus and adapting the obtained assessments to the GSZ-2014 set of maps]. *Inzhenernye izyskaniya* [Engineering survey], 13, 12–27. (In Russ.).
13. Nikonov, A.A. (2003). [Is the Rostov NPP located in a geodynamically and seismically safe area?]. In *Materialy IX Mezhdunarodnoj konferencii «Stroenie, zhivaya tektonika i dislokacii platform i ih gorno-skladchatykh obramlenij»* [Proceedings of the IX International Conference «Structure, living tectonics and dislocation of platforms and their mountain-folded frames»] (pp. 185–188). Moscow, Russia. (In Russ.).
14. Nikonov, A.A. (2019). Seismic “Incident” of 1185 in the Northern Sea of Azov: Contemporary Analysis of the Earthquake in an Active Seismogenic Zone. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 55(7), 770–778. (In Russ.).
15. Nikonov, A.A., & Shvarev, S.V. (2011). [Earthquakes of the Prehistoric Period in the System for Improving Seismic Hazard/Safety Assessments (East European Platform and Its Framing)]. In *Inzhenernyye izyskaniya v stroitel'stve. Materialy sed'moy obshcherossiyskoy konferentsii izyskatel'skikh organizatsiy* [Engineering Surveys in Construction. Materials of the seventh all-Russian conference of survey organizations] (pp. 223–226). Moscow, Russia: OOO «Geomarketing» Publ. (In Russ.).
16. Nikonov, A.A., & Shvarev, S.V. (2006). [Seismicity of the platform south of European Russia in comparison with morphostructures]. In *Aktivnyye geologicheskiye i geofizicheskiye protsessy v litosfere. Metody, sredstva i rezul'taty izucheniya: Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii 18–23 sentyabrya 2006 g.* [Active geological and geophysical processes in the lithosphere. Methods, means and results of the study: Proceedings of the XII International Conference on September 18–23, 2006] (pp. 23–26). Voronezh, Russia: Voronezh State University Publ. (In Russ.).
17. Nikonov, A.A., & Gabsatarova, I.P. (2012). [The North-Azov seismolineament is an active and dangerous structure]. *Geologicheskaya sreda, mineragenicheskiye i seysmotektonicheskiye protsessy* [Geological environment, mineragenic and seismotectonic processes: Proceedings of the XVIII International Conference] (pp. 224–229). Voronezh, Russia. (In Russ.).
18. Pustovitenko, A.N., Svidlova, V.A., Knyazeva, V.S., Bushmakina, G.N., & Gabsatarova, I.P. (2012). [Two versions of the isoseismals Osipenkovskogo (Berdyansk) earthquake of July 31, 2006 with  $M_w=3.3$ ,  $I_0=5$  (Ukraine, the Zaporozhye region)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2006 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2006] (pp. 359–366). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
19. Gintov, O.B., Egorova, T.P., Tsvetkova, T.A., Bugaenko, I.V., & Murovskaya, A.V. (2014). [Geodynamic features of the junction zone of the Eurasian plate and the Alpine-Himalayan belt within Ukraine and adjacent territories]. *Geofizicheskij zhurnal* [Geophysical Journal], 36(5), 27–63. (In Russ.).
20. Kopp, M.L. (2005). [Mobilistic Neotectonics of the Platforms of Southeast Europe]. *Trudy GIN RAN* [Proceedings of the GIN RAS]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 552, 340 p. (In Russ.).