

ОЩУТИМЫЕ в МОЛДОВЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 2015 г.:

24 января с $K_p=12.2$, $M_w=4.3$; 16 марта с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$; 29 марта с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$

(Румыния–Молдова)

Н.Я. Степаненко, В.Ю. Карданец, Н.А. СимоноваИнститут геологии и сейсмологии Республики Молдова, г. Кишинёв,
kis-seismo@mail.ru, seismolab@rambler.ru

Аннотация. Все ощутимые в 2015 г. на территории Молдовы землетрясения произошли за ее пределами, в области Вранча и в Предкарпатье (Румыния). В 2015 г. населением Молдовы ощущались четыре землетрясения: 19 и 24 января, 16 и 29 марта. В статье детально рассматриваются три наиболее сильные из них – 24 января, 16 и 29 марта – с эпицентрами в массиве Вранча. Землетрясение 24 января с $M_w=4.3$ и $h_{гг}=89$ км ощущалось в Румынии и Республике Молдова, где было отмечено в г. Кагуле с интенсивностью 3 балла и в г. Кишинёве – 2 балла. Землетрясение 16 марта с $M_w=4.3$ и $h_{гг}=121$ км ощущалось в восьми населенных пунктах в восточных и южных уездах Румынии. На территории Республики Молдова отмечено в Кагуле с интенсивностью 3 балла и в Кишинёве – 2–3 балла. Интенсивность в эпицентре не превышала 4 баллов. Землетрясение 29 марта с $M_w=4.5$ и $h_{гг}=144$ км ощущалось в восьми населенных пунктах в восточных и южных уездах Румынии, на территории Республики Молдова отмечено в Кагуле с интенсивностью 3–4 балла и в Кишинёве – 2–3 балла. Интенсивность в эпицентре не превышала 4 баллов. Представлены решения механизма очагов этих землетрясений по данным различных агентств. Все три землетрясения произошли под действием преобладающего близгоризонтального напряжения сжатия.

Ключевые слова: интенсивность землетрясения, макросейсмические данные, механизм очага, регион Вранча.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.26

Для цитирования: Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю., Симонова Н.А. Ощутимые в Молдове землетрясения 2015 г.: 24 января с $K_p=12.2$, $M_w=4.3$; 16 марта с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$; 29 марта с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$ (Румыния–Молдова) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 267–275. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.26

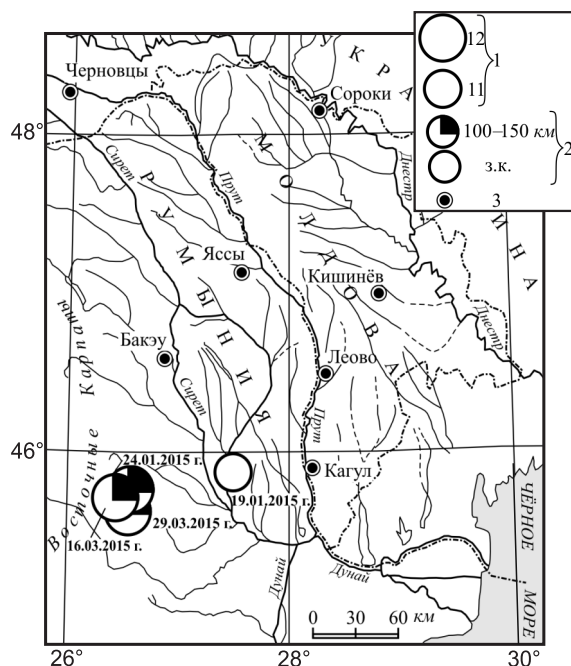


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений, ощущаемых в Молдове в 2015 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина гипоцентра h , км; 3 – город.

Введение. В 2015 г. все землетрясения, ощущавшиеся населением на территории Республики Молдова, произошли за ее пределами, в области Вранча и Предкарпатье (Румыния). Одно землетрясение, с очагом в земной коре, произошло 19 января в Предкарпатье, а три более глубоких, с $h=80$ –140 км, зарегистрированы 24 января, 16 и 29 марта в области Вранча (рис. 1).

Глубины залегания очагов, по данным Молдовы [1], равны соответственно: 30, 80, 120 и 140 км. Сведения об ощутимости перечисленных землетрясений в Молдове, в городах Кишинёв и Кагул, описаны авторами отдельно в каталоге Молдовы [1] и в специальном Приложении [2].

Рассмотрим эти события в их хронологической последовательности.

Землетрясение 19 января в $23^{\text{h}}53^{\text{m}}$ с $K_p=10.8$, $t_b=3.9$. Для корового землетрясения 19 января в $23^{\text{h}}53^{\text{m}}$, согласно каталогам [1, 3, 4], глубина очага равна: 30 ± 10 км, 50.6 ± 1.2 км и 35 км. В описании [2] от него отмечен только слабый макросейсмический эффект в г. Кагуле

(«опрошено 14 человек, ощутили трое; один человек проснулся, двое – не спали (2 балла по шкале MSK-64 [5]). Люди ощутили слабые колебания и поняли, что это землетрясение») и в г. Кишинёве («...был один звонок на станцию, человек услышал звон люстры и увидел, что она слабо качается»). Механизм очага этого землетрясения из [6] представлен в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1. Параметры механизма очага землетрясения 19 января в 23^h53^m с $K_p=10.8$, $m_b=3.9$

Агентство	t_0 ч мин с	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
			T		N		P		NP1			NP2			
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
MP	23 53 07	35	46	180	1	89	44	358	52	2	53	269	89	91	[6]

Примечание. MP – Каталог механизмов очагов землетрясений по данным А.О. Мострюкова и В.А. Петрова, фонды Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ АН [6].

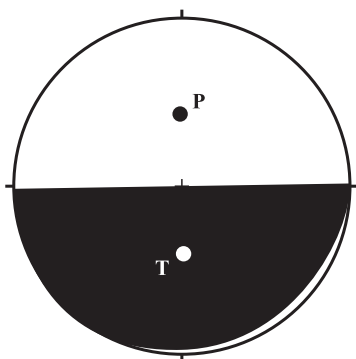


Рис. 2. Диаграмма механизма очага землетрясения 19 января в 23^h53^m с $K_p=10.8$ из [6]

Землетрясение реализовалось в условиях близких по величине напряжений сжатия и растяжения ($PL_P=44^\circ$, $PL_T=46^\circ$), ориентированных на север и на юг соответственно. По плоскости NP2 широтного простирания произошло вертикальное смещение типа взрез.

Землетрясение 24 января в 07^h55^m с $K_p=12.2$, $M_w=4.3$.

Представленные в табл. 2 координаты эпицентра землетрясения 24 января отличаются по широте и долготе в пределах 0.1–0.27°. При этом все решения, кроме решения GFZ, смещены от регионального эпицентра на юг или юго-запад (рис. 3).

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 24 января с $K_p=12.2$, $M_w=4.3$ по данным различных агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр							Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км	Δ , км		
КОМСП (=SIGU)	07 55 46.30	0.1	45.74	1.2	26.58	1.1	100	–	–	$K_p=12.2/9$, $M_d=4.1/18$, $K_d=11.3/18$, $MSH=4.5/9$	[3]
MOLD	07 55 47.30	0.8	45.68	1.3	26.64	1.3	80	10	9.1	$K_p=11.8/4$, $MPV=4.3/4$, $M_d=4.4/4$, $MSM=4.6/4$	[1]
MOS	07 55 46.10	0.89	45.73	5.4	26.57	3.9	87	–	2.4	$MPSP=4.2/15$	[7]
ISC	07 55 46.95	1.81	45.74	3.57	26.54	2.84	89.2	3.6	3.3	$m_b=4.3/46$ $h_{rp}=89$ км	[4]
PDG	07 55 46.40	0.69	45.60	0.9	26.43	1.4	126	–	20.3	$ML=4.2/10$	[4]
MED RCMT	07 55 47.00	0.40	45.67	4.4	26.62	4.4	84	9.5	9.4	$M_w=4.3/22$	[8]
BUC	07 55 47.31	0.23	45.71	1.7	26.57	1.4	88	2.6	4.5	$ml=4.7/69$	[4]
BEO	07 55 50.20	0.8	45.60	0.1	26.31	0.1	49	3.1	34.8	$ML=4.3/18$	[4]
SOF	07 55 48.90	–	45.54	–	26.45	–	100	–	25.4	$MD=4.8$	[4]
NEIC	07 55 47.58	1.01	45.71	4.8	26.56	2.0	88	5.2	4.7	–	[4]
IDC	07 55 47.22	0.84	45.69	12.5	26.35	7.4	84	3.0	19.1	$m_b=3.8/20$, $MS=3.1/11$	[4]
GFZ	07 55 46.60	–	45.80	–	26.72	–	97	–	12.2	$M_w=4.4$	[8]

Примечание. Здесь и в табл. 4, 7 далее Δ , км – расстояние между региональным и прочими решениями эпицентра; код SIGU, присвоенный Институту геофизики им. Субботина НАН Украины в ISC, соответствует региональному коду КОМСП (Карпатская опытно-методическая сейсмологическая партия отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины); MOLD – Центр мониторинга землетрясений Института геологии и сейсмологии, Кишинёв, Республика Молдова; PDG – сейсмическая станция Подгорицы (Черногория); расшифровка названий кодов других агентств дана в условных обозначениях к ежегоднику.

Глубина очага варьирует в интервале 84–126 км, кроме оценки BEO с $h=49$ км. Без нее среднее значение глубины составляет 92 км. Значение магнитуды $MPSP=4.2$ по данным MOS [7],

$m_b=4.3$ по данным ISC [4], $MPV=4.3$ по данным MOLD [1]. Меньшее значение, $m_b=3.8$, дает IDC, что может быть связано с техникой замеров амплитуд этого агентства. Магнитуда по сейсмическому моменту $M_w=4.3-4.4$ указана агентствами MED RCMT и GFZ.

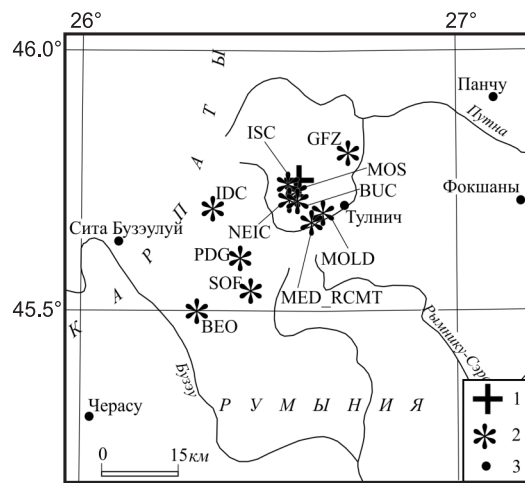


Рис. 3. Разные решения эпицентра землетрясения 24 января в 07^h55^m с $K_p=12.2$

1, 2 – региональное и прочие решения соответственно; 3 – город.

Механизм очага землетрясения 24 января, определенный по методу первых вступлений P -волн с использованием данных мировой сейсмической сети [4], представлен в каталоге А.О. Мострюкова и В.А. Петрова Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ АН [6] и любезно предоставлен авторам статьи. Его параметры приведены в табл. 3. Построение диаграммы выполнено на сетке Вульфа в проекции на нижнюю полусферу (рис. 4) на основе 100/32 знаков вступлений P -волн [9]. Кроме того, имеются и решения по методу ТМЦ

по данным агентств MED CMT и GFZ [7] (табл. 3).

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 24 января в 07^h55^m с $K_p=12.2$, $M_w=4.3$ по данным различных сейсмологических агентств

Агентство	t_0 ч мин с	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
			T		N		P		NP1			NP2			
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
MP	07 55 46	89	69	244	20	83	6	351	278	54	114	60	42	60	[6]
MED RCMT	07 55 47	84	50	238	39	70	6	336	276	62	136	31	52	37	[8]
GFZ	07 55 46	121	30	271	59	105	6	4	314	74	153	52	65	18	[8]

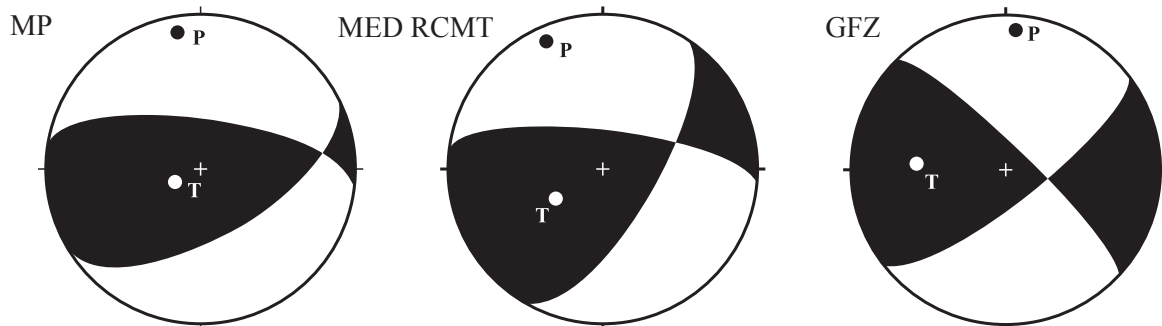


Рис. 4. Диаграммы механизма очага землетрясения 24 января в 07^h55^m с $K_p=12.2$ в проекции нижней полусферы по данным различных агентств

Решение MP в целом не противоречит решениям MED RCMT и GFZ по методу ТМЦ. Ось сжатия во всех решениях близгоризонтальна ($PL=6^\circ$), наклон оси растяжения варьирует в пределах $PL=30-69^\circ$. Нодальная плоскость NP1 (рабочая) – крутая ($DP=54-62^\circ$), падает на север и простирается субширотно в решениях MP и MED RCMT, тогда как в решении GFZ она имеет диагональное простираение и более крутое падение ($DP=74^\circ$) на северо-восток. Плоскость NP2, более пологая ($DP=42-65^\circ$), имеет юго-восточное падение. Определяющими тип подвижек в очаге являются в данном случае горизонтальные напряжения сжатия. В результате тип подвижки одинаков в решениях MP и MED – взброс с компонентами сдвига, а в решении GFZ – сдвиг.

Землетрясение 24 января ощущалось в г. Кагуле с интенсивностью 3 балла и в г. Кишинёве – 2 балла [1] по шкале MSK-64 [5].

Землетрясение 16 марта в 15^h49^m с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$. Основные параметры землетрясения 16 марта представлены в табл. 4.

Таблица 4. Основные параметры землетрясения 16 марта с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$ по данным различных агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр							Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км	Δ , км		
КОМСП (=SIGU)	15 49 48.50	0.2	45.70	1.3	26.43	1.4	124	1.9	–	$K_p=11.6/5$, $M_d=4.0/7$, $K_d=11.2/7$, $MSH=4.1/6$	[3]
MOLD	15 49 48.40	1.0	45.58	14.2	26.50	14.2	120	10	12.1	$K_p=12.0/3$, $MPV=4.2/2$, $M_d=4.1/1$, $MSM=4.2/3$	[1]
MOS	15 49 47.90	0.95	45.68	4.9	26.46	3.7	116	–	3.2	$MPSP=4.4/35$	[7]
ISC	15 49 49.23	1.55	45.63	3.41	26.42	2.98	120.7	3.39	7.8	$m_b=4.4/99$ $h_{pp}=121$ км	[4]
PDG	15 49 47.40	0.86	45.51	1.1	26.22	1.6	12	2.7	26.7	$ML=4.3/14$	[4]
MED RCMT	15 49 49.48	0.5	45.65	–	26.48	–	139	6.2	6.8	$M_w=4.3/17$	[8]
BUC	15 49 49.14	0.8	45.60	1.9	26.45	1.5	118	2.4	11.2	$m_l=4.7/68$	[4]
BEO	15 49 45.10	1.10	45.80	0.2	27.00	0.1	95	7.6	45.5	$ML=4.3/11$	[4]
SOF	15 49 48.10	–	45.72	–	26.35	–	110	–	6.6	$MD=4.9$	[4]
NEIC	15 49 49.38	0.84	45.66	4.9	26.41	4.6	119	2.4	4.7	–	[4]
IDC	15 49 48.80	0.72	45.61	11.2	26.26	7.5	113	2.5	16.6	$m_b=3.8/26$	[4]
GFZ	15 49 49.00	–	45.65	–	26.48	–	122	–	6.8	$M_w=4.3$	[8]

Из таблицы видно, что координаты эпицентра землетрясения совпадают по широте и долоте в пределах 0.02 – 0.17° , или от 3.2 км (MOS) до 45.5 км (BEO), при этом почти все решения, кроме наиболее удаленного «BEO», расположены южнее регионального (рис. 5).

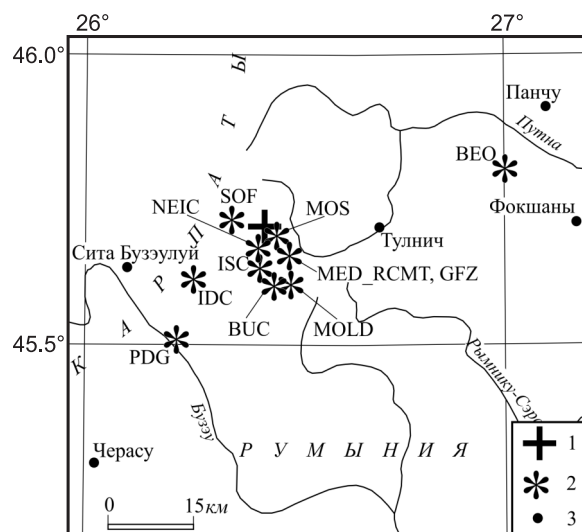


Рис. 5. Разные решения эпицентра землетрясения 16 марта в 15^h49^m с $K_p=11.6$

1, 2 – региональное и прочие решения соответственно; 3 – город.

Глубина очага варьирует в интервале 95 – 139 км, кроме ошибочной оценки PDG с $h=12$ км. Среднее значение глубины составляет 118 км. Значение магнитуды $MPSP=4.4$ по данным MOS [7], $m_b=4.4$ по данным ISC [4], $MPV=4.2$ по данным MOLD [1]. Заниженное значение, как и для толчка 24 января в 07^h55^m , $m_b=3.8$, указывает агентство IDC. Магнитуда по сейсмическому моменту $M_w=4.3$ указана агентствами MED RCMT и GFZ [8].

Механизм очага землетрясения 16 марта, определенный по методу первых вступлений P -волн, приведен в каталоге А.О. Мострюкова и В.А. Петрова [6]. Построение выполнено на основе $130/34$ знаков вступлений P -волн [9]. Кроме того, имеются решения по методу ТМЦ по данным агентства MED CMT и GFZ [8] (табл. 5, рис. 6).

Таблица 5. Параметры механизма очага землетрясения 16 марта в 15^h49^m с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$ по данным различных сейсмологических агентств

Агентство	t_0 ч мин с	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
			T		N		P		NP1			NP2			
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
MP	15 49 49	121	68	291	21	125	5	33	102	44	59	322	53	117	[6]
MED RCMT	15 49 48	139	88	158	2	359	1	269	181	46	93	357	44	87	[8]
GFZ	15 49 49	122	85	237	1	135	4	44	133	41	89	315	49	91	[8]

Решение MP согласуется с решением GFZ. Ось сжатия близгоризонтальна. Нодальная плоскость $NP1$ (рабочая) – пологая ($DP=44_{MP}$, 41_{GFZ}°) и падает на юго-запад. Плоскость $NP2$ – более крутая ($DP=53_{MP}$, 49_{GFZ}°) и имеет северо-восточное падение. При этом, согласно MP, в очаге произошел надвиг ($NP1$) или взброс ($NP2$) с компонентами сдвига, а по данным GFZ – чистый надвиг или взброс.

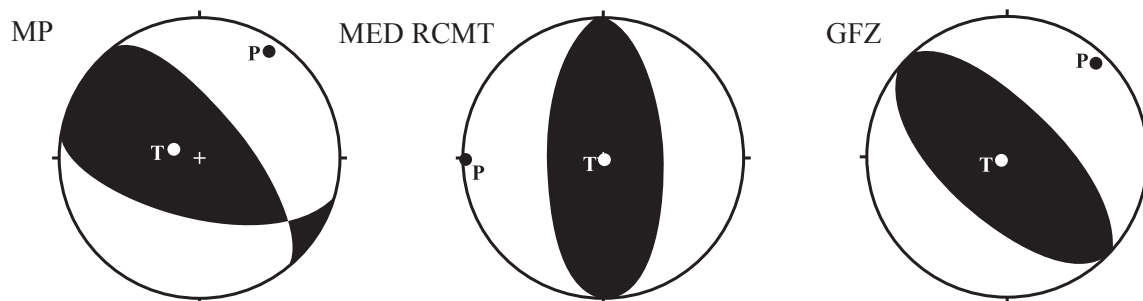


Рис. 6. Диаграммы механизма очага землетрясения 16 марта в 15^h49^m с $K_p=11.6$ в проекции нижней полусферы по данным различных агентств

Для описания макросейсмического эффекта землетрясения 16 марта использовался материал, собранный авторами непосредственно по Молдове [2], а также, с помощью сети Internet, – в Румынии.

По данным румынского Института физики Земли [10], в эпицентре интенсивность достигала $I_0=4-5$ баллов по модифицированной шкале Меркалли (ММ) [11]. В двух населенных пунктах Румынии, Брэила и Китила, отмечена интенсивность $I_i=4$ балла ММ; в Бухаресте – 3 балла ММ; в Кишинёве – 2–3 балла по MSK-64 [5]. В табл. 6 представлены значения интенсивности сотрясений землетрясения 16 марта в населенных пунктах Румынии [10] и в столице Молдовы [2]. Указан уезд (район), в котором находится данный населенный пункт.

Таблица 6. Макросейсмические проявления на территории Румынии и Молдовы о землетрясении 16 марта с $K_p=11.6$, $M_w=4.3$, $h_{rp}=121$ км

№	Пункт	Государство	Уезд (район)	φ° , N	λ° , E	Δ , км	r , км
4 балла							
1	Брэила	Румыния	Брэила	45.27	27.96	126	175
2	Китила	Румыния	Илфов	44.51	25.98	129	177
3 балла							
3	Кымпина	Румыния	Прахова	45.12	25.74	78	144
4	Буфтя	Румыния	Илфов	44.57	25.95	123	172
5	Бухарест	Румыния	Бухарест	44.43	26.10	138	184
6	Галац	Румыния	Галац	45.43	28.04	128	175
7	Гэешть	Румыния	Дымбовица	44.72	25.32	133	179
8	Кагул	Молдова	Кагульский	45.90	28.20	141	186
9	Пантелеймон	Румыния	Илфов	44.45	26.23	132	179
2–3 балла							
10	Кишинёв	Молдова	Кишинёвский	47.02	28.84	239	268

Землетрясение 29 марта с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$. В табл. 7 представлены региональное и иные решения эпицентра названного землетрясения, а также расстояния между ними.

Таблица 7. Основные параметры землетрясения 29 марта 2015 г. с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$ по данным различных агентств

Агент-ство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр							Магнитуда	Источ-ник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км	Δ , км		
КОМСП (=SIGU)	00 44 58.6	0.1	45.68	1.2	26.47	1.3	142	–	–	$K_p=11.9/12$, $M_d=4.2/26$, $K_d=11.6$, $M_{SH}=4.1/11$	[3]
MOLD	00 44 58.5	0.7	45.65	11.8	26.53	11.8	140	10	6.4	$K_p=12.5/2$, $M_{PV}=4.3/1$, $M_d=4.2/1$, $M_{SM}=4.7/2$	[1]
MOS	00 44 57.3	0.93	45.72	4.6	26.47	3.8	144	–	4.4	$M_{PSP}=4.2/20$	[7]

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр							Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км	Δ , км		
ISC	00 44 58.14	1.42	45.67	3.78	26.46	3.36	144.1	4.02	1.4	$m_b=4.3/79$ $h_{rp}=144$ км	[4]
MED RCMT	00 44 58.00	0.7	45.62	—	26.46	—	160	9.2	6.7	$M_w=4.5/11$	[8]
BUC	00 44 58.44	0.67	45.62	1.8	26.48	1.4	145	2.0	6.7	$m_l=4.8/72$	[4]
BEO	00 44 48.70	0.7	46.18	0.1	27.67	0.1	137	4.2	108	$M_L=4.4/19$	[4]
SOF	00 44 58.90	—	45.65	—	26.34	—	30	—	10.6	$M_D=4.9$	[4]
NEIC	00 44 58.43	0.76	45.65	5.8	26.43	4.3	146	3.0	4.6	—	[4]
IDC	00 44 58.29	0.68	45.70	8.7	26.30	7.0	142	2.2	13.4	$m_b=3.9/27$	[4]

Видно, что представленные в таблице координаты эпицентра землетрясения близки, за исключением агентства ВЕО, решение которого даже не удалось отразить на карте (рис. 7). Глубина очага варьирует в интервале 137–160 км, кроме ошибочной оценки SOF с $h=30$ км. Среднее значение глубины составляет 145 км. Значение магнитуды $MPSP=4.2$ по данным MOS, $m_b=4.3$ по данным ISC, $MPV=4.3$ по данным MOLD. Как обычно, меньшее значение, $m_b=3.9$, дает IDC. Магнитуда по сейсмическому моменту, $M_w=4.5$, указана агентством MED RCMT.

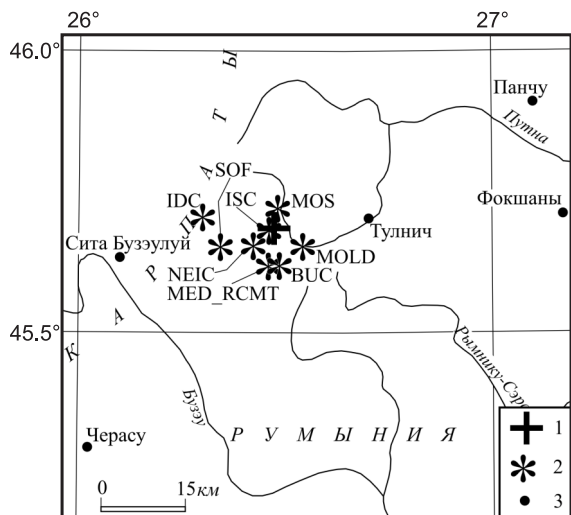


Рис. 7. Разные решения эпицентра землетрясения 29 марта в 00^h44^m с $K_p=11.9$

1, 2 – региональное и прочие решения соответственно; 3 – город.

Механизм очага землетрясения 29 марта, определенный по методу первых вступлений Р-волн, взят из каталогов А.О. Мострюкова и В.А. Петрова [6] и MOLD [9]. Построение МР выполнено на основе 147/39 знаков, MOLD – 125/15 знаков. Кроме того, имеется и решение по методу ТМЦ (табл. 8, рис. 8) по данным агентства MED CMT [8]. Ось сжатия близгоризонтальна ($PL=8-36^\circ$). Нодальная плоскость NPI (рабочая) – близширотного простираения ($STK=80-121^\circ$). Тип механизма варьирует от взбросо-сдвига по данным МР и MED RCMT до чистого взброса со-

гласно MOLD, для всех агентств указано движение по плоскости NPI .

Для описания макросейсмического эффекта землетрясений использовался материал, собранный непосредственно по Молдове [2], а также в Румынии с помощью сети Internet.

Таблица 8. Параметры механизма очага землетрясения 29 марта с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$ по данным различных сейсмологических агентств

Агентство	t_0 ч мин с	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
			T		N		P		NPI			$NP2$			
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
MP	00 44 58	144	51	17	12	123	36	222	121	82	78	360	14	148	[6]
MOLD	00 44 58	144	88	100	2	282	12	192	104	56	92	280	34	88	[9]
MED RCMT	00 44 58	160	48	300	41	104	8	201	80	65	44	328	51	147	[8]

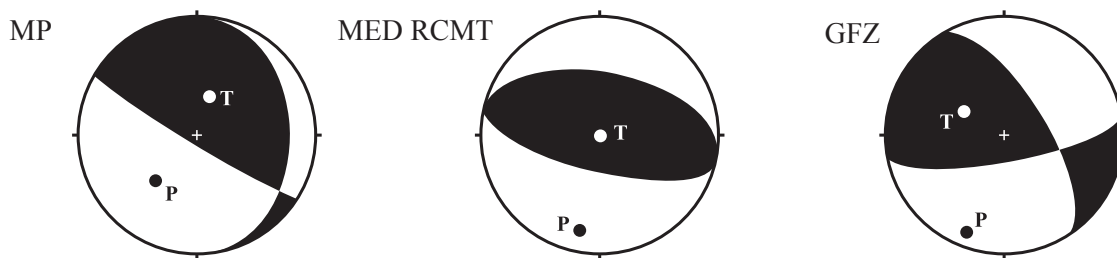


Рис. 8. Диаграммы механизмов очага землетрясения 29 марта в 00^h44^m с $K_p=11.9$ в проекции нижней полусферы по данным различных агентств

По данным румынского Института физики Земли [10], в эпицентре землетрясения 29 марта интенсивность достигала $I_0=4-5$ баллов по модифицированной шкале Меркалли (ММ) [11]. В двух населенных пунктах Румынии отмечена интенсивность $I_i=4$ балла ММ: Онешть, Плоешть. В Бухаресте – 3 балла ММ. В Кишинёве – 2–3 балла MSK-64 [5]. В табл. 9 представлены более подробные описания интенсивности сотрясений землетрясения 29 марта в населенных пунктах Румынии и Молдовы [10]. Указан уезд (район), в котором находится данный населенный пункт.

Таблица 9. Макросейсмические данные на территории Румынии и Молдовы о землетрясении 29 марта с $K_p=11.9$, $M_w=4.5$, $h_{pP}=144$ км

№	Пункт	Государство	Уезд (район)	φ° , N	λ° , E	Δ , км	r , км
4 балла							
1	Онешть	Румыния	Бакэу	46.25	26.79	69	160
2	Плоешть	Румыния	Прахова	44.94	26.03	83	169
3–4 балла							
3	Кагул	Молдова	Кагульский	45.90	28.20	137	199
3 балла							
4	Сфынтул Георге	Румыния	Ковасна	45.86	25.79	56	154
5	Бухарест	Румыния	Бухарест	44.43	26.10	143	203
6	Питешть	Румыния	Аргеш	44.86	24.87	153	210
7	Галац	Румыния	Галац	45.43	28.04	126	191
8	Тулча	Румыния	Тулча			190	238
9	Яссы	Румыния	Яссы	47.16	27.59	188	237
2–3 балла							
10	Кишинёв	Молдова	Кишинёвский	47.02	28.84	235	276

Заключение. В 2015 г. на территории Республики Молдова ощутимые землетрясения произошли за ее пределами – в области Вранча и в Предкарпатье (Румыния). Одно из ощутимых в Молдове землетрясений, коровое, произошло 19 января. Три других, 24 января, 16 и 29 марта, относятся к области землетрясений с промежуточными глубинами очагов в интервале 80–140 км. Основной тип механизма очага для вранчских землетрясений 2015 г. – надвиговый с небольшой сдвиговой компонентой. Этот тип обусловлен совместным действием горизонтальных напряжений сжатия и промежуточных/близвертикальных напряжений растяжения. В эпицентральных областях в Румынии интенсивность сотрясений не превышала 4–5 баллов, а на территории республики Молдова она составляла около 3 баллов.

Работа выполнена в рамках Государственной программы, проект Geoseism 36/21.10.19А.

Л и т е р а т у р а

- Илиеш И.И., Симонова Н.А. (отв. сост.), Тону Н.А. Дополнение к каталогу землетрясений Карпат по данным Молдовы за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
- Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В.Ю. (отв. сост.). Описание макросейсмических проявлений землетрясений 2015 г. в Молдове // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
- Чуба М.В. (отв. сост.), Пронишин Р.С., Прокопишин В.И., Стецкив А.Т., Нищименко И.М., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Плишко С.М., Добротвир Х.В., Вербицкая О.Я., Давыдяк О.Д., Герасименюк Г.А., Гандарова Г.З., Кикеля Л.М., Вербицкая О.С., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
- International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
- Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
- Мострюков А.О., Петров В.А. Каталог механизмов очагов землетрясений, 1912–2016 гг. – Фонды Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН, 2019.
- Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2015. (2021) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015

8. The European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC-CSEM). Earthquake information [сайт]. – URL: <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
9. Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю. (отв. сост.). Каталог решений механизмов очагов землетрясений Карпат 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
10. Institutul National pentru Fizica Pamantului. Catalog ROMPLUS actualizat [сайт]. – URL: <http://www.infp.ro/romplus/>
11. Гир Дж., Шах Х. Модифицированная шкала Меркалли // Зыбкая твердь. – М.: Мир, 1988. – С. 105–108.

EARTHQUAKES FELT in MOLDOVA in 2015:

January, 24 with $K_R=12.2$, $M_w=4.3$; March, 16 with $K_R=11.6$, $M_w=4.3$

and March, 29 with $K_R=11.9$, $M_w=4.5$ (Romania–Moldova)

N.Ya. Stepanenco, V.Yu. Cardanets, N.A. Simonova

*Institute of Geology and Seismology, Chisinau, Republic of Moldova
kis-seismo@mail.ru, seismolab@rambler.ru*

Abstract. All earthquakes felt in 2015 on the territory of Moldova occurred outside its borders, in the Vrancea and Pre-Carpathian regions (Romania). In 2015, the population of Moldova felt 4 earthquakes: on January 19 and 24, on March 16 and 29. The article discusses in detail the three most powerful of them – January 24, March 16, and 29 with epicenters in the Vrancea mountain range. The January 24 earthquake with $M_w=4.3$ and $h_{pp}=89$ km was felt in Romania and the Republic of Moldova, where it was observed with the intensity $I=3$ in Cahul and $I=2$ in Chisinau. The March 16 earthquake with $M_w=4.3$ and $h_{pp}=121$ km was felt in the eastern and southern counties of Romania (8 settlements). It was observed on the territory of the Republic of Moldova with the intensity $I=3$ in Cahul and $I=2-3$ in Chisinau. The intensity in the epicenter did not exceed $I=4$. The March 29 earthquake with $M_w=4.5$ and $h_{pp}=144$ km was felt in the eastern and southern counties of Romania (8 settlements). It was observed on the territory of the Republic of Moldova with intensity $I=3-4$ in Cahul and $I=2-3$ in Chisinau. Solutions of the focal mechanism based on data from various agencies are presented. All three earthquakes occurred under the influence of the prevailing near-horizontal compression stress. The study is carried out within the framework of the State program, Geoseism project, registration number 36/21.10.19A.

Keywords: earthquake intensity, macroseismic data, focal mechanism, Vrancea region

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.26

For citation: Stepanenco, N.Ya., Cardanets, V.Yu., & Simonova, N.A. (2021). [Earthquakes felt in Moldova in 2015: January 24 with $K_R=12.2$, $M_w=4.3$; March 16 with $K_R=11.6$, $M_w=4.3$ and March 29 with $K_R=11.9$, $M_w=4.5$ (Romania–Moldova)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 267–275. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.26

R e f e r e n c e s

1. Ilies, I.I., Simonova, N.A., & Tonu, N.A. (2021). [Additional catalog of Carpathian Earthquakes in 2015 according to Moldova]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
2. Stepanenco, N.Ya., Simonova, N.A., & Cardanets, V.Yu. (2021). [Description of macroseismic manifestation of earthquakes in Moldova in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
3. Chuba, M.V. et al. (2021). [Catalog of Carpathian Earthquakes in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
4. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy inten-*

- sivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
6. Mostr'ukov, A.O., & Petrov, V.A. (2019). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes, 1912–2015]. In *Fondy Geofizicheskoi observatorii «Borok» IFZ RAN* [Funds Geophysical Observatory “Borok”]. Moscow, Russia: IEP RAS Publ. (In Russ.).
 7. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2015. (2021). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
 8. The European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC-CSEM). (2021). Earthquake information. Retrieved from <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
 9. Stepanenco, N.Ya., & Cardanets, V.Yu. (2021). [Catalog of earthquake focal mechanisms in the Carpathians in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
 10. Institutul National pentru Fizica Pamantului. (2021). Catalog ROMPLUS actualizat. Retrieved from <http://www.infp.ro/romplus/>
 11. Gere, J.M., & Shah, H.C. (1988). [Modified Mercalli intensity scale]. In *Zybkaja tverd'* [Terra Non Firma] (pp. 105–108). Moscow, Russia: Mir Publ. (In Russ.).