

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

И.П. Габсатарова, Л.Н. Королецки, А.А. Саяпина, С.С. Багаева, З.М. Адилев, О.А. Асманов

*ФИЦ ЕГС РАН, Россия: г. Обнинск, ira@gsras.ru; г. Владикавказ, a_sayapina@gsras.ru;
г. Махачкала, adilov79@mail.ru*

Аннотация. Сообщается, что в 2014 г. в регионе работала сейсмическая сеть, состоящая из 60 станций, на 57 из них установлено цифровое оборудование. В границах региона зарегистрировано 1695 землетрясений и 63 взрыва в промышленных карьерах. В населенных пунктах Кавказа ощущались сотрясения от 21 землетрясения. Максимальная интенсивность сотрясений не превышала $I_{\max}=4$ балла по шкале MSK-64 (ШСИ-17) и была отмечена от землетрясений на территориях Ингушетии, Чечни и Азербайджана. Продолжалась афтершоковая деятельность сильного Восточно-Черноморского землетрясения, произошедшего 23 декабря 2012 г. с $M_w=5.8$ в акватории Чёрного моря вблизи побережья Абхазии. В 2014 г. зарегистрировано около сотни его афтершоков с $K_p=5.3-9.5$. В центральной части акватории Азовского моря зарегистрировано два землетрясения с $K_p=9.9$ и 7.4. В области проявления землетрясений с промежуточными глубинами гипоцентров в Терско-Каспийском прогибе (Терско-Сунженская зона) отмечается относительное затишье. Здесь не зафиксировано землетрясений с $K_p>9.5$. Два сильных землетрясения с $K_p=12$ и промежуточными глубинами гипоцентров $h=70$ и 80 км произошли в Куринской депрессии Азербайджана и в Каспийском море. Рой слабых землетрясений с $K_p=5.7-8.8$ зарегистрирован 13–15 декабря в Черном море возле Туапсе. Наиболее сильные землетрясения в 2014 г. зарегистрированы в Терско-Каспийском и Куринском прогибах, в восточной части Большого Кавказа. По уровню выделившейся энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2014 г. охарактеризована в соответствии со шкалой уровня сейсмичности «СОУС-09» как «фоновая средняя» за период наблюдений с 1962 г. по 2014 г.

Ключевые слова: сейсмическая станция, ощутимое землетрясение, афтершоки, рои слабых землетрясений, Терско-Каспийский прогиб, Большой Кавказ.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.06

Для цитирования: Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Саяпина А.А., Багаева С.С., Адилев З.М., Асманов О.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 68–81. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.06

Введение. Сейсмический мониторинг Северного Кавказа проводился в 2014 г., как и ранее [1, 2], на значительной части территории Южного (Краснодарский край) и на полной территории Северо-Кавказского Федеральных округов Российской Федерации следующими подразделениями ФИЦ ЕГС РАН: Центральным отделением, лабораторией Сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод, Дагестанским и Северо-Осетинским филиалами ФИЦ ЕГС РАН. В связи с тем, что за каждым из названных подразделений закреплена определенная зона ответственности, часто связанная с административными границами, сейсмичность региона традиционно описывается как по административным территориям, так и, соблюдая преемственность со времен существования ЕССН, с использованием разработанной ранее регионализацией Кавказа по тектоническим зонам Цхакая [3]. В 2014 г. впервые подготовлена единая статья для всей территории Северного Кавказа, включая и территорию Дагестана. Так как последний является наиболее сейсмоактивным районом, описанию его сейсмичности уделено относительно большее внимание.

Сейсмическая сеть в 2014 г. в регионе в целом состояла из 60 сейсмических станций, 57 из которых были оснащены цифровым оборудованием.

По сравнению с ситуацией в 2013 г., в сети ОВН новых станций не добавилось, но произошли некоторые изменения в западной части региона. Станция «Аибга», открытая в 2013 г. в максимальной близости к границам с Абхазией, обладала низким уровнем шума, но неустойчивой связью для своевременной передачи в центр записей. Это стало причиной ее закрытия в октябре 2014 г. Оборудование было перенесено на вновь открытую станцию «Веселое». Записи со станции «Веселое» стали стабильно поступать в центр сбора уже с 27 октября 2014 г. Произведена замена старого оборудования на более современное на станции «Сочи». Работали неполный год и были закрыты две станции: 3 мая – «Эсто-Садок» и 22 августа – «Агой». Они размещались в дополнение к близко расположенным станциям «Туапсе» и «Красная Поляна», а были закрыты по причинам неустойчивой передачи цифровых записей в центр и относительно высокого уровня техногенных помех на записях.

В восточной части региона, в сети Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН (DRS), станция «Юрковка», оснащенная аналоговым оборудованием и имевшая низкие регистрационные возможности из-за высокого уровня шума, была закрыта 1 июня; на четырех станциях – «Сергокала»,

«Дылым», «Каранай» и «Аракани» – в ноябре произведена замена аналогового регистрационного оборудования на цифровое «UGRA» [4].

В сети Северо-Осетинского филиала ФИЦ ЕГС РАН изменений не производилось.

Координаты и параметры всех упомянутых выше станций даны в Приложении на CD [4] и в БД «Сейсмические станции» [5].

Чувствительность сети станций Северного Кавказа в основном оставалась на прежнем уровне. Все локальные сети позволяли без пропусков регистрировать землетрясения с $M \approx 1.5$ ($K_p=7$) на территории центральной зоны Северного Кавказа, от Кавказских Минеральных Вод до Республики Северная Осетия–Алания и в центральной части Дагестана, а также землетрясения с $M=2.2-2.8$ ($K_p=8-9$) в Карачаево-Черкессии и Чечне, в северной части Краснодарского и Ставропольского краев [6].

При составлении каталога землетрясений Северного Кавказа в 2014 г. для локации событий в приграничных зонах привлекались также данные станций Национальной сейсмической службы Грузии: «Делиси» (TBLG), «Давид-Гареджи» (DGRG), «Они» (ONI), «Ахалкалаки» (AKH), «Батуми» (BATM), «Лагодехи» (LGD). Кроме того, при уточнении локации использовались данные всех станций Крымской сети [7]. Перечисленные материалы поступали в ФИЦ ЕГС РАН по обмену или заимствовались с сайта Международного сейсмологического центра ISC (<http://www.isc.ac.uk>) [8].

Методика обработки сейсмических записей и получения параметров гипоцентров сейсмических событий, подробно описанная в [9], в основном была прежней. Построение механизмов очагов по знакам первого вступления проводилось по программе FA А.В. Ландера [10] с учетом знаков первого движения в P -волне на региональных станциях не только Северного Кавказа, но и Крыма, Грузии, Армении, Азербайджана и Турции. Углы выхода на региональных расстояниях рассчитывались по скоростной модели [11].

Общая характеристика каталога. В результате сводной обработки землетрясений на территории Северного Кавказа внутри государственных границ России, а также в приграничной с соседними государствами (Грузией и Азербайджаном) полосе шириной 30 км, были локализованы и включены в каталог региона [12] 1758 сейсмических событий. 1695 из них отнесены к землетрясениям и 63 события – к категории «взрыв» или «возможно взрыв». Вне этих рамок (вне зоны ответственности) обработаны и локализованы еще 145 землетрясений с $K_p=5.0-12.5$. Все они отмечены в каталоге меткой «вне» в отдельной графе. Минимальный энергетический класс в каталоге [12] равен $K_{min}=1.5$ и характеризует микроземлетрясение, произошедшее 31 августа в 19^h51^m на юге Ставропольского края; практически там же 23 октября в 22^h30^m было зарегистрировано второе микроземлетрясение с $K_{min}=1.9$. Максимальный энергетический класс равен $K_{max}=12.9$ и характеризует самое сильное землетрясение в Северо-Кавказском регионе в 2014 г., произошедшее 29 сентября в 01^h38^m с $h=8$ км в приграничной области Дагестана и Азербайджана. Оно вызвало сотрясения на территории Дагестана интенсивностью 4 балла в с. Ахты [12].

Выделившаяся на всей территории Северного Кавказа суммарная сейсмическая энергия равна $\Sigma E=1.32 \cdot 10^{13}$ Дж, что сопоставимо с энергией ($\Sigma E=1.12 \cdot 10^{13}$ Дж), выделившейся в 2013 г. [2], и на порядок ниже таковой в 2012 г. ($\Sigma E=1.77 \cdot 10^{14}$ Дж [1]) (табл. 1). Однако в пределах отдельных районов – в Кабардино-Балкарии, Ингушетии и в районе Каспийского моря – произошло увеличение выделившейся энергии по сравнению с двумя предыдущими годами.

Более полную относительную оценку уровня сейсмичности в 2014 г. можно дать лишь в сравнении с уровнем за более значительный интервал наблюдения. Такая оценка дана в [6] – в целом, по уровню выделившейся сейсмической энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2014 г., охарактеризована как «фоновая средняя» в соответствии со шкалой уровня сейсмичности «СОУС-09» за период наблюдений с 1962 г. по 2014 г.

Таблица 1. Распределение суммарной сейсмической энергии ΣE землетрясений по административным единицам территории Северного Кавказа в 2012–2014 гг.

№	Район	$\Sigma E, 10^{11}$ Дж		
		2012	2013	2014
1	Чёрное море + ЮЧМ*	1315.21	1.99533	0.17346
2	Краснодарский край	3.22113	0.10837	0.04736
3	Ставропольский край	2.40748	0.11260	0.02478
4	Карачаево-Черкессия	0.02760	8.99735	0.00163

№	Район	$\Sigma E, 10^{11} \text{ Дж}$		
		2012	2013	2014
5	Кабардино-Балкария	0.09172	0.00963	2.23452
6	Северная Осетия–Алания	0.00250	0.01774	0.02214
7	Ингушетия	0.01196	0.05892	3.43284
8	Чеченская Республика	3.07707	1.79534	3.29850
9	Азовское море	–	–	0.07968
	Всего	1321.64	13.1474	9.31491
10	Дагестан	1.37074	9.60113	0.51635
11	Каспийское море	0.98012	0.33284	9.11037
12	Сопредельные территории Азербайджана и Грузии	444.318	89.15953	113.28207
	Сумма	1770.73	112.24090	132.22372

* – зона Восточно-Черноморского землетрясения, произошедшего 23 декабря 2012 г. с $M_w=5.8$ в южной части акватории Чёрного моря, вблизи побережья Абхазии

Карта эпицентров землетрясений с $K_r \geq 6.6$, зарегистрированных в 2014 г., изображена на рис. 1. Как видим, основная их масса произошла в центральной и восточной частях Северного Кавказа. Западная часть региона традиционно была менее активной. Большая часть землетрясений имела коровые глубины очагов, из них 43 % очагов локализовано на глубинах $h \leq 10 \text{ км}$, 42 % – в интервале глубин $h=11-20 \text{ км}$, 11 % – с $h=21-30 \text{ км}$, 4 % – $h=31-69 \text{ км}$. С промежуточной глубиной очага, в диапазоне глубин $h=70-132 \text{ км}$, зарегистрировано 16 землетрясений на территории Чеченской Республики, два землетрясения – на территории Ингушетии, три – в Дагестане, одно – в Каспийском море и одно – в Азербайджане [12].

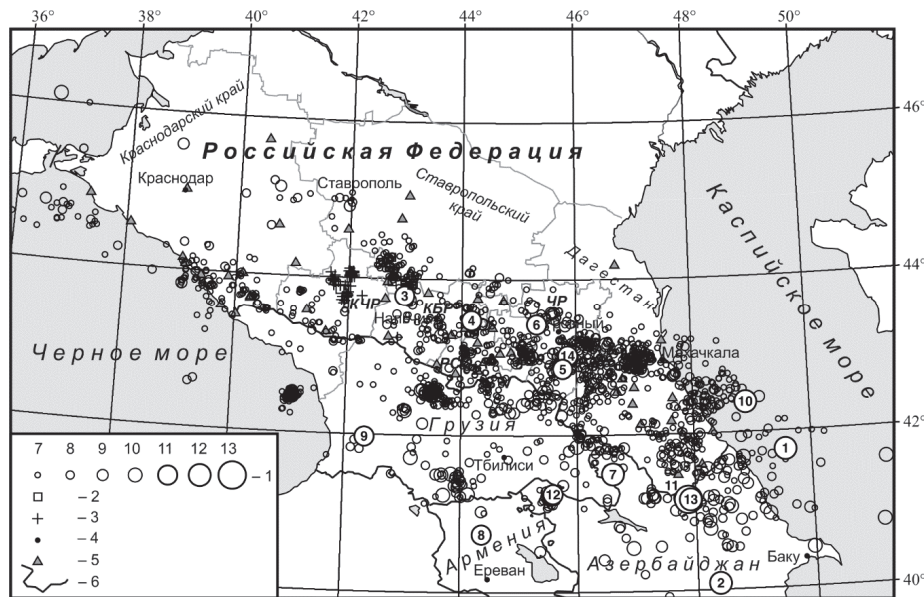


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа и сопредельных территорий с $K_r \geq 6.6$ за 2014 г.

1 – энергетический класс K_r ; 2, 3 – событие типа «возможно взрыв» или «взрыв» соответственно; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция; 6, – административная и государственная границы. Сокращения: КЧР – Карачаево-Черкесская Республика; КБР – Кабардино-Балкарская Республика; РСО-А – Республика Северная Осетия–Алания; ЧР – Чеченская Республика; РИ – Республика Ингушетия. Номерами помечены землетрясения с $K_r \geq 10.6$.

В табл. 2 представлено распределение в 2014 г. числа землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам K_r и суммарной сейсмической энергии ΣE по административным территориям, а в табл. 3 – по районам согласно регионализации О.Д. Цхакая [3]. По регионализации Цхакая территории Кавказа, наиболее сейсмичными были районы № 3 – «Восточный Кавказ», № 11 – «Каспийское море» и № 13 – «Восточное Предкавказье (по суммарной сейсмической энергии), а по количеству произошедших землетрясений – районы № 3 – «Восточный Кавказ» и № 2 – «Центральный Кавказ» (табл. 3).

Таблица 2. Распределение числа землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE по административным территориям в 2014 г.

№	Район	K_p											N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{11} Дж	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13
1	Чёрное море + ЮЧМ	–	–	–	4	31	76	21	10	–	–	–	–	142	0.17346
2	Краснодарский край	–	1	9	18	23	18	14	2	–	–	–	–	85	0.04736
3	Ставропольский край	3	16	33	14	12	20	9	1	–	–	–	–	108	0.02478
4	Карачаево-Черкессия	–	1	5	10	16	6	1	–	–	–	–	–	39	0.00163
5	Кабардино-Балкария	1	10	16	33	32	19	13	4	2	2	–	–	132	2.23452
6	Северная Осетия–Алания	–	–	6	36	37	11	7	1	–	–	–	–	98	0.02214
7	Ингушетия	–	–	–	1	23	29	6	5	1	1	–	–	66	3.43284
8	Чеченская Республика	–	–	1	5	52	94	45	20	4	2	–	–	223	3.29850
9	Азовское море	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	2	0.07968
	Всего	4	28	70	121	226	274	116	43	8	5	–	–	895	9.31491
10	Дагестан	3	5	14	40	126	122	63	20	3	–	–	–	396	0.51635
11	Каспийское море	–	–	–	3	19	30	29	6	1	–	2	–	90	9.11037
12	Сопредельные территории Азербайджана и Грузии	–	–	1	31	83	85	66	35	10	–	2	1	314	113.28207
	Сумма	7	33	85	195	454	511	274	104	22	5	4	1	1695	132.22372

Таблица 3. Распределение землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам О.Д. Цхакая в 2014 г.

№	Район	K_p											N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{11} Дж	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13
1	Западный Кавказ	–	2	13	31	42	25	14	1	1	–	–	–	129	0.1132
2	Центральный Кавказ	1	10	19	82	116	64	27	7	5	1	–	–	332	1.8327
3	Восточный Кавказ	3	5	15	46	184	244	143	67	13	2	2	1	725	116.7066
7	Курильская депрессия	–	–	–	–	–	–	3	2	–	–	–	–	5	0.0149
10	Чёрное море	–	–	–	4	31	76	21	10	–	–	–	–	142	0.1735
11	Каспийское море	–	–	–	3	19	30	29	6	1	–	2	–	90	9.1104
12	Ставропольская возвышенность	3	16	35	14	10	16	9	2	–	–	–	–	105	0.0399
13	Восточное Предкавказье	–	–	3	15	52	56	28	9	2	2	–	–	167	4.2324
	Итого	7	33	85	195	454	511	274	104	22	5	4	1	1695	132.2237

Макросейсмические сведения. В населенных пунктах Кавказа в 2014 г. ощутимыми были 21 землетрясение [12, 13] (рис. 2). Максимальная интенсивность I_{\max} сотрясений, равная 4 баллам по шкале MSK-64 [14], была отмечена у трех землетрясений (10 января в 12^h06^m с $K_p=12.5$, 2 июня в 08^h07^m с $K_p=11.5$, 29 сентября в 01^h38^m с $K_p=12.9$ [12]). Наиболее сильные землетрясения в 2014 г. произошли на территории Центрального и Восточного Кавказа [12]. Таблица названий и координат всех (51) населенных пунктов, сотрясенных в 2014 г., приводится в Приложении к настоящему ежегоднику [15]. Наибольшее число раз (5 раз) зарегистрированы сотрясения в Махачкале с максимальной интенсивностью $I_i=2-3$ или 3 балла от землетрясений, произошедших 10 февраля в 12^h06^m с $K_p=12.5$, 7 мая в 04^h36^m с $K_p=9.2$, 11 мая в 18^h52^m с $K_p=8.3$, 31 июля в 20^h28^m с $K_p=11.7$, 20 августа в 05^h40^m с $K_p=8.2$ [12, 13].

Подробные сведения о проявлениях сейсмичности на территории Северного Кавказа рассматриваются ниже в границах территорий административных единиц, а также прилегающих частей акваторий Азовского, Черного и Каспийского морей.

В акватории **Черного моря**, включая его юго-восточную часть, зарегистрировано 142 землетрясения с $K_p=4.7-9.5$. Они сгруппировались в трех зонах: Анапской ($N_1=24$), Сочинской ($N_2=22$) и юго-восточной, в шельфовой части Абхазии ($N_3=96$).

Самое сильное ($K_p=8.9$) землетрясение в Анапской зоне произошло 25 марта в 17^h04^m в море, в 65 км к юго-западу от Анапы.

Из 22 землетрясений Сочинской зоны с $K_p=4.7-8.8$ пять произошли вблизи Сочи (район Большого Курорта Сочи), два – в море, южнее и восточнее Сочи. 13 землетрясений локализованы в море, вблизи Туапсе, из них восемь землетрясений с $K_p=5.7-8.8$, зарегистрированных в период с 13 по 15 декабря, отнесены к роевой последовательности. Координаты эпицентров землетрясений роя определены сетью станций в границах: $\Delta\varphi=43.79^\circ\text{N}-44.00^\circ\text{N}$, $\Delta\lambda=39.03^\circ\text{E}-39.11^\circ\text{E}$, глубины – от 7 до 15 км. Расстояние до ближайшей станции «Туапсе» (TPSR) составляет около 25 км.

Из 96 землетрясений шельфовой части Абхазии 94 произошли в границах: $\Delta\varphi=42.3^{\circ}\text{N}-42.5^{\circ}\text{N}$, $\Delta\lambda=40.9^{\circ}\text{E}-41.2^{\circ}\text{E}$. Пять из них имели $K_p=9.0-9.5$. Таким образом, продолжался афтершоковый процесс в пределах уходящих в море структур Рионского межгорного прогиба (IX), начатый землетрясением 23.12.2012 г. с $K_p=14.1$, $M_{W_{\text{per}}}=6.0$, $M_{W_{\text{GCMT}}}=5.8$, $I_0^p=7-8$ [16].

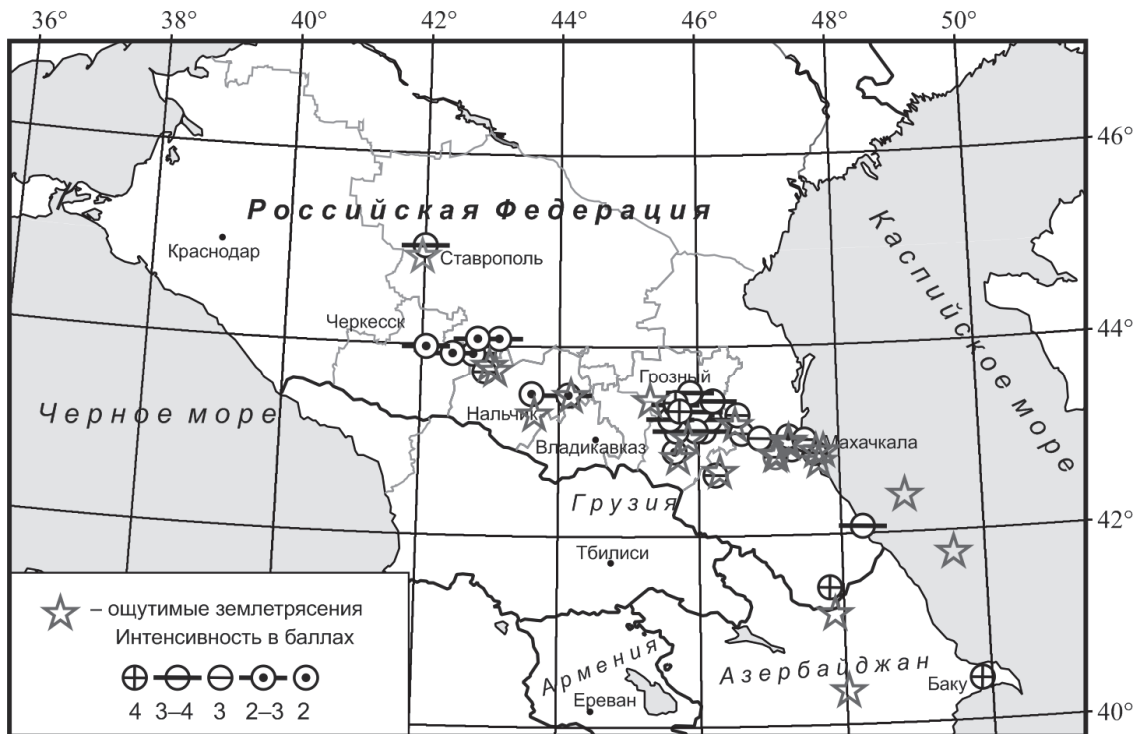


Рис. 2. Положение эпицентров землетрясений, ощущаемых в 2014 г.

В *Азовском море* 4 января в $07^{\text{h}}48^{\text{m}}$ произошло землетрясение с $K_p=9.9$, $h=15$ км [12]. Эпицентр его находился в пределах Азовского вала, являющегося приграничной структурой Скифской плиты в сочленении с Восточно-Европейской платформой. В пределах этой же структуры, несколько восточнее, 3 декабря зарегистрировано землетрясение с $K_p=7.4$, $h=14$ км.

В *Краснодарском крае*, включая территорию Адыгеи, зарегистрировано 85 землетрясений с $K_p=2.8-9.1$ [12]. Из них в районе Ставропольской возвышенности произошло шесть землетрясений с $K_p=6.6-9.1$. Наиболее заметное в этом регионе землетрясение с $K_p=9.1$ произошло 4 февраля в $06^{\text{h}}36^{\text{m}}$ вблизи населенного пункта Октябрьский. Близкое по энергии ($K_p=9.0$) землетрясение было зарегистрировано 30 июня в 30 км к северу от г. Краснодара. Данных о сотрясениях, вызванных этими землетрясениями в ближайших населенных пунктах, не поступало.

В прибрежной части Азовского моря, вблизи населенного пункта Пересыпь, в ноябре было зарегистрировано землетрясение с $K_p=8.5$.

Между Сочи и Туапсе сетью зарегистрированы 32 землетрясения с $K_p=4.2-8.3$. События произошли в разное время суток и, по временному признаку, не могли быть отнесены к «техногенным». 13 землетрясений, произошедших в непосредственной близости от г. Туапсе, тоже имели слабую энергетическую оценку ($K_p=4.9-7.8$). В районе Дагомыса сетью станций зарегистрировано 16 землетрясений с близкими координатами очагов ($\Delta\varphi=42.3^{\circ}\text{N}-42.5^{\circ}\text{N}$, $\Delta\lambda=40.9^{\circ}\text{E}-41.2^{\circ}\text{E}$). Из десяти землетрясений, зарегистрированных в районе Красной Поляны, самым заметным ($K_p=8.5$) было землетрясение 19 июля в $00^{\text{h}}32^{\text{m}}$. Ближайшей к эпицентру станцией, находящейся на расстоянии 16 км, явилась «Красная Поляна» (RPOR).

В пределах *Ставропольского края* зарегистрировано 116 событий с $K_p=1.6-9.2$, из них шесть взрывов, два «возможно взрыва» и 108 землетрясений. Основная их часть локализовалась на юге края, в основном вблизи границ Карачаево-Черкесии и Кабардино-Балкарии. В районе Ставрополя были зарегистрированы семь землетрясений с $K_p=5.7-9.2$. Южнее, в 30 км от города, произошло самое сильное ($K_p=9.2$) в крае землетрясение, зарегистрированное 3 мая в $08^{\text{h}}01^{\text{m}}$. Оно

ощущалось в Ставрополе с $I_i=2-3$ балла. За несколько дней до него (28 апреля) в той же эпицентральной зоне четыре станции зарегистрировали слабое землетрясение с $K_p=5.9$. В районе Кавказских Минеральных Вод, вблизи Пятигорска и к северо-западу от него, были зарегистрированы 88 событий. В основном это слабые землетрясения с $K_p=1.6-7.9$. Большинство из них локализованы в зоне Армави́ро-Ессенту́кского разлома.

В **Карачаево-Черкесской Республике** в 2014 г. была отмечена слабая сейсмичность, из 93 зарегистрированных событий – 39 землетрясений с $K_p=3.3-7.7$. Большая часть эпицентров локализована в зоне, вытянутой в направлении к северо-востоку от границ с Грузией. 53 промышленных взрыва и один «возможно взрыв» с $K_p=4.0-8.3$ произведены в карьерах вблизи Усть-Джегуты, Хабеза и Карачаевска в рабочие дни недели в период с 9 по 16 часов по Гринвичу. Все землетрясения имеют близповерхностные глубины, 85 % землетрясений – с $K_p<7.0$.

На границе со Ставропольским краем сетью станций лаборатории Сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод были зарегистрированы два слабых землетрясения с $K_p=3.9-4.1$. На границе с Грузией были зарегистрированы 14 слабых ($K_p=3.3-7.4$) землетрясений.

Вблизи очаговой зоны 9-балльного Чхалтинского землетрясения 16.07.1963 г. с $K_p=14-15$, $M=6.2$ [17], где в марте и мае 2013 г. был зарегистрирован дуплет Домбайских землетрясений с афтершоками [18], в 2014 г. наблюдалось относительное затишье. Здесь произошло лишь пять слабых ($K_p=4.5-7.1$) землетрясений, что, вероятно, может говорить о состоявшейся в 2013 г. разрядке напряжений, накопленных за 50 лет.

На территории **Кабардино-Балкарской Республики** зарегистрировано 132 землетрясения с $K_p=2.2-11.1$ и один взрыв. 99 землетрясений – слабые, с $K_p<7.0$. В рамках неотектонической основы Большого Кавказа, используемой для сейсмического районирования этой территории, эпицентры значительной части этих землетрясений приурочены к Нальчикской зоне поперечного дробления, продолжающей Ессенту́кскую продольную шовно-сбросовую зону [19].

На границе со Ставропольским краем, в 30 км южнее г. Пятигорска, были зарегистрированы два ощутимых землетрясения с очень близкими координатами и глубинами очагов. Первое землетрясение с $K_p=9.8$, произошедшее 27 января в 15^h09^m, ощущалось в Пятигорске с интенсивностью $I_i=2-3$ балла. К нему 4 февраля был зарегистрирован афтершок с $K_p=5.8$. Второе землетрясение с $K_p=11.1$ было самым сильным в регионе, к нему были зафиксированы 14 афтершоков с $K_p=3.5-9.0$, произошедших в течение месяца и далее, до конца года, еще пять землетрясений из того же очага с $K_p=2.7-7.0$. Основной толчок зарегистрирован 7 марта в 15^h18^m и ощущался в Хабезе с интенсивностью $I_i=3$ балла, в Кисловодске, Пятигорске, Ессентуках, Учкене, Джегуте – 2–3 балла [13]. За ним последовали афтершоки, наиболее сильные из которых зарегистрированы в тот же день, в 18^h54^m с $K_p=8.5$ и, далее, 8 марта в 12^h07^m и в 12^h12^m с $K_p=9.0$ и $K_p=8.5$ соответственно.

У подножья Эльбруса и немного к юго-востоку от него зарегистрировано шесть слабых ($K_p=2.7-8.5$) землетрясений. В окрестностях г. Нальчик произошло 24 землетрясения с $K_p=3.6-9.7$, самое сильное из них ($K_p=9.7$) – 22 сентября в 16^h25^m – ощущалось в Нальчике с интенсивностью $I_i=2$ балла [12]. Позже, 20 декабря, в 20 км южнее от этого очага был зарегистрирован рой из четырех землетрясений с $K_p=6.9-8.4$, произошедших в течение часа.

На востоке республики, в районе Восточного Предкавказья, были зарегистрированы 39 землетрясений с $K_p=4.1-10.9$. Ощутимое землетрясение с $K_p=10.9$ произошло 14 апреля в 23^h16^m вблизи населенного пункта Терек, в 40 км восточнее Нальчика, и ощущалось в Терекке с интенсивностью $I_i=3-4$ балла [12]. Также здесь же в апреле и начале мая было зарегистрировано 13 афтершоков с $K_p=4.1-8.6$, а до конца года еще шесть землетрясений с $K_p=5.5-9.3$.

На территории **Республики Северная Осетия–Алания (РСО-А)** Северо-Осетинским филиалом ФИЦ ЕГС РАН зарегистрированы и получены параметры 98 землетрясений с $K_p=4.2-9.0$, 85 из которых (87 %) – слабые, с $K_p<7.0$. Большая часть эпицентров находится в области, вытянутой к северо-западу от Казбека. Наиболее сильное землетрясение произошло 24 февраля в 11^h15^m с $K_p=9.0$ в 20 км к юго-западу от Алагира. Три землетрясения, зарегистрированные на границах с Грузией и Ингушетией, имели глубины очагов $h=43-52$ км, остальные зарегистрированные на территории республики землетрясения были близповерхностными.

Высокая плотность эпицентров традиционно имеет место на территории **Грузии**, в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 1991 г. [20], приграничной к Осетии-Алании с юго-

запада. Здесь зарегистрировано 112 землетрясений с $K_p=4.7-10.1$. Самое сильное из них с $K_p=10.1$ произошло 6 августа в 16^h42^m.

В 2014 г. так же, как и в предыдущем 2013 г., на приграничной территории Грузии, в Прикавказском районе, регистрировались как землетрясения с $K_p=9.0-10.0$, так и более слабые события – в течение года здесь произошло порядка 50 землетрясений с $K_p=5.3-8.6$. Ближайшая станция «Лац» удалена от них на 20–25 км. Не доказана, но не исключается связь этой слабой сейсмичности с катастрофическим сходом селя 17 мая на восточном склоне горы Казбек [21]. Сель сошел с Девдоракского ледника по Дарьяльскому ущелью и перекрыл русло р. Терек на территории Грузии. Катастрофа повлекла за собой человеческие жертвы. Процесс схода ледника был зарегистрирован девятью станциями сети Северо-Осетинского филиала и проявился в значительном превышении амплитуд шума в широком диапазоне частот. Более подробно об этом явлении изложено в [21].

Сейсмичность территории, на которой находятся **Республика Ингушетия** и **Чеченская Республика**, в 2014 г. была несколько интенсивнее, чем в 2013 г. Здесь зарегистрировано 289 землетрясений с $K_p=4.1-11.5$ с очагами в основном в земной коре, однако около 7 % зарегистрированных землетрясений имели очаги ниже поверхности Мохоровичича. Вдоль Черногорского глубинного разлома и Бенойско-Эльдаровской шовной зоны [19] продольно-диагонального направления и ее продолжения под структуры Дагестанского клина было зарегистрировано 21 землетрясение с промежуточными глубинами гипоцентров в интервале $h=63-132$ км при погрешности вычисления глубины $\delta h=\pm 5-8$ км. Самое глубокое ($h=132$ км, $K_p=7.9$) землетрясение имело эпицентр в 15 км от г. Грозный.

Три ощутимых землетрясения региона произошли также вблизи г. Грозный. Сильнейшее из них (с $K_p=11.5$) было зарегистрировано 2 июня в 08^h07^m и ощущалось в ст. Петропавловской, ст. Ильиновской, с. Беркат-Юрт с интенсивностью $I=4$ балла, в Грозном, Аргуне, Гудермесе, ст. Червленной, с. Толстой-юрт, с. Мескер-юрт – 3–4 балла, в Буйнакске и пгт Дубки – 3 балла. Землетрясение, произошедшее 24 ноября 19^h05^m с $K_p=11.1$, ощущалось в населенных пунктах Чечен-Аул, Пригородное, Комсомольское, Аргун, Атаги, Автуры, Шали интенсивностью 3–4 балла. Самым слабым (с $K_p=8.4$) из ощутимых было землетрясение 18 февраля в 22^h50^m, которое ощущалось в селе Шатой с интенсивностью $I_i=2$ балла. В Центральном отделении ФИЦ ЕГС РАН для трех сильных (с $K_p=11.1$ и $K_p=11.5$) землетрясений региона построены механизмы очагов [22], их описание приведено в разделе «Геодинамическая обстановка».

Рой из 22 землетрясений с $K_p=5.3-8.6$ был отмечен в районе Курчалойского землетрясения 2008 г. с 30 мая по 8 июня.

На территории **Республики Дагестан** в основном Дагестанским филиалом ФИЦ ЕГС РАН зарегистрировано 396 землетрясений с $K_p=2.0-10.0$.

Сейсмический режим территорий Дагестана и ближайшего окружения в 2014 г. иллюстрируют карты плотности эпицентров землетрясений (рис. 3), сейсмической активности A_{10} (рис. 4) и распределения наиболее сильных землетрясений с $K_p\geq 8.6$ на фоне разломов и регионализации [23] (рис. 5).

При построении карты плотности эпицентров область построения разбивалась на ячейки с размерами сторон 20×20 км, использовались землетрясения с энергией выше представительного энергетического класса. При построении карты A_{10} использован метод суммирования с постоянной точностью, который более эффективен при рассмотрении небольшого периода наблюдений, которым является один год [24]. Число эпицентров землетрясений на площади осреднения круговой палетки принято равным пяти. При сопоставлении карт плотности эпицентров и сейсмической активности наблюдается примерное совпадение районов повышенных значений анализируемых параметров.

Районы повышенных значений плотности эпицентров и сейсмической активности A_{10} зрительно можно объединить в сейсмоактивное кольцо с центром в месте расположения сейсмических станций «Кумух» (KUMR), «Аракани» (ARKR), «Гуниб» (GNBR) и «Хунзах» (XNZR). Ранее в [25] отмечалось, что территория Дагестана богата кольцевыми структурами, что находит отражение в характере проявления сейсмичности. На внимательное отношение к кольцевым структурам в сейсмичности указывается в одной из последних работ Ю.Ф. Копничева и И.Н. Соколовой по Кавказу в связи с возможным прогнозным фактором подготовки сильного землетрясения [26].

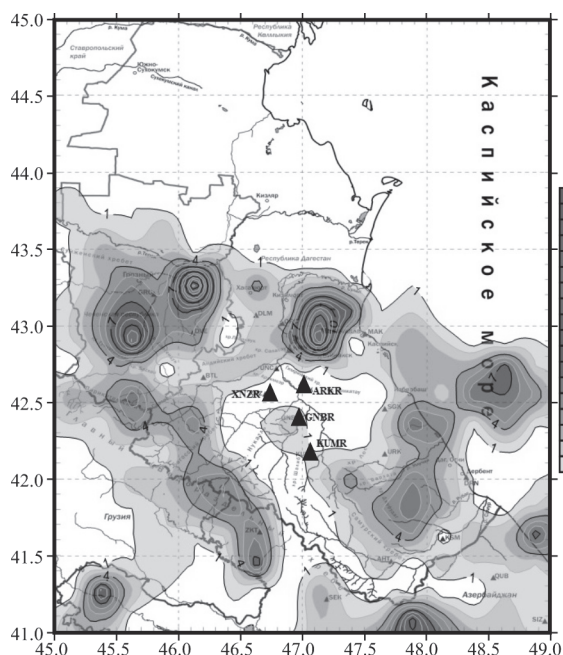


Рис. 3. Карта плотности эпицентров землетрясений Дагестана в 2014 г.

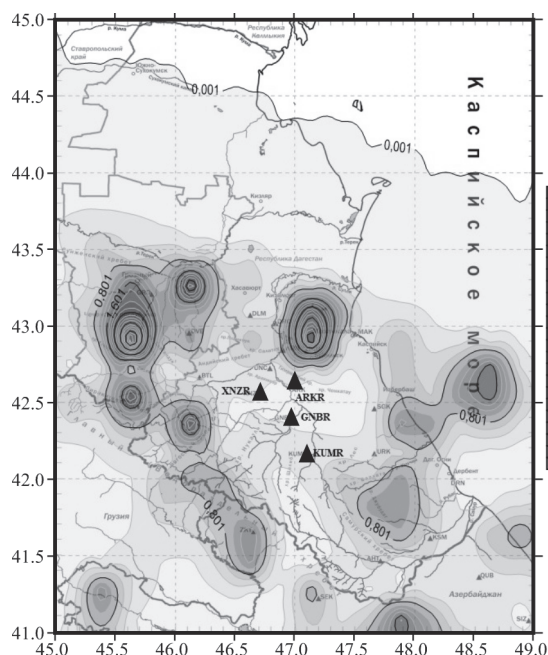


Рис. 4. Карта сейсмической активности A_{10} на территории Дагестана в 2014 г.

Самое сильное землетрясение на территории Дагестана с $K_p=10.0$ произошло 16 февраля в 05^h17^m [12] в очаговой зоне «Дагестанский клин-№1» (рис. 5). Оно ощущалось в Дубках, Дылыме, Хасавюрте с интенсивностью 3 балла по шкале ШСИ-17 [27]. Очаг можно отнести к Срединному разлому [28]. В тот же день в 17^h07^m был зарегистрирован афтершок с $K_p=8.2$, и еще один 21 февраля в 20^h27^m с $K_p=7.9$. Затем, 31 марта в 16^h58^m и 1 апреля в 22^h26^m , – еще два с $K_p=7.7$ и $K_p=7.1$ [12].

Еще семь землетрясений этой же зоны с $K_p=8.2-9.5$ ощущались в населенных пунктах Дагестана с интенсивностью от 2 до 3 баллов. После ощутимого землетрясения, произошедшего 7 мая в 04^h39^m с $K_p=9.2$ вблизи села Коркмаскала с $I_i=2-3$ балла, в 18 км северо-западнее Махачкалы, были зарегистрированы афтершоки: 7 мая в 09^h26^m с $K_p=7.0$, 11 мая в 15^h41^m с $K_p=8.5$ (ощущался в Ленинакенте с $I_i=2$ балла) и 18 июня в 22^h43^m с $K_p=8.2$.

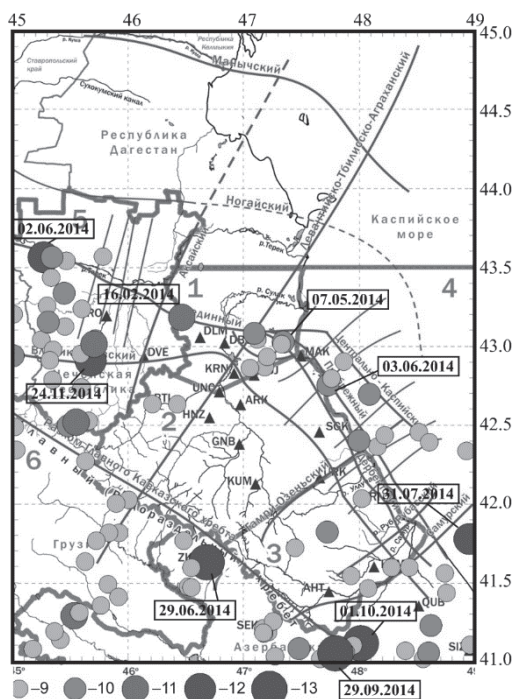


Рис. 5. Сейсмичность Дагестана и прилегающих территорий в 2014 г.

Очаговые зоны: 1 – Дагестанский клин; 2 – Центральный Дагестан; 3 – Южный Дагестан; 4 – Прибрежный Дагестан; 5 – Восточная часть Чеченской Республики; 6 – Восточная часть Грузии. Линиями серого цвета показаны глубинные разломы.

Ощутимое землетрясение (в Каспийске 3 балла) возникло 3 июня в 05^h14^m с $K_p=9.5$ в зоне № 4 (Прибрежная часть Каспийского моря). За ним, 5 июня, последовали два близких по времени афтершока в $20^h47^m16.2^s$ и $20^h47^m46.2^s$ с $K_p=8.7$ и $K_p=7.8$ соответственно.

После землетрясения с $K_p=9.0$, произошедшего 17 августа в 06^h08^m , в течение двух недель были зарегистрированы 18 афтершоков с $K_p=5.6-8.7$. Два из них, 20 августа в 05^h40^m с $K_p=8.2$ и 24 августа в 04^h43^m с $K_p=8.7$, ощущались в ближайших городах с интенсивностью не более 3 баллов. Также были ощутимыми еще два землетрясения региона: 3 июля в 08^h27^m с $K_p=8.2$ с интенсивностью 3 балла в Каспийске и 26 августа в 10^h02^m с $K_p=8.6$ – 3 балла в Ботлихе [12].

Наибольшая активность в 2014 г. зафиксирована в приграничной зоне на территории Азербайджана в пределах Главного Кавказского хребта (рис. 5). В районе Закаталы 29 июня 2014 г. в 17^h26^m произошло сильное землетрясение с $K_p=12.3$. Подземные толчки сильных землетрясений 29 сентября в 01^h38^m с $K_p=12.9$ и 4 октября в 04^h59^m с $K_p=12.1$ в северной части Габалинского района Азербайджана ощущались в Дербентском, Касумкентском, Ахтынском (Ахты – 4 балла) и Рутульском районах Южного Дагестана.

Геодинамическая обстановка во всем регионе отражается в построенных механизмах очагов десяти наиболее сильных землетрясений, произошедших на Северном Кавказе и на сопредельных территориях Кавказа. Параметры механизмов приводятся в приложении в виде отдельной вкладки к каталогу [22], диаграммы в нижней полусфере показаны на рис. 6.

Сильнейшие из них – землетрясение 29 сентября в 01^h38^m с $M_{ISC}=4.7$ и его афтершок 4 октября в 04^h59^m с $M_{ISC}=4.1$ [8] – произошли в восточной зоне Большого Кавказа под преобладающим действием растягивающих напряжений меридиональной ориентации. Одна нодальная плоскость NPI имеет довольно крутое падение ($DP_1=71^\circ$), близширотное простираение ($STK=284^\circ$) и сбросовый тип движения с левосторонней сдвиговой компонентой. Вторая нодальная плоскость представляет косой сдвиг-сброс. Близкое решение было получено азербайджанскими коллегами и описано более подробно с согласованием с разломами земной коры в этом районе [29]. Заметим, что ранее, 31.01.1999 г., в этой очаговой зоне было зарегистрировано землетрясение с подобным механизмом очага, которое упомянуто в недавней работе [30].

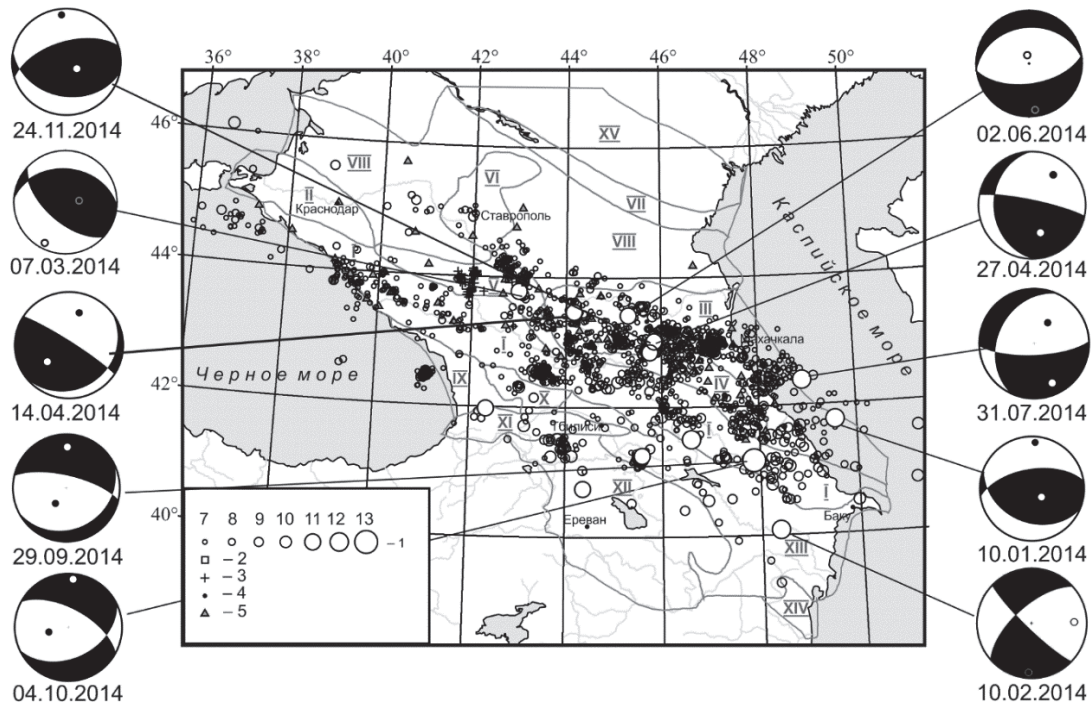


Рис. 6. Сейсмичность Северного Кавказа и прилегающих территорий в 2014 г. на фоне тектонической карты В.Е. Хаина [31]

1 – энергетический класс K_p ; 2, 3 – событие типа «возможно взрыв» или «взрыв» соответственно; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция. Тектонические зоны: I – Большой Кавказ; II – Западно-Кубанский передовой прогиб; III – Терско-Каспийский передовой прогиб; IV – Дагестанский клин; V – моноклираль Предкавказья; VI – Ставропольский свод; VII – Кумо-Манычский прогиб; VIII – структуры Скифской платформы; IX – Рионский межгорный прогиб; X – Джавахетское нагорье; XI – Аджаро-Триалетская складчатая область; XII – мегантиклинорий Малого Кавказа; XIII – Куринский и Нижнеараксинский прогибы; XIV – Талыш; XV – Донецко-Каспийская погребенная складчатая область.

Механизм землетрясения 10 февраля с заглубленным очагом ($h=70$ км) в Куринской депрессии представлен сдвигом со сбросовыми компонентами. Подобное решение получено в GCMT и NEIC, в [29] получен сдвиг-сбросовый тип подвижки в очаге.

Наибольшее число механизмов построено для землетрясений, произошедших в Терско-Каспийском прогибе: 10 января, 14 и 27 апреля, 2 июня, 31 июля и 24 ноября (рис. 6). Землетрясения 10 января и 31 июля произошли на восточном борту прогиба в Каспийском море. Первое,

имеющее заглубленный очаг ($h=80$ км), произошло под действием сил сжатия, направленных меридионально с севера, тип движения – взброс с незначительными сдвиговыми компонентами. Второе произошло под действием горизонтальных сил растяжения, тип движения – сброс со сдвиговыми компонентами. Вероятно, эти очаги принадлежат к различным блокам земной коры.

Механизм корового землетрясения 14 апреля представлен взбросом по одной компоненте и сдвиго-надвигом по второй. Очаг расположен в блоке между Срединным (Терским) и Пшекиш-Тырнауз-Аргудан-Сунженским разломами, пересекающемся диагональной Даттых-Ахловской шовной сдвиговой зоной [32], что находит отражение в простирании одной из нодальных плоскостей (NPI). Согласно этой же схеме [32], очаг корового землетрясения 2 июня может быть ассоциирован с Черногорским разломом, тип движения – чистый сброс, произошедший под действием горизонтальных сил растяжения, ориентированных меридионально, и вертикального сжатия.

Механизмы очагов землетрясений 27 апреля и 24 ноября по типу подобны механизму сильного Курчалойского землетрясения, произошедшего в близком районе 11.10.2008 г. [33]. Тип движения по одной из плоскостей – почти чистый взброс с небольшими компонентами сдвига. Нодальные плоскости (NPI) обоих очагов простираются близширотно с запада на восток с довольно крутым углом падения плоскостей ($DP_{NPI}^{27\text{апр}}=82^\circ$, $DP_{NPI}^{24\text{ноя}}=59^\circ$). Движение в очаге произошло под действием горизонтальных сил сжатия, направленных меридионально с севера.

Определен механизм очага землетрясения 7 марта в пределах моноклинали Предкавказья. Землетрясение произошло под действием горизонтальных сил сжатия, направленных с юго-юго-запада. Одна из нодальных плоскостей (NPI) простирается с юго-востока на северо-запад. Это направление совпадает с направлением зоны Армави́ро-Ессенту́кского разлома, переходящего в Нальчикский разлом. Данный механизм очага является типичным для этого района.

Заключение. Рассмотрим распределение землетрясений, зарегистрированных сетью станций ФИЦ ЕГС РАН, относительно тектонической карты Кавказа [31]. Наиболее сильные землетрясения 2014 г. произошли вблизи границ Дагестанского клина (IV) и Терско-Каспийского передового прогиба (III), в восточной части Большого Кавказа (I), в Куринской депрессии (XIII) (рис. 6). Слабая сейсмичность ($K_p \leq 10.5$) большей частью группируется в компактных зонах, связанных с недавно произошедшими довольно сильными землетрясениями (например, Восточно-Черноморское 23.12.2012 с $M_w=5.8$ [16]), или же образует вытянутые вдоль разломов цепочки эпицентров. Активность в пределах платформенных структур V–VIII низка и лежит ниже уровня чувствительности сети в этих районах, незначительные проявления ее приурочены к Ставропольскому своду, моноклинали Предкавказья и к зонам сочленения Скифской плиты с Терско-Каспийским прогибом.

Механизмы очагов в основном обусловлены горизонтальными силами сжатия, преобладающая ориентация которых направлена вкост простирания структур Кавказа, что находится в согласии с результатами исследования [30]. Но ряд землетрясений показывает иную субвертикальную ориентацию главной оси сжатия, что требует дополнительного исследования. Параметры механизмов очагов землетрясений за 2014 г. включены в накапливаемую таблицу механизмов землетрясений Северного Кавказа.

В целом уровень сейсмичности по известной шкале «СОУС-09» [34], как уже отмечалось в аннотации, был признан фоновым средним за более чем пятидесятидвухлетний период инструментальных наблюдений.

Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Артемова Е.В., Каменская О.П., Королецки Л.Н. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 79–94.
2. Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Селиванова Е.А., Артемова Е.В., Каменская О.П. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 82–95. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.07
3. Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Алимamedова В.П. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
4. Мехрюшев Д.Ю., Янков А.Ю., Погода Э.В., [Даниялов М.Г.], Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (сост.). Сейсмические станции ФИЦ ЕГС РАН, работавшие на территории Северного Кавказа в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.

5. Банк данных «Сейсмические станции» [Электронный ресурс] // Обнинск: Фонды ГС РАН, 2016. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/new/struct/> (дата обращения 01.12.2019).
6. Габсатарова И.П., [Даниялов М.Г.], Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю. I. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. I.2. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2014 году. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 16–21.
7. Свидлова В.А., Калинюк И.Н., Бондарь М.Н., Козиненко Н.М., Сыкчина З.Н. Сейсмичность Крыма в 2014 году // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. – Серия «География». – 2014. – 27 (66) – № 2. – С. 7–22.
8. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
9. Габсатарова И.П. Исследование пространственно-временных особенностей сейсмичности на Северном Кавказе. Дис. на соиск. уч. степ. канд. ф.-м. наук. – М.: ИФЗ РАН, 2011. – 178 с.
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. Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. – М.: Наука, 1984. – 109 с.
12. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Королецки Л.Н., [Даниялов М.Г.], Цирихова Г.В. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., Амиров С.Р., Артемова Е.В., Багаева С.С., Гамидова А.М., Головкова Л.В., Гричуха К.В., Девяткина Л.В., Дмитриева И.Ю., Зверева А.С., Иванова Л.Е., Калугина И.Ю., Косая В.В., Лешук Н.М., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю. Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
13. Габсатарова И.П., Королецки Л.Н. (отв. сост.), Артемова Е.В., Асманов О.А., Иванова Л.Е., Девяткина Л.В., Гайсумов М.Я., Пономарева Н.Л., Лукаш Н.А. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Северного Кавказа в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
14. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
15. Пойгина С.Г., Артемова Е.В., Бахтиярова Г.М., Лукаш Н.А. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северного Кавказа за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
16. Габсатарова И.П., Карпович Е.А., Королецки Л.Н., Войтова А.С., Каменская О.П. Восточно-Черноморское землетрясение 23 декабря 2012 г. с $K_p=14.1$, $M_{W_{per}}=6.0$, $M_{W_{GCMT}}=5.8$, $I_0^p=7-8$ (Чёрное море, Абхазия) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 433–443.
17. Цхакая А.Д., Махарадзе Л.Н., Табидзе Д.Д. Чхалтинское землетрясение 16 июля 1963 г. (макросейсмика) (Западный Кавказ) // Землетрясения в СССР в 1963 году. – М.: Наука, 1966. – С. 37–55.
18. Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Малянова Л.С. Дуплет Домбайских землетрясений 2013 года в очаговой зоне Чхалтинского землетрясения 1963 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 362–369.
19. Несмеянов С.А. Шовные зоны как верхнекоровые сейсмогенерирующие структуры // Геоэкология. – 2012. – № 1. – С. 3–26.
20. Габсатарова И.П., Захарова А.И., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С. Каталог Рачинского землетрясения 29 апреля 1991 г. и его афтершоков. Препринт. – Обнинск, 1992. – 40 с.
21. Погода Э.В., Саяпина А.А., Дмитриева И.Ю., Кабирова О.Г. Реакция сейсмических станций на образование селя 17 мая 2014 г. в Грузии // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 275–279.
22. Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С. Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
23. Адилев З.А., Асманов О.А., [Даниялов М.Г.] Дагестан // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 70–75.
24. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. – М.: Наука, 1985. – С. 59–64.
25. Адилев З.А., Асманов О.А., Ашурбеков З.И. К вопросу о кольцевой сейсмичности территории Дагестана // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы / Отв. редактор А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 4–6.

26. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Неоднородности поля поглощения S -волн в литосфере Кавказа и их связь с сейсмичностью // Геофизические процессы и биосфера. – 2019. – 18. – № 3. – С. 67–76.
27. ГОСТ Р 57546–2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. – М: Стандартинформ, 2017. – 27 с.
28. Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Гаврилов Ю.О., Панов Д.И. Тектоника Дагестана (объяснительная записка) // Труды ДНЦ РАН., – Вып. 60. – Махачкала: АЛЕФ, 2012 г. – 86 с.
29. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 49–60. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.04
30. Лукк А.А., Шевченко В.И. Сейсмичность, тектоника и GPS-геодинамика Кавказа // Физика Земли. – 2019. – № 4. – С. 99–123.
31. Хаин В.Е. Кавказ. Тектоническая карта. – М: 1:5 500 000 // Большая Советская Энциклопедия. – Т. 11. – М.: «Советская Энциклопедия», 1973. – С. 112–114.
32. Несмеянов С.А., Лутиков А.И., Шукин Ю.К., Донцова Г.Ю. Сейсмогенерирующие структуры // Комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозный. – М.: Минстрой России, 1996. – С. 38–47.
33. Габсатарова И.П. Инструментальные параметры очага Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ баллов (Чеченская Республика) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 433–447.
34. Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2014 г. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 67–73.

NORTHERN CAUCASUS

I.P. Gabsatarova, L.N. Koroletski, A.A. Sayapina, S.S. Bagaeva, Z.M. Adilov, O.A. Asmanov

*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Russia: Obninsk, ira@gsras.ru;
Vladikavkaz, a_sayapina@gsras.ru; Makhachkala, adilov79@mail.ru*

Abstract. In 2014 a seismic network consisting of 60 stations, 57 of which were equipped with digital equipment, operated in the region. 1695 earthquakes and 63 explosions in industrial quarries were recorded within the region boundaries. In the settlements of the Caucasus, 21 earthquakes were felt. The maximum intensity did not exceed $I_{max}=4$ on the MSK-64 (SIS-17) scale. Such intensity was observed from earthquakes in the territories of Ingushetia–Chechnya and Azerbaijan. The aftershock process of the strong East Black Sea earthquake on December 23, 2012 ($M_w=5.8$) off the coast of Abkhazia continued. In 2014 about a hundred earthquakes with $K_p=5.3-9.5$ were recorded. In the central part of Azov sea, two earthquakes with $K_p=9.9$ and 7.4 were recorded in January and December. The earthquakes with intermediate depths in the Tersko-Caspian trough (Tersko-Sunzhenskaya zone) with $K_p > 9.5$ were not recorded. Two strong earthquakes with $K_p=12$ and intermediate depths occurred in the Kurin Depression of Azerbaijan and in the Caspian Sea. A swarm of weak earthquakes with $K_p=5.7-8.8$ was recorded on December 13–15 in the Black Sea near Tuapse. In 2014 the most part of the earthquakes were recorded in the Tersko-Caspian and Kurin troughs, in the eastern part of the Greater Caucasus. According to the level of energy released, the seismicity of the territory of the North Caucasus in 2014 was characterized in accordance with the “SOUS-09” seismicity scale as “background average” for the observation period from 1962 to 2014.

Keywords: seismic station, feeling earthquake, aftershocks, swarms of weak earthquakes, Tersko-Caspian trough, Greater Caucasus.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.19

For citation: Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., Sayapina, A.A., Bagaeva, S.S., Adilov, Z.M., & Asmanov, O.A. (2020). [Northern Caucasus]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 199–207. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.19

References

1. Gabsatarova, I.P., Artemova, E.V., Kamenskaya, O.P., & Koroletski, L.N. (2018). [Northern Caucasus]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21(2012), 79–94. (In Russ.).

2. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., Selivanova, E.A., Artemova, E.V., & Kamenskaya, O.P. (2019). [Northern Caucasus]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), 82–95. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.07
3. Tskhakaya, A.D., Dzhibladze, E.A., Papalashvili, V.G., Sultanova, Z.Z., Lebedeva, T.M., Tabutsadze, C.A., Darakhvelidze, L.K., Kakhiani, L.A., Labadze, L.V., & Alimamedova, V.P. (1973). [Earthquakes of the Caucasus]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1969 godu* [Earthquakes in the USSR in 1969] (pp. 19–28). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
4. Mekhryushev, D.Yu., Yankov, A.Yu., Pogoda, E.V., Daniyalov, M.G., Gabsatarova, I.P., & Poygina, S.G. (2020). [Seismic stations of the GS RAS, operating in the Northern Caucasus in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Application on CD. (In Russ.).
5. Data Bank "Seismic stations" (2020). Retrieved from: <http://www.ceme.gsras.ru/new/struct/> (In Russ.).
6. Gabsatarova, I.P., Daniyalov, M.G., Mehryushev, D.Yu., Pogoda, E.V., & Yankov, A.Yu. (2016). [I. Results of seismic monitoring of various regions of Russia. I.2. Northern Caucasus]. In *Zemletriaseniia Rossii, 2014 god* [Earthquakes in Russia, 2014] (pp. 16–21). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
7. Svidlova, V.A., Kalinyuk, I.N., Bondar, M.N., Kozinenko, N.M., & Sykchina, Z.N. (2014). [Seismicity of Crimea in 2014]. *Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya «Geografiia»* [Scientific notes of the Taurida National University named after V.I. Vernadsky. Series "Geography"], 27(66), 2, 7–22. (In Russ.).
8. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from: <https://doi.org/10.31905/D808B830>
9. Gabsatarova, I.P. (2011). *Issledovanie prostranstvenno-vremennykh osobennostei seismichnosti na Severnom Kavkaze. Dis. na soisk. uch. step. kand. f.-m. nauk* [Investigation of spatial-temporal features of seismicity in the Northern Caucasus. Dissertation for the degree of Cand. of Phys. and Math. Sciences]. Moscow, Russia: IFZ RAS Publ., 178 p. (In Russ.).
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. Krasnopevtseva, G.V. (1984). *Glubinnoe stroenie Kavkazskogo seismoaktivnogo regiona* [The deep structure of the Caucasus seismically active region]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 109 p. (In Russ.).
12. Gabsatarova, I.P., Selivanova, E.A., Koroletski, L.N., Daniyalov, M.G., Tsirikhova, G.V. (responsible compilers), Abdullaeva, A.R., Aleksandrova, L.I., Amirov, S.R., Artemova, E.V., Bagaeva, S.S., Gamidova, A.M., Golovkova, L.V., Grichukha, K.V., Devyatkina, L.V., Dmitrieva, I.Yu., Zvereva, A.S., Ivanova, L.E., Kalugina, I.Yu., Kosaya, V.V., Leschuk, N.M., Musalaeva, Z.A., Petrosyan, E.N., & Sagatelova, E.Yu., Lukash, N.A. (2020). [Catalog of earthquakes and explosions of the Northern Caucasus for 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
13. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N. (resp. comp.), Artemova, Ye.V., Asmanov, O.A., Ivanova, L.Ye., Devyatkina, L.V., Gaysumov, M.YA., & Ponomarova, N.L. (2020). [Macroseismic effect of feeling earthquakes of the Northern Caucasus in 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
14. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaia shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
15. Poygina, S.G., Arteomova, E.V., Bakhtiarova, G.M., & Lukash, N.A. (2020). [Information about the points for which there is information about the macroseismic manifestations of tangible Northern Caucasus earthquakes for 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
16. Gabsatarova, I.P., Karpovich, Ye.A., Koroletski, L.N., Voytova, A.S., & Kamenskaya, O.P. (2018). [East Black Sea earthquake on December 23, 2012 with $K_p=14.1$, $M_{wreg}=6.0$, $M_wGCMT=5.8$, $I_0=6-7$ (Black Sea, Abkhazia)]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21(2012), 433–443. (In Russ.).
17. Tskhakaya, A.D., Makhataдзе, L.N., & Tabidze, D.D. (1966). [Chkhaltinsky earthquake on July 16, 1963] *Zemletryaseniia v SSSR v 1963 godu*. [Earthquakes in the USSR in 1963] (pp. 37–55). Moscow, Russia, Nauka Publ. (In Russ.).
18. Gabsatarova, I.P., Koroletski, L.N., & Malyanova, L.S. (2019). [Doublet of the Dombai earthquakes of 2013 in the focal zone of the Chkhaltal earthquake of 1963]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), 362–369. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.32. (In Russ.).
19. Nesmeyanov, S.A. (2012). [Suture zones as upper crust seismogenerating structures]. *Geokologiya. Inzhenernaya Geologiya, Hidrogeologiya, Geokriologiya* [Environmental Geoscience], 1, 3–26. (In Russ.).

20. Gabsatarova, I.P., Zakharova, A.I., Starovoit, O.E., & Chepkunas, L.S. (1992). *Katalog Rachinskogo zemletriaseniia 29 apreliia 1991 g. i ego aftershokov* [Catalog of the Racha earthquake of April 29, 1991 and its aftershocks]. Obninsk, Russia: Preprint, 40 p. (In Russ.).
21. Pogoda, E.V., Sayapina, A.A., Dmitrieva, I.Yu., & Kabirova, O.G. (2014). [The reaction of seismic stations to mudflow on May 17, 2014 in Georgia]. In *Materialy IX Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the IX International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 275–279). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
22. Gabsatarova, I.P., & Malyanova, L.S. (2020). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes in the Northern Caucasus for 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
23. Adilov, Z.A., Asmanov, O.A., & Daniyalov, M.G. (2017). [Dagestan]. In *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii, 2011 god* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2011] (pp. 70–75). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
24. Riznichenko, Yu.V. (1985). *Problemy seismologii. Izbrannye Trudy*. [The problems of seismology. Selected Works]. Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
25. Adilov, Z.A., Asmanov, O.A., & Ashurbekov, Z.I. (2015). [On the issue of ring seismicity of the territory of Dagestan]. In *Materialy X Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the X International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 4–6). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
26. Kopnichev, Y.F., & Sokolova, I.N. (2019). [Heterogeneities of short-period *S*-wave attenuation field in the Caucasus lithosphere and its relation to seismicity]. *Geofizicheskie protsessy i biosfera* [Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics], 18(3), 67–76. (In Russ.).
27. GOST R 57546–2017 (2017). [Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 27 p. (In Russ.).
28. Cherkashin, V.I., Sabanaev, K.A., Gavrilov, Yu.O., & Panov, D.I. (2012). *Tektonika Dagestana (ob"iasnitel'naia zapiska). Trudy DNTs RAN, Vyp. 60*. [Tectonics of Dagestan (explanatory note). Scientific Works of the DSC RAS. Vol. 60]. Makhachkala, Russia: ALEF, 86 p. (In Russ.).
29. Yetirmishli, G.D., Abdullayeva, R.R., Ismaylova, S.S., & Kazymova, S.E. (2020). [Azerbaijan]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 49–60. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.04
30. Lukk, A.A., & Shevchenko, V.I. (2019). Seismicity, Tectonics, and GPS Geodynamics of the Caucasus. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 55(4), 626–648. doi: 10.31857/S0002-33372019499-123.
31. Khain, V.E. (1973). [Caucasus. Tectonic map. – M: 1 : 5 500 000]. In *Bol'shaia Sovetskaiia Entsiklopediia. Tom 11* [Great Soviet Encyclopedia, Vol. 11] (pp. 112–114). Moscow, Russia: Soviet Encyclopedia Publ., (In Russ.).
32. Nesmeyanov, S.A., Lutikov, A.I., Schukin, Yu.K., & Dontsova, G.Yu. (1996). [Seismic Generating Structures]. In *Kompleksnaya otsenka seysmicheskoy opasnosti territorii g. Groznyy* [Comprehensive assessment of seismic hazard in the territory of the city of Grozny] (pp. 38–47). Moscow, Russia: Ministry of Construction of Russia Publ. (In Russ.).
33. Gabsatarova, I.P. (2014). [Instrumental parameters of the source of Kurchaloy earthquake on October 11, 2008 with $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Chechen Republic)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii, 2008 god* [Earthquakes of Northern Eurasia, 2008] (pp. 433–447). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
34. Saltykov, V.A., Kravchenko, N.M., Poygina, S.G., & Voropaev, P.V. (2016). [Evaluation of the level of seismic activity of the Russian regions]. In *Zemletriaseniia Rossii, 2014 god* [Earthquakes in Russia, 2014] (pp. 67–73). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).