

СРЕДНЯЯ АЗИЯ и КАЗАХСТАН:

УДК 550.348. (575.2+575.1+574)

СЕЙСМИЧНОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА и УЗБЕКИСТАНА в 2020 году

**К.Е. Абдрахматов¹, А.Г. Фролова¹, А.В. Берёзина¹, А.М. Муралиев¹, Е.В. Першина¹,
Р. Шукурова¹, М.Б. Малдыбаева¹, Б.С. Абдыраева¹, Г.А. Сабирова¹, К.И. Кучкаров²**

¹Институт сейсмологии НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, kis@mail.elcat.kg

²Республиканский центр Сейсмопрогностического мониторинга МЧС Республики Узбекистан,
г. Ташкент, geofizik_1987@mail.ru

Аннотация. Система сейсмических наблюдений на территории Кыргызстана и Узбекистана в 2020 г. осталась без изменений: сеть Кыргызстана состояла из 26 сейсмических станций, в Узбекистане использовались данные 41 сейсмостанции. По сравнению с данными предыдущего года, сейсмическая активность в регионе возросла: увеличилось количество достаточно сильных землетрясений, большая часть которых произошла в приграничных районах Китая и Таджикистана. Сводный каталог за 2020 г. включил 261 событие с $K_p \geq 8.6$. Максимальным по энергии ($K_p=14.5$) стало землетрясение, зарегистрированное на территории КНР 19 января в 13^h27^m . Ему предшествовали два форшока 17 января с энергетическими классами $K_p=12.9$ и $K_p=10.8$. Главный толчок сопровождался множеством афтершоков, самый сильный из которых имел энергетический класс $K_p=12.5$. Непосредственно на территории Кыргызстана в приграничье с Китаем произошли два довольно сильные события: 15 февраля с $K_p=12.0$ и 6 мая с $K_p=12.5$. На территории Узбекистана наиболее сильными были три землетрясения: 26 марта с $K_p=11.8$, 6 ноября с $K_p=12.4$ и 26 декабря с $K_p=11.9$. Максимальным по ощутимости в 2020 г. на всей рассматриваемой территории, включающей Кыргызстан и Узбекистан с прилегающими областями соседних стран, явилось событие 26 декабря с $K_p=11.9$, которое произошло в Узбекистане и проявилось в Фергане (Узбекистан) с интенсивностью 5–6 баллов. В очагах большинства землетрясений на территории Кыргызстана в 2020 г. происходили деформации типа «сдвига-надвига» и «взброс».

Ключевые слова: Кыргызстан, Узбекистан, сейсмическая станция, очаговая зона, сейсмичность, сейсмическая энергия, механизм очага.

Для цитирования: Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Муралиев А.М., Першина Е.В., Шукурова Р., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Сабирова Г.А., Кучкаров К.И. Сейсмичность Кыргызстана и Узбекистана в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 91–100. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.08> EDN: EBVBFD

Введение. Сейсмоактивная территория под условным названием «Кыргызстан и Узбекистан» расположена в пределах границ, показанных на рис. 1. Она разделена на три района: Северо-Восточный (№ 1), Юго-Западный (№ 2) и Южный Тянь-Шань (№ 3). Район № 1 состоит из двух зон: Северо-Тянь-Шаньской (I_1) и Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) (I_2). В район № 2 входят пять зон: Ферганская (II_1), Приташкентско-Чимкентско-Каратауская (II_2), Самаркандско-Газлийская (II_3), Сурхандарьинско-Кашкадарьинская (II_4) и Кизыл-Кумская (II_5). В районе № 3 расположены две зоны: Кокшаальско-Кашгарская (III_1) и Алайско-Гармская (III_2). В статье представлены краткое описание сети сейсмических станций и методики обработки данных, а также результаты анализа сейсмичности в регионе за 2020 год.

Сеть сейсмических станций. Сейсмические наблюдения на территории Кыргызстана и Узбекистана проводились с использованием данных сетей сейсмических станций этих государств (рис. 1). На территории Кыргызстана продолжали свою работу десять цифровых телеметрических станций Научной станции Российской Академии наук (сеть KNET) и 16 цифровых станций Института сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызстана (сеть KRNET) [1], [Прил. 1]. В Узбекистане сеть наблюдений состояла из 41 станции [2], [Прил. 2].

Густая высокочувствительная сеть сейсмических станций в трех сейсмоактивных зонах – Северо-Тянь-Шаньской (I_1), Ферганской (II_1) и Приташкентско-Чимкентско-Каратауской (II_2) – обеспечила на их территориях представительную регистрацию землетрясений с $K_{\min}=6$ и наименьшую погрешность определения координат эпицентров в пределах $\delta=\pm(5-10)$ км. На территории Китая (юго-восток региона), а также в Кокшаальско-Кашгарской зоне (III_1) Южного Тянь-Шаня (район № 3) погрешность определения координат эпицентров землетрясений с дополнительным привлечением некоторых станций Китая осталась, как и прежде [3], в пределах $\delta=\pm 25$ км.

Методика обработки данных. Обработка землетрясений в 2020 г., как и ранее [3], осуществлялась по общепринятой инструкции [4]. При выделении фаз, определении времен вступления P - и S -волн, замерах амплитуд использовалась программа «dbpick» (пакет программ «Antelope») [5]. Локация очагов землетрясений выполнялась с использованием скоростных моделей земной коры, полученных для территории Кыргызстана [6] и Узбекистана [7]. Для определения основных параметров землетрясений (даты, времени в очаге, координат, глубины, класса, магнитуды) использовалась программа «Hypoellipse» [8], адаптированная для Центральной Азии согласно утвержденным методам сбора и обработки данных. Вычисления выполнялись на компьютерах SUN. Для оценки величины землетрясения использовались энергетический класс K_p [9] и магнитуда $MPVA$ по объемным волнам [10].

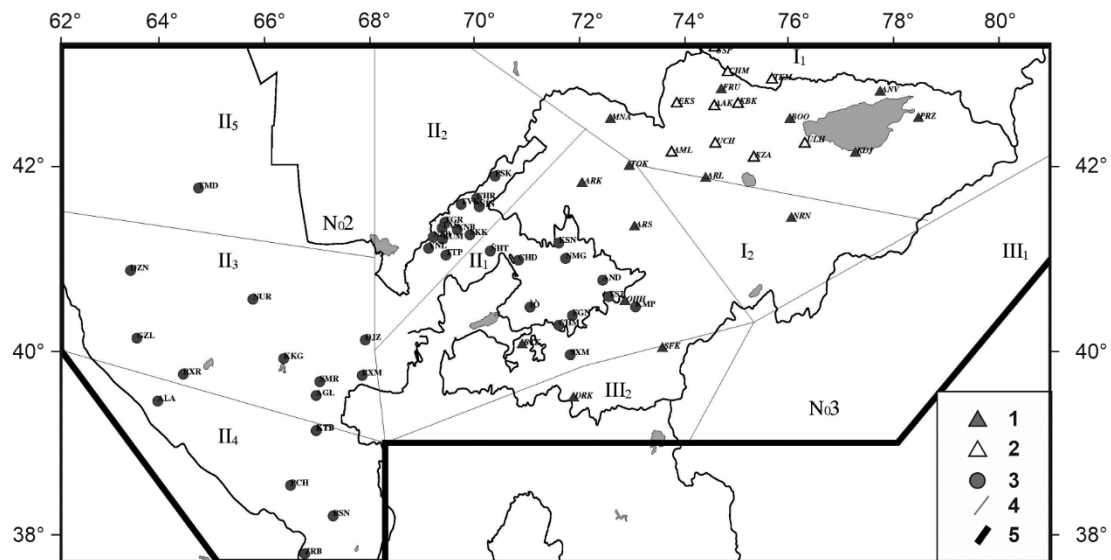


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций на территории Кыргызстана и Узбекистана

Сейсмические станции сетей: Кыргызстана (1 – KRNET, 2 – KNET); 3 – Узбекистана (РЦСМ МЧС РУз); 4 – граница зоны; 5 – граница территории в целом.

Сейсмичность в 2020 году. Каталог землетрясений за 2020 г. [11] содержит $N_2=261$ событие с энергетическими классами $K_p=8.6-14.5$, тогда как в 2019 г. $N_2=210$ [3], т.е. сейсмичность в регионе немного увеличилась. Распределение землетрясений региона по классам дано в табл. 1, а карта эпицентров землетрясений, зарегистрированных в 2020 г., показана на рис. 2.

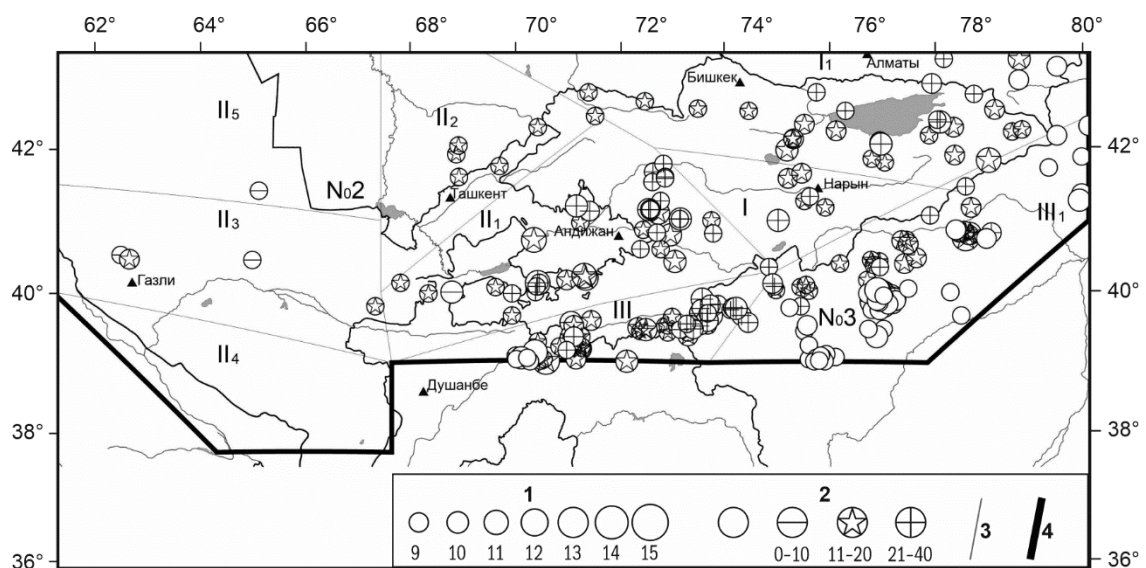


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2020 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3, 4 – границы зон и региона соответственно.

График повторяемости землетрясений с $K_p \geq 8.6$, построенный по данным табл. 1, показывает, что землетрясения с $K_{\min}=9$ являются представительными для всей территории Кыргызстана и Узбекистана (рис. 3).

Таблица 1. Распределение землетрясений по энергетическим классам K_p в 2020 г. на территории «Кыргызстан и Узбекистан»

K_p	9	10	11	12	13	14	N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	155	56	35	10	4	1	261	$4.01 \cdot 10^{14}$

Примечание. Сейсмическая энергия рассчитывалась по Т.Г. Раутиан [9]: $K_p = \lg E$ Дж. При оценке суммарной сейсмической энергии следует иметь в виду, что значения энергетических классов взяты с точностью до десятых долей [Прил. 3].

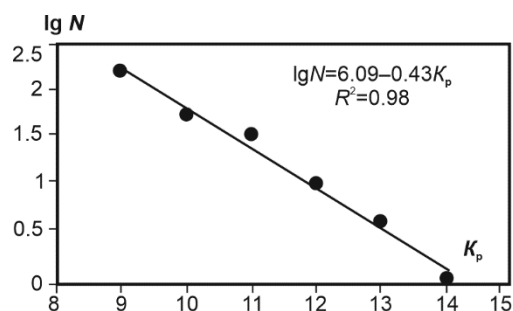


Рис. 3. График повторяемости землетрясений Кыргызстана и Узбекистана в 2020 г.

Общее число землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в трех крупных районах в 2020 г., как указано выше, составило $N_{\Sigma}=261$ с суммарной энергией $\Sigma E=4.01 \cdot 10^{14}$ Дж.

Распределение числа землетрясений разных энергетических классов по трем районам и суммарной сейсмической энергии в 2020 г. приведено в табл. 2.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений разных энергетических классов K_p и их суммарной сейсмической энергии ΣE по районам

№	Район	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E, 10^{13} Дж$
		9	10	11	12	13	14		
1	Северо-Восточный Тянь-Шань	19(25)	13(4)	5(3)	1(1)	0(0)	0(0)	38(33)	0.1611(0.09776)
2	Юго-Западный Тянь-Шань	34(29)	5(9)	8(3)	4(2)	0(0)	0(0)	51(43)	0.5513(0.2470)
3	Южный Тянь-Шань	102(98)	38(25)	22(6)	5(5)	4(0)	1(0)	172(134)	39.4013(0.8517)
	Всего	155(152)	56(38)	35(12)	10(8)	4(0)	1(0)	261(210)	40.1137(1.1964)

Примечание. В скобках дано количество землетрясений и сейсмической энергии в 2019 г.

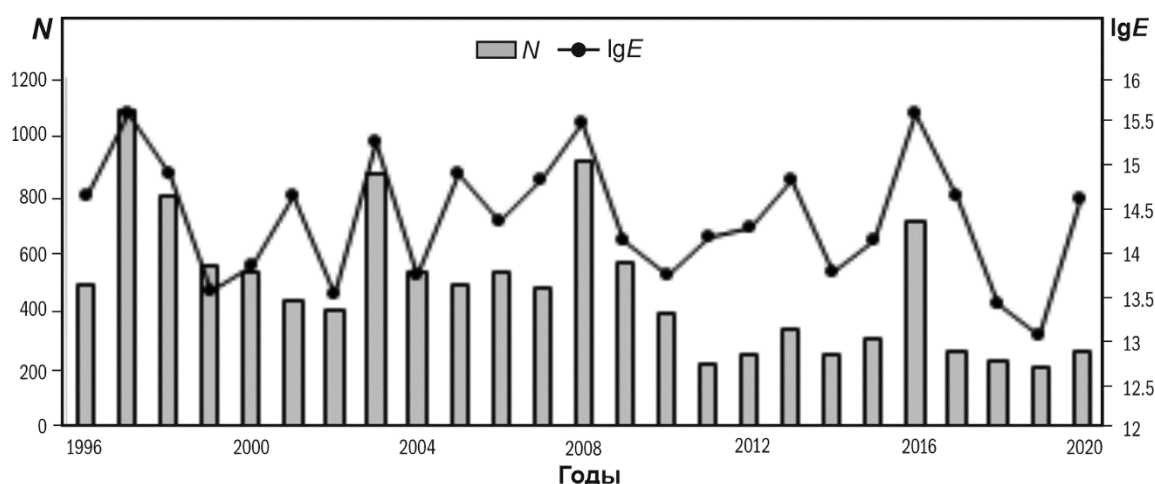


Рис. 4. Распределение по годам числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$, выделенной на рассматриваемой территории

Согласно рис. 4, долговременные среднегодовые значения основных характеристик сейсмического режима на рассматриваемой территории: число землетрясений ($N_{cp}=495$) и средний

уровень выделившейся в очагах сейсмической энергии ($\Sigma E = 7.63 \cdot 10^{14}$ Дж), рассчитанные за период 24 года (с 1996 по 2019 г.), выше таковых за 2020 г. в 1.9 раза.

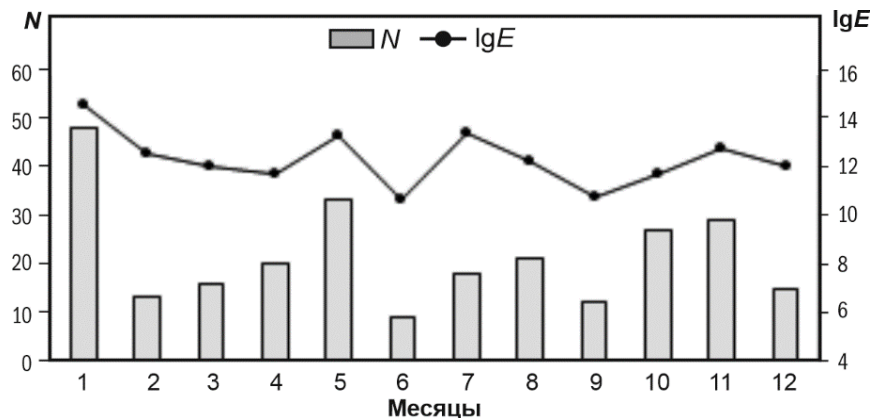


Рис. 5. Распределение числа землетрясений N и логарифма сейсмической энергии $\lg E$ по месяцам в 2020 г.

Анализ распределения параметров сейсмичности по месяцам в 2020 г. (рис. 5) показал, что максимальное количество землетрясений ($N=48$) и наибольшая выделенная энергия наблюдались в январе ($\Sigma E = 3.44 \cdot 10^{14}$ Дж): самое сильное для региона за 2020 г. землетрясение произошло на территории Китая 19 января с $K_p=14.5$, а за ним последовали многочисленные афтершоки. Пик количества землетрясений и выделенной энергии в мае был обусловлен двумя землетрясениями с $K_p=12.5$ и $K_p=13.1$ и их афтершоками. Подъем уровня выделенной энергии в июле был связан с землетрясением с $K_p=13.4$. Следующее небольшое увеличение параметров сейсмичности произошло в ноябре в связи с двумя достаточно сильными землетрясениями с $K_p=12.4$ и $K_p=12.5$ и с афтершоками последнего.

Рассмотрим сейсмичность в отдельных зонах каждого из трех районов детально.

Северо-Восточный Тянь-Шань (район № 1) разделен, как указано выше, на две зоны (рис. 2): Северный Тянь-Шань (I_1) и Срединный Тянь-Шань (I_2). Как и прежде [3], наиболее высокая сейсмичность в районе № 1 наблюдалась в восточной его части, в горных участках зоны (I_1), обрамляющих оз. Иссык-Куль. Общее число зарегистрированных событий в зоне (I_1) – $N_\Sigma=32$, суммарная выделенная сейсмическая энергия – $\Sigma E = 1.54 \cdot 10^{12}$ Дж. Самое сильное землетрясение для этой зоны с $K_p=12.0$ произошло 15 февраля в 03^h31^m на юго-востоке, в приграничье с Китаем. В населенных пунктах Кыргызстана Кургак, Таш-Короо, Энильчек оно ощущалось с интенсивностью 4–5 баллов; Койлуу, Май-Саз – 3–4 балла; Каракол – 2–3 балла; в Алматы (Казахстан) – 2 балла [Прил. 5] по шкале MSK-64 [12]. Следующим по величине ($K_p=11.3$) стало землетрясение 20 марта в 00^h49^m вблизи южного побережья оз. Иссык-Куль в отрогах хр. Терской Ала-Тоо. К востоку от него расположена группа эпицентров, для которой максимальный класс $K_p=10.8$ наблюдался для двух событий: 23 мая в 15^h21^m и 6 ноября в 14^h29^m. Еще одно землетрясение близкой энергии ($K_p=10.7$) зарегистрировано 12 августа в 10^h03^m около южной границы зоны, к северо-западу от г. Нарына. Энергетические классы для остальных событий зоны (I_1) варьировали в пределах $K_p=10.5 \div 8.6$.

В Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) зоне (I_2) за год было зарегистрировано шесть событий. Максимальное землетрясение для этой зоны с $K_p=10.6$ произошло 12 июля в 00^h28^m к юго-западу от г. Нарына. Еще одно землетрясение с $K_p=10.4$ зарегистрировано 21 января 13^h10^m в 30 км к северо-западу от г. Нарына. Энергетические классы остальных землетрясений изменялись в пределах $K_p=8.6 \div 9.9$. Общая выделенная сейсмическая энергия в этой зоне составила $\Sigma E = 7.44 \cdot 10^{10}$ Дж.

В целом по району № 1 зарегистрировано $N_\Sigma=38$ землетрясений, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E = 1.61 \cdot 10^{12}$ Дж.

В Юго-Западном Тянь-Шане (район № 2) наибольшая сейсмическая активность наблюдалась в Ферганской зоне (II_1), где в течение года произошло 39 землетрясений, суммарная энергия

которых составила $\Sigma E = 5.33 \cdot 10^{12}$ Дж. По сравнению с параметрами предыдущего года, N_{Σ} и ΣE здесь увеличились в 1.26 и 3.35 раза соответственно. Большая часть эпицентров сгруппирована в южной и восточной частях зоны в горных ее участках, обрамляющих Ферганскую долину (рис. 2). Самое сильное событие для этой зоны с $K_p = 12.4$ произошло 6 ноября в 07^h38^m в центре южной ее части на территории Узбекистана в приграничном с Кыргызстаном районе. По данным USGS [13, Прил. 5], землетрясение ощущалось в Ташкенте (Узбекистан) с интенсивностью II балла по модифицированной шкале Меркалли (ММИ) [14]. Практически с такими же координатами 26 декабря было зафиксировано землетрясение с $K_p = 11.9$, но из-за меньшей глубины ($h = 9$ км по сравнению с $h = 24$ км для предыдущего события) оно проявилось на территории Узбекистана гораздо сильнее: Фергана 5–6 баллов; Наманган, Андижан – 4 балла; Ташкент – 2–3 балла; Самарканд, Джизак, Гулистан – 2 балла [Прил. 5] по шкале MSK-64 [12]. К западу от этих событий вдоль южного обрамления Ферганской долины тянется полоса эпицентров с максимальным по энергии ($K_p = 11.6$) землетрясением 5 августа в 08^h18^m, проявившимся в Намангане и Фергане 4-балльными сотрясениями. На территории Узбекистана к юго-востоку от Ташкента и к западу от Андижана 26 марта в 04^h44^m произошло еще одно достаточно сильное событие с $K_p = 11.8$, ощущавшееся в населенных пунктах Узбекистана Наманган и Фергана с интенсивностью 4 балла, в Ташкенте 3–4 балла [Прил. 5]. В восточной части зоны наблюдается скопление эпицентров землетрясений, максимальные по энергии из которых: 29 марта в 04^h41^m с $K_p = 11.3$, 20 октября в 23^h08^m, $K_p = 11.3$ и 12 ноября в 08^h25^m, $K_p = 11.1$. Энергетические классы K_p остальных землетрясений зоны варьировали от 10.7 до 8.6.

В Приташкентско-Чимкентско-Каратауской зоне (Π_2) в 2020 г. зафиксировано шесть событий с суммарной выделенной энергией $\Sigma E = 4.55 \cdot 10^9$ Дж. По сравнению с аналогичным параметром в 2019 г., выделенная сейсмическая энергия здесь уменьшилась в 45 раз за счет отсутствия значительных землетрясений. Самым сильным ($K_p = 9.3$) было событие 3 августа в 21^h59^m к северо-востоку от г. Ташкента. Энергетические классы остальных землетрясений зоны варьировали от 8.8 до 8.6.

В Самаркандско-Газлийской зоне (Π_3) в течение года произошли четыре события с суммарной выделенной энергией $\Sigma E = 1.74 \cdot 10^{10}$ Дж. Максимальный класс ($K_p = 10.1$) имело землетрясение 30 ноября в 13^h58^m в районе г. Газли. С близкими координатами было землетрясение 8 января в 15^h06^m с $K_p = 8.8$. Эпицентры двух других землетрясений, 19 августа в 19^h59^m с $K_p = 9.5$ и 25 февраля в 9^h46^m с $K_p = 9.0$, расположены в центре зоны и у ее восточной границы соответственно.

В Сурхандарьинско-Кашкадарьинской зоне (Π_4) на границе Таджикистана и Узбекистана 6 декабря в 00^h27^m произошло единственное землетрясение с $K_p = 11.2$.

В Кызыл-Кумской зоне (Π_5) 7 сентября в 14^h14^m было зарегистрировано землетрясение с $K_p = 9.5$.

В целом по району № 2 зарегистрировано 51 землетрясение, суммарная выделенная энергия составила $\Sigma E = 5.51 \cdot 10^{12}$ Дж.

Южный Тянь-Шань (район № 3) был традиционно активен. В 2020 г. наблюдалось небольшое увеличение сейсмической активности по всему региону, в том числе и по району № 3. По сравнению с параметрами в 2019 г., суммарное число землетрясений здесь увеличилось в 1.28 раза ($N_{\Sigma} = 172$ вместо $N_{\Sigma} = 134$), а выделенная сейсмическая энергия – в 46 раз ($\Sigma E = 39.40 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $\Sigma E = 0.85 \cdot 10^{13}$ Дж).

В Кокшаальско-Кашгарской зоне (Π_1) зарегистрировано 107 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E = 3.45 \cdot 10^{14}$ Дж. Практически все события произошли на приграничной территории Китая. По проявлениям сейсмичности в этой зоне можно выделить четыре группы эпицентров, разделенных зонами сейсмического затишья. Группа землетрясений на востоке зоны состоит из шести событий, максимальное из которых с $K_p = 11.4$ произошло 7 мая в 11^h47^m. Энергетический класс остальных землетрясений был не выше $K_p = 9.8$. К западу, вблизи 79-ой долготы, расположено скопление из 15 эпицентров, большая часть которых является афтершоками землетрясения с $K_p = 13.1$, произошедшего на территории Китая 9 мая в 15^h35^m. Максимальным по энергии ($K_p = 11.3$) стал афтершок 10 мая в 16^h49^m. Самая большая группа из 66 землетрясений локализована западнее 78-ой долготы. Именно здесь, на территории Китая, 19 января в 13^h27^m произошло землетрясение с $K_p = 14.5$, самое сильное для региона в 2020 году. Оно ощущалось в Каши (Китай)

с интенсивностью VII баллов, а в пункте Ош на территории Кыргызстана проявилось IV-балльными сотрясениями по модифицированной шкале Меркалли (МММ) [13, Прил. 5]. 17 января ему предшествовали два толчка: в 16^h05^m с $K_p=12.9$ и в 16^h09^m с $K_p=10.8$, которые можно считать форшоками. Землетрясение сопровождалось множеством афтершоков: первый с $K_p=11.3$ последовал буквально через 5 минут после основного толчка, далее в течение получаса произошло шесть толчков в диапазоне энергетических классов $K_p=9.0\div10.7$. Самый сильный афтершок с $K_p=12.5$ зарегистрирован в 14^h23^m, за ним последовали еще два достаточно сильных толчка: в 14^h55^m с $K_p=11.2$ и в 15^h49^m с $K_p=11.1$. Далее в течение месяца энергия афтершоков постепенно снизилась до уровня $K_p=9\div10$ и двух всплесков с $K_p=10.9$. Следующий сильный афтершок с $K_p=12.4$ произошел 21 февраля в 15^h39^m. Этот участок зоны практически до конца года оставался активным, разряжаясь отдельными толчками, самый сильный из которых ($K_p=12.1$) произошел 1 августа в 23^h47^m. И, наконец, западная группа эпицентров вблизи долготы 76 состоит из 20 событий, максимальное из которых произошло 5 декабря в 08^h33^m с $K_p=10.4$. Энергетический класс остальных землетрясений изменялся в диапазоне $K_p=8.6\div9.2$.

В Алайско-Гармской зоне (III₂) в 2020 г. зарегистрировано 65 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E=0.49\cdot10^{14}$ Дж. По сгущению эпицентров в этой зоне визуально выделяются два участка. На восточном участке, в приграничье с Китаем, произошло 39 событий, наиболее сильными из которых были два толчка на территории Кыргызстана: 6 мая в 10^h50^m с $K_p=12.5$ и 13 мая в 21^h09^m с $K_p=11.4$. Энергетические классы шести землетрясений с близкими координатами варьировали в пределах $K_p=11.1\div10.8$. Остальные события не превышали $K_p=10.2$. На западном участке зоны III₂ зарегистрировано 26 землетрясений, большая часть которых произошла на приграничной территории Таджикистана. Самыми сильными были три толчка: 4 апреля в 09^h52^m с $K_p=13.4$, 10 ноября в 14^h37^m с $K_p=12.5$ и 24 ноября в 07^h09^m с $K_p=13.2$. Энергетические классы пяти событий варьировали в пределах $K_p=11.2\div10.4$. Остальные события не превышали $K_p=9.8$.

Механизмы очагов землетрясений. База данных о механизмах очагов землетрясений Кыргызстана в 2020 г. пополнена новыми определениями Института сейсмологии Кыргызстана (ИС НАН КР) и международных агентств для 57 землетрясений, из них для 47 – по данным ИС НАН КР [Прил. 4]. В ИС НАН КР определение выполнялось по известной методике А.В. Введенской [15], в качестве исходных данных использованы знаки первых вступлений *P*-волн, зарегистрированных региональной сетью сейсмических станций. Рутинная обработка для каждого землетрясения выполнена компьютерным способом, результаты представлены в международном формате. Результаты решения механизма очага для сильных ($K_p\geq12.0$) землетрясений Кыргызстана сопоставлены с результатами, полученными в международных центрах GCMT [16], NEIC [17] и др. На рис. 6 показан пример определения механизма очага землетрясения 20 марта 2020 г. в 00^h49^m с $K_p=11.3$, произошедшего в районе оз. Иссык-Куль. Знаки первых вступлений *P*-волн замерены на реальных записях 27 сейсмостанций. Записи первых вступлений *P*-волн, в большинстве случаев, четкие. Ось напряжения сжатия в очаге направлена на север–северо-восток ($AZM=12^\circ$ и $PL=0^\circ$). Ось напряжения растяжения в очаге направлена на восток–юго-восток ($AZM=103^\circ$ и $PL=69^\circ$). Ось промежуточного напряжения ориентирована на запад–северо-запад ($AZM=282^\circ$ и $PL=12^\circ$). В очаге землетрясения произошла деформация «надвигового» типа с небольшими компонентами сдвига. Азимут простираения первой нодальной плоскости $STK=262^\circ$, угол падения $DP=49^\circ$, угол скольжения $SLIP=62^\circ$. Азимут простираения второй нодальной плоскости $STK=122^\circ$, угол падения $DP=48^\circ$, угол скольжения $SLIP=118^\circ$ (рис. 6). Результаты решения показаны в табл. 3.

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 20 марта 2020 г. с $K_p=11.3$, $h=12$ км

Агентство	t_0 ч мин	h , км	M_w	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
					<i>T</i>		<i>N</i>		<i>P</i>		<i>NP1</i>			<i>NP2</i>		
					<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>
ИС НАН КР	00 49	12	–	11.3	69	103	12	282	0	12	262	49	62	122	48	118
NEIC	00 49	20	4.5	–	79	252	11	82	2	352	71	44	74	273	48	105

Примечание: ИС НАН КР – Институт сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргызской Республики; NEIC – National Earthquake Information Center, World Data Center A USGS, USA, Денвер, США.

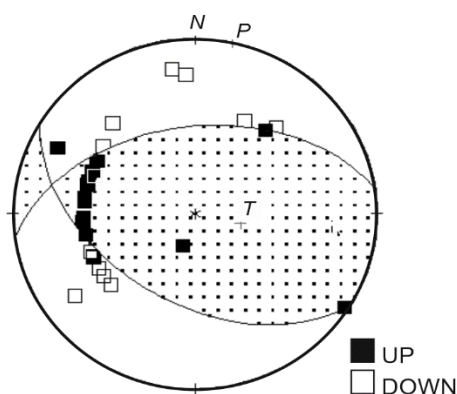


Рис. 6. Диаграмма механизма очага землетрясения 20 марта 2020 г. с $h=12$ км, $K_p=11.3$, $M_w=4.5$.

Условные обозначения: квадратик черного цвета – волна сжатия, белого цвета – волна разрежения; P – выход оси напряжения сжатия, T – выход оси напряжения растяжения.

Пространственное распределение землетрясений Кыргызстана и сопредельных территорий с $K_p \geq 9.6$ за 2020 г. ($N=106$) и механизмов очагов из [Прил. 4] ($N=57$) показано на рис. 7.

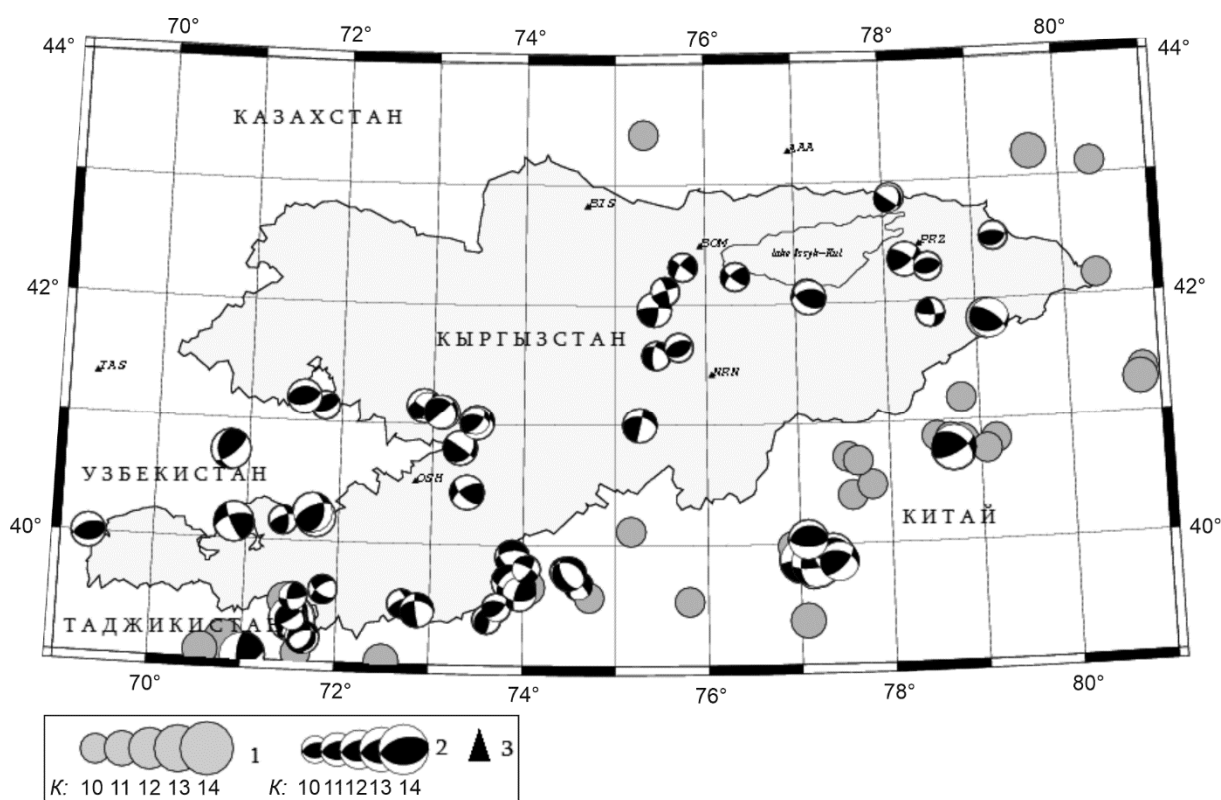


Рис. 7. Механизмы очагов землетрясений территории «Кыргызстан и Узбекистан» за 2020 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – диаграмма механизма очага; 3 – сейсмическая станция.

В 2020 г. механизмы очагов для сильных ($K_p \geq 13$) землетрясений определены практически для всех событий, для землетрясений с $K_p \geq 11$ по различным причинам – около 90 %, а землетрясения с $K_p=10$ имеют меньшее количество определений. Классификация землетрясений по типу подвижек показала, что в очагах большинства землетрясений Кыргызстана происходили деформации типа «сдвига-надвиг» и «взброс» (рис. 7).

Закключение. Сейсмичность территории под условным названием «Кыргызстан и Узбекистан» в течение 2020 г. была ниже среднего долговременного уровня, однако относительно предыдущего 2019 г. наблюдалась сейсмическая активизация во всех трех районах рассматриваемой территории.

Большая часть наиболее сильных землетрясений произошла в приграничных с Кыргызстаном зонах Китая и Таджикистана. Максимальным по энергии ($K_p=14.5$) стало событие, зарегистрированное на территории КНР 19 января в 13^h27^m. Непосредственно на территории Кыргызстана в приграничье с Китаем произошли два довольно сильных события: 15 февраля с $K_p=12.0$ и 6 мая с $K_p=12.5$. На территории Узбекистана наиболее сильными были три землетрясения:

26 марта с $K_p=11.8$, 6 ноября с $K_p=12.4$ и 26 декабря с $K_p=11.9$, причем землетрясение 26 декабря с $K_p=11.9$, которое проявилось в Фергане (Узбекистан) с интенсивностью 5–6 баллов, оказалось максимальным по ощутимости в 2020 г. на всей рассматриваемой территории.

В очагах большинства землетрясений территории Кыргызстана в 2020 г. происходили деформации типа «сдвига-надвиг» и «взброс».

В подготовке электронных приложений к данной статье принимали участие Фролова А.Г., Берёзина А.В., Муралиев А.М., Першина Е.В., Шукурова Р., Соколова Н.П., Кучкаров К.И., Молдобекова С., Афонина Л.Р., Зоиров Ф.Ф., Хамидов Х., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Сабирова Г.А., Лукаш Н.А.

Электронное приложение App05a_Kyrgyzstan-Uzbekistan_2020 (<http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>): 1 – Сейсмические станции Кыргызстана в 2020 г.; 2 – Сейсмические станции Узбекистана в 2020 г.; 3 – Каталог землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2020 г.; 4 – Каталог механизмов очагов землетрясений территории «Кыргызстан и Узбекистан» за 2020 г.; 5 – Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Кыргызстана и Узбекистана в населенных пунктах за 2020 год.

Л и т е р а т у р а

1. Берёзина А.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Кыргызстана в 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>.
2. Зоиров Ф.Ф. Сейсмические станции Узбекистана в 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
3. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Першина Е.В., Кучкаров К.И. Сейсмичность Кыргызстана и Узбекистана в 2018 и 2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – С. 102–110. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.08> EDN: XZLZUX
4. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М: Наука, 1982. – 273 с.
5. Antelope Environmental Monitoring Software. (2024). – URL: <http://www.brtt.com/>
6. Сабитова Т. и др. Земная кора и верхняя мантия Тянь-Шаня в связи с геодинамикой и сейсмичностью. – Бишкек: Илим, 2006. – 114 с.
7. Захарова А.И., Ибрагимов Р.Н., Матасова Л.М. и др. Параметры землетрясений и очаговых зон Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1973. – 143 с.
8. Lahr J.C. HYPOELLIPSE. A computer program for determining local earthquakes hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern. – Denver, Colorado: US Geological Survey, Open-File Report. – 119 p.
9. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
10. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. Калибровочная функция $s(d)$ для определения $MPVA$ землетрясений Северного Тянь-Шаня // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. – Алма-Ата: Наука, 1986. – С. 41–47.
11. Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Соколова Н.П., Кучкаров К.И., Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Зоиров Ф.Ф. Каталог землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
12. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
13. Search Earthquake Catalog // USGS [Site]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
14. The Modified Mercalli Intensity Scale. Earthquake Topics // USGS [Web Site]. – URL: <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/modified-mercalli-intensity-scale>
15. Введенская А.В. Определение полей смещений при землетрясениях с помощью теории дислокаций // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. – 1956–№ 3. – С. 277–284.
16. The Global CMT Project (GCMT). – New-York, USA. – URL: www.global.cmt.org/CMTsearch.html
17. National Earthquake Information Centre. – URL: <http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic.htm>

SEISMICITY of KYRGYZSTAN and UZBEKISTAN in 2020

K.E. Abdrakhmatov¹, A.G. Frolova¹, A.V. Berezina¹, A.M. Muraliev¹, E.V. Pershina¹,
R. Shukurova¹, M.B. Maldybaeva¹, B.S. Abdyaeva¹, G.A. Sabirova¹, & K.I. Kuchkarov²

¹Institute of Seismology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, kis@mail.elcat.kg;

²Republican Center for Seismic Prognostic Monitoring of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, complex@uzsci.net

Abstract. The system of seismic observations on the territory of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2020 remained unchanged: the seismic network of Kyrgyzstan included 26 seismic stations; in Uzbekistan the data from 41 seismic stations were used. Compared to last year, seismic activity in the region has increased: the number of strong earthquakes has increased, most of them occurred in the border areas of China and Tajikistan. The consolidated catalog for 2020 included 261 events with $K_R \geq 8.6$. The strongest event was the earthquake with $K_R=14.5$, occurred in China on January 19 at 13^h27^m. On January 17, it was preceded by two foreshocks with energy classes $K_R=12.9$ and $K_R=10.8$. The main shock was accompanied by many aftershocks, the strongest of which had the energy class $K_R=12.5$. On the territory of Kyrgyzstan directly, two rather strong events took place in the border area with China: on February 15 with $K_R=12.0$ and on May 6 with $K_R=12.5$. On the territory of Uzbekistan, three strong earthquakes were registered: on March 26 with $K_R=11.8$, on November 6 with $K_R=12.4$ and on December 26 with $K_R=11.9$.

Key words: Kyrgyzstan, Uzbekistan, seismic station, focal zone, seismicity, seismic energy.

For citation: Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Muraliev, A.M., Pershina, E.V., Shukurova, R., Maldybaeva, M.B., Abdyaeva, B.S., Sabirova G.A., & Kuchkarov, K.I. (2024). [Seismicity of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 91–100. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.08> EDN: EBVBFD

References

1. Berezina, A.V. (2022). [Seismic stations of Kyrgyzstan in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsr.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
2. Zoirov, F.F. (2022). [Seismic stations of Uzbekistan in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsr.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
3. Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Pershina, E.V., & Kuchkarov, K.I. (2023). [Seismicity of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2018 and 2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019), 102–110. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.08> EDN: XZLZUX
4. *Instruktsiia o poriadke proizvodstva i obrabotki nabliudeniia na seismicheskikh stantsiiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabliudeniia SSSR* [The instruction on order of production and processing of observations at seismic stations of the Uniform system of seismic observations of the USSR]. (1982). Moscow, Russia: Nauka Publ., 273 p. (In Russ.).
5. Antelope Environmental Monitoring Software. (2024). Retrieved from <http://www.brtt.com/>
6. Sabitova, T.M. et al. (2006). *Zemnaia kora i verkhniaia mantiia Tian'-Shania v sviazi s geodinamikoi i seismichnost'iu* [Crust and top mantle of Tien Shan in connection with geodynamics and seismicity]. Bishkek, Kyrgyzstan: Ilim Publ., 114 p. (In Russ.).
7. Zakharova, A.I., Ibragimov, R.N., Matasova, L.M. et al. (1973). *Parametry zemletriaseniia i ochagovykh zon Uzbekistana* [Parameters of earthquakes and focal zones of Uzbekistan]. Tashkent, Uzbekistan: Fan Publ., 143 p. (In Russ.).
8. Lahr, J.C. (1999). HYPOELLIPSE: A computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern. *Denver, Colorado: US Geological Survey*, 119 p.
9. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Ekspperimental'naia seismika. Trudy IFZ AN SSSR*, 32(199) [Experimental seismic] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
10. Mikhailova, N.N., & Neverova, N.P. (1986). [Calibration function $\sigma(\Delta)$ for definition of MPVA of earthquakes of Northern Tien Shan]. In *Kompleksnye issledovaniia na Alma-Atinskoi prognosticheskoi poligone* [Comprehensive research at Almaty prognostic site] (pp. 41–47). Almaty, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).

-
11. Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Sokolova, N.P., Kuchkarov, K.I., Moldobekova, S., Pershina, E.V., Afonina, L.R., & Zoirov, F.F. (2024). [The catalog of earthquakes of Kyrgyzstan and Uzbekistan for 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsr.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
 12. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
 13. USGS. (2024). Search Earthquake Catalog. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
 14. The Modified Mercalli Intensity Scale. Earthquake Topics. USGS. (2024). Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/modified-mercalli-intensity-scale>
 15. Vvedenskaya, A.V.(1956). [Determination of displacement fields during earthquakes using dislocation theory]. In *Izvestiya AN SSSR. Seriya geofizicheskaya*, 3 [News AN SSSR] (pp. 277–284). (In Russ.).
 16. The Global CMT Project (GCMT). (2024). Retrieved from www.global.cmt.org/CMTsearch.html
 17. National Earthquake Information Centre. (2024). Retrieved from <http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic.html>