

ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ:

УДК 550.348. (575.2+575.1+574)

СЕЙСМИЧНОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА и УЗБЕКИСТАНА в 2021 году

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

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

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

Аннотация. Мониторинг сейсмичности субрегиона, включающего территории Кыргызстана и Узбекистана, проводился сетями этих государств. Кыргызская сеть состояла из 26 сейсмических станций, узбекская – из 41 станции. Сводный каталог землетрясений включил 196 событий с $K_p \geq 8.6$, что в 1.3 раза меньше по сравнению с числом событий в предыдущем году. Максимальным по энергии ($K_p=14.1$) было землетрясение 10 июля в 02^h14^m на приграничной территории Таджикистана, сопровождавшееся многочисленными афтершоками. Достаточно сильное единичное землетрясение с $K_p=12.1$ произошло 11 августа в 07^h01^m на территории Узбекистана вблизи г. Газли. На территории Кыргызстана самым сильным было событие 14 мая в 09^h54^m с $K_p=11.7$ в приграничье с Таджикистаном. В очагах исследованных землетрясений произошли, в основном, надвиговые и сдвиговые подвижки.

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., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Кучкаров К.И. Сейсмичность Кыргызстана и Узбекистана в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.08> EDN: IZGWVT

Введение. Сейсмоактивная территория, условно названная «Кыргызстан и Узбекистан», расположена в пределах границ, показанных на рис. 1, и для анализа сейсмичности разделена на три района: Северо-Восточный (№ 1), Юго-Западный (№ 2) и Южный Тянь-Шань (№ 3). В район № 1 входят две зоны: Северо-Тянь-Шаньская (I₁) и Срединно-Тянь-Шаньская (Нарынская) (I₂). В районе № 2 расположено пять зон: Ферганская (II₁), Приташкентско-Чимкентско-Каратаяуская (II₂), Самаркандско-Газлийская (II₃), Сурхандарьинско-Кашкадарьинская (II₄) и Кизыл-Кумская (II₅). Район № 3 состоит из двух зон: Кокшаальско-Кашгарской (III₁) и Алайско-Гармской (III₂). В статье описаны система наблюдений и методика обработки данных, приведены результаты анализа сейсмичности на указанной территории в 2021 г.

Сеть сейсмических станций. Мониторинг сейсмической активности территории Кыргызстана и Узбекистана проводился с использованием данных сетей сейсмических станций этих государств. Сеть Кыргызстана (KRNET) состояла из 16 цифровых станций Института сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызстана (ИС НАН КР) и 10 цифровых телеметрических станций Научной станции Российской Академии наук (сеть KNET) [1], [Приложение 1]. В Узбекистане работала 41 сейсмостанция Республиканского центра Сейсмопрогностического мониторинга МЧС Республики Узбекистан (РЦСМ МЧС РУз) [2], [Приложение 2].

Наименьшая погрешность определения координат эпицентров в пределах $\delta = \pm(5-10 \text{ км})$ и представительная регистрация землетрясений с $K_{\min} = 6$ в Северо-Восточном (№ 1) и Юго-Западном (№ 2) районах обусловлена наличием густой высокочувствительной сети сейсмических станций. На территории Китая (юго-восток субрегиона), а также в Кокшаальско-Кашгарской зоне (III₁) Южного Тянь-Шаня (район № 3) погрешность определения координат эпицентров землетрясений с дополнительным привлечением некоторых станций Китая осталась, как и прежде [3], в пределах $\delta = \pm 25 \text{ км}$.

Методика обработки данных. Землетрясения в 2021 г., как и ранее [3], обрабатывались по общепринятой инструкции [4]. Выделение фаз, определение времен вступлений *P*- и *S*-волн, замеры амплитуд выполнялись с использованием программы «dbpick» (пакет программ «Antelope») [5]. Для локации очагов землетрясений в программу были заложены скоростные разрезы земной коры, полученные для территорий Кыргызстана [6] и Узбекистана [7]. Определение основных

параметров землетрясений (даты, времени в очаге, координат, глубины, класса, магнитуды) проводилось с помощью программы «Hypoellipse» [8], адаптированной для Центральной Азии согласно утвержденным методам сбора и обработки данных. Вычисления выполнялись на компьютерах SUN. В качестве величины землетрясения использовались энергетический класс K_p [9] и магнитуда $MPVA$ по объемным волнам от землетрясений в ближней зоне [10].

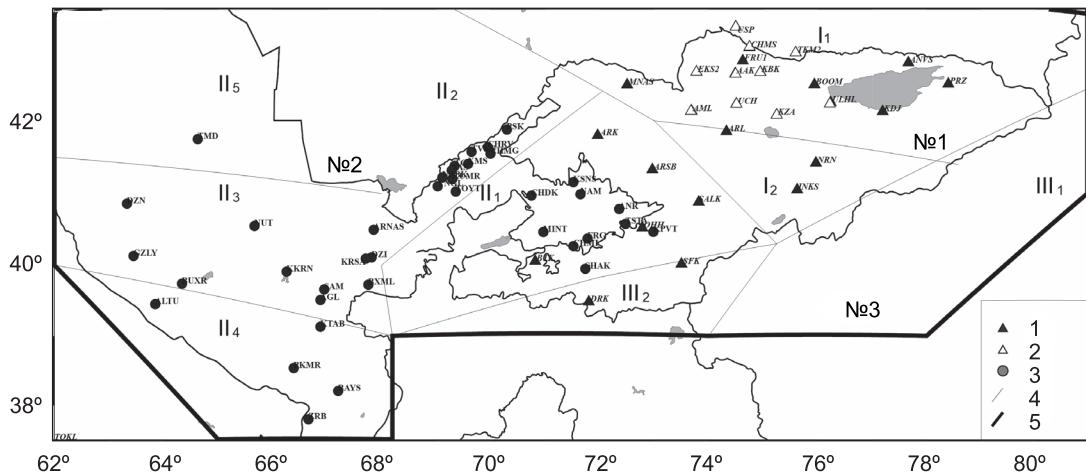


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций на территории Кыргызстана и Узбекистана

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

Сейсмичность. В 2021 г. на территории субрегиона произошло $N_\Sigma=196$ землетрясений [11] с энергетическими классами $K_p=8.6-14.1$ (рис. 2). По сравнению с данными за 2020 г. ($N_\Sigma=261$) сейсмичность значительно снизилась. Распределение землетрясений по классам дано в табл. 1.

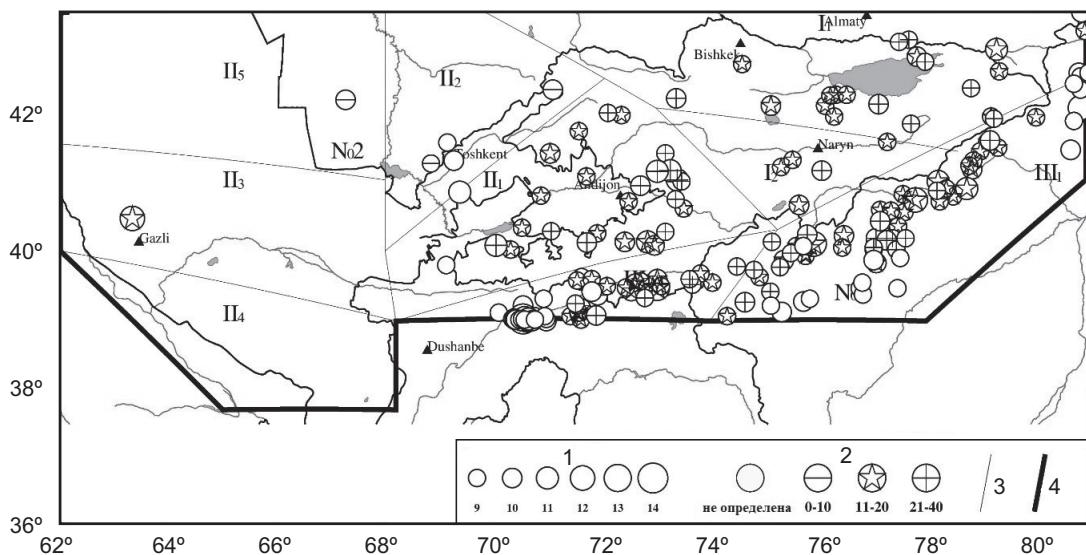


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2021 г.

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

Таблица 1. Распределение землетрясений по энергетическим классам K_p в 2021 г. на территории «Кыргызстан и Узбекистан»

K_p	9	10	11	12	13	14	N_Σ	$\Sigma E, \text{Дж}$
$N(K)$	130	49	11	5	0	1	196	$1.319 \cdot 10^{14}$

Примечание. Сейсмическая энергия рассчитывалась по шкале Т. Г. Раутиан [9]: $K_p=\lg(E, \text{Дж})$. При расчете суммарной сейсмической энергии значения энергетических классов взяты с точностью до десятых долей [Приложение 3].

На рис. 3 представлен график повторяемости землетрясений с $K_p \geq 8.6$, построенный по данным табл. 1. Наклон графика ($\gamma = -0.46$) немного увеличился по сравнению с таковыми за прошлый год [3], а землетрясения с $K_{min} = 9$ остались представительными для всей рассматриваемой территории «Кыргызстан и Узбекистан».

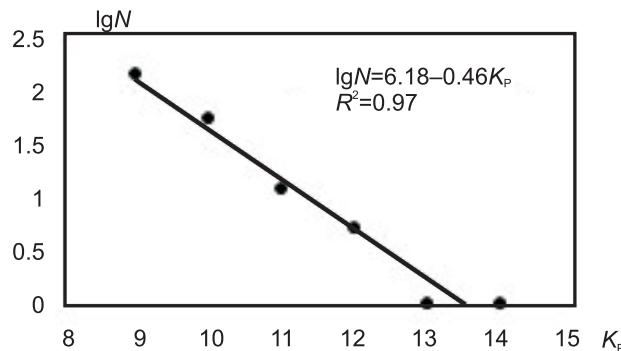


Рис. 3. График повторяемости землетрясений Кыргызстана и Узбекистана в 2021 г.

Общее число землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в трех крупных районах рассматриваемой территории в 2021 г. составило $N_{\Sigma} = 196$ с суммарной энергией $\Sigma E = 1.319 \cdot 10^{14}$ Дж, а детализация распределения числа землетрясений разных энергетических классов и суммарной сейсмической энергии по этим районам в 2021 г. приведена 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}	ΣE , 10^{13} Дж
		9	10	11	12	13	14		
1	Северо-Восточный Тянь-Шань	24(19)	8(13)	1(5)	0(1)	0(0)	0(0)	33(38)	0.04655(0.1611)
2	Юго-Западный Тянь-Шань	18(34)	8(5)	6(8)	1(4)	0(0)	0(0)	33(51)	0.20056(0.5513)
3	Южный Тянь-Шань	88(102)	33(38)	4(22)	4(5)	0(4)	1(1)	130(172)	12.942(39.4013)
	Всего	130(155)	49(56)	11(35)	5(10)	0(4)	1(1)	196(261)	13.189(40.1137)

Примечание. В скобках для сравнения дано количество землетрясений и сейсмической энергии в 2020 г.

Из таблицы следует, что во всех крупных районах, как и в целом по рассматриваемой территории, число землетрясений и выделенная сейсмическая энергия снизились по сравнению с аналогичными показателями за 2020 г.

Распределение числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$ во времени, начиная с 1996 г., имеет циклический характер: максимумы их значений в 1997, 2003, 2008, и 2016 гг., связанные с сильными событиями и их афтершоками, чередуются с периодами невысокой сейсмичности (рис. 4). В 2021 г. эти параметры сейсмического режима ($N=196$, $\Sigma E=1.319 \cdot 10^{14}$ Дж) находились на определенном минимуме: их значения ниже среднегодовых ($N_{cp}=485$ и $\Sigma E_{cp}=7.488 \cdot 10^{14}$ Дж), рассчитанных за 25-летний период наблюдений, в 2.5 и в 5.7 раза соответственно.

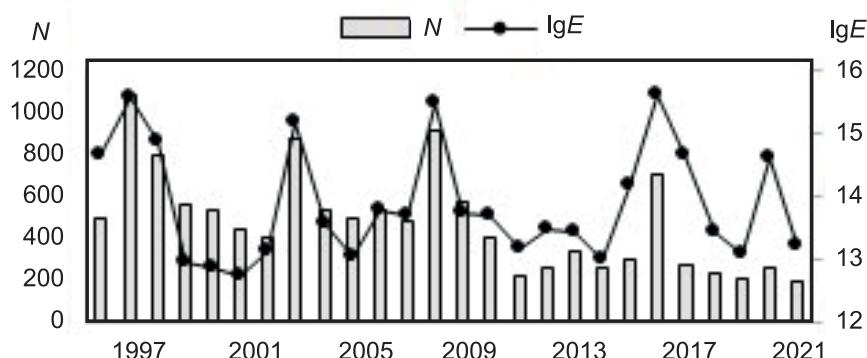


Рис. 4. Распределение по годам числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$, выделенной на территории субрегиона

В 2021 г. максимальное количество землетрясений ($N=44$) и наибольшая выделенная энергия ($\Sigma E=1.266 \cdot 10^{14}$ Дж) пришлись на июль и были обусловлены землетрясением, произошедшим на территории соседнего Таджикистана с $K_p=14.1$, с его многочисленными афтершоками (рис. 5).

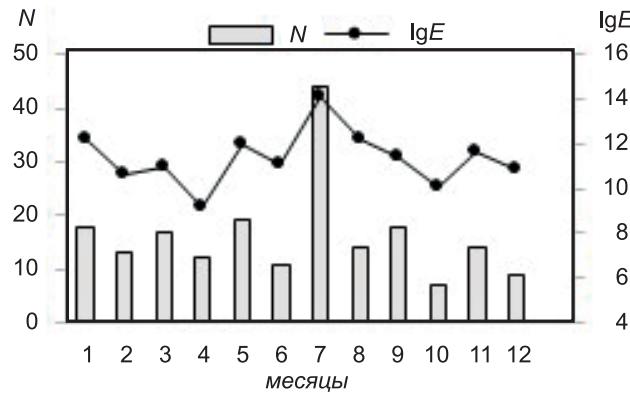


Рис. 5. Распределение числа землетрясений N и логарифма выделенной сейсмической энергии $\lg E$ по месяцам в 2021 г.

Рассмотрим сейсмичность в отдельных зонах каждого из трех районов детально.

Северо-Восточный Тянь-Шань (район № 1) состоит из двух зон (рис. 2): Северо-Тянь-Шаньской (I_1) и Срединно-Тянь-Шаньской (I_2). Как и прежде [3], большая часть землетрясений в районе № 1 произошла в северо-восточной его части, в горных участках зоны (I_1). Общее число зарегистрированных событий в зоне (I_1) – $N_\Sigma=28$, суммарная выделенная сейсмическая энергия – $\Sigma E=4.308 \cdot 10^{11}$ Дж. Самое сильное землетрясение для этой зоны с $K_p=11.5$ произошло 6 мая в 07^h07^m на юго-востоке Казахстана в отрогах хр. Терской Ала-Тоо, в приграничье с Кыргызстаном. Землетрясение не сопровождалось афтершоками. Цепочка эпицентров землетрясений тянется вдоль горного хребта Терской Ала-Тоо, обрамляющего Иссык-Кульскую котловину с юга. Максимальным в этой цепочке ($K_p=10.5$) стало землетрясение 1 января в 07^h41^m. Еще два толчка с одинаковыми классами $K_p=10.3$ произошли около юго-западной границы зоны (10 ноября в 17^h41^m) и вблизи южного побережья оз. Иссык-Куль (6 марта в 01^h13^m). Можно выделить еще одно событие с $K_p=10.1$ (8 января в 03^h54^m) в группе китайских землетрясений на востоке зоны. Энергетические классы для остальных событий зоны (I_1) варьировали в пределах $K_p=8.6 \div 9.8$.

В Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) зоне (I_2) за год было зарегистрировано всего пять событий, одно из которых – на границе с первой зоной. Максимальное землетрясение для этой зоны с $K_p=10.3$ произошло 29 мая в 12^h53^m в 34 км к югу от г. Нарына. Еще одно землетрясение с $K_p=10.1$ зарегистрировано 13 мая в 08^h37^m вблизи южной границы зоны. Энергетические классы трех остальных землетрясений имели величины: $K_p=8.6, 8.9$ и 9.0 . Общая выделенная сейсмическая энергия в этой зоне составила $\Sigma E=3.47 \cdot 10^{10}$ Дж. В целом по району № 1 зарегистрировано $N_\Sigma=33$ землетрясения, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=0.46 \cdot 10^{12}$ Дж.

Юго-Западный Тянь-Шань (район № 2) разделен на пять зон, наиболее сейсмоактивной из которых является Ферганская (Π_1), где в течение года произошло 27 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E=0.70 \cdot 10^{12}$ Дж. По сравнению с параметрами предыдущего года N_Σ и ΣE здесь уменьшились в 1.4 и 7.6 раза соответственно. Большая часть эпицентров расположена в горных участках зоны, обрамляющих Ферганскую долину (рис. 2). Самое сильное событие для этой зоны с $K_p=11.4$ произошло 17 ноября в 11^h17^m в 22 км к северу от г. Джалаал-Абада вблизи разлома Чангырташ. В 20 км к востоку от него находится эпицентр второго по величине ($K_p=11.2$) землетрясения, зарегистрированного 29 сентября в 07^h46^m. Два землетрясения с одинаковой энергией ($K_p=10.8$) произошли на западе и востоке зоны в системе Южно-Ферганских разломов: 10 июля в 16^h05^m и 18 декабря в 05^h42^m. Энергетические классы семи событий, расположенных в разных участках зоны, варьировали в пределах $K_p=9.6 \div 10.7$, остальные были слабее.

В Приташкентско-Чимкентско-Каратауской зоне (Π_2) в 2021 г. зафиксировано четыре землетрясения с суммарной выделенной энергией $\Sigma E=2.113 \cdot 10^{10}$ Дж. По сравнению с аналогичным параметром в 2020 г. выделенная сейсмическая энергия здесь увеличилась в 4.6 раза. Три события произошли вблизи г. Ташкента, одно из них, 11 сентября в 06^h51^m, имело энергетический класс $K_p=10$, остальные два – классы $K_p=8.8$ и $K_p=8.7$. Эпицентр четвертого землетрясения, 31 марта в 01^h43^m с $K_p=10$, расположен вблизи восточной границы зоны.

В Самаркандско-Газлийской зоне (Π_3) 11 августа в 07^h01^m вблизи г. Газли произошло единственное достаточно сильное землетрясение с $K_p=12.1$.

В Сурхандарьинско-Кашкадарьинской зоне (Π_4) в 2021 г. землетрясений не зарегистрировано.

На востоке Кизыл-Кумской зоны (Π_5) 18 апреля в 07^h54^m произошло землетрясение с $K_p=10.4$.

В целом по району № 2 зарегистрировано 33 события, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=2.00 \cdot 10^{12}$ Дж.

Южный Тянь-Шань (район № 3) состоит из двух зон, обычно выделяющихся среди других зон высокой сейсмичностью: Кокшальско-Кашгарской (Π_1) и Алайско-Гармской (Π_2). Однако в 2021 г. наблюдалось уменьшение сейсмической активности на всей территории «Кыргызстан и Узбекистан», в том числе и по району № 3. По сравнению с параметрами в 2020 г., суммарное число землетрясений здесь уменьшилось в 1.3 раза ($N_\Sigma=130$ вместо $N_\Sigma=172$), а выделенная сейсмическая энергия – в 3 раза ($\Sigma E=12.942 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $\Sigma E=39.40 \cdot 10^{13}$ Дж).

В Кокшальско-Кашгарской зоне (Π_1) зарегистрировано 62 землетрясения с суммарной энергией $\Sigma E=2.606 \cdot 10^{12}$ Дж. Как и ранее [3], все события произошли на приграничной территории Китая. По распределению сейсмичности на карте (рис. 2) визуально можно выделить три участка. Крайний восточный участок, обрезанный границей субрегиона, тянется почти вертикально с севера на юг и включает в себя землетрясение, максимальное по энергии для этой зоны ($K_p=12.1$), произошедшее 8 января в 03^h48^m . Землетрясение сопровождалось несколькими афтершоками, максимальный из которых с $K_p=10$ произошел через 6 минут после основного толчка. К западу от этого участка тянется полоса из 37 эпицентров вплоть до долготы $\lambda=77^{\circ}\text{E}$, постепенно расширяясь к югу и захватывая все большую территорию. В этой полосе по энергии выделяются три землетрясения: 1 апреля в 19^h20^m с $K_p=11.3$, 2 июня в 12^h44^m с $K_p=11.0$ и 25 июля в 20^h59^m с $K_p=11.6$. Для семи событий энергетический класс изменялся в пределах $K_p=9.8 \div 10.5$, остальные были слабее. Третий западный участок включил 21 событие с максимальным по энергии землетрясением с $K_p=11.6$, произошедшем 9 августа в 10^h51^m . Энергетические классы пяти землетрясений варьировали в пределах $K_p=9.6 \div 10.0$, остальные не превышали $K_p=9.5$.

В Алайско-Гармской зоне (Π_2) в 2021 г. зарегистрировано 68 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E=1.268 \cdot 10^{14}$ Дж. Самое сильное событие для этой зоны и для субрегиона в целом с $K_p=14.1$ произошло 10 июля в 02^h14^m в западной части зоны на территории Таджикистана. Эпицентр землетрясения окружен облаком афтершоков, которые с перерывами продолжались до конца года. Наиболее сильные повторные толчки произошли в тот же день, что и основной: в 05^h48^m с $K_p=11.0$, в 6^h06^m с $K_p=10.4$ и в 15^h22^m с $K_p=10.5$. По энергии выделяются еще три афтершока: 13 июля 01^h08^m с $K_p=10.1$, 16 июля в 19^h56^m с $K_p=10.0$ и 7 августа в 20^h03^m с $K_p=10.7$. Остальные повторные толчки имели меньший энергетический класс. К востоку от этой очаговой зоны расположена группа эпицентров с максимальным энергетическим классом $K_p=11.7$ при землетрясении 14 мая в 09^h54^m . Вторым по величине в этой группе стало землетрясение 22 ноября в 10^h49^m с $K_p=10.5$. Остальные события не превышали $K_p=10.2$.

Механизмы очагов землетрясений. База данных о механизмах очагов землетрясений Кыргызстана ИС НАН КР пополнена новыми определениями для 21 события за 2021 г. [Приложение 4]. Определение выполнено по известной методике А. В. Введенской [12]. 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 землетрясений ($K_p \geq 12.0$) Кыргызстана сопоставлены с аналогичными результатами, представленными в бюллетенях международных центров GCMT [13], NEIC [14] и др. На рис. 6 показан пример определения механизма очага землетрясения 1 января 2021 г. Оно произошло в районе сейсмической станции «Арал», его параметры: время в очаге $t_0=07^h41^m34.7^s$, глубина гипоцентра $h=10$ км, энергетический класс $K_p=10.5$. Знаки первых вступлений P -волн замерены с реальных записей 23 сейсмостанций. Записи первых вступлений P -волн в большинстве случаев четкие. Ось напряжения сжатия в очаге горизонтальна и направлена на северо-запад ($P\text{-AZM}=341^{\circ}$, $P\text{-PL}=-2^{\circ}$). Ось напряжения растяжения в очаге близгоризонтальна и направлена на юго-запад ($T\text{-AZM}=251^{\circ}$ и $T\text{-PL}=17^{\circ}$). Ось промежуточного напряжения ориентирована на северо-восток ($N\text{-AZM}=78^{\circ}$) и составляет угол с горизонтом $N\text{-PL}=74^{\circ}$. В очаге землетрясения произошла деформация сдвигового типа. Азимут простирации первой нодальной плоскости $STK=295^{\circ}$, угол падения $DP=80^{\circ}$, угол скольжения $SLIP=167^{\circ}$. Азимут простирации второй нодальной плоскости $STK=27^{\circ}$, угол падения $DP=77^{\circ}$, угол скольжения $SLIP=11^{\circ}$ (рис. 6). Результаты решения показаны на рис. 6 и в табл. 3.

За 2021 г. для определения механизмов очагов землетрясений были выбраны события из каталога эпицентров – 64 землетрясения, произошедшие на территории Кыргызстана и за его пределами. Из них удалось определить механизмы очагов для 21 события ($K_p \geq 10$). Их пространственное распределение и диаграммы механизмов показаны на рис. 7.

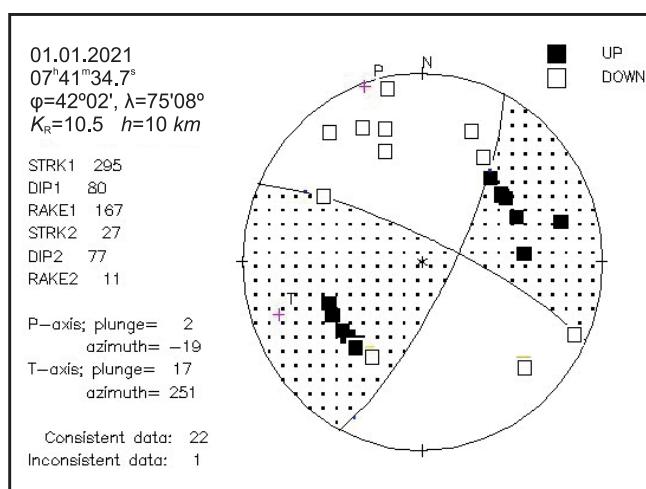


Рис. 6. Диаграмма механизма очага землетрясения 1 января 2021 г. с глубиной гипоцентра $h=10\text{ км}$ и энергетическим классом $K_p=10.5$

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

В большинстве случаев в очагах исследованных землетрясений происходили подвижки типа «надвиг» и «сдвиг». Есть и другие типы деформации в очагах произошедших землетрясений.

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 1 января 2021 г. с $h=10 \text{ км}$, $K_p=10.5$ по данным ИС НАН КР

Агентство	t_0 , ч:мин	h , км	M_w	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
					T		N		P		$NP1$			$NP2$		
					PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
ИС НАН КР	07:41	10	4.0	10.5	17	251	74	78	2	341	295	80	167	27	77	11

Примечание. ИС НАН КР – Институт сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики.

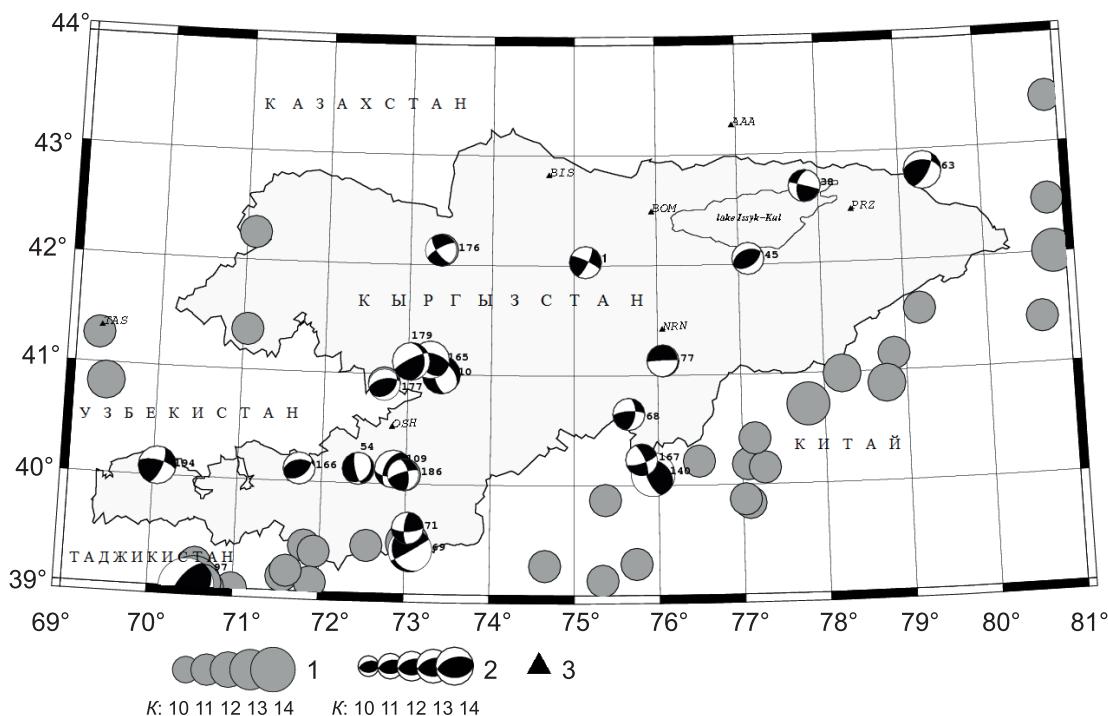


Рис. 7. Механизмы очагов землетрясений на территории Кыргызстана за 2021 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – диаграмма механизма очага, номер рядом с диаграммой соответствует последним трем цифрам в идентификаторе (ID) события в [Приложение 3, 4]; 3 – сейсмическая станция.

Заключение. Сейсмичность субрегиона «Кыргызстан и Узбекистан» в 2021 г. находилась на определенном спаде: параметры сейсмического режима (количество землетрясений и выделенная сейсмическая энергия) были ниже среднего долговременного уровня. Относительно параметров предыдущего 2020 г. наблюдалось значительное снижение сейсмической активности во всех трех районах рассматриваемой территории.

Максимальным по энергии ($K_p=14.1$) стало событие, зарегистрированное на территории Таджикистана 10 июля. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, которые продолжались до конца года. Второе по величине землетрясение с $K_p=12.1$ зарегистрировано 11 августа на территории вблизи г. Газли (Узбекистан). Таким же по энергии было землетрясение 1 августа у восточной границы субрегиона, на территории Китая, сопровождавшееся тремя афтершоками.

Для Кыргызстана самым сильным было событие 14 мая с $K_p=11.7$ в приграничье с Таджикистаном. Еще два землетрясения с энергетическими классами $K_p=11.4$ и $K_p=11.2$ зафиксированы вблизи г. Джалаал-Абада.

Каталог механизмов очагов землетрясений Кыргызстана и прилегающих районов за 2021 г. включает определения механизмов для 21 землетрясения с $K_p \geq 9.6$, в очагах которых происходили, в основном, надвиговые и сдвиговые подвижки.

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

Электронное приложение App05a_Kyrgyzstan-Uzbekistan_2021 (<http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>): 1 – Сейсмические станции Кыргызстана в 2021 г.; 2 – Сейсмические станции Узбекистана в 2021 г.; 3 – Каталог землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2021 г.; 4 – Каталог механизмов очагов землетрясений территории «Кыргызстан и Узбекистан» за 2021 г.

Л и т е р а т у р а

1. Берёзина А.В. Сейсмические станции Кыргызстана в 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
2. Зоиров Ф.Ф. Сейсмические станции Узбекистана в 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
3. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукрова Р., Муралиев А.М., Першина Е.В., Шукрова 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
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. (2025). – URL: <http://www.brtt.com/>
6. Сабитова Т.М. 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. HYPOELLISE. A computer program for determining local earthquakes hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern. – Denver, Colorado: US Geological Survey, Open-FileReport. – 119 р.
9. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (1999)). – 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., Соколова Н.П., Кучкаров К.И., Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Зоиров Ф.Ф. Каталог землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
12. Введенская А.В. Определение полей смещений при землетрясениях с помощью теории дислокации // Известия АН СССР. Сер. геофиз. – 1956. – № 3. – С. 277–284.
13. Global Centroid Moment Tensor (GCMT). Catalog Search. (2025). [Site]. – URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
14. National Earthquake Information Center and Data Center for Seismology, Denver. (2025). [Site]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>

SEISMICITY of KYRGYZSTAN and UZBEKISTAN in 2021

**K.E. Abdrahmatov¹, A.G. Frolova¹, A.V. Berezina¹, A.M. Muraliev¹, E.V. Pershina¹,
M.B. Maldybaeva¹, B.S. Abdyraeva¹, K.I. Kuchkarov²**

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

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

Abstract. Monitoring of the regional seismicity, including the territories of Kyrgyzstan and Uzbekistan, was carried out by the networks of these countries. The Kyrgyz network included 26 seismic stations, the Uzbek network – 41 seismic stations. The consolidated catalog of earthquakes included 196 events with $K_R \geq 8.6$, which is 1.3 times fewer than the number of seismic events in the catalog for the previous year. The maximum in energy ($K_R = 14.1$) was the earthquake on July 10 at 02^h14^m in the border territory of Tajikistan. The earthquake was accompanied by numerous aftershocks. A rather strong earthquake with $K_R = 12.1$ occurred on August 11 at 07^h01^m on the territory of Uzbekistan near Gazli city. The strongest event on the territory of Kyrgyzstan occurred on May 14 at 09^h54^m with $K_R = 11.7$ in the border area with Tajikistan. The focal mechanisms of the studied earthquakes were mainly of thrust and strike-slip types.

Keywords: Kyrgyzstan, Uzbekistan, seismic station, focal zone, seismicity, seismic energy, focal mechanism.

For citation: Abdrahmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Muraliev, A.M., Pershina, E.V., Maldybaeva, M.B., Abdyraeva, B.S., & Kuchkarov, K.I. (2025). [Seismicity of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2021]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 94–101. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.08> EDN: IZGWVT

References

1. Berezina, A.V. (2025). [Seismic stations of Kyrgyzstan in 2021]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
2. Zoirov, F.F. (2025). [Seismic stations of Uzbekistan in 2021]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
3. Abdrahmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Muraliev, A.M., Pershina, E.V., Shukurova, R., Maldybaeva, M.B., Abdyraeva, B.S., Sabirov, G.A., & Kuchkarov, K.I. (2024). [Seismicity of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2020]. *Zemletriaseniiia 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
4. *Instruktsiya o poriadke proizvodstva i obrabotki nabliudeniia na seismicheskikh stantsiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabliudeniii 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. (2025). Retrieved from <http://www.brtt.com/>
6. Sabitova, T.M. et al. (2006). *Zemnaia kora i verkhniaia mantiiia Tian'-Shania v sviazi s geodinamikoi i seismichnost'yu* [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 zemletriasenii 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 *Eksperimental'naya 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-Atinskem prognosticheskem poligone* [Comprehensive research at Almaty prognostic site] (pp. 41–47). Almaty, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
11. Frolova, A.G., Berezina, A.V., Sokolova, N.P., Kuchkarov, K.I., Moldobekova, S., Pershina, E.V., Afonina, L.R., & Zoirov, F.F. (2025). [The catalog of earthquakes of Kyrgyzstan and Uzbekistan for 2021]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
12. Vvedenskaya, A.V. (1956). [Determination of displacement fields during earthquakes using dislocation theory]. *Izvestiya AN SSSR. Ser. geofiz.* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Ser. Geophysics], 3, 277–284. (In Russ.).
13. Global Centroid Moment Tensor (GCMT). Catalog Search. (2025). Retrieved from <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
14. National Earthquake Information Center and Data Center for Seismology, Denver. (2025). Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>