

СРЕДНЯЯ АЗИЯ и КАЗАХСТАН:

УДК 550.348. (575.2+575.1+574)

СЕЙСМИЧНОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА и УЗБЕКИСТАНА в 2018 и 2019 гг.

К.Е. Абдрахматов¹, А.Г. Фролова¹, А.В. Берёзина¹, Р. Шукурова¹,

Е.В. Першина¹, 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. В 2018 и 2019 гг. сейсмические наблюдения на территории Кыргызстана и Узбекистана проводились сетями сейсмических станций этих государств. К 25 функционирующим станциям Кыргызстана в августе 2018 г. добавилась станция Салом-Алик, а в апреле 2019 г. – станция Жаны-Куч. В Узбекистане в 2018 г. были закрыты четыре станции (Бустон, Нукус, Сукок, Хива) из 45, работавших в предыдущем году. 2018 г. был сравнительно спокойным в сейсмическом отношении: сводный каталог землетрясений содержал 231 событие с $K_p \geq 8.6$. Максимальным по энергии стало землетрясение 3 сентября в $21^{\text{h}}52^{\text{m}}$ с $K_p=13.0$, произошедшее на территории Китая. За 73 секунды до него зарегистрирован близкий по энергии форшок с $K_p=12.1$. Главный толчок сопровождался афтершоками, максимальный из которых, 4 сентября в $02^{\text{h}}51^{\text{m}}$, имел энергетический класс $K_p=11.6$. В 2019 г. сейсмичность региона оставалась практически на уровне предыдущего года – было зарегистрировано 210 землетрясений с $K_p=8.6-12.4$. Самое сильное в каталоге этого года землетрясение 12 января в $04^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $K_p=12.4$ произошло также на территории Китая.

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

Для цитирования: 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

Введение. Сейсмоактивный регион под условным названием «Кыргызстан и Узбекистан» расположен в границах, показанных на рис. 1. Его территория 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 рассматриваются системы сейсмических наблюдений и сейсмические процессы в указанных районах и зонах в 2018 и 2019 гг.

Сеть сейсмических станций. Сейсмические наблюдения на территории Кыргызстана и Узбекистана проводились сейсмическими станциями этих государств (рис. 1). На территории Кыргызстана продолжали свою работу десять цифровых телеметрических станций Научной Станции Российской Академии наук (сеть KNET). В 2018 г. к 14 цифровым станциям Института сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызстана (сеть KRNET) добавилась станция «Салом-Алик», а в апреле 2019 г. – станция «Жаны-Куч». Таким образом, с апреля 2019 г. на территории Кыргызстана функционировали 26 сейсмических станций [1].

В Узбекистане в 2018 г. были закрыты четыре станции из 45, работавших в предыдущем году: «Бустон», «Нукус», «Сукок», «Хива». В 2019 г. сеть, состоящая из 41 станции, осталась без изменений [2].

Расположение густой высокочувствительной сети сейсмических станций в трех зонах – Северо-Тянь-Шаньской (I_1), Ферганской (II_1) и Приташкентско-Чимкентско-Каратауской (II_2) – обеспечило в их пределах представительную регистрацию землетрясений на уровне $K_{\min}=6$ и наименьшую погрешность определения координат гипоцентров в пределах $\delta=\pm(5-10)$ км. На юго-востоке региона (на территории Китая) 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.

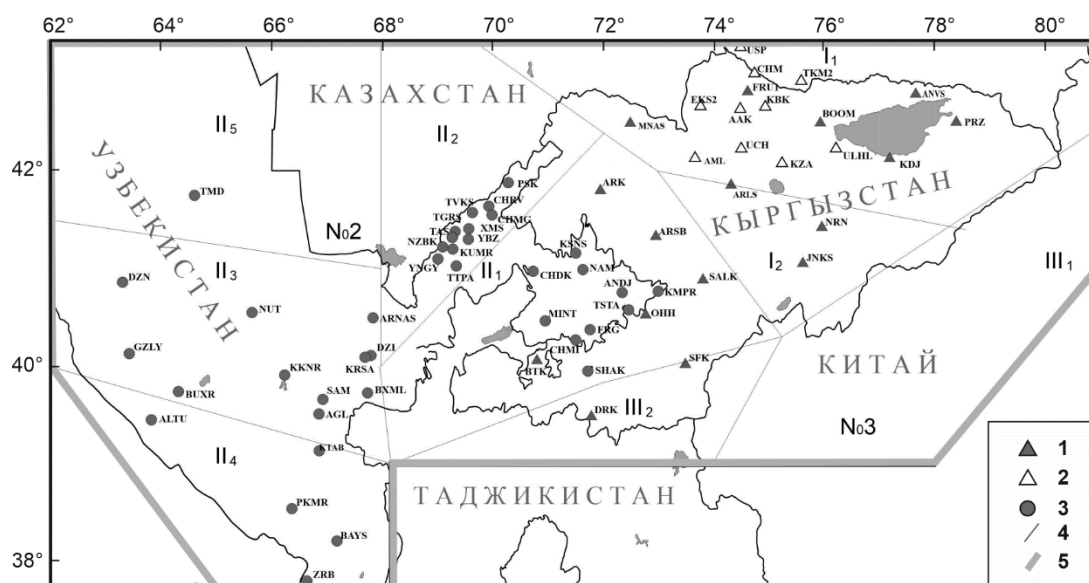


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций на территории Кыргызстана и Узбекистана

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

Методика обработки данных. В 2018 и 2019 гг. обработка землетрясений осуществлялась, как и ранее [3], по общепринятой инструкции [4]. Выделение фаз, определение времен вступлений P - и S -волн, замеры амплитуд производились по программе «dbpick» (пакет программ «Antelope») [5]. Для локации очагов землетрясений использовались скоростные модели земной коры, полученные для территории Кыргызстана [6] и Узбекистана [7]. Основные параметры землетрясения (дата, время, координаты, глубина, класс, магнитуда) определялись на компьютерах SUN с помощью программы «Hypocell» [8], которая была адаптирована для Центральной Азии согласно утвержденным методам сбора и обработки данных. В качестве характеристики величины землетрясения использовались энергетический класс K_p [9] и магнитуда $MPVA$ по объемным волнам [10].

Сейсмичность в 2018 году. Каталог землетрясений за 2018 г. [11] содержит $N_{\Sigma}=231$ событие с энергетическими классами $K_p=8.6-13$, тогда как в 2017 г. $N_{\Sigma}=265$ [3], т.е. сейсмичность в регионе немного уменьшилась. Итоговое распределение землетрясений всего региона по классам дано в табл. 1. Карта эпицентров землетрясений, зарегистрированных в 2018 г., показана на рис. 2.

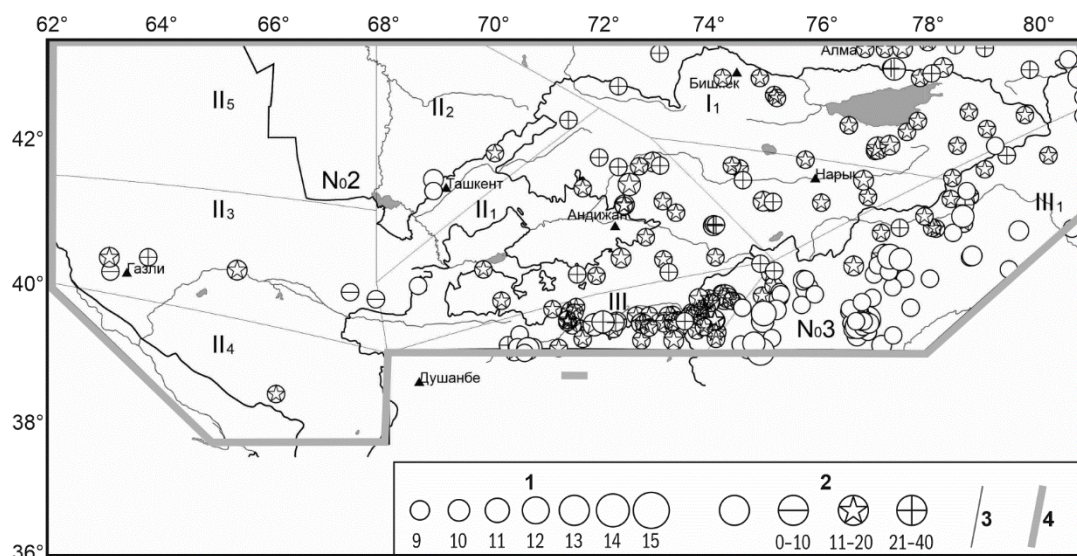


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2018 г.

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

Таблица 1. Распределение землетрясений по энергетическим классам K_p в 2018 г. на территории «Кыргызстан и Узбекистан»

K_p	9	10	11	12	13	N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	173	35	14	7	2	231	$2.567 \cdot 10^{13}$

График повторяемости землетрясений с $K_p \geq 8.6$, построенный по данным табл. 3, имеет наклон $|\gamma|=0.46$ (рис. 3). Из графика видно, что землетрясения с $K_{min}=9$ являются представительными для всей территории Кыргызстана и Узбекистана.

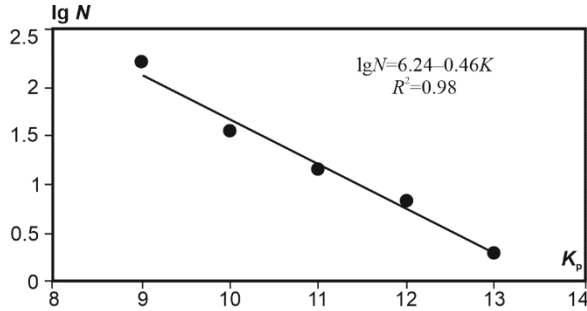


Рис. 3. График повторяемости землетрясений Кыргызстана и Узбекистана в 2018 г.

Общее число землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в трех крупных районах в 2018 г., как указано выше, составило $N_{\Sigma}=231$ с суммарной энергией $\Sigma E=2.57 \cdot 10^{13} Дж$. Сейсмическая энергия рассчитывалась, исходя из самого определения энергетического класса по Т.Г. Раутиан [9]: $K_p = \lg E Дж$.

Распределение числа землетрясений разных энергетических классов по трем районам и суммарной сейсмической энергии за 2018 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	38(33)	5(7)	3(2)	0(1)	0(0)	0(0)	46(43)	0.06481(0.093)
2	Юго-Западный Тянь-Шань	28(31)	7(10)	1(3)	0(1)	0(1)	0(0)	36(46)	0.03412(1.787)
3	Южный Тянь-Шань	107(109)	23(43)	10(18)	7(3)	2(1)	0(2)	149(176)	2.4683(41.07)
	Всего	173(173)	35(60)	14(23)	7(5)	2(2)	0(2)	231(265)	2.5672(42.95)

Примечание. В скобках дано количество землетрясений и сейсмической энергии в 2017 г.

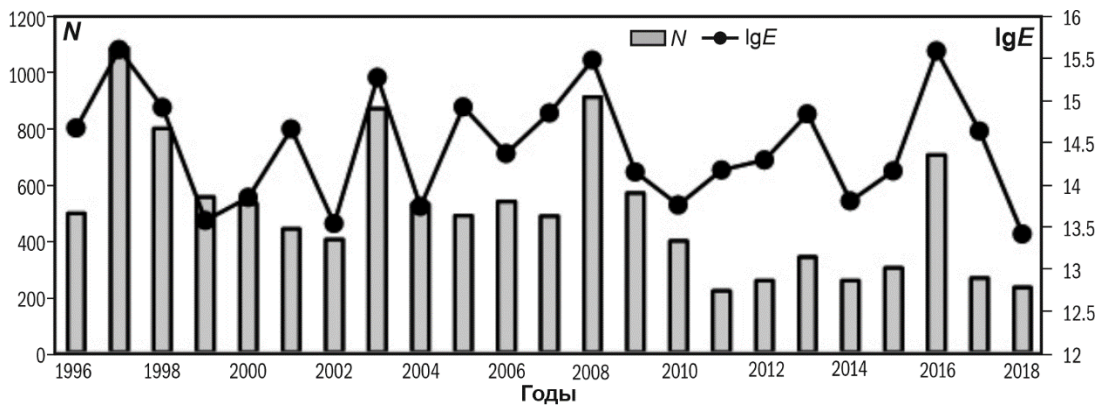


Рис. 4. Распределение числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$ по годам

Среднегодовые долговременные значения основных характеристик сейсмичности на рассматриваемой территории за период 22 года (с 1996 по 2017 г.) – числа землетрясений ($N_{cp}=520$) и уровня выделявшейся ежегодно в очагах сейсмической энергии ($\Sigma E=8.3 \cdot 10^{14} Дж$) – выше таковых в 2018 г. в 2.2 и в 32 раза соответственно (рис. 4).

В 2018 г. выделение сейсмической энергии по месяцам происходило довольно равномерно. Два небольших пика обусловлены землетрясениями на территории Китая: 12 апреля в 10^{h41m} с $K_p=12.0$ и 3 сентября в 21^{h51m} , $K_p=12.1$ и в 21^{h52m} , $K_p=13.0$ (рис. 5).

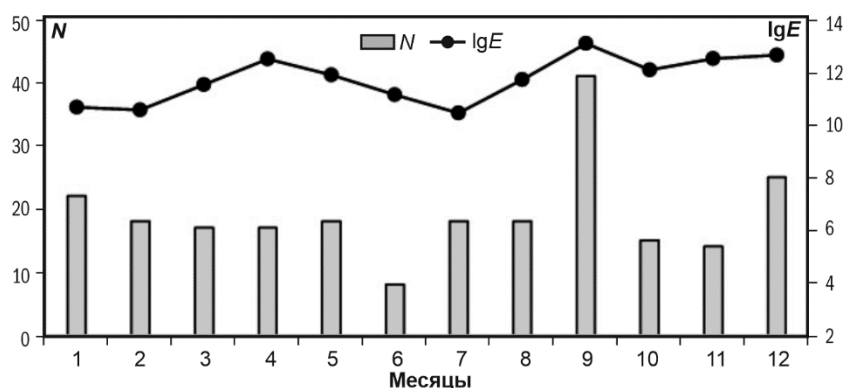


Рис. 5. Распределение числа землетрясений N и логарифма сейсмической энергии $\lg E$ по месяцам 2018 г.

Рассмотрим сейсмичность в отдельных зонах каждого из трех районов более 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). Общее число зарегистрированных событий в зоне (I_1) – $N_2=37$, суммарная выделенная сейсмическая энергия – $\Sigma E=6.05 \cdot 10^{11}$ Дж. Самое сильное землетрясение для этой зоны произошло 14 сентября в 22^h15^m с $K_p=11.5$ в отрогах хр. Терской Ала Тоо. Второе по величине землетрясение с $K_p=11.3$ зарегистрировано 31 августа в 12^h21^m в хребте Кунгей Ала Тоо на приграничной территории Казахстана. Еще одно событие с $K_p=10.7$ отмечено 30 марта в 19^h18^m в восточной части зоны на территории Китая. Энергетические классы для остальных событий зоны (I_1) варьировали в пределах $K_p=9.9 \div 8.6$.

В Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) зоне (I_2) за год было зарегистрировано девять событий. Максимальное землетрясение для этой зоны с $K_p=10.5$ произошло 11 сентября в 07^h18^m в 76 км к востоку от г. Нарына в горах Нырын Тоо. Еще одно землетрясение с $K_p=9.9$ зарегистрировано 6 декабря в 05^h05^m на западе зоны в хр. Байбиче Тоо. Энергетические классы остальных землетрясений находились в пределах $K_p=8.6 \div 9.0$. Общая выделенная сейсмическая энергия в этой зоне составила $\Sigma E=4.36 \cdot 10^{10}$ Дж.

В целом по району № 1 зарегистрировано $N_2=46$ землетрясений, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=6.48 \cdot 10^{11}$ Дж.

В Юго-Западном Тянь-Шане (район № 2) наибольшей сейсмичностью традиционно отличалась Ферганская зона (II_1), где в течение года произошло 25 землетрясений, суммарная энергия которых составила $\Sigma E=3.0 \cdot 10^{11}$ Дж. Большая часть эпицентров группировалась в восточной части зоны в горных ее участках, обрамляющих Ферганскую долину (рис. 2). Самое сильное событие для этой зоны с $K_p=11.4$ произошло 7 августа в 17^h17^m в горном районе в 33 км к востоку от г. Таш-Кумыра. Остальные землетрясения зоны не превышали $K_p=10.0$.

Приташкентско-Чимкентско-Каратауская зона (II_2) в 2018 г., как и ранее [3], отличалась невысокой сейсмичностью: там было зафиксировано всего четыре землетрясения, максимальное из которых ($K_p=10.0$) произошло 23 января в 01^h26^m на территории Казахстана в 23 км к северо-западу от Ташкента. Суммарная выделенная сейсмическая энергия для зоны II_2 составила $\Sigma E=1.27 \cdot 10^{10}$ Дж.

В Самаркандско-Газлийской зоне (II_3) в течение года отмечено шесть событий с суммарной энергией $\Sigma E=2.815 \cdot 10^{10}$ Дж. Три из них произошли в районе г. Газли, одно из которых, 10 декабря в 04^h06^m, имело максимальный для зоны класс $K_p=10.1$. С близкой энергией ($K_p=10.0$) было землетрясение в центре и два события с $K_p=8.9$ и $K_p=9.1$ – вблизи восточной границы зоны.

В Сурхандарьинско-Кашкадарьинской зоне (II_4) зарегистрировано всего одно землетрясение 3 октября в 17^h44^m с $K_p=8.6$.

В Кизыл-Кумской зоне (II_5) в 2018 г. землетрясений не наблюдалось.

В целом по району № 2 зарегистрировано 36 сейсмических событий, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=0.3412 \cdot 10^{12}$ Дж.

Южный Тянь-Шань (район № 3) традиционно активен, однако в 2018 г. наблюдался общий спад сейсмичности по всему региону, в том числе и по району № 3. По сравнению с 2017 г.

суммарное число землетрясений уменьшилось в 1.2 раза ($N_{\Sigma}=149$ вместо $N_{\Sigma}=178$), а выделенная сейсмическая энергия – в 16.6 раз ($\Sigma E=0.25 \cdot 10^{14}$ Дж вместо $\Sigma E= 4.11 \cdot 10^{14}$ Дж). Относительно средних значений за предыдущий период в 22 года ($N_{cp}=332$, $\Sigma E_{cp}=6.28 \cdot 10^{14}$) число землетрясений уменьшилось в 2.2 раза, а высвобожденная энергия – в 25.4 раза.

В Кокшаальско-Кашгарской зоне (III₁) зарегистрировано 85 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E=2.13 \cdot 10^{13}$ Дж. Практически все события произошли на приграничной территории Китая. По проявлению сейсмичности в этой зоне можно выделить три группы эпицентров. Одна из них расположена в центре зоны. Именно там, вблизи г. Файзабада (КНДР), 3 сентября в 21^h52^m произошло самое сильное для зоны и для региона в целом землетрясение с $K_p=13.0$. За минуту до этого землетрясения, в 21^h51^m, ему предшествовал достаточно сильный форшок с $K_p=12.1$. К северо-востоку выделяется группа эпицентров с максимальным по энергии событием 3 ноября в 21^h36^m с $K_p=12.5$. Третья группа, западная, проявилась максимальным для нее землетрясением 20 декабря в 11^h08^m с $K_p=12.6$.

В Алайско-Гармской зоне (III₂) в 2018 г. зарегистрировано 64 землетрясения с суммарной энергией $\Sigma E=3.41 \cdot 10^{12}$ Дж. Самым сильным для зоны было событие 3 апреля в 08^h14^m с $K_p=12.3$ в восточной ее части – в горном приграничном районе КНДР. К западу от него, вдоль киргизско-таджикской границы, тянется полоса эпицентров землетрясений, наиболее сильные из которых: 6 мая в 03^h17^m с $K_p=11.8$; 3 марта в 23^h05^m с $K_p=11.4$; 14 октября в 05^h15^m с $K_p=11.3$; 2 июня в 08^h45^m с $K_p=11.1$.

Сейсмичность в 2019 году. Каталог землетрясений территории «Кыргызстан и Узбекистан» за 2019 г. [11] содержит $N_{\Sigma}=210$ событий с энергетическими классами $K_p=8.6-14.5$, тогда как в 2018 г. их было $N_{\Sigma}=231$ [3], т.е. общее число землетрясений на рассматриваемой территории уменьшилось. Карта эпицентров зарегистрированных в 2019 г. землетрясений показана на рис. 6.

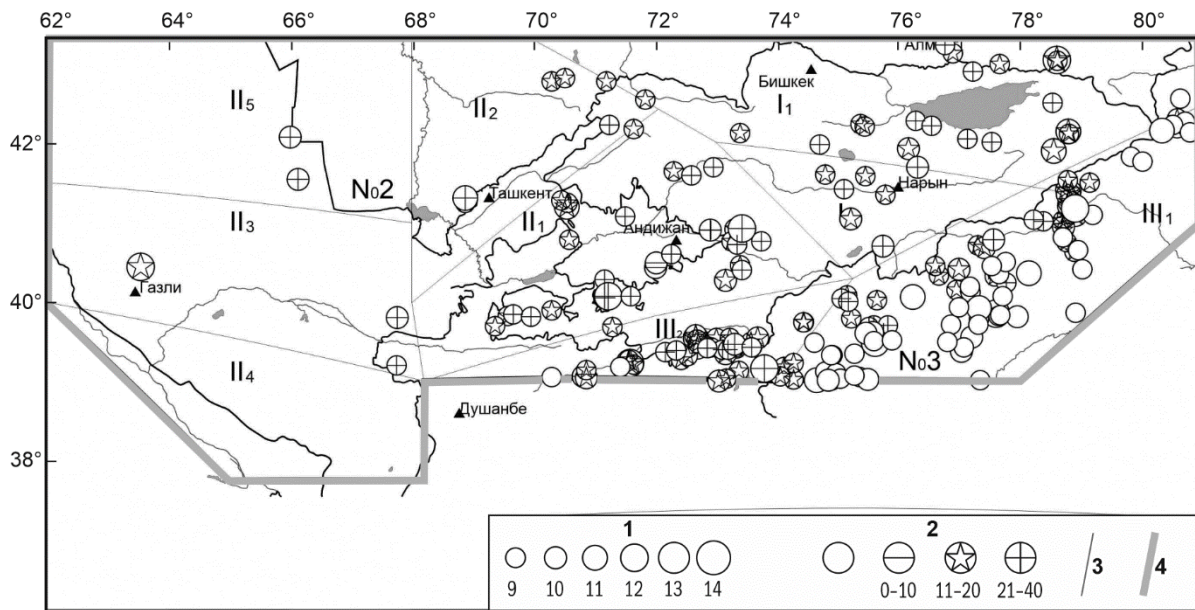


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Кыргызстана и Узбекистана за 2019 г.

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

График повторяемости землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в 2019 г., построенный по данным табл. 3, имеет наклон $|\gamma|=0.42$ (рис. 7). Из графика видно, что землетрясения с $K_{min}=9$ являются представительными для всей территории Кыргызстана и Узбекистана.

Таблица 3. Распределение по энергетическим классам K_p землетрясений на территории «Кыргызстан и Узбекистан» в 2019 г.

K_p	9	10	11	12	N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	152	38	11	9	210	$1.1964 \cdot 10^{13}$

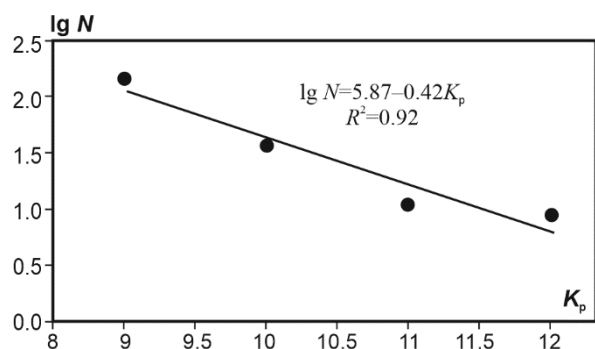


Рис. 7. График повторяемости землетрясений Кыргызстана и Узбекистана в 2019 г.

Общее число землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в трех крупных районах в 2019 г., как указано выше, составило $N_\Sigma = 210$ с суммарной энергией $\Sigma E = 1.20 \cdot 10^{13}$ Дж. Распределение числа землетрясений разных энергетических классов по трем районам и суммарной сейсмической энергии за 2019 г. приведено в табл. 4.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений разных энергетических классов K_p

№	Район	K_p					N_Σ	$\Sigma E, 10^{13}$ Дж
		9	10	11	12	13		
1	Северо-Восточный Тянь-Шань	25(38)	4(5)	3(3)	1(0)	0(0)	33(46)	0.09776(0.06481)
2	Юго-Западный Тянь-Шань	29(28)	9(7)	3(1)	2(0)	0(0)	43(36)	0.2470(0.03412)
3	Южный Тянь-Шань	98(107)	25(23)	6(10)	5(7)	0(2)	134(149)	0.8517(2.4683)
	Всего	152(173)	38(35)	12(14)	8(7)	0(2)	210(231)	1.1964(2.5672)

Примечание. В скобках дано количество землетрясений и сейсмической энергии в 2018 г.

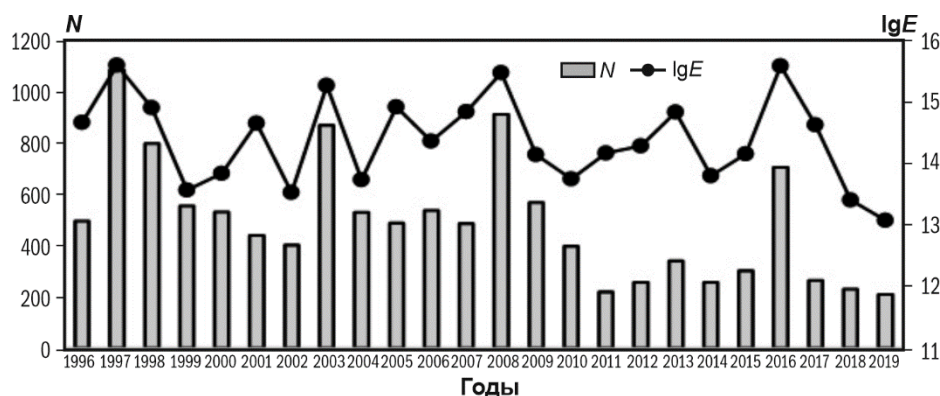


Рис. 8. Распределение числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$ по годам

Среднегодовые долговременные значения основных характеристик сейсмичности на рассматриваемой территории – числа землетрясений ($N_{cp} = 508$) и среднего уровня выделившейся за 23 года (с 1996 по 2018 г.) в очагах сейсмической энергии ($\Sigma E = 7.9587 \cdot 10^{14}$ Дж) – выше таковых в 2019 г. в 2.4 и в 66 раз соответственно (рис. 8). Так же, как и в 2018 г., выделение сейсмической энергии по месяцам в 2019 г. происходило равномерно с небольшими плавными изменениями. Максимальными в каталоге были землетрясения на уровне $K_p = 12$.

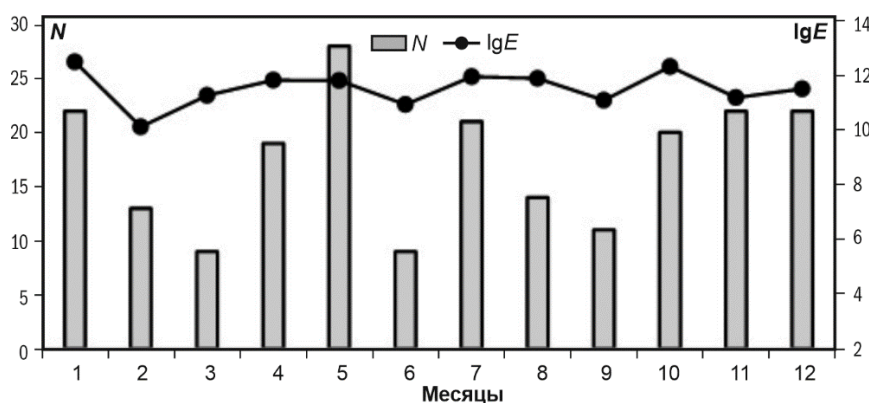


Рис. 9. Распределение числа землетрясений N и логарифма сейсмической энергии $\lg E$ по месяцам в 2019 г.

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, 6): 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). Общее число зарегистрированных событий в зоне (I_1) – $N_{\Sigma}=26$, суммарная выделенная сейсмическая энергия – $\Sigma E=9.49 \cdot 10^{11}$ Дж. Самое сильное землетрясение для этой зоны с $K_p=11.7$ произошло 8 октября в 21^h49^m в приграничном районе Казахстана и сопровождалось афтершоком 12 октября в 17^h52^m с $K_p=8.7$. На юго-востоке зоны, в отрогах хр. Терской Алатау, 5 июля в 02^h12^m было зарегистрировано землетрясение с близкой энергией ($K_p=11.3$). В 35 км к юго-востоку от него в горах Тянь-Шаня расположен эпицентр землетрясения 5 мая в 06^h54^m с $K_p=11.1$. Еще одно событие с $K_p=11.0$ произошло 7 июня в 21^h47^m на приграничной территории Китая. Все остальные землетрясения зоны не превышали $K_p=9.6$.

В Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) зоне (I_2) за год произошло семь событий с суммарной сейсмической энергией $\Sigma E=2.84 \cdot 10^{10}$ Дж. Максимальное землетрясение для этой зоны с $K_p=10.2$ зарегистрировано 2 апреля в 01^h41^m вблизи восточной ее границы. Два толчка с $K_p=9.8$ и 9.6 произошли 5 августа в 16^h53^m и 18 августа в 23^h37^m соответственно в отрогах хр. Атбаша. Остальные землетрясения зоны не превышали $K_p=8.9$.

В целом по району № 1 зарегистрировано 33 землетрясения с суммарной энергией $\Sigma E=9.78 \cdot 10^{11}$ Дж.

В Юго-Западном Тянь-Шане (район № 2) наибольшей сейсмичностью традиционно отличалась Ферганская зона (II_1), где в течение года произошло 31 землетрясение с суммарной энергией $\Sigma E=1.5887 \cdot 10^{12}$ Дж. Большая часть эпицентров группировалась в южной части зоны, в горных ее участках (рис. 6). Самое сильное событие для этой зоны с $K_p=12.0$ произошло 12 августа в 17^h14^m в 36 км к востоку от г. Джалал-Абада. Второе по величине энергии землетрясение ($K_p=11.6$) зарегистрировано 16 июля в 10^h45^m в 37 км к востоку от г. Баткена. Эпицентр еще одного достаточно сильного толчка, 6 ноября в 15^h56^m $K_p=11.1$, расположен в отрогах Чаткальского хребта. Энергетический класс остальных землетрясений зоны не превышал $K_p=10.0$.

В Приташкентско-Чимкентско-Каратауской зоне (II_2) в 2019 г. зафиксировано семь землетрясений с суммарной выделенной энергией $\Sigma E=2.07 \cdot 10^{11}$ Дж. Самым сильным ($K_p=11.3$) было событие 13 марта в 21^h31^m с эпицентром на приграничной территории Казахстана в 30 км к западу от г. Ташкента. Энергетические классы остальных землетрясений зоны варьировали в пределах $K_p=9.5 \div 8.6$.

В Самаркандско-Газлийской зоне (II_3) в течение года произошли три события с суммарной выделенной энергией $\Sigma E=6.41 \cdot 10^{11}$ Дж. Максимальный класс ($K_p=11.8$) имело землетрясение 29 мая в 18^h40^m вблизи г. Газли. Эпицентры двух других землетрясений: 4 декабря в 00^h35^m с $K_p=10.0$ и 16 июля в 19^h01^m с $K_p=8.7$ расположены на востоке зоны.

В Сурхандарьинско-Кашкадарьинской зоне (II_4) в 2019 г. землетрясений не было.

В Кизыл-Кумской зоне (II_5), в приграничье с Казахстаном, произошли два землетрясения: 24 июля в 15^h12^m с $K_p=10.1$ и 26 июля в 21^h00^m с $K_p=10.3$, суммарная энергия которых составила $\Sigma E=3.25 \cdot 10^{10}$ Дж.

В целом по району № 2 зарегистрировано 43 землетрясения, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=2.47 \cdot 10^{12}$ Дж.

В Южном Тянь-Шане (район № 3) в 2019 г. продолжался спад сейсмичности по сравнению с предыдущим годом: уменьшились как суммарное число землетрясений ($N_{\Sigma}=134$ вместо $N_{\Sigma}=149$), так и выделенная сейсмическая энергия ($\Sigma E=0.8517 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $\Sigma E=2.4683 \cdot 10^{13}$ Дж). Относительно средних значений за предыдущий период в 23 года ($N_{\text{ср}}=324$, $\Sigma E_{\text{ср}}=6.116 \cdot 10^{14}$) число землетрясений уменьшилось в 2.4 раза, а высвобожденная энергия – в 71.8 раза.

В Кокшаалско-Кашгарской зоне (III_1) зарегистрировано 94 землетрясения с суммарной энергией $\Sigma E=6.904 \cdot 10^{12}$ Дж. Практически все сейсмические события произошли на приграничной территории Китая. Максимальным по энергии ($K_p=12.4$) было землетрясение 12 января в 04^h31^m, сопровождавшееся немногочисленными афтершоками. Второе по величине энергии землетрясение ($K_p=12.3$) зарегистрировано 27 октября в 05^h29^m в восточной части зоны в отрогах хр. Кокшаал Тоо. Землетрясение также сопровождалось афтершоками, максимальный из которых, в 10^h52^m, имел энергетический класс $K_p=11.4$. Еще один близкой энергии ($K_p=12.2$) толчок

произошел 6 января в 16^h22^m в центре зоны в хр. Кельпинчельтаг. Остальные менее сильные землетрясения сгруппировались вокруг трех перечисленных выше событий.

В Алайско-Гармской зоне (Ш₂) в 2019 г. зарегистрировано 40 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E = 1.61 \cdot 10^{12}$ Дж. Наиболее сильными для зоны были три сейсмических события. Первое событие произошло 29 апреля в 00^h23^m с $K_p = 11.9$ на востоке зоны в горном приграничном районе КНДР; второе зарегистрировано 1 июля в 01^h14^m с $K_p = 11.7$ в центре зоны на территории Таджикистана. Эпицентр третьего события, 13 декабря в 04^h39^m с $K_p = 11.3$, расположен в Заилийском хребте на территории Кыргызстана. Энергетический класс остальных землетрясений не выходил за пределы $K_p = 10.5 \div 8.6$.

Заключение. В 2018 и 2019 гг. происходил постепенный спад сейсмической активности на рассматриваемой территории: в 2018 г. не было землетрясений выше $K_p = 13$, в 2019 г. – выше $K_p = 12$. Небольшие вариации количества землетрясений и суммарной сейсмической энергии наблюдались по районам – уменьшение этих параметров в одном районе сменялось их увеличением в другом. Отмечена самая низкая сейсмическая активность по сравнению с ее долговременным средним значением за период с 1996 г. по 2019 год.

Л и т е р а т у р а

1. Берёзина А.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Кыргызстана в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html>
2. Зоиров Ф.Ф. Сейсмические станции Узбекистана в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html>
3. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Першина Е.В., Кучкаров К.И. Сейсмичность Кыргызстана и Узбекистана в 2016 и 2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 97–107. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.08>. EDN: SLKVWM
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. (2023). – URL: <http://www.brrt.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 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html>

SEISMICITY of KYRGYZSTAN and UZBEKISTAN in 2018 and 2019

K.E. Abdrakhmatov¹, A.G. Frolova¹, A.V. Berezina¹, R. Shukurova¹,

E.V. Pershina¹, K.I. Kuchkarov²

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

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

Abstract. In 2018 and 2019 seismic observations on the territory of Kyrgyzstan and Uzbekistan were carried out by networks of seismic stations of these countries. In August 2018, the Salom-Alik station was added to the 25 seismic stations, functioning on the territory of Kyrgyzstan, and in April 2019, the Jany-Kuch station was installed. In 2018, 4 stations (Buston, Nukus, Sukok, Khiva) of 45 stations operating in the previous year in Uzbekistan were closed out. So, data of 41 seismic stations of Uzbekistan were used in 2018 and 2019. 2018 was relatively calm as regards to the seismic activity: the consolidated catalog of earthquakes included 231 events with $K_R=8.6-13.0$. The maximum by energy was the earthquake of September 3 at 21^h52^m with $K_R=13.0$, located at the territory of neighboring China. The foreshock close by energy was registered 73 seconds before it ($K_R=12.1$). The main shock was accompanied by aftershocks, the maximum of which occurred on September 4 at 02^h51^m with $K_R=11.6$. In 2019, the seismicity of the region remained almost at the level of the previous year: 210 earthquakes with $K_R=8.6-12.4$ were registered. The strongest earthquake in this year's catalog occurred on January 12 with $K_R=12.4$ also in China. The lowest seismic activity compared to its long-term average value for the period from 1996 to 2019 was noted in 2019.

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

For citation: 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

References

- Berezina, A.V. (2023). [Seismic stations of Kyrgyzstan in 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html> (In Russ.).
- Zoirov, F.F. (2023). [Seismic stations of Uzbekistan in 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html> (In Russ.).
- Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Pershina, E.V., & Kuchkarov, K.I. (2022). [Seismicity of Kyrgyzstan and Uzbekistan in 2016 and 2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 97–107. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.08>. EDN: SLKVWM
- Instruktsiia o poriadke proizvodstva i obrabotki nabliudenii na seismicheskikh stantsiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabliudenii 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.).
- Antelope Environmental Monitoring Software. (2023). Retrieved from <http://www.brtt.com/>
- 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.).
- 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.).
- Lahr, J.C. (1999). HYPOELLIPSE: A computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern. *Denver, Colorado: US Geological Survey. Open-File Report*, 119 p.
- Rautian, T.G. (1964). [On determining the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Ekspierimental'naia seismika. Trudy IFZ AN SSSR № 32 (199)* [Experimental seismic] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
- Mikhailova, N.N., & Neverova, N.P. (1986). [Calibration function $\mathcal{G}(\Delta)$ for definition of MPVA of earthquakes of Northern Tien Shan]. In *Kompleksnye issledovaniia na Alma-Atinskom prognosticheskom poligone* [Comprehensive research at Almaty prognostic site] (pp. 41–47). Almaty, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
- 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. (2023). [The catalog of earthquakes of Kyrgyzstan and Uzbekistan for 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html> (In Russ.).