

СРЕДНЯЯ АЗИЯ и КАЗАХСТАН:

УДК 550.348. (575.2+575.1+574)

СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ в 2015 г.

(Кыргызстан, Узбекистан и Юго-Восточный Казахстан)

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

Е.В. Першина¹, Б.Б. Бектурганова², К.И. Кучкаров³

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

²ТОО «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция»

г. Алматы, Республики Казахстан, bayan_0106@mail.ru

³Республиканский центр сейсмопрогностического мониторинга МЧС Республики Узбекистан, г. Ташкент, geofizik_1987@mail.ru

Аннотация. Сейсмические наблюдения на территории Центральной Азии в 2015 г. проводились сетями сейсмических станций трех государств: Кыргызстана, Узбекистана и Казахстана, состоящих из 25, 29 станций первых двух государств и 43 станций и пяти сейсмических групп третьего государства соответственно. Каталог землетрясений в 2015 г. включил 302 события с $K_p=8.6-14.1$. Максимальное в каталоге землетрясение с $K_p=14.1$ зарегистрировано 17 ноября 2015 г. в 17^h29^m в Ошской области Кыргызстана, вблизи пос. Талдык. Оно сопровождалось многочисленными (852) афтершоками с $K_p=4.1-11.4$. В целом по региону сейсмический процесс характеризуется пониженными значениями числа землетрясений N и выделенной за год сейсмической энергии ΣE по сравнению с аналогичными среднегодовыми параметрами за период с 1996 по 2014 год. Местоположение и конфигурация основных сейсмоактивных зон остались без изменений.

Ключевые слова: Центральная Азия, сейсмические станции, сейсмичность.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.08

Для цитирования: Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Першина Е.В., Бектурганова Б.Б., Кучкаров К.И. Сейсмичность Центральной Азии в 2015 г. (Кыргызстан, Узбекистан и Юго-Восточный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 94–102. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.08

Введение. Сейсмические наблюдения на территории Центральной Азии проводились, как и прежде [1], силами трех государств: Кыргызстана, Узбекистана и Казахстана (рис. 1).

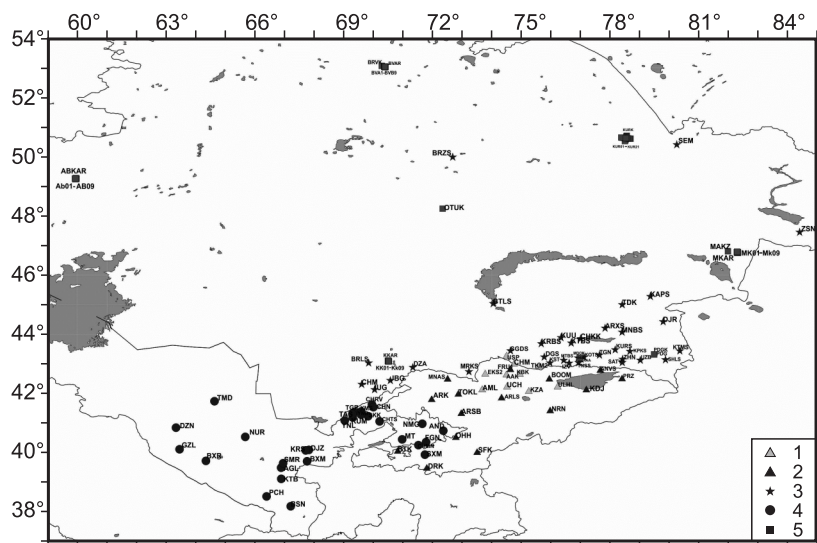


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций на территории Центральной Азии

Сейсмические станции сетей: Кыргызстана (1 – KNET, 2 – KRNET); Казахстана (3 – СОМЭ, 5 – РПГ ИГИ); Узбекистана (4 – КЭ ИС АН Уз).

На территории Кыргызстана продолжали свою работу 15 цифровых станций Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызстана (KNET) и десять цифровых телеметрических станций Научной станции Российской академии наук (KNET) [2]. Сеть наблюдений Узбекистана состояла из 29 станций Комплексной экспедиции Института сейсмологии академии наук Узбекистана (КЭ ИС АН Уз) [3]. На территории Казахстана наблюдения выполнялись сетью из 36 станций ТОО «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» АО «Национальный центр сейсмологических наблюдений и исследований» (СОМЭ) [4] совместно с пятью сейсмическими группами и семью станциями Республиканского государственного предприятия «Институт геофизических исследований» Министерства энергетики (РГП ИГИ МЭ) Республики Казахстан [5].

Районы и зоны. Границы региона, границы крупных районов и сейсмоактивных зон остались без изменений. Общая территория региона, как и прежде [1], разделена на три района (рис. 2): Северо-Восточный (I), Юго-Западный (II) и Южный Тянь-Шань (III). Район (I) состоит из трех зон: Северо-Тянь-Шаньской (I_1), Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) (I_2) и Джунгарской (I_3). В район (II) 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 (III) расположены две зоны: Кокшаальско-Кашгарская (III_1) и Алайско-Гармская (III_2).

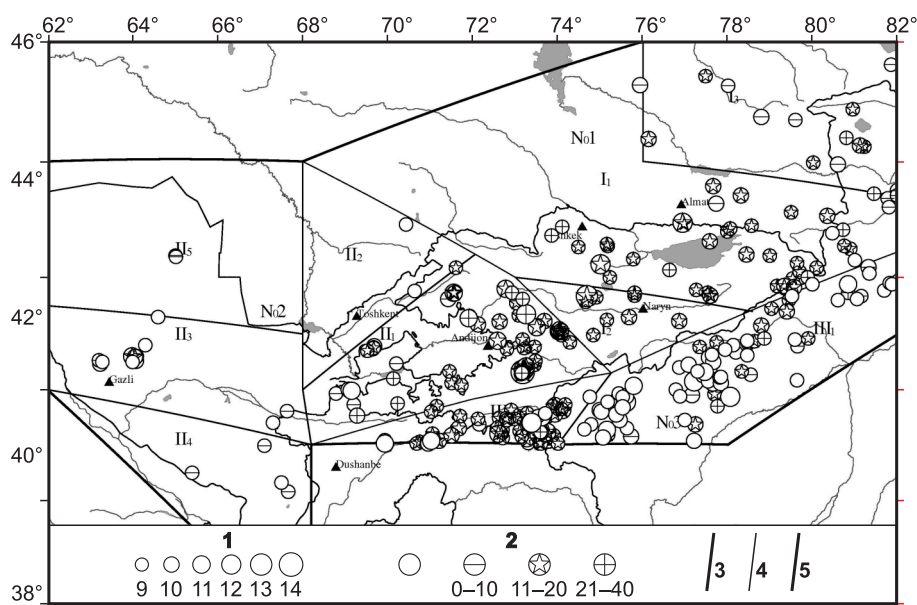


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Центральной Азии за 2015 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3–5 – граница зоны, района, региона соответственно.

Методика обработки землетрясений. Обработка землетрясений и оценка точности определения координат гипоцентров осуществлялись по общепринятой инструкции [6]. Выделение фаз, определение времен вступления P - и S -волн, замеры амплитуд производились по программе “dbpick” (пакет программ “Antelope”) [7]. Для локации очагов землетрясений использовались скоростные модели земной коры, полученные для территории Кыргызстана [8], Казахстана [9] и Узбекистана [10]. Основные параметры землетрясения (дата, время, координаты, глубина, энергетический класс, магнитуда) определялись на компьютерах SUN с помощью программы “Hypoellipse” [11], которая была адаптирована для Центральной Азии согласно утвержденным методам сбора и обработки данных. В качестве характеристики величины землетрясения использовались энергетический класс K_p по шкале Т.Г. Раутиан [12] и магнитуда $MPVA$ по объемным волнам [13].

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 III), погрешность определения координат эпицентров землетрясений с дополнительным привлечением некоторых станций Китая осталась, как и прежде [1], в пределах $\delta = \pm 25$ км.

Каталог землетрясений в 2015 г. [14] содержит $N_{\Sigma} = 302$ события с энергетическими классами $K_p = 8.6 - 14.1$, тогда как в 2014 г. $N_{\Sigma} = 256$ [1], т.е. общая сейсмичность в регионе увеличилась. Карта эпицентров зарегистрированных в 2015 г. землетрясений показана на рис. 2.

Итоговое распределение землетрясений всего региона по классам дано в табл. 1.

Таблица 1. Распределение землетрясений Центральной Азии по классам K_p в 2015 г.

K_p	9	10	11	12	13	14	N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	198	69	24	9	1	1	302	$1.4 \cdot 10^{14}$

Региональные данные о величине землетрясений (K_p и $MPVA$) были дополнены другими оценками, а именно: магнитудами MS и M_s по поверхностным волнам из бюллетеней MOS [15] и ISC [16], магнитудами $MPSP$ и m_b по объемным волнам из тех же источников, а также моментными магнитудами M_w агентства GCMT [17].

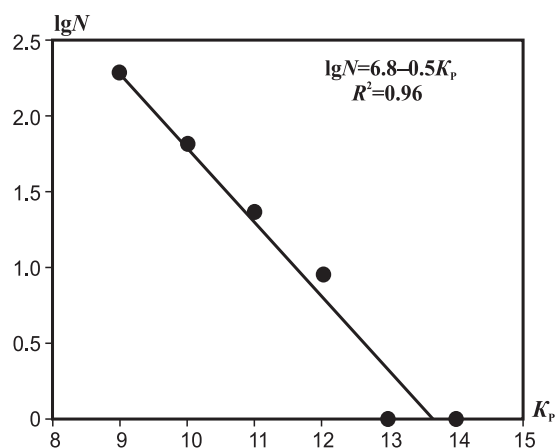


Рис. 3. График повторяемости землетрясений Центральной Азии в 2015 г.

График повторяемости землетрясений с $K_p \geq 8.6$, построенный по данным табл. 1, имеет наклон $|\gamma| = 0.50$ (рис. 3). Из графика видно, что землетрясения с $K_{\min} = 9$ являются представительными для всей территории Центральной Азии.

Сейсмичность. Сравнение пространственного распределения эпицентров землетрясений с $K_p \geq 8.6$ для территории Центральной Азии за 2015 г. (рис. 2) с аналогичной картой за предыдущий год в [1] показывает, что основные сейсмоактивные зоны и их конфигурация достаточно стабильны во времени. Меняются лишь уровень сейсмической активности разных зон и расположение очагов сильных ($K_p \geq 12$) землетрясений, мигрирующих вдоль Северо-Тянь-Шаньского, Южно- и Северо-Ферганских, Гиссаро-Кокшаальского глубинных разломов.

Общее число землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в трех крупных районах в 2015 г., как указано выше, составило $N_{\Sigma} = 302$ с суммарной энергией $\Sigma E = 1.439 \cdot 10^{14}$ Дж. Сейсмическая энергия рассчитывалась, исходя из самого определения энергетического класса по Т.Г. Раутиан [12]: $K = \lg E$ Дж. Сведения об одном ощутимом землетрясении представлены в [18] с оценкой интенсивности по шкале MSK-64 [19]. Кроме того, ред. в каталог добавлено значительное число макросейсмических данных из каталогов землетрясений Казахстана, Таджикистана и USGS [20]. В итоге сведения об ощутимости собраны для 14 землетрясений. Общее число сотрясенных населенных пунктов в 2015 г. составило 31. Для 61 землетрясения представлен каталог механизмов очагов [21].

Распределение числа землетрясений разных энергетических классов по трем районам и суммарной сейсмической энергии за 2015 г. приведено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений разных классов K_p и их суммарной сейсмической энергии ΣE по районам в 2015 г.

№	Район	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E, 10^{14} Дж$
		9	10	11	12	13	14		
I	Северо-Восточный Тянь-Шань	45 (37)	18 (27)	0 (3)	2 (1)	1 (0)	0 (1)	66 (69)	0.06264 (0.5215)
II	Юго-Западный Тянь-Шань	56 (33)	19 (14)	12 (5)	2 (0)	(0)	1 (0)	90 (52)	1.31294 (0.00897)
III	Южный Тянь-Шань	97 (95)	32 (34)	12 (3)	5 (2)	0 (1)	0 (0)	146 (135)	0.06352 (0.1005)
	Всего	198 (165)	69 (75)	24 (11)	9 (3)	1 (1)	1 (1)	302 (256)	1.439 (0.6310)

Примечание. В скобках дано количество землетрясений и энергии в 2014 г.

Среднегодовые долговременные значения основных характеристик сейсмического режима региона – числа землетрясений ($N_{cp}=535$) и уровня выделившейся в очагах за год сейсмической энергии ($\Sigma E_{cp}=7.29 \cdot 10^{14}$ Дж) за предыдущие 19 лет – с 1996 по 2014 г. [1] выше по сравнению с таковыми в 2015 г. в 1.77 и в 5.07 раз соответственно.

Для данного временного интервала, т.е. с 1996 г. по 2015 г. (рис. 4), во всем регионе просматривается 5–6-летняя цикличность максимумов выделенной сейсмической энергии, наблюдавшихся в 1997, 2003, 2008 и, слабо, в 2013 г. (энергия приведена в Дж и на рис. 4 и 5 показана точками). Впервые о возможной 5–6-летней цикличности было заявлено в 2011 г. [22], хотя точнее следует отметить 4–5-летнюю цикличность. Действительно, как в 2011 г., так и в последующие годы (рис. 4), промежутка в шесть лет не было.

Максимальный уровень энергии землетрясений в 2015 г. соответствует энергетическому классу $K_p=14.1$ [14] (рис. 5) и характеризует Талдыкское землетрясение 17 ноября 2015 г. в 17^h29^m по Гринвичу (в 23^h29^m по местному времени) [23], которое произошло в Ошской области Кыргызстана.

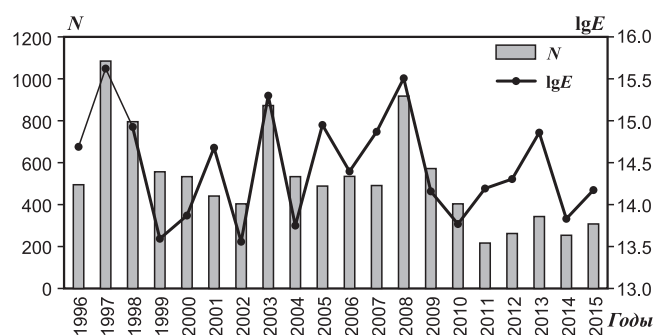


Рис. 4. Распределение числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$ по годам

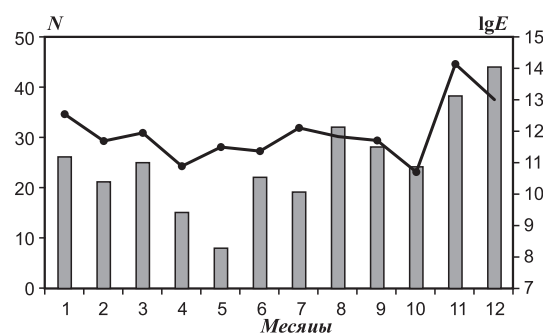


Рис. 5. Распределение числа землетрясений N и логарифма суммарной сейсмической энергии $\lg E$ по месяцам в 2015 г.

Рассмотрим детально сейсмичность в отдельных зонах каждого из трех районов.

В Северо-Восточном Тянь-Шане (район I) наиболее высокая сейсмичность наблюдалась в юго-восточной его части, в горных участках зоны (I_1), тогда как северо-западная ее часть практически асейсмична. Общее число зарегистрированных событий в зоне (I_1) $N_{\Sigma}=44$, выделенная суммарная сейсмическая энергия – $\Sigma E=1.16 \cdot 10^{12}$ Дж.

На границе с Казахстаном, в хр. Заилийский Ала-Тоо, 15 марта в 14^h01^m произошло самое сильное для этой зоны землетрясение с $K_p=11.8$. Еще одно событие с $K_p=11.6$ зарегистрировано 22 января в 15^h52^m в 70 км к юго-востоку от г. Бишкека, в отрогах Киргизского хребта. Энергетические классы для 11 землетрясений зоны (I_1) изменялись в пределах $K_p=9.6$ –10.4, для остальных событий – $K_p=8.6$ –9.4.

В Срединно-Тянь-Шаньской (Нарынской) зоне (I_2) за год было зарегистрировано восемь событий. Эпицентр самого сильного ($K_p=12.7$) для этой зоны землетрясения, произошедшего 7 декабря в 08^h30^m, находился в 110 км к западу от г. Нарына, в хр. Молдотау. В центре зоны произошли еще два землетрясения: 13 февраля в 12^h46^m с $K_p=9.8$ и 5 сентября в 20^h34^m с $K_p=10.2$. Энергетические классы остальных пяти землетрясений не превышали $K_p=8.8$. Общая выделенная сейсмическая энергия в этой зоне составила $\Sigma E=5.04 \cdot 10^{12}$ Дж.

В Джунгарии (зона I_3) в течение года произошло 14 землетрясений, выделенная энергия в очагах которых составила в сумме $\Sigma E=6.22 \cdot 10^{10}$ Дж. Эпицентры сгруппированы, в основном, в центральной части зоны, в отрогах хр. Джунгарский Ала-Тоо. Максимальный для этой зоны энергетический класс $K_p=10.4$ имело землетрясение 19 июня в 00^h54^m.

Суммарное число землетрясений в районе (I), равное $N_{\Sigma}=66$, практически сохранилось на уровне такового ($N_{\Sigma}=69$) в 2014 г., но выделенная сейсмическая энергия уменьшилась в 8.3 раза ($\Sigma E=6.26 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $\Sigma E=5.21 \cdot 10^{13}$ Дж). Значения параметров сейсмичности района за 2015 г. по сравнению со средними показателями за 19 предыдущих лет ($N_{\Sigma}=91$, $\Sigma E=1.64 \cdot 10^{14}$ Дж) снизились: N_{Σ} – в 1.4 раза, ΣE – в 26 раз [1].

В Юго-Западном Тянь-Шане (район II) наибольшей сейсмичностью отличалась Ферганская зона (Π_1), где в течение года произошло $N_{\Sigma}=69$ землетрясений, суммарная энергия которых составила $\Sigma E=1.31 \cdot 10^{14}$ Дж. Большая часть эпицентров группировалась в восточной части зоны, в горных ее участках, обрамляющих Ферганскую долину (рис. 2). Именно там, в междуречье Талдык – Кичи-Талдык, вблизи пос. Талдык, 17 ноября в 17^h29^m произошло самое сильное для всего региона семиральное землетрясение с $K_p=14.1$ [23], сопровождавшееся многочисленными ($N_a=852$) афтершоками с $K_p=4.1-11.8$ [24]. Более детальные сведения об этом событии приведены в отдельной статье [23] настоящего ежегодника.

Цепочка эпицентров отмечена вдоль восточной границы зоны (Π_1). Максимальным из них было землетрясение 1 декабря в 06^h13^m с $K_p=12.5$. Чуть западнее можно проследить такую же цепочку эпицентров с максимальным $K_p=11.5$, зафиксированным 21 ноября в 00^h15^m вблизи северной границы зоны в Чаткальском хребте. В западной части зоны максимальным по энергии было землетрясение 25 марта в 02^h35^m с $K_p=10.7$.

Приташкентско-Чимкентско-Каратауская зона (Π_2) в 2015 г. отличалась слабой сейсмичностью, как и в 2014 г. [1]: там было зафиксировано всего три землетрясения с $K_p=8.6, 9.1, 9.2$ и выделенной суммарной энергией $\Sigma E=3.24 \cdot 10^9$ Дж.

В Самаркандско-Газлийской зоне (Π_3) в течение года произошло 12 событий, выделенная энергия которых составила $\Sigma E=1.20 \cdot 10^{11}$ Дж. Максимальный энергетический класс ($K_p=10.8$) имело землетрясение вблизи Газли, произошедшее 8 августа в 14^h08^m. На этом участке зоны зарегистрировано еще восемь событий с меньшей энергией. Два землетрясения произошли в районе юго-восточной границы зоны: 14 апреля в 04^h51^m с $K_p=10.2$ и 13 октября в 21^h04^m с $K_p=9.2$. Еще одно событие с $K_p=8.6$ отмечено в северной части зоны.

В Сурхандарьинско-Кашкадарьинской зоне (Π_4) в 2015 г. зарегистрировано два землетрясения с $K_p=9.3, 9.2$ и два с $K_p=8.6$, с суммарной энергией $\Sigma E=4.38 \cdot 10^9$ Дж.

В Кызыл-Кумской зоне (Π_5), в ее центре, произошли всего два землетрясения с близкими координатами и одинаковым энергетическим классом $K_p=8.8$. Выделенная энергия в их очагах составила $\Sigma E=1.25 \cdot 10^9$ Дж.

В целом по району (II) зарегистрировано $N_{\Sigma}=90$ землетрясений, суммарная выделенная энергия которых составила $\Sigma E=1.31 \cdot 10^{14}$ Дж. Сейсмическая активность района в 2015 г. повысилась относительно уровня сейсмичности в 2014 г.: количество землетрясений возросло в 1.73 раза, а выделенная энергия – в 146 раз. По сравнению со средними показателями этих параметров за предыдущие 19 лет ($N_{cp}=109, \Sigma E_{cp}=6.27 \cdot 10^{13}$ Дж [1]), суммарная энергия возросла в 2.1 раза, однако количество землетрясений уменьшилось в 1.2 раза.

В Южном Тянь-Шане (район III), связанном с Гиссаро-Кокшаальским глубинным разломом на границе Кыргызстана с Таджикистаном, в системе хребтов Кунь-Луна на границе Кыргызстана с Китаем, в 2015 г. суммарное число землетрясений осталось почти на том же уровне, что и в 2014 г. ($N_{\Sigma}=146$ вместо $N_{\Sigma}=135$), но выделенная сейсмическая энергия уменьшилась в 1.6 раза: $\Sigma E=6.35 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $\Sigma E=0.10 \cdot 10^{14}$ Дж. Эти параметры значительно ниже их средних значений за предыдущие 19 лет: число землетрясений – в 2.4 раза, высвобожденная энергия – в 79 раз [1].

В Кокшаальско-Кашгарской зоне (Π_1) зарегистрировано 83 землетрясения с суммарной энергией $N_{\Sigma}=4.33 \cdot 10^{12}$ Дж. Все самые сильные события произошли на территории соседнего Китая. Максимальным по энергии стало землетрясение с $K_p=12.4$, зарегистрированное 10 января в 06^h51^m в отрогах Кок-Шаальского хребта. Еще семь толчков в диапазоне энергетических классов $K_p=10.6-11.6$ были зафиксированы в разных участках зоны: 8 июля в 02^h43^m и 30 ноября в 08^h40^m с $K_p=11.6$; 15 февраля в 09^h38^m, $K_p=11.5$; 28 августа в 13^h26^m, $K_p=11.4$; 29 августа в 20^h26^m, $K_p=11.1$; 25 февраля в 14^h12^m, $K_p=10.7$; 24 декабря в 19^h52^m, $K_p=10.6$. Остальные землетрясения были слабее. Традиционно асейсмичной остается полоса, расположенная ориентировочно между долготами 76° и 77°.

В Алайско-Гармской зоне (Π_2) в 2015 г. зарегистрировано 63 землетрясения с суммарной энергией $E_{\Sigma}=2.02 \cdot 10^{12}$ Дж. Эпицентр самого сильного ($K_p=11.7$) события для этой зоны, произошедшего 13 июля в 18^h25^m, расположен на территории соседнего Таджикистана в Алайском хребте. Цепочку достаточно сильных землетрясений можно проследить на близких широтах при движении с востока на запад. Они зарегистрированы: 2 мая в 05^h47^m, $K_p=11.4$ (Китай); 30 июня в 19^h44^m,

$K_p=10.7$ (Кыргызстан); 7 декабря в 08^h03^m , в 08^h09^m и в 13^h51^m с $K_p=11.6$, $K_p=11.4$, $K_p=11.3$ соответственно (Китай); 27 ноября в 09^h13^m , $K_p=10.6$; 12 апреля в 03^h24^m , $K_p=10.6$; 21 июля в 19^h21^m , $K_p=11.1$ (Таджикистан). Остальные землетрясения по энергии были слабее.

Заключение. Рассматривая сейсмический процесс в целом, можно отметить, что в 2015 г. в регионе наблюдались пониженные значения основных характеристик сейсмического режима – числа землетрясений ($N_{cp}=302$) и среднего уровня выделившейся в очагах сейсмической энергии ($\Sigma E_{cp}=1.44 \cdot 10^{14}$ Дж) по сравнению со среднегодовыми значениями этих параметров ($N_{cp}=535$ и $\Sigma E_{cp}=7.29 \cdot 10^{14}$ Дж) за предыдущие 19 лет – с 1996 по 2014 г. [1]. Эпицентральные зоны и их конфигурация остались без особых изменений в пространстве и во времени. фоновому уровню за указанный период ($\Sigma E=22.7 \cdot 10^{12}$ Дж).

Л и т е р а т у р а

1. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Першина Е.В., Бектурганова Б.Б., Кучкаров К.И. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 95–104. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.05
2. Берёзина А.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Института сейсмологии НАН Республики Кыргызстан и Научной станции РАН в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
3. Зоиров Ф.Ф. Сейсмические станции Комплексной экспедиции Института сейсмологии АН РУз в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
4. Бектурганова Б.Б., Неверова Н.П. Сейсмические станции Товарищества с ограниченной ответственностью «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» АО «Национальный центр сейсмологических наблюдений и исследований» Республики Казахстан в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
5. Соколова И.Н. Сейсмические группы и станции Республиканского государственного предприятия «Институт геофизических исследований» Министерства энергетики Республики Казахстан в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
6. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М: Наука, 1982. – 273 с.
7. Antelope Environmental Monitoring Software: <http://www.brtt.com/>
8. Сабитова Т. и др. Земная кора и верхняя мантия Тянь-Шаня в связи с геодинамикой и сейсмичностью. – Бишкек: Илим, 2006. – 114 с.
9. Шацкилов В.И., Стихарный А.П. Отчет о научно-практической работе по расчету обобщенных скоростных моделей земной коры и годографов для регионов Казахстана. – Алматы: Фонды института сейсмологии, 2004. – 54 с.
10. Захарова А.И., Ибрагимов Р.Н., Матасова Л.М. и др. Параметры землетрясений и очаговых зон Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1973. – 143 с.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р., Соколова И.Н., Жунусова А.Ж., Бектурганова Б.Б., Михайлова Н.Н., Кучкаров К.И. (отв. сост.); Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Досайбекова С.К., Досымбекова Ж.Б., Утешова Р.З., Мукамбаев А.С., Халикова М.А., Зоиров Ф.Ф. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2015 год // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
15. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2015. (2021). // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
16. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
17. Global Centroid Moment Tensor (GCMT) Catalog Search. (2021). – URL: <http://www.globalcmt.org/>

18. Фролова А.Г., Гребенникова В.В., Артёмова Е.В., Лукаш Н.А. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Центральной Азии в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
19. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
20. Search Earthquake Catalog // USGS [Site]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
21. Муралиев А.М. (отв. сост.); Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Досайбекова С., Зоиров Ф., Лукаш Н.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
22. Абдрахматов К.Е., Фролова А.Г., Муралиев А.М., Берёзина А.В., Шукурова Р., Михайлова Р.С., Гребенникова В.В., Гессель М.О., Тулаганова М.Т. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017 – С. 97–107.
23. Фролова А.Г., Гребенникова В.В., Багманова Н.Х., Берёзина А.В., Першина Е.В., Молдобекова С. Талдыкское землетрясение 17 ноября 2015 г. с $K_R=14.1$, $M_w=5.5$ (Кыргызстан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 340–348. doi: 10.35540/1818-6254.2020.24.32
24. Молдобекова С. Список афтершоков Талдыкского землетрясения 17.11.2015 г. с $K_R=14.1$, $M_w=5.5$ // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>

SEISMICITY of CENTRAL ASIA in 2015

(Kyrgyzstan, Uzbekistan and Southeastern Kazakhstan)

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

E.V. Pershina¹, B.B. Bekturganova², K.I. Kuchkarov³

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

²LLP Seismological Experimental and Methodological Expedition, Almaty, bayan_0106@mail.ru;

³Republican Center for Seismic Prognostic Monitoring of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, complex@uzsci.net

Abstract. Seismic observations on the territory of Central Asia in 2015 were carried out by monitoring systems of three countries: Kyrgyzstan, Uzbekistan and Kazakhstan consisting of 25, 29 stations of the first two countries and 43 stations and five seismic groups of the third country respectively. The catalogue of earthquakes in 2015 included 302 events with $K_R=8.6–14.1$. The largest earthquake in the catalogue with $K_R=14.1$ was registered on November 17, 2015, at 17^h 29^m in the Osh area of Kyrgyzstan, near the Taldyk settlement. It was accompanied by numerous aftershocks (852) with $K_R=4.1–11.4$. In general, the seismic situation in the region in 2015 is characterized by lower values of the number of earthquakes N and the released seismic energy ΣE compared to the average annual values of these parameters for the period from 1996 to 2014. The location and configuration of the main seismically active zones remained without changes.

Key words: Central Asia, seismic stations, seismicity.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.08

For citation: Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Pershina, E.V., Bekturganova, B.B., & Kuchkarov, K.I. (2021). [Seismicity of Central Asia in 2015 (Kyrgyzstan, Uzbekistan and Southeastern Kazakhstan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 94–102. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.08

References

1. Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Pershina, E.V., Bekturganova, B.B., & Kuchkarov, K.I. (2021). [Central Asia]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 92–101. (In Russ.). doi:10.35540/1818-6254.2020.23.08
2. Berezina, A.V. (2021). [Seismic stations of the Institute of Seismology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic and Scientific stations of the RAS in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).

3. Zoirov, F.F. (2021). [Seismic stations of the Institute of Seismology of Uzbekistan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).
4. Bekturganova, B.B., & Neverova, N.P. (2021). [Seismic stations of the Limited Liability Partnership "Seismological Experimental and Methodological Expedition" of JSC "National Center for Seismological Observations and Research" of the Republic of Kazakhstan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).
5. Sokolova, I.N. (2021). [Seismic array and stations of the Republican State Enterprise "Institute of Geophysical Research" of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
6. *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.).
7. Antelope Environmental Monitoring Software. (2021). Retrieved from <http://www.brtt.com/>
8. 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.).
9. Shatsilov, V.I., & Stikharnyi, A.P. (2004). *Otchet o nauchno-prakticheskoi rabote po raschetu obobshchennykh skorostnykh modelei zemnoi kory i godografov dlia regionov Kazakhstana* [The report on scientific and practical work on calculation of the generalized high-speed models of crust and godograf for regions of Kazakhstan]. Almaty, Kazakhstan: Funds of Institute of seismology, 54 p. (In Russ.).
10. 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.).
11. 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.
12. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Ekperimental'naiia seismika. Trudy IFZ AN SSSR, 32(199)* [Experimental seismic. Proceedings of the IFZ SA USSR № 32(199)] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
13. 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-Atinskom prognosticheskom poligone* [Comprehensive research at Almaty prognostic site] (pp. 41–47). Almaty, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
14. Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Sokolova, N.P., Zhunusova, A.Zh., Bekturganova, B.B., Mikhailova, N.N., Kuchkarov, K.I., Moldobekova, S., Pershina, E.V., Afonina, L.R., Dosaipekova, S.K., Dossymbekova, Zh.B., Uteshova, R.Z., Mukambaev, A.S., Neverova, N.P., Khalikova, M.A., & Zoirov, F.F. (2021). [The catalog of earthquakes of Central Asia for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).
15. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. 2015. (2021). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
16. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
17. Global Centroid Moment Tensor (GCMT). Catalog Search. (2021). Retrieved from <http://www.globalcmt.org/>
18. Frolova, A.G., Grebennikova, V.V., Artemova, E.V., & Lukash, N.A. (2020). [Macroseismic effect of notable earthquakes in settlements of Central Asia in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).
19. 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.).
20. Search Earthquake Catalog. USGS. (2021). Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

-
21. Muraliev, A.M., Malybaeva, M.B., Abdyraeva, B.S., Dosaybekova, S., Zoirov, F., & Lukash N.A. (2021). [Catalog of focal mechanisms of Central Asia earthquakes for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).
 22. Abdrakhmatov, K.E., Frolova, A.G., Muraliev, F.M., Berezina, A.V., Shukurova, R., Mikhailova, R.C., Grebennikova, V.V., Gessel', M.O., & Tulaganova, M.T. (2017). [Central Asia]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2011 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2011] (pp. 97–107). Obninsk, Russia: GS RAN Publ. (In Russ.).
 23. Frolova, A.G., Grebennikova, VV, Bagmanova, N.Kh., Berezina, A.V., Pershina, E.V., & Moldobekova, S. (2021). [Taldyk earthquake of November 17, 2015 with $K_R=14.1$, $M_W=5.5$] *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 340–348. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.24.32
 24. Moldobekova, S. (2021). [The list of aftershocks of the Taldyk earthquake of November 17, 2015 with $K_R=14.1$, $M_W=5.5$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.). (In Russ.).