

ТАДЖИКИСТАН

Т.Р. Улубиева¹, Р.С. Михайлова², Л.И. Рислинг¹

¹Геофизическая служба АН Республики Таджикистан,
г. Душанбе, Республика Таджикистан, tanva_55_08@mail.ru
²Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, Россия, rm-gs@mail.ru

Аннотация. Каталог землетрясений Таджикистана за 2013 г. содержит 4997 землетрясений с $K_p=8.6-15.0$, из них 3865 – глубокофокусные Памиро-Гиндукушские землетрясения с $h=70-250$ км и 1132 – мелкофокусные, разбросанные по всей территории. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в очагах всех землетрясений, составила $\Sigma E=1.46 \cdot 10^{15}$ Дж. Непосредственно в границах Республики с наибольшей интенсивностью $I_0=6$ баллов ($K_p=12.4$, $M_w=4.7$) произошло землетрясение 10 ноября в Вахдатском районе, в 24 км юго-восточнее столицы Душанбе. Наиболее сильно пострадали три селения – 70 % жилых домов этих селений стали непригодными для жилья. Максимальное среди глубоких землетрясений 2013 г. зарегистрировано в Афганской подзоне 4 апреля с $K_p=14.0$, $M_w=5.4$, $h=250$ км. Из-за большой глубины оно вызвало сотрясения небольшой ($I \leq 3$) интенсивности в эпицентральной зоне и ощущалось в Таджикистане, Афганистане и Пакистане. Однако в целом сейсмический процесс в Республике протекал в фоновом режиме.

Ключевые слова: сейсмичность территории Таджикистана, сейсмическая сеть, каталог землетрясений.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.10

Для цитирования: Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 120–130. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.10

Система наблюдений и сейсмогенные зоны. В 2013 г. непрерывные сейсмологические наблюдения, как и в 2012 г. [1], проводились Геофизической службой Академии наук Республики Таджикистан (ГС АН РТ). Регистрация землетрясений Таджикистана и сопредельных государств осуществлялась семью цифровыми широкополосными сейсмическими станциями Trident +Trillium40: «Чуянгарон», «Гарм», «Гезан», «Игрон», «Шаартуз», «Манем» и «Чорух-Дайрон». Аналоговой по-прежнему остается станция «Душанбе» [2]. Карта расположения сейсмических станций дана на рис. 1.

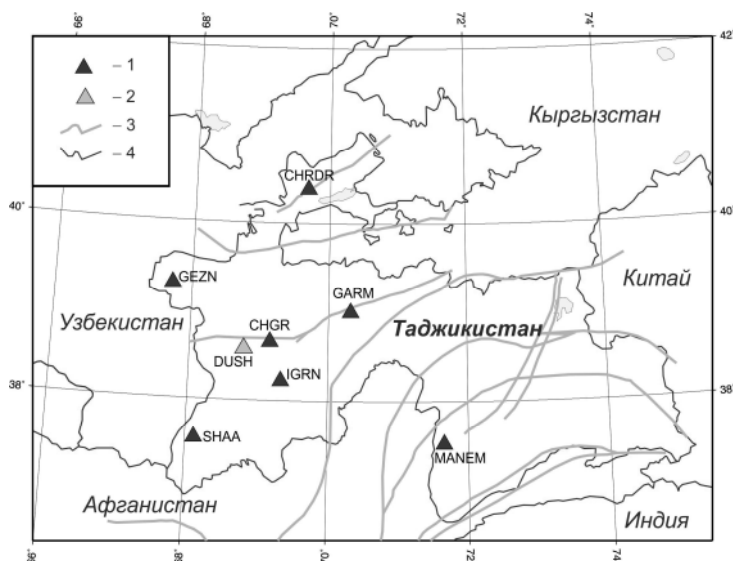


Рис. 1. Аналоговая станция «Душанбе» и семь цифровых широкополосных сейсмических станций на территории Таджикистана в 2013 г.

1, 2 – цифровая и аналоговая станции соответственно; 3, 4 – линия разлома и государственной границы соответственно.

В целом границы исследуемой территории (в пределах координат $36-40^\circ\text{N}$, $67-75^\circ\text{E}$ и $40-41^\circ\text{N}$, $69-71^\circ\text{E}$) и схема четырех сейсмоактивных зон Таджикистана (рис. 2) не изменились, хотя обработка землетрясений частично проводилась и вне указанных границ.

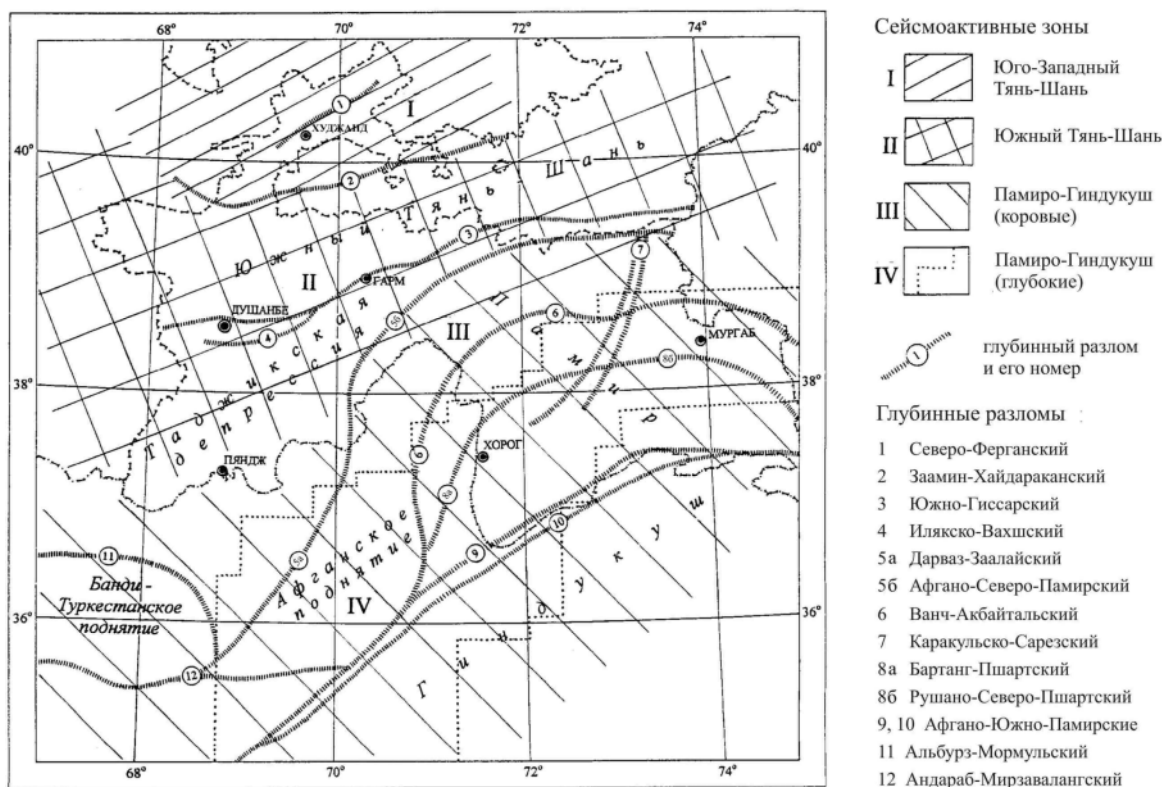


Рис. 2. Сейсмоактивные зоны Таджикистана и глубинные разломы по [3]

Методика обработки цифровых записей землетрясений осталась прежней [1]. Вся цифровая сейсмическая система работает в режиме TDMA – множественный доступ с временным разделением, т.е. каждая станция вещает в строго определенный промежуток времени. Связь удаленных станций с центральной станцией в г. Душанбе происходит с помощью космического спутника «Intelsat». Передача информации происходит непрерывно в масштабе реального времени. Для обработки и анализа сейсмических данных используется следующее программное обеспечение: CoreEarthworm – программа для автоматической обработки землетрясений, включающая в себя программу Нуроinverse, где собраны годографы и геологические характеристики региона, и Oracle – база данных для хранения сейсмической информации и программа для обработки сейсмической информации вручную. Классификация всех землетрясений неизменно производится по энергетическим классам K_p с использованием номограммы Т.Г. Раутиан [4], а оценка расчетной магнитуды – по формуле Т.Г. Раутиан [5]:

$$K_p = 4 + 1.8 M.$$

Каталог землетрясений Таджикистана. В результате сводной обработки составлен оригинал каталога землетрясений Таджикистана и прилегающих к нему районов Узбекистана, Кыргызстана, Афганистана, Индии и Китая за 2013 г. [6], который содержит 4997 землетрясений в диапазоне $K_p = 8.6 - 15.0$, из них 3865 – глубокофокусные Памиро-Гиндукушские землетрясения с $h \geq 70$ км и 1132 – мелкофокусные толчки с $h < 70$ км, разбросанные по всей территории. Из них 284 землетрясения локализованы вне зоны ответственности (в пределах координат $36-40^\circ N$, $67-75^\circ E$ и $40-41^\circ N$, $69-71^\circ E$).

Минимальная глубина гипоцентра $h = 3$ км присвоена пяти землетрясениям с $K_p \div 9$ в Душанбино-Вахшском районе (7 мая в $13^h 46^m$, 5 августа в $06^h 16^m$, 10 сентября в $07^h 32^m$, 18 сентября в $20^h 39^m$ и 27 декабря в $12^h 26^m$), а максимальная – $h = 270$ км – восьми землетрясениям с $K_p \div 9-10$, локализованным в мантии [6].

Макросейсмические сведения в оригинале каталога [6] представлены для 28 землетрясений, но для 19 из них лишь в одном пункте, чаще всего в Душанбе (12 раз). Лишь для девяти землетрясений сведения об осязти даны в двух-пяти пунктах.

Далее в сводный каталог [7] в ред. были добавлены значения разных магнитуд: по поверхностным волнам – MS [8], M_s [9]; объемным волнам – $MPSP$ [8], m_b [9]; моментные магнитуды

M_w вместе с сейсмическим моментом M_0 по данным трех основных агентств – MOS [8], NEIC [9], GCMT [10], и составлен отдельный файл [11] с макросейсмическими данными о землетрясениях Таджикистана и прилегающих районов, где в оригинальные данные из [6] включены дополнительные сведения из каталога землетрясений Центральной Азии [12], сейсмологического бюллетеня ГС РАН [8], NEIC [13] и таблиц пунктов-баллов трех обследованных землетрясений [14–16]. В итоге число ощутимых землетрясений возросло до 37. Все макросейсмические данные были расписаны по конкретным населенным пунктам в специальном приложении [11]. Общее число сотрясенных населенных пунктов в 2013 г. около 100 [17]. В каталоге механизмов очагов землетрясений Таджикистана [18] региональных решений нет, все они заимствованы *ред.* из других источников [10, 19].

Сильные землетрясения. Наиболее сильные ($K_p \geq 12.6$) события за 2013 г. представлены в табл. 1, суммарное число их составило $N_{\Sigma} = 20$, на одно больше, чем в 2012 г. [1].

Таблица 1. Основные параметры землетрясений Таджикистана с $K_p \geq 12.6$ за 2013 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Гипоцентр				K_p	Магнитуда				
			φ° , N	λ° , E	h , км	h_{RP} , км [1]		M_w [10]	MS [8]	M_s [9]	$MPSP$ [8]	m_b [9]
1	22.01	15 09 18	36.40	68.90	20	31	13.2	5.2	4.7	4.8	5.4	5.2
2	03.03	02 37 21	36.60	71.10	250	241	12.6				4.5	4.4
3	18.03	01 07 42	36.50	70.20	200	215	12.7				4.7	4.5
4	04.04	06 31 33	36.80	71.20	250	243	14.0	5.4			5.5	5.4
5	05.04	22 55 01	36.45	71.30	100	101	13.3	5.4			5.8	5.6
6	20.05	17 18 12	36.50	70.50	180	205	12.7	4.9			4.6	4.8
7	24.05	22 18 30	40.92	69.20	10	13	14.1	5.3	5.2	5.2	5.5	5.5
8	26.05	06 08 16	39.90	67.60	10	16	15.0	5.8	5.9	5.9	6.3	6.2
9	16.06	20 47 13	36.60	71.00	240	233	12.7				4.8	4.6
10	21.06	20 51 50	36.90	73.00	10	34	12.8	4.8	4.1	4.0	5.0	4.8
11	30.06	04 59 24	39.40	73.50	10	23	13.0	5.0	4.3	4.3	5.3	5.0
12	03.07	07 04 18	36.55	70.40	200	208	13.0	5.2			4.9	4.9
13	20.07	22 13 22	36.70	71.30	200	227	13.0				4.5	4.5
14	29.07	08 08 01	36.50	70.60	180	201	12.8	5.1			4.8	4.6
15	29.07	21 33 36	36.70	71.10	210	228	12.7				4.6	4.5
16	24.08	02 35 48	37.10	71.70	10		12.8	4.8		3.9	5.0	4.7
17	24.08	16 56 23	37.10	71.75	10		13.0	4.8	4.0		5.0	4.6
18	02.11	04 59 48	36.60	70.90	190	205	12.7				4.8	4.7
19	29.11	06 25 25	36.70	71.20	60	48	12.7	5.0	4.3	4.0	5.0	4.8
20	09.12	17 40 32	36.25	70.70	100	137	12.9				4.6	4.7

Отметим хорошее определение глубин очагов сильных землетрясений в регионе, если в качестве критерия взять разность Δh региональных определений и оценки ISC по обменным pP -волнам, варьирующей в 30 % случаев от 1 до 8 км, в 50 % – от 11 до 18 км и в целом не превышающей 27 км. Пространственно 80 % сильных землетрясений возникли в Афганской подзоне Гиндукуша, большая часть имеет глубины >70 км. Эти 20 землетрясений, дополненные событиями с энергией на порядок ниже (с $K_p \geq 11.6$), показаны на карте эпицентров (рис. 3).

Здесь номера присвоены, как и в каталоге [7], землетрясениям с $K_p \geq 12.6$; землетрясения 12 класса без номеров. Отметим особенности этой карты. Во-первых, все землетрясения 13 класса и выше локализованы вне государственных границ Республики. Во-вторых, заметно затишье в зоне глубинных разломов I порядка (рис. 2): Заамин-Хайдараканского (№ 2), Южно-Гиссарского (№ 3) с примыкающим Илякско-Вахшским (№ 4) и Дарваз-Заалайского (№ 5).

Из внешних землетрясений, относительно западных границ Республики, заслуживают внимания два, с номерами № 7 и № 8, локализованные в Узбекистане (рис. 3). По времени они близки – 24 мая в 22^h18^m с $K_p = 13.7$, $I_0 = 7$ баллов и 26 мая в 06^h08^m с $K_p = 15.0$, $I_0 = 8$, т.е. менее, чем через 1.5 суток. Они обследованы и описаны в отдельных статьях настоящего ежегодника по региону Центральная Азия [15, 16], а их таблицы пунктов-баллов продублированы по необходимости в файле макросейсмических данных [11] по территории ответственности (36–40°N, 67–75°E; 40–41°N, 68–72°E) каталога землетрясений Таджикистана.

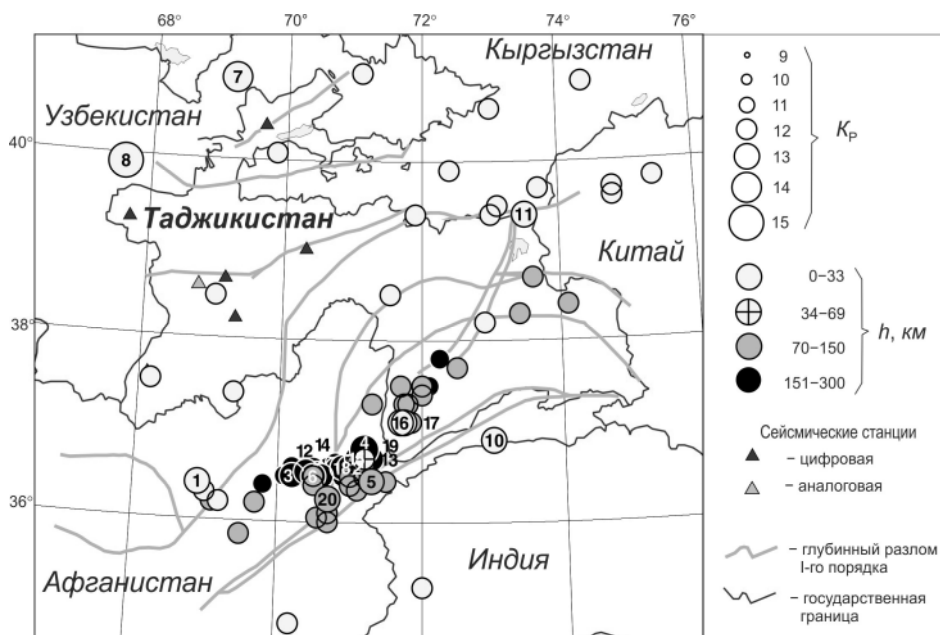


Рис. 3. Карта эпицентров сильных ($K_p \geq 11.6$) землетрясений Таджикистана за 2013 г.

Непосредственно на территории республики из сильных ($K_p \geq 12.6$) землетрясений отмечен лишь южный дуплет коровых землетрясений № 16 и № 17, зарегистрированных 24 августа в 45 км к юго-востоку от Хорога с разницей в 14^h – в 02^h35^m с $K_p=12.8$, $M_{wGCMТ}=4.8$ и в 16^h56^m – с $K_p=13.0$, $M_{wGCMТ}=4.8$ – и вызвавших в Хороге сотрясения с $I_i=4$ балла [11]. Они имеют равные глубины очагов $h=10$ км, очень близкие координаты (табл. 1, рис. 3) и входят в непродолжительный (с 23 по 28 августа) рой из 42 мелких ($h=10$ км) толчков с $K_p \geq 8.6$, отмеченных как «рой» в годовом каталоге [7].

Для них определены механизмы очагов [18], параметры которых приведены в табл. 2. Из табл. 2 и схем диаграмм на рис. 4 следует, что преимущественно сдвиговые подвижки в их очагах произошли по близзвертикальным (DP от 70° до 86°) плоскостям, но с вариациями: по нодалным плоскостям $NP1$ юго-западного (STK 130° и 126°) простирания у первого из них правосторонний сдвиг, у второго – левосторонний, и, наоборот, по плоскостям $NP2$ северо-восточного (38° и 217°) простирания. Кроме того, у них разные осложняющие сдвиги компоненты: сбросовые подвижки у толчка № 16 и взбросовые – у № 17.

Таблица 2. Решения механизмов очагов сильных роевых землетрясений № 16 и № 17

Агентство	Дата, д м ч мин с	t_0 , мин с	h_{pP} , км	Магнитуды			K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
				M_w	M_S	M_s		T		N		P		$NP1$			$NP2$			
								PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
GCMТ	24.08	02 35 48	10	4.8		3.9	12.8	10	262	69	145	18	356	130	84	-160	38	70	-6	[18]
GCMТ	24.08	16 56 23	10	4.8	4.0		13.0	10	82	78	236	5	351	126	79	176	217	86	11	[18]

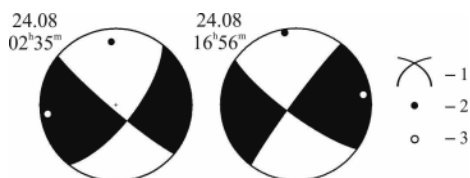


Рис. 4. Диаграммы механизмов двух очагов в Хорогской подзоне из табл. 2

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Максимальное глубокое землетрясение с $K_p=14.0$, $h=250$ км 4 апреля в 06^h31^m в эпицентре локализовано в зоне южного стыка трех глубинных разломов № 6, 8, 9, на рис. 2 – Ванч-Акбайтальского (№ 6), Бартанг-Пшартского (№ 8) и Афгано-Южно-Памирского (№ 9), но в гипоцентре эти разломы составляют верхнюю границу зоны субдукции в ядре глубоких землетрясений Памиро-Гиндукуша.

Статистика землетрясений и сейсмичность. Распределение всех землетрясений 2013 г. по крупным сейсмоактивным зонам представлено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE по крупным зонам I–IV за 2013 г.

№	Зона	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E,$ Дж
		9	10	11	12	13	14		
I	Юго-Западный Тянь-Шань	109 (71)	10 (7)	6 (6)	3 (0)	(0)	(0)	129 (84)	$1.04 \cdot 10^{14}$ $7.41 \cdot 10^{11}$
II	Южный Тянь-Шань	342 (312)	72 (63)	30 (16)	8 (5)	(0)	(0)	453 (397)	$1.01 \cdot 10^{15}$ $1.01 \cdot 10^{15}$
II	Памиро-Гиндукуш (коровые)	385 (508)	110 (155)	39 (56)	10 (2)	6 (4)	(2)	550 (728)	$6.15 \cdot 10^{13}$ $1.25 \cdot 10^{15}$
IV	Памиро-Гиндукуш (глубокие)	3045 (2452)	683 (740)	71 (91)	54 (37)	11 (10)	1 (1)	3865 (3331)	$1.17 \cdot 10^{14}$ $2.56 \cdot 10^{14}$
	Всего	3881 (3343)	875 (965)	146 (169)	75 (44)	17 (14)	2 (3)	4997 (4540)	$1.46 \cdot 10^{15}$ $2.51 \cdot 10^{15}$

Примечание. В скобках приведены данные за 2012 г. [1].

Как видим, уменьшение числа землетрясений произошло лишь в зоне III (550 вместо 728), а в остальных трех зонах – увеличение: 3865 вместо 3331 в зоне IV глубоких ($h \geq 70$ км) землетрясений, 453 вместо 397 – в зоне II (Южного Тянь-Шаня) и 129 вместо 84 – в самой северной и небольшой зоне I (Юго-Западного Тянь-Шаня). Суммарная энергия всех землетрясений в 2013 г. составила $\Sigma E = 1.46 \cdot 10^{15}$ Дж, что почти в два раза меньше, нежели в 2012 году. Карта эпицентров всех землетрясений с очагами в земной коре ($h < 69$ км) изображена на рис. 4, впрочем, в диапазоне $h = 35–69$ км всего три толчка, т.е. фактически слой очагов на рис. 4 с глубинами меньше 35 км.

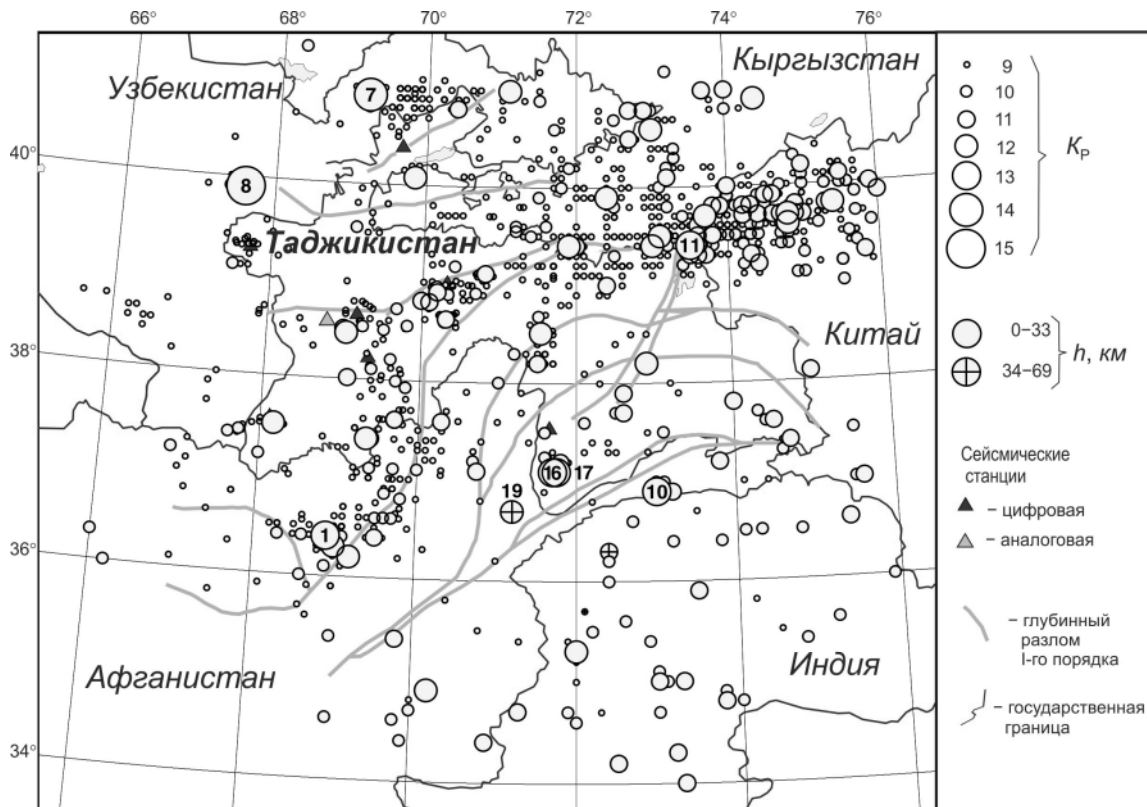


Рис. 4. Карта эпицентров всех коровых землетрясений Таджикистана и прилегающих территорий за 2013 г.

Рассмотрим детально сейсмичность в каждой из зон I–III коровых очагов.

В районе (I) – **Юго-Западного Тянь-Шаня** – сейсмическая активность значительно повысилась в северном направлении. Вне границы Таджикистана, на крайнем севере изучаемой территории, в пределах Узбекистана 24 мая в 22^h18^m возникло землетрясение с $K_p=14.1$ с глубиной очага $h=10$ км [15]. На территории Таджикистана оно ощущалось на севере Республики до 5 баллов в г. Худжанде (Ленинабаде), на расстоянии 78 км, и в столице Душанбе (262 км) – 2 балла.

В районе (II) – **Южном Тянь-Шане** – максимальный энергетический класс землетрясения $K_p=15.0$. Это землетрясение произошло вне государственных границ 26 мая в 06^h08^m в 44 км к северу от г. Пенджикента Согдийской области [16]. Оно сопровождалось небольшой серией последующих толчков средней величины с $K_p=9-10$, индексированных в каталоге [7], причем повторный толчок десятого энергетического класса лишь один – 26 мая в 16^h27^m. Сейсмические колебания от очага проявились в Таджикистане (в г. Душанбе 4 балла, в городах Худжанде и Курган-Тюбе 3–4 балла [7]; по III балла ММ [20, 21] в пгт Айни, Ура-Тюбе и в с. Бошкенгаш. Но в основном оно проявилось в Узбекистане (Заравшон, Джизак, Самарканд, Навои, Алмалык, Ташкент, Марджанбулак, Андижан, Газли) и частично в Казахстане (Тараз (Джамбул), Шымкент (Чимкент)) и Афганистане (Кабул, Чарикар, Джалалабад) [16].

Вовлечена в тектоническую активность юго-восточная окраина Таджикской депрессии возникновением 24 июня в 08^h05^m толчка с $K_p=12.1$ в 28 км к северо-востоку от г. Пянджа. Он ощущался в г. Душанбе (135 км) с интенсивностью 2 балла. В районе Кулябской впадины, в юго-восточной части Таджикской депрессии, зарегистрировано одно ощутимое землетрясение с $K_p=10.0$. Оно возникло 7 августа в 15^h19^m в 10 км к северо-западу от г. Куляба с поверхностной глубиной очага 5 км. Интенсивность сотрясений в г. Кулябе была 3 балла. В центральной части Гиссаро-Кокшаальского разлома 26 августа зафиксировано землетрясение с $K_p=11.5$ в 7 км к юго-востоку от пос. Дарбанд в Нурабадском районе. Глубина очага $h=10$ км [7]. Оно ощущалось в г. Душанбе (110 км) с интенсивностью в 2 балла.

Кроме того, отмечены толчки средних и малых энергетических уровней с $K_p=9.4$ и с $K_p=8.4$, произошедшие 18 и 23 сентября в 5 км к северу от сейсмической станции «Игрон» и в 13 км к югу от г. Нурека примерно в 20 м южнее акватории Нурекского водохранилища. Гипоцентры расположены в приповерхностном слое земной коры на глубине 3 км. Ощущались в Игроне до 3 баллов [11].

На территории Душанбино-Вахшского района ($\varphi=37.8^\circ-39.3^\circ\text{N}$, $\lambda=68.0^\circ-70.5^\circ\text{E}$) несколько активизировался сейсмический процесс в западной части Илякско-Вахшского глубинного разлома (№ 4 на рис. 2), где отмечено землетрясение с $K_p=12.4$, названное Вахдатским [14]. Оно произошло 10 ноября в 05^h15^m в 11 км к югу от г. Вахдата (г. Орджоникидзебад) на глубине 10 км и сопровождалось множеством слабых афтершоков [22]. Толчок ощущался в радиусе 11 км до 4–5 баллов в г. Вахдате, в г. Душанбе (26 км) – 4 балла и есть еще три ощутимых афтершока: 10 ноября в 12^h03^m с $K_p=7.9$, $I_0=2-3$; 11 ноября в 02^h21^m с $K_p=11.0$, $I_0=4$; 28 ноября в 23^h50^m с $K_p=9.1$, $I_0=3$. Последние реализовались вблизи эпицентра главного толчка. Наиболее сильный афтершок с $K_p=11$ зафиксирован на следующий день, 11 ноября, через 10 часов. Всего зарегистрировано 15 форшоков и 431 афтершок с $K_p=6-11$ в диапазоне $\Delta\varphi=38.44-38.56^\circ\text{N}$, $\Delta\lambda=68.97-69.18^\circ$ [22].

Всплеск сейсмической активности наблюдался в относительно асейсмичной юго-западной части Таджикской депрессии, где 12 ноября в 16^h30^m отмечено землетрясение с $K_p=11.9$ в 9 км к северу от Шаартуза, где ощутимость была 4–5 баллов и 3–4 балла в Кумсангире (41 км), Колхозабаде (43 км), Курган-Тюбе (60 км) [7].

Толчок с $K_p=12.0$ возник 6 декабря в 10^h24^m в 20 км югу от г. Кайраккума на территории Кыргызстана вблизи границы с Таджикистаном [7]. Эпицентр приурочен к зоне между юго-западной частью Северо-Ферганского (№ 1 на рис. 2) и центральной частью Заамин-Хайдаркандского (№ 2) разломов. Толчок ощущался на севере Республики: в Кайраккуме (20 км) до 4–5 баллов, Худжанде (34 км) – 4 балла, Канибадаме – (52 км) 3–4 балла [7].

В Памиро-Гиндукушской зоне (III) сейсмичность в пределах земной коры уменьшилась по уровню суммарной сейсмической энергии больше, чем на 2 порядка – $1.25 \cdot 10^{15}$ Дж вместо $5.15 \cdot 10^{13}$ Дж (табл. 3). В южной части Афгано-Таджикской впадины, в сейсмической зоне сближения Банди-Туркестанского поднятия и западных отрогов Гиндукуша, между Альбурз-Мормульским (№ 11 на рис. 2) и Афгано-Северопамирским (№ 5) разломами 22 января в 15^h09^m

отмечено землетрясение с $K_p=13.2$ [7], $M_{wGCMT}=[10]$ на глубине $h=20$ км. Оно ощущалось на территории Таджикистана в Душанбе (241 км) с $I_i=2-3$ балла [11].

В юго-западной части Южного Памира зарегистрированы два землетрясения с $K_p=13$ (рис. 3), входящие в рой из 48 толчков, описанный выше среди сильных землетрясений. Там же рассмотрены диаграммы механизмов их очагов. Эпицентры этих очагов расположены примерно в 45–47 км к юго-востоку от г. Хорога и в 18–20 км к юго-западу от с. Рошкала и приурочены к восточному склону центральной части Ишкашимского хребта. Они проявились в г. Хороге с интенсивностью до 4 баллов [7].

В Ванчском районе 3 марта в 03^h12^m возник толчок с $K_p=12.4$ к северо-востоку от Ванча, приуроченный к западному окончанию Ванч-Акбайтальского разлома (№ 6 на рис. 2), на глубине 10 км. Он ощущался в г. Ванче (32 км) до 4 баллов и вызвал 3-балльные сотрясения в Хороге (113 км) и Гарме (117 км) [7, 11].

В районе сближения Кулябской впадины с Северным Памиром, за 70 меридианом, 4 февраля в 17^h47^m произошло землетрясение с $K_p=11.4$ в 58 км к юго-востоку от г. Куляба. Глубина гипоцентра составила $h=30$ км. Очаг этого толчка связан с зоной южного окончания Дарваз-Заалайского разлома (№ 5 на рис. 2). Он ощущался на расстоянии до сотни километров до 3 баллов (Рушан, 114 км).

В Памиро-Гиндукушской зоне (IV) глубокофокусных землетрясений локализовано 3865 землетрясений с $K_p \geq 8.6$ на глубинах $h=70-270$ км. Их пространственное распределение представлено на рис. 5.

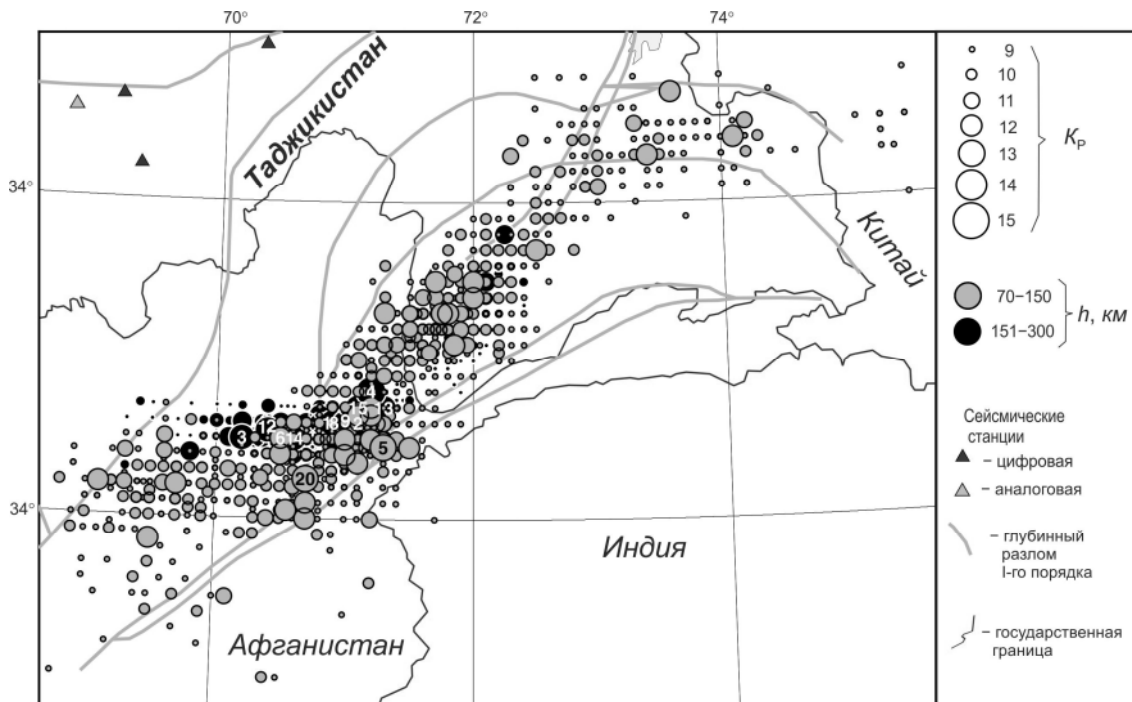


Рис. 5. Пространственное распределение глубокофокусных землетрясений в Памиро-Гиндукушской зоне в 2013 г.

Традиционно вся область глубокофокусных землетрясений подразделяется по плотности гипоцентров на три подзоны: Афганскую ($\varphi \leq 36.9^\circ N$), Хорогскую ($\varphi \leq 37.9^\circ N$) и Мургабскую ($\varphi \leq 38.8^\circ N$). Такое деление целесообразно, так как они характеризуются разным видом распределения землетрясений по глубине и разной ориентацией. Действительно, Афганская и Мургабская подзоны близширотны, особенно первая, и состыковываются через северо-восточную Хорогскую подзону.

Наибольшее число глубоких землетрясений, равное 2502 из 3865, находится в Афганской подзоне, в том числе 12 сильных ($K_p \geq 12.6$) из 20 (табл. 1). При этом, при внимательном рассмотрении видно, что черные кружки эпицентров землетрясений с $h \geq 150$ км локализованы на больших широтах относительно землетрясений с $h=70-150$ км, чего нет в Хорогской подзоне. А это означает наличие угла падения на север некоей плоскости размещения всей массы гипо-

центров глубоких очагов, с одной стороны, и, следовательно, перекручивание плоскостей Афганской и Хорогской подзон в ядре очаговой зоны Памиро-Гиндукуша в целом (примерно с координатами 36.4–36.6 N°, 70.8–71.3 E°), с другой, что подтверждает ранее [23] полученные результаты. Именно в этом чрезмерно деформированном объеме локализованы почти все сильные глубокие землетрясения, нанесенные на карту белым шрифтом; их номера в направления слева направо соответственно равны: №№ 3, 12, 6, 14, 18, 9, 2, 15, 4, 13.

Распределение глубоких землетрясений по энергетическим классам в пределах Афганской, Хорогской и Мургабской подзон дано в табл. 4. Как уже отмечено выше, всегда большинство глубокофокусных землетрясений происходит в Афганской подзоне Гиндукуша.

Таблица 4. Распределение глубоких землетрясений по энергетическим классам в пределах Афганской, Хорогской и Мургабской подзон в 2013 г.

Подзона	K_p						$N(K_p \geq 12)$	N_{Σ}
	9	10	11	12	13	14		
Афганская	1944 (1536)	455 (527)	51 (68)	40 (27)	11 (9)	1 (1)	52 (37)	2502 (2168)
Хорогская	991 (847)	217 (187)	17 (21)	11 (7)	– (1)	– (–)	11 (8)	1236 (1063)
Мургабская	110 (69)	11 (26)	3 (2)	3 (3)	– (–)	– (–)	3 (3)	127 (100)
Всего	2452 (2452)	740 (740)	91 (91)	37 (37)	10 (10)	1 (1)	48 (48)	3865 (3331)

Примечание. В скобках для сравнения представлено количество землетрясений в 2012 г.

Максимальный энергетический класс этой зоны необычно низкий, всего лишь 14. Землетрясение такой величины зарегистрировано 4 апреля в 06^h31^m на значительной глубине – 250 км. Оно произошло несколько в стороне от сейсмогенной зоны Юго-Западного Памира, в восточной части горной системы Северного Гиндукуша и вызвало сотрясения на территории Таджикистана с интенсивностью 2–3 балла в Хороге (80 км) и 3 балла в Душанбе (282 км) [7] по шкале MSK-64 [24]. Вне Таджикистана оно ощущалось с интенсивностью до 3 баллов по шкале MM [20] в столицах Афганистана (Кабул) и Пакистана (Исламабад) и в других городах этих государств – в Баглане, Джалалабаде (Афганистан); Пешавари, Музафарабаде (Пакистан).

Хорогская подзона представлена 11 толчками с $K_p=12$ на глубинах 80–200 км. Все три толчка с $K_p=12$ Мургабской подзоны имели глубины 90–100 км [7].

Подводя итоги, констатируем отсутствие в 2013 г. значимых землетрясений непосредственно на территории Таджикистана. Все сильные землетрясения реализовались вблизи северо-западных границ на территории Узбекистана и на севере Афганистана в очаговой зоне Памиро-Гиндукуша с промежуточными глубинами очагов.

Л и т е р а т у р а

1. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С 114–123.
2. Улубиева Т.Р. (сост.). Сейсмические станции Геофизической службы АН Республики Таджикистан в 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
3. Ачилов Г.Ш., Бабаев А.М., Мирзоев К.М., Михайлова Р.С. Сейсмогенные зоны Памира // Геология и геофизика Таджикистана. – № 1. – Душанбе: Дониш, 1985. – С. 117–138.
4. 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.
5. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
6. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валявская Т.Н. // Каталог (оригинал) землетрясений Таджикистана с $K_p \geq 8.6$ за 2013 г. с $N=4997$ – Душанбе: Фонды ГС АН РТ, 2014. – 159 с.

7. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валявская Т.Н., Артёмова Е.В. (сост.). Каталог землетрясений Таджикистана за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
8. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеismic станций), 2013 // ФИЦ ЕГС РАН [Сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013
9. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
10. Global CMT Catalog (GCMТ) [Сайт]. – URL: <http://www.globalcmt.org/>
11. Улубиева Т.Р., Джураев Р.У. (отв. сост.), Артёмова Е.В., Лукаш Н.А., Михайлова Р.С. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Таджикистана в 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
12. Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р. (по региону), Соколова Н.П. (по Кыргызстану), Гесель М.О. (по Казахстану), Кучкаров К.И. (по Узбекистану) (отв. сост.); Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Неверова Н.П., Проскурина Л.П., Бектурганова Б.Б., Проскурина А.В., Далбаева Ж.А., Досайбекова С.К., Холикова М.А., Зоиров Ф.Ф. (сост.). Каталог землетрясений Центральной Азии за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
13. National Earthquake Information Centre. [Сайт]. – URL: <ftp://hazards.cr.usgs.gov/edr/>
14. Джураев Р.У. Вахдатское землетрясение 10 ноября 2013 г. с $K_p=12.4$, $MS=4.7$, $I_0=6$ (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 453–465. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.40
15. Усманова М.Т., Джураев А., Фролова А.Г., Нурматов У.А., Икрамова Д.А., Саттарова А.М. Туябугузское землетрясение 25 мая 2013 г. с $K_p=14.1$, $MS=5.2$, $I_0=7$ (Приташкентский район, Узбекистан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 397–408. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
16. Усманова М.Т., Джураев А., Шерматов М.Ш., Фролова А.Г., Саттарова А.М. Маржанбулакское землетрясение 26 мая 2013 г. с $K_p=15.0$, $MS=5.9$, $I_0=8$ (Узбекистан, Джизакская область) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 409–420. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36
17. Улубиева Т.Р., Джураев Р.У. (отв. сост.), Пойгина С.Г., Бахтиярова Г.М., Артёмова Е.В., Лукаш Н.А. (сост.). Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Таджикистана за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
18. Лукаш Н.А., Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
19. Муралиев А.М. (по региону) (отв. сост.); Малдыбаева М.Б. (Кыргызстан), Абдыраева Б.С. (Кыргызстан), Досайбекова С.К. (Казахстан), Кучкаров К.И. (Узбекистан), Холикова М.А. (Узбекистан), Зоиров Ф.Ф. (Узбекистан) (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
20. The Modified Mercalli Intensity Scale. USGS National Earthquake Information Centre [Сайт]. – URL: <http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>
21. United States Geological Survey (USGS). [Сайт]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp000jyqe/dyfi/responses>
22. Улубиева Т.Р. (отв. сост.). Форшоки и афтершоки Вахдатского землетрясения 10 ноября 2013 г. $K_p=12.4$, $M_w=4.9$, $I_0=6$ баллов. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
23. Михайлова Р.С., Бибарсова Д.Г. Сейсмическая активность глубокофокусных землетрясений Памиро-Гиндукушской зоны // Землетрясения Средней Азии и Казахстана, 1983. – Душанбе: Дониш, 1985. – С. 129–143.
24. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.

METADATA IN ENGLISH

TAJIKISTAN

T.R. Ulubieva¹, R.S. Mikhailova², L.I. Risling¹¹Geophysical Survey, of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan, tanya_55_08@mail.ru²Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, Russia, rm-gs@mail.ru

Abstract. The catalog of Tajikistan earthquakes for 2013 contains 4997 earthquakes with $K_p=8.6-15.0$, of which 3865 are deep-focus Pamir-Hindu Kush earthquakes with $h=70-250$ km and 1132 – shallow earthquakes scattered throughout the territory. The total seismic energy released in the foci of all earthquakes amounted to $\Sigma E=1.46 \cdot 10^{15}$ Joules. Immediately within the borders of the Republic the largest perceptible ($K_p=12.4$, $M_w=4.7$, $I_0=6$) was the earthquake on November 10 in the Wakhdad region. The largest among deep earthquakes in 2013 occurred in the Afghan subzone on April 4 with $K_p=14.0$, $M_w=5.4$, $h=250$ km. Due to a big depth, it caused shocks of low intensity ($I \leq 3$) in the epicentral zone but was felt in Tajikistan, Afghanistan, Pakistan. However, in general, the seismic process in the Republic proceeded in the background regime.

Key words: seismicity of the territory of Tajikistan, seismic network, earthquake catalog.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.10

For citation: Ulubieva, T.R., Mikhailova, R.S., & Risling, L.I. (2019). Tajikistan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 120–130. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.10

References

1. Ulubieva, T.R., Mikhailova, R.S., & Risling, L.I. (2018). Tajikistan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21 (2012), 114–123. (In Russ.).
2. Ulubieva, T.R. (2019). Seismic stations of the Geophysical Survey, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan in 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
3. Achilov, G.Sh., Babaev, A.M., Mirzoev, K.M., & Mikhailova, R.S. (1985). [Seismogenic zones of the Pamirs]. *Geologiya i geofizika Tadjikistana* [Geology and Geophysics of Tajikistan], 1, 117–138. (In Russ.).
4. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Ekspperimental'naiia seismika. Trudy IFZ ANSSSR № 32 (199)* [Experimental seismic. Proceedings of the IFZ SA USSR № 32 (199)] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
5. Rautyan, T.G. (1960). [Earthquake energy]. *Trudy IFZ AN SSSR* [Proceedings of the IPF of the USSR Academy of Sciences], 9 (176), 75–114. (In Russ.).
6. Ulubieva, T.R., Risling, L.I., Nilobekova, Z.G., Mamatkulova, Z.S., Dmitrieva, T.N., Kutuzova, A.P., & Valiavskaia, T.N. (2019). *Katalog (original) zemletriasenii Tadjikistana s $K_p \geq 8.6$ za 2013 g. s $N=4997$* [Catalog (original) of earthquakes in Tajikistan from $K_p \geq 8.6$ for 2013 with $N=4997$]. Dushanbe, Russia: Funds of the GS AN RT, 159 p. (In Russ.).
7. Ulubieva, T.R., Risling, L.I., Mikhailova, R.S., Nilobekova, Z.M., Mamatkulova, Z.S., Dmitrieva, T.N., Kutuzova, A.P., Valiavskaia, T.N., & Artemova, E.V., (2019). Catalog (original) of earthquakes in Tajikistan for 2013 with $N=4997$. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
8. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. (2019). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013/
9. International Seismological Centre. (2019). On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
10. Global CMT catalog. (2019). Retrieved from <http://www.globalcmt.org/>
11. Ulubieva, T.R., Djuraev, R.U., Artemova, E.V., Lukash, N.A., & Mikhailova, R.S. (2019). Macro seismic effect of tangible earthquakes in Tajikistan in 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).

12. Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Sokolova, N.P., Gessel, M.O., Kuchkarov, K.I., Moldobekova, S., Pershina, E.V., Afonina, L.R., Neverova, N.P., Proskurina, L.P., Bekturganova, B.B., Proskurina, A.V., Dalebaeva, Zh., Dosaibekova, S.K., Kholikova, M.A., & Zoirov, F.F. (2019). The catalog of earthquakes of Central Asia for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
13. National Earthquake Information Centre. (2019). Retrieved from <ftp://hazards.cr.usgs.gov/edr/>
14. Djuraev, R.U. (2019). Vahdats earthquake at 10 November 2013 with $K_p=12.4$, $MS=4.7$, $I_0=6$ (Tajikistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 453–465. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.40
15. Usmanova, M.T., Djuraev, A., Frolova, A.G., Nurmatov, U.A., Ikramova, D.A., & Sattarova, A.M. (2019). Tuyabuguz earthquake on May 25, 2013 with $K_p=14.1$, $MS=5.2$, $I_0=7$ (Tashkent district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 397–408. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
16. Usmanova M.T., Djuraev, A., Shermatov M.Sh., Frolova, A.G., & Sattarova, A.M. (2019). Marjanbulak earthquake on May 25, 2013 with $K_p=14.1$, $MS=5.2$, $I_0=7$ (Djizakh district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 409–420. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36
17. Ulubieva, T.R., Djuraev, R.U., Poigina, S.G., Bakhtiarova, G.M., Artemova, E.V., & Lukash, N.A. (2019). Information about the points for which there is information about the macroseismic manifestations of tangible earthquakes in Tajikistan for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
18. Lukash, N.A., Mikhailova, R.S. (2019). Catalog of earthquake foci mechanisms in Tajikistan in 2009. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
19. Muraliev, A.M., Maldybaeva, M.B., Abdyraeva, B.S., Dosaibekova, S., Kuchkarov, K.I., Kholikova, M.A., & Zoirov, F.F. (2019). Catalog of earthquake focal mechanisms in Central Asia for 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
20. The Modified Mercalli Intensity Scale. (2019). USGS National Earthquake Information Centre. Retrieved from <http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>
21. United States Geological Survey (2019). Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp000jyqe/dyfi/responses>
22. Ulubieva, T.R. (2019). Forshoki and aftershocks of the Vahdat earthquake on November 10, 2013 $K_p=12.4$, $M_{WGCMT}=4.9$, $I_0=6$. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), Appendix on CD. (In Russ.).
23. Mikhailova, R.S., & Bibarsova, D.G. (1983). [Seismic activity of deep-focus earthquakes of the Pamir-Hindu Kush zone]. In *Zemletriaseniia Srednei Azii i Kazakhstana* [Earthquakes of Central Asia and Kazakhstan] (pp. 129–143). Dushanbe, Russia: Donish Publ. (In Russ.).
24. Medvedev, S.V. International seismic intensity scale. In *Seismicheskoe raionirovanie SSSR* [Seismic zoning of the USSR] (pp. 151–162). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).