

УДК 550.8.05 (235.216)

Гребенникова В.В., Фортуна А.Б.
Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан

СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗААЛАЙСКОГО ХРЕБТА (ПАМИРО-АЛАЙСКАЯ ЗОНА)

Аннотация. Приведены результаты исследований сейсмического режима Заалайского хребта (Памиро-Алайская зона). Рассмотрены наиболее сильные землетрясения, произошедшие в данном регионе в 2016 г. и 2017 г.

Ключевые слова: Памиро-Алайская зона, землетрясение, афтершок, эпицентр, гипоцентр, глубина, районирование.

ЧОҢ АЛАЙ ТОО КЫРКАСЫНДАГЫ СЕЙСМИКАЛУУЛУК (ПАМИР-АЛАЙ ЗОНАСЫ)

Кыскача мазмуну. Чоң Алай тоо кыркасынын (Памир-Алай зонасы) сейсмикалык режимин изилдөөлөрдүн жыйынтыктары келтирилген; ушул аймактагы 2016-ж. жана 2017-ж. болуп өткөн эң күчтүү жер титирөөлөр каралган.

Негизги сөздөр: Памир-Алай зонасы, жер титирөө, афтершок, эпиборбор, гипоборбор, терендик, райондоштуруу.

SEISMICITY OF THE ZAALAY RIDGE (PAMIR-ALAY ZONE)

Abstract. The results of studies of the seismic regime of the Zaalay ridge (Pamir-Alay area) are presented. The most powerful earthquakes, occurred in the region in 2016 and 2017, were considered.

Keywords: Pamir-Alay zone, earthquake, aftershock, epicenter, hypocenter, depth, zoning.

Заалайский хребет (или Чон-Алайский хребет, кирг. *Чоң Алай кырка тоосу*) входит в состав Памиро-Алайской системы складчатых хребтов. Он является северной границей Памирского нагорья и ограничивает с юга Алайскую впадину - передовая зона Южного Тянь-Шаня (рис. 1, 2).



Рис. 1. Обзорная карта Заалайского хребта и прилегающих территорий.



Рис. 2. Алайская долина, Заалайский хребет, река Кызыл-Суу (западная). Фото Thermorst

Хребет берёт свое начало от слияния рек Муксу и Кызыл-Суу (на западе), а заканчивается у подножья пика Иркештам - 5820 м (на востоке). На всем протяжении (210 км) хребет, в общем, имеет широтное направление и представляет часть дуги большого радиуса, вогнутостью обращённой на север. Средняя высота орогена - 5500 м, высшая точка – пик Ленина - 7134 м.

Перевалами Кызыл-Арт и Терс-Агар Заалайский хребет делится на 3 части: западную, длиной около 64 км с разветвлённой сетью северных отрогов; центральную, которая простирается на 92 км и является самой высокой частью хребта; и восточную, растянувшуюся на 52 км вплоть до границы с Китаем. Хребет имеет мощное оледенение - здесь 550 ледников общей площадью 1329 кв.км.

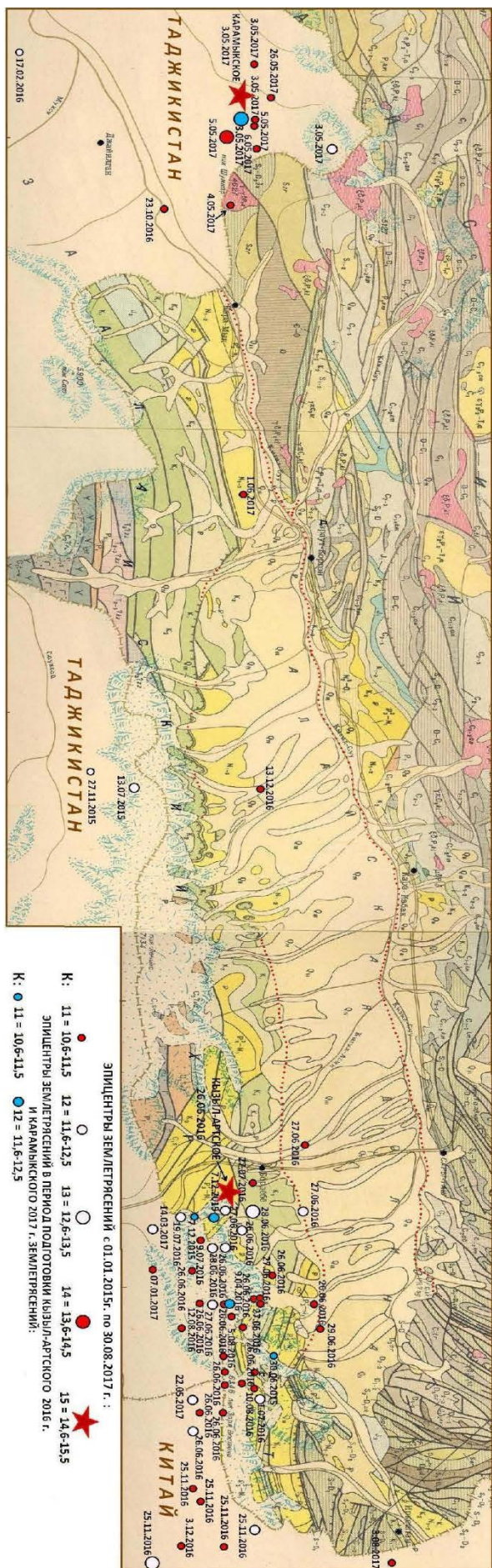
Алайская высокогорная долина («рай») - тектоническая впадина, вытянута вдоль реки Кызыл-Суу в широтном направлении на 150 км при ширине от 8 до 25 км с постепенным понижением с востока на запад и небольшим уклоном к югу. Верхняя часть долины, расположенная у истоков реки Кызыл-Суу, находится на высоте 3536 м, нижняя - у пос. Дараут-Курган на высоте 2240 м.

В былые времена по Алайской долине и через Заалайский хребет (по перевалу Кызыл-Арт - 3752 м), проходил отрезок караванной дороги знаменитого Великого «Шёлкового» пути, а сегодня здесь проходит высокогорный Памирский тракт, соединяющий города Ош (Кыргызстан) и Хорог (Таджикистан).

Геологическое строение района

Вся система северных хребтов Памиро-Алая, куда входит и Заалайский хребет, относится к зоне герцинской складчатости. Их геологическая история сходна с геологической историей развития южных цепей Тянь-Шаня. Заалайский хребет сложен осадочными и метаморфическими породами палеозоя - силурийские, девонские и пермские отложения, с включениями крупных интрузий (гранитов и диоритов). На северном склоне поднятия широкое развитие имеют породы мела, палеогена и неогена, представленные конгломератами, песчаниками, глинами, известняками с содержанием в большом количестве морской фауны, общей мощностью до 12—14 км (рис. 3). При этом палеогеновый комплекс пород, в котором выделяются все слои среднеазиатской схемы, трансгрессивно налегают на различные горизонты верхнего мела – от маастриха до турона включительно [1]. В олигоценное время в зоне Памиро-Алая начались интенсивные деформации, которые создали сложные складки и надвиги.

Рис. 3. Геологическая карта Заалайского хребта и прилегающих территорий с указанием очагов землетрясений (вырезка из «Геологической карты Киргизской ССР», 1980; масштаб 1:500 000).



По подошве северного склона Заалайского хребта протягивается Предзаалайский разлом - среднее звено Гиссаро-Кокшаальской системы разломов, которая прослеживается отсюда и к западу, и к востоку. На поверхности разлом представлен пологим надвигом (шарьяжем), по которому меловые отложения хребта надвинуты на кайнозойские породы Алайской впадины.

В этой же части Заалайского хребта выделяется отчётливая полоса дислокаций - одиночные или серии уступов, рвы, трещины, нередко сопровождаемые срывами, оползнями, развалами скальных выходов. Подобные дислокации могут возникнуть в результате резких импульсивных подвижек, сопровождавших сильные землетрясения. Так, по данным авторов [2] на изученных ими участках вдоль Заалайского хребта выявлены «следы» ряда сильных землетрясений с магнитудами от 7.5 до 7.6 ± 4 , которые произошли в период от 4 до 1 тыс. лет назад.

Заалайский хребет находится в зоне высокой сейсмической активности: на последней Карте сейсмического районирования территории Кыргызской Республики [3] эта зона обозначена, как Гиссаро-Кокшаальская сейсмогенерирующая зона - (16). По частоте, плотности и силе землетрясений данная зона является одной из сейсмоопасных территорий в мире. Интенсивность землетрясений здесь может достигать 9 баллов, максимально возможная магнитуда $M_{max} = 8.0$ (рис. 4). Ширина сейсмоактивной зоны составляет до 30 км. В неё укладываются все плейстосейстовые области наиболее сильных событий региона. Здесь чаще, чем в других сейсмоактивных районах Центральной Азии, происходят крупные землетрясения (рис. 3), например: Каракульское, $M=6.6$ (1963 г.); Маркансуйское $M=7.3$ (1974 г.); Дараут-Курганское, $M=6.8$ (1978 г.); Алайское, $M=6.1$ (1983 г.); Нуринское, $M=6.7$ (2008 г.); Кызыл-Артское, $M=6.5$ (2016 г.); Карамыкское, $M=6.5$ (2017 г.) и другие, последствиями которых стали гибель людей, разрушения строений, сходы оползней [3, 4]. Механизмы очагов этих землетрясений представлены двумя кинематическими типами - надвигами и сдвигами. Обилие, особенно сильных, землетрясений в исследуемом регионе можно связать с непрекращающимся в настоящее время ростом структур Памиро-Алайской системы, движения которых происходят как по продольным, так и поперечным разрывам.

Гипоцентры очагов сильных исторических (начиная с 250 г. до н.э.) и современных землетрясений, их форшоков и афтершоков с $M \geq 4.6$ располагаются, в основном, на глубинах от -10 до -30 км, то есть на глубинах, где горные породы находятся в хрупком состоянии. На рис. 5 видно, что активное тектоническое развитие района в очаговой области Кызыл-Артского (2016 г.) и Карамыкского (2017 г.) землетрясений характеризуется подъёмом поверхности Кюри до -24 км от земной поверхности. Глубже -30 км по данным расчётов глубин поверхности Кюри для рассматриваемого района горные породы, возможно, находятся в пограничной зоне перехода из хрупкого в пластическое состояние, что значительно уменьшает возможность формирования на этих глубинах очагов сильных землетрясений [5].

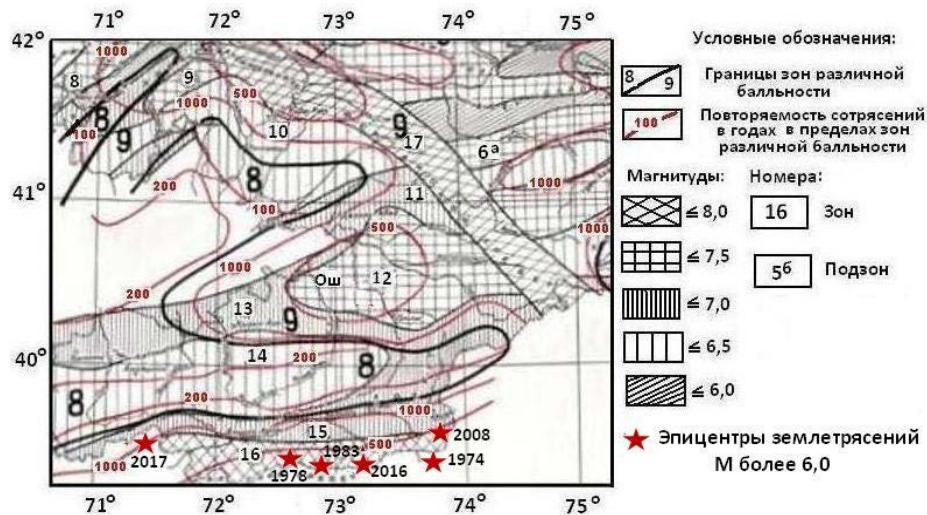


Рис. 4. Вырезка из Карты сейсмического районирования территории Кыргызской Республики (2011 г.), масштаб 1:1000 000 [3]. Красные звездочки - эпицентры землетрясений с $M \geq 6.0$: Каракульское, $M=6.6$ (1963 г.); Маркансуйское, $M=7.3$ (1974 г.); Дараут-Курганское, $M=6.8$ (1978 г.); Алайское, $M=6.1$ (1983 г.); Нуринское, $M=6.7$ (2008 г.); Кызыл-Артское, $M=6.5$ (2016 г.) и Карамыкское, $M=6.5$ (2017 г.).

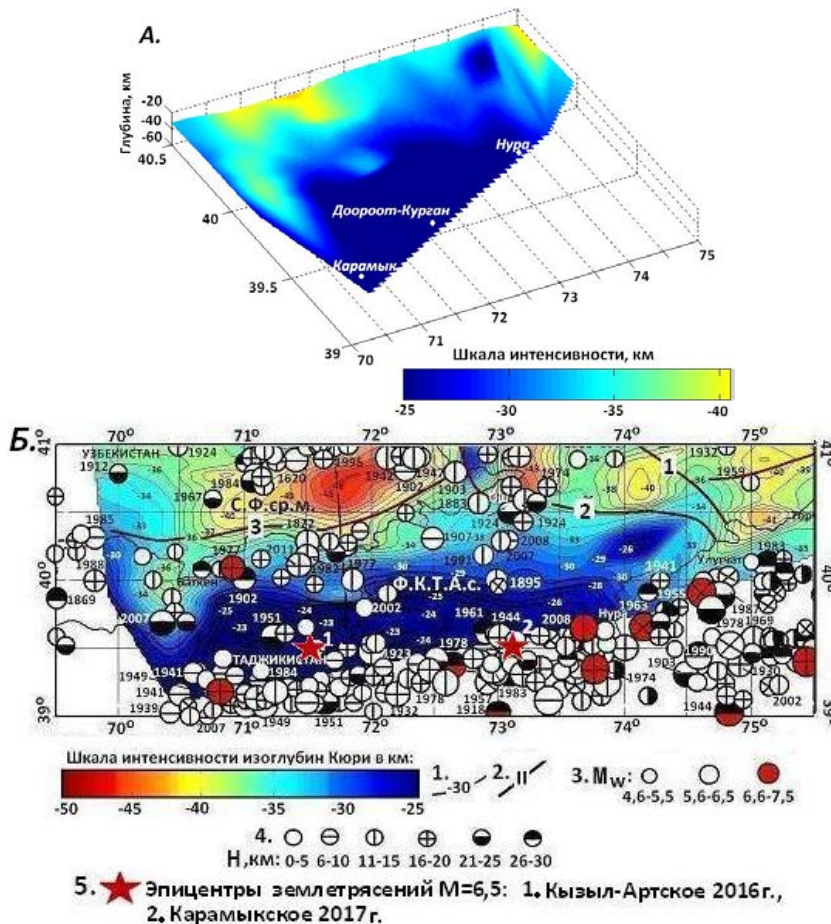


Рис. 5. Фрагменты: А- 3D и Б- 2D моделей изоглубин поверхности Кюри Южного Тянь-Шаня на стыке с Памирским орогеном по данным расчёта температур

радиогенного теплового поля [5]. Условные обозначения: 1 - изоглубины поверхности Кюри; 2 - основные глубинные разломы, разделяющие различные складчатые области и срединные массивы (цифры в квадратах: 1 - Таласо-Ферганский, 2 - Восточно-Ферганский, 3- Южно-Ферганский); 3 - I-I – линия геофизического профиля; 4 - эпицентры землетрясений исторических (начиная с 250 г. до н.э.) и современных по 2017 г., их форшоков и афтершоков с $M_w \geq 4.6$ (выборка по [7]); 5- Н, км – глубина гипоцентра (выборка по [7]); 6 - красные звездочки - эпицентры Кызыл-Артского (2016 г.) и Карамыкского (2017 г.) землетрясений с $M=6.5$. Буквенные обозначения [6]: Каледонско-герцинская область Срединного Тянь-Шаня: С.Ф.ср.м.– Сырдарьино-Ферганский срединный массив, Ф.К.–Фергано-Кокшаальская герцинская складчатая область, Т.А.с.– Туркестано-Алайский сектор.

Согласно карте-схеме вероятной сейсмической опасности, составленной Мамыровым Э. М. и Маханьковой В.А. в 2014 г. [8], в центральной части Гиссаро-Кокшаальской системы разломов на период 2014-2017 гг. выделены три района ожидаемых сильных землетрясений - РОЗ I-категории с сотрясаемостью 6-8 баллов (рис. 6): Сат-Шумкарский (СШ), Кызыл-Агынский (КА), Улуучатский (УЧ).

В 2016 г. на площади Кызыл-Агынского РОЗ (КА) произошло Кызыл-Артское землетрясение, $M=6.5$ ($\varphi=39.43^{\circ}N$; $\lambda=73.32^{\circ}E$; $H=15$ км; $K=15.1$; $I_0=7.5$), а в 2017 г. вблизи Сат-Шумкарского РОЗ (СШ) - Карамыкское землетрясение, $M=6.5$ ($\varphi=39.45^{\circ}N$; $\lambda=71.43^{\circ}E$; $H=23$ км; $K=14.5$; $I_0=6-7$).

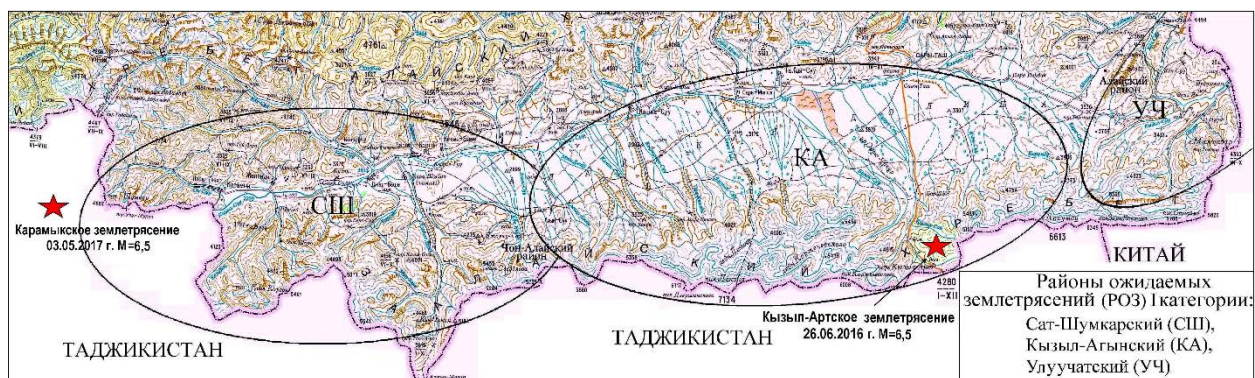


Рис. 6. Фрагмент карты-схемы вероятной сейсмической опасности Заалайского хребта и прилегающих территорий на период 2014-2017 гг. Красная звездочка - эпицентры землетрясений с $M=6.5$: Кызыл-Артское (26.06.2016 г.) и Карамыкское (03.05.2017 г.) [8].

Эпицентр Кызыл-Артского землетрясения 2016 г. расположен на северном склоне Заалайского хребта (рис. 7), в 50 км к юго-западу-западу от села Нура, в 9 км к юго-востоку от села Бор-Дёбё и в 6 км к востоку от автомобильной дороги, ведущей на перевал Кызыл-Арт.

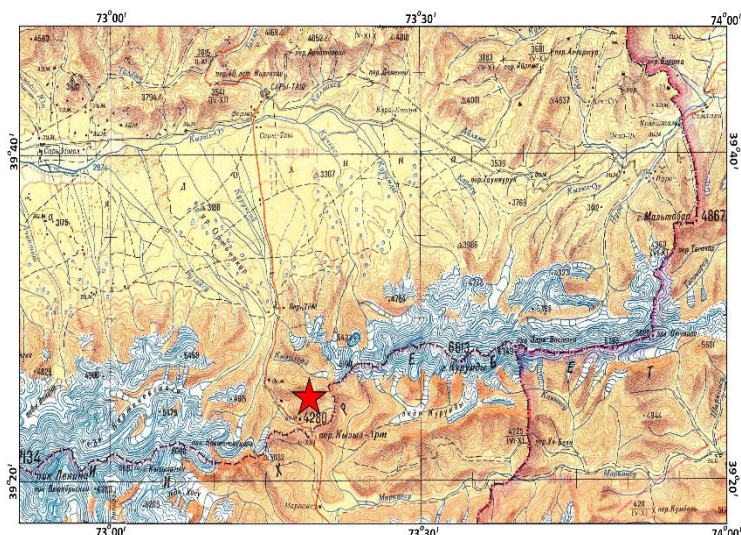


Рис. 7. Карта восточной части Заалайского хребта (Алайский район Ошской области), масштаб 1:500000. Звёздочкой обозначено место эпицентра Кызыл-Артского землетрясения, (26.06.2016 г.) $M=6.5$.

На рис. 8 показана карта расположения эпицентра Кызыл-Артского землетрясения, (26.06.2016 г.) $M=6.5$ и области с рассчитанной интенсивностью сейсмических сотрясений в населённых пунктах (объектах) от 7.5 до 4 баллов. Результаты расчётов, выполненных с помощью базы данных и программы «SEISMIC INTENSITY» [9, 10,11], представлены в таблице 1. Теоретическая карта изосейст плейстосейстовой области Кызыл-Артского землетрясения (26.06.2016 г.) показана на рис. 9.

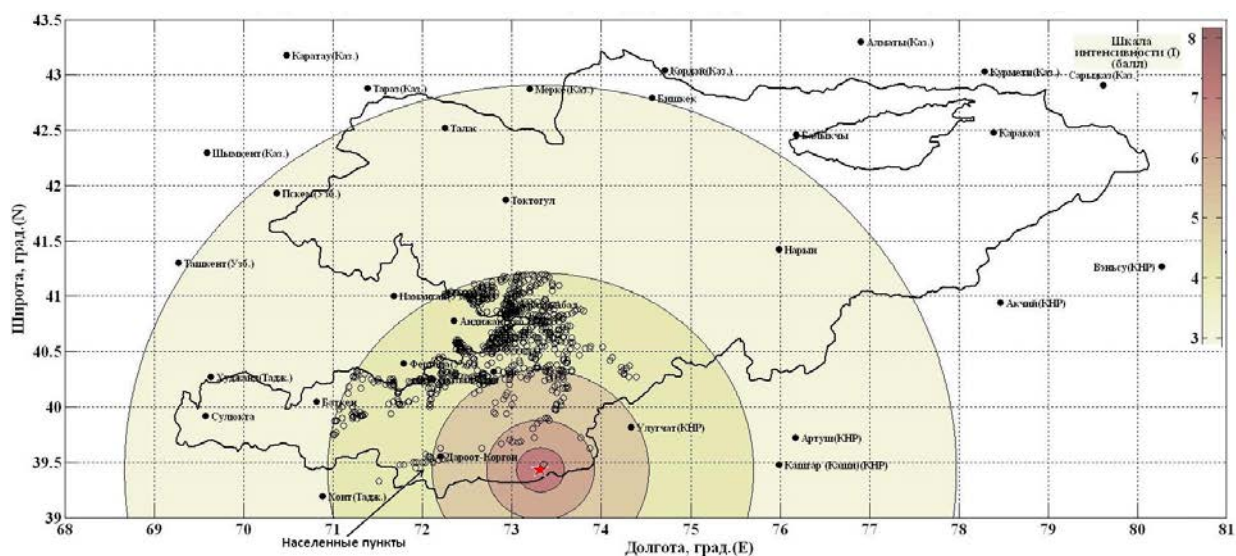


Рис. 8. Карта расположения инструментального эпицентра (красная звёздочка) Кызыл-Артского землетрясения, (26.06.2016 г.) $M=6.5$, $h=10$ км, $K_p=15.1$, и области с рассчитанной интенсивностью сейсмических сотрясений населённых пунктов и объектов (чёрные кружки) $I_{min}=4$ балла (карта построена с помощью [9, 10, 11]).

Таблица 1.

Фрагмент расчёта интенсивности сейсмических сотрясений ($I_{\min}=6$ баллов) в населённых пунктах Ошской области Кыргызской Республики при Кызыл-Артском землетрясении, произошедшем 26.06.2016 г. в Кызыл-Агынском РОЗ (КА) [9, 10, 11].

№	Населённые пункты	Область	Район	Айылдык аймактары (Айылный кенеш)	Δ , км	I_i , балл
1	Бор-Дёбё	Ошская	Алайский	Сары-Таш (Сары-Ташский)	8.81	7.5
2	Сары-Таш	Ошская	Алайский	Сары-Таш (Сары-Ташский)	32.71	6.6
3	Кёк-Булак (Кёк-Булак)	Ошская	Алайский	Талды-Суу (Талды-Сууский)	34.15	6.6
4	Арча-Булак	Ошская	Алайский	Талды-Суу (Талды-Сууский)	34.65	6.6
5	Кургак	Ошская	Алайский	Талды-Суу (Талды-Сууский)	38.66	6.4
6	Ак-Босого	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	41.74	6.3
7	Талды-Суу	Ошская	Алайский	Талды-Суу (Талды-Сууский)	41.74	6.3
8	Сары-Могол	Ошская	Алайский	Сары-Могол (Сары-Моголский)	45.20	6.2
9	Бурган-Суу (Бургансуу)	Ошская	Чон-Алайский	Кашка-Суу (Кашка-Сууский)	45.20	6.2
10	Кызыл-Алай	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	46.74	6.1
11	Кёк-Суу (Кёк-Суу)	Ошская	Алайский	Сары-Таш (Сары-Ташский)	49.31	6.1
12	Чоң-Каракол (Чон-Каракол)	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	49.95	6.0
13	Геджиге	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	50.63	6.0
14	Нура	Ошская	Алайский	Сары-Таш (Сары-Ташский)	50.76	6.0
15	Ак-Жай (Ак-Джай)	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	52.41	6.0
16	Кичи-Каракол	Ошская	Алайский	Үч-Дөбө (Үч-Дөбөнский)	52.59	6.0

Область максимальных сотрясений (7,5 – 7) и 6 баллов охватила, в основном, населенные пункты Алайского района Ошской области, характеризующиеся низкой плотностью населения, которое в основном проживает в селах, расположенных вдоль реки Кызыл-Суу и её притоков. В плейстосейстовой зоне данного события, в 9 км к северо-западу от эпицентра, расположено село Бор-Дёбё, в котором интенсивность сотрясения достигала 7,5 баллов. В населенных пунктах Сары-Таш, Кёк-Булак, Арча-Булак интенсивность сотрясения составила 6,6 баллов. По данным МЧС КР Кызыл-Артское землетрясение не вызвало каких-либо деформаций и повреждений.

Изосейсты 7,5 и 6 балльной интенсивности имеют форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована в северо-западном направлении. В пределы изосейст 5 баллов вошла большая часть территорий Ошской и Баткенской областей.

Главный толчок этого сейсмособытия сопровождался многочисленными афтершоками: Центром данных ИС НАН КР с 26 июня по 10 октября 2016 г. было зарегистрировано 2855 афтершоков (рис. 10).

На рис. 10 видно, что облако афтершоков вытянуто в северо-западном направлении. Длина продольной оси ≈ 40 км, поперечной – ≈ 25 км. Наиболее сильный

афтершок, с силой в эпицентре 6 баллов ($K=13.5$, $M_{rv} = 6.1$), произошел 29.06.2016 г. в 03 часа 38 минут по времени Бишкека вблизи очага главного толчка (координаты: $\phi = 39,47^\circ$; $\lambda = 73,38^\circ$).

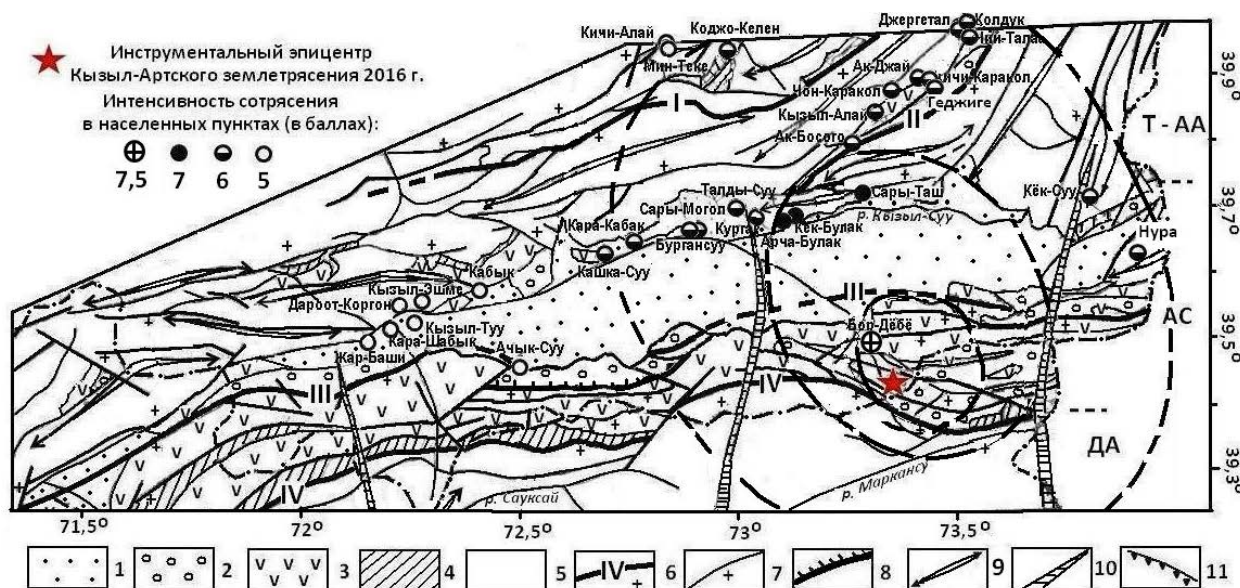


Рис. 9. Теоретические изосейсты интенсивностью от 7.5 до 5 баллов Кызыл-Артского землетрясения (26.06.2016 г.) [12] на фрагменте карты новейших структурных форм Памира-Алая по О.К. Чедия [13]. Условные обозначения: 1-5 – отложения: 1 – четвертичные, 2 – новейшая моласса $P_3 - N_1$ и $N_2 - Q_1$, 3 – меловые и палеогеновые, 4 – триас-юрские и лейасовые, 5 – палеозойские без расчленения; 6 – новейшие краевые разломы: I – Южно-Наукатский, II – Алдаярский, III – Заалайский, IV – Дарваз-Каракульский (знаком «+» обозначено взброшенное крыло); 7 – прочие крутопадающие разрывы; 8 – надвиги; 9 – оси антиклинальных складок основания III порядка; 10 – оси поперечных поднятий; 11 – эпигерцинский пенеплен. Т-АА – Туркестано-Алайский антиклинорий. АС – Алайский синклиний. ДА – Дарвазский антиклинорий.

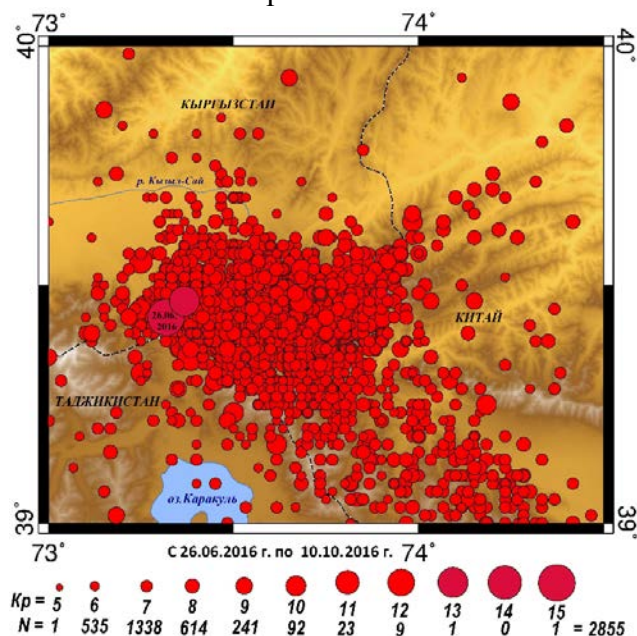


Рис. 10. Карта расположения зарегистрированных афтершоков Кызыл-Артского землетрясения (2016 г.), $M_{rv}=6.5$, с 26.06.2016 г. по 10.10.2016 г. (ЦД ИС НАН КР, 2016 г.).

Эпицентр Карамыкского землетрясения (2017 г.) расположен в северных предгорьях восточной части Каратегинского хребта – горы Кутургай, к юго-западу от высоты 4183 м (Ляхшский район, Таджикистан). Это в 30 км к западу от с. Карамык Кыргызской Республики вблизи впадения правого притока Кара-Карамык в реку Кызыл-Суу - недалеко от выхода последней на сопредельную территорию (рис. 11). Административно село Карамык входит в состав Чон-Алайского района (кирг. Чон Алай району) Ошской области КР.

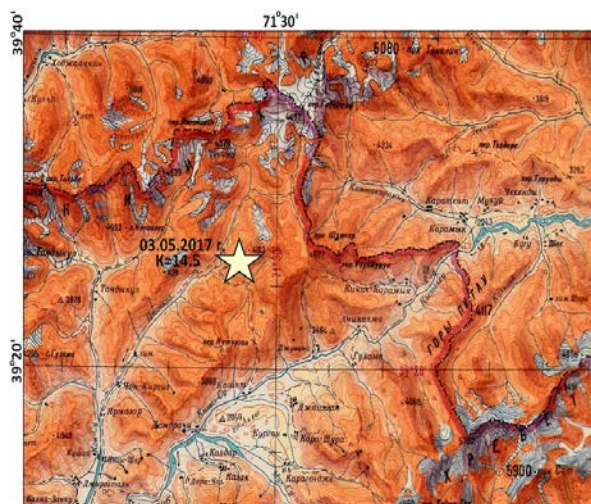


Рис. 11. Физическая карта района эпицентр Карамыкского землетрясения (03.05.2017 г.), $M_{pv}=6.5$ (звёздочка).

Последовательность процесса возникновения Карамыкского землетрясения состояла из форшока с $K=12.9$, который произошёл 3 мая 2017 г. за 58.5 сек до главного толчка с $K=14.5$ и многочисленных афтершоков (рис. 12). Магнитуда самого сильного афтершока, произошедшего 5 мая в 11 часов 09 минут по местному времени (в 05 часа 09 минут по Гринвичу) была только на 0.2 меньше, чем у главного толчка.

По сейсмостанции DRK (Карамык), расположенной в 30 км от эпицентра главного толчка, отмечались вариационные изменения микротолчков с декабря 2016 г. по 10 мая 2017 г. (рис. 13 А-Б). Перед землетрясением с $K=11.3$, удалённого на 97 км от сейсмостанции, за четыре месяца до Карамыкского землетрясения, наблюдалось незначительное количество микротолчков от 0 до 5 в сутки (рис. 13А). При форшоке $K=12.9$ и Карамыкском землетрясении, $M_{pv} = 6.5$ (3 мая) количество микротолчков достигло 203, а 5 мая, при афтершоке с $K=13.9$ – 307 в сутки (рис. 13Б).

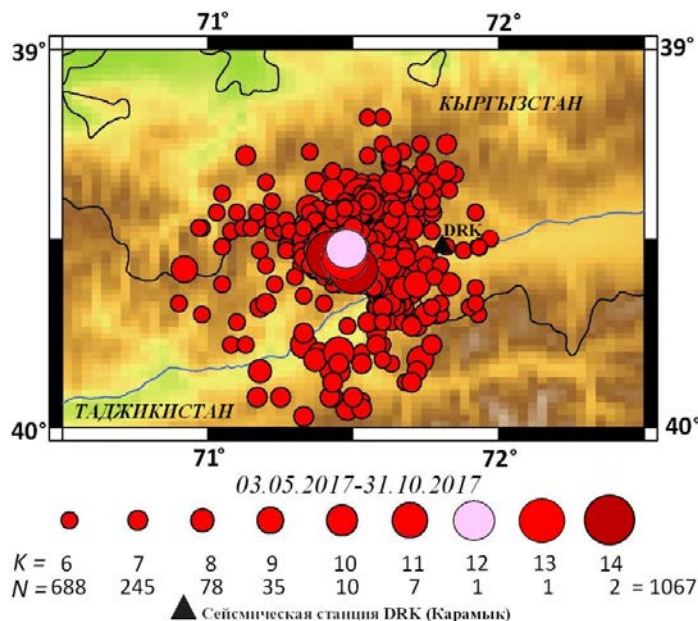


Рис. 12. Эпицентр Карамыкского землетрясения 03.05.2017 г. ($M_{pv} = 6,5$; $K=14.5$) и его афтершоки, произошедшие с 03.05.2017 г. по 31.10.2017 г. (Центр данных ИС НАН КР, 2017).

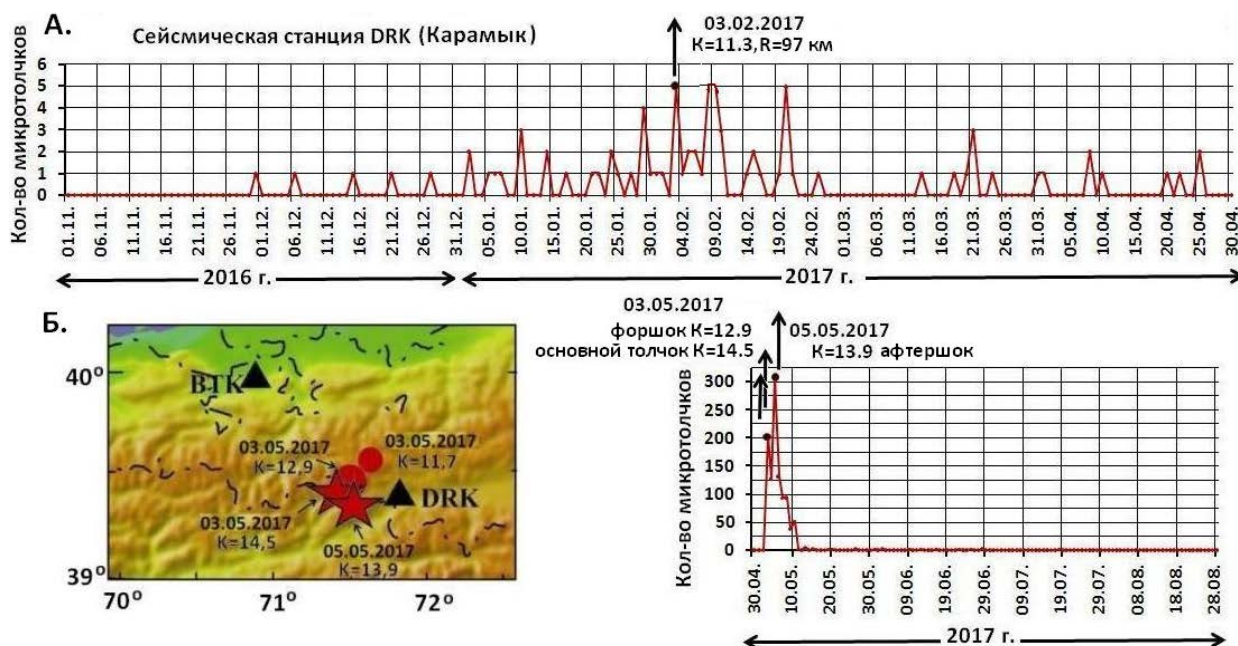


Рис. 13 А-Б. Графики вариационных изменений микротолчков с 01.11. 2016 г. по 28.08.2017 г. по сейсмостанции DRK (Карамык): А - в период землетрясения 03.02.2017 г., K=11.3; Б - при форшоке K=12.9 и Карамыкском землетрясении 03.05.2017 г., K=14.5 и его афтершоке 05.05.2017 г., K=13.9.

По данным Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан сила первого толчка (форшока) составила 4-5 баллов, а главного - 6 баллов. В результате обследования сёл в Ляхшском районе Таджикистана установлено, что в селе Алга от землетрясения полностью разрушены два жилых дома, а четырем домам и одной школе нанесен значительный урон (фото 1 – 2).



Фото 1 – 2. Село Алга Ляхшского района Республики Таджикистан: последствия землетрясения 03.05.2017 г.

На территории Кыргызстана сотрясениями была охвачена обширная территория, включающая Баткенскую, Ошскую и Джалал-Абадскую области. В близлежащих к эпицентру населённых пунктах Кыргызстана – Шибе, Карамык и Кара-Тейит Чон-Алайского района интенсивность составила 5,4 балла. В городе Бишкеке, в центральной части столицы и в домах повышенной этажности - выше девятого этажа, землетрясение ощущалось силой в 3 балла.

По данным МЧС КР, из обследованных в первые сутки после основного толчка 281 жилых домов в селах Карамык (фото 3 – 8), Шибээ, Жекенди, Чулук Жекендинского айыльного аймака Чон-Алайского района, 66 пришли в аварийное состояние, в 215 домах появились мелкие трещины. Из 6 обследованных социальных объектов - 4 были в аварийном состоянии.



Фото 3. Школа



Фото 4. Больница



Фото 5.



Фото 6.



Фото 7.



Фото 8.

Фото 3 – 8. Село Карамык Жекендинского айыльного аймака Чон-Алайского района Ошской области: последствия Карамыкского землетрясения 03.05.2017 г.

На территории Казахстана, по данным ГУ «СОМЭ КН МОН РК», землетрясение ощущалось: пос. Мерке и Сарыгач - 3-4 балла, городах Тараз и Шымкент - 2-3 балла, городе Алматы - 2 балла.

На рис. 14 и в таблице 2 приведены результаты расчёта интенсивности сейсмических сотрясений (в баллах) в населённых пунктах Кыргызстана при Карамыкском землетрясении 03.05.2017 г. с помощью базы данных и программы «SEISMIC INTENSITY» [9, 10, 11].

Выводы

1. На сегодня зона Заалайского хребта и прилегающие к ней районы являются наиболее сейсмоактивными на территории Кыргызстана.
2. Приведённые построения изосейст интенсивности сотрясений (выполненные с помощью программы «SEISMIC INTENSITY» и соответствующей базы данных) от

двух наиболее сильных последних землетрясений в исследуемом регионе показали, что используемый метод позволяет в считанные минуты предоставить в МЧС КР необходимую карту изосейт и тем самым указать населённые пункты, подвергшиеся наиболее сильным сотрясениям.

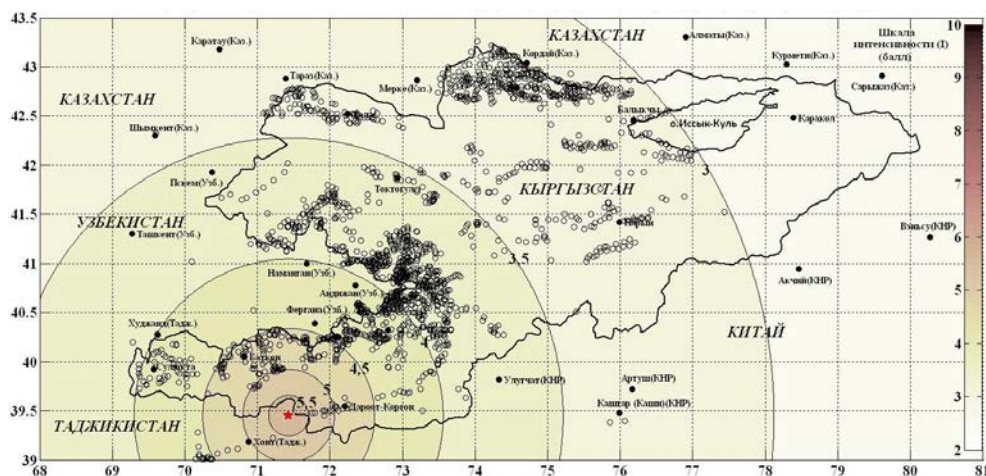


Рис. 14. Эпицентр (красная звёздочка) Карамыкского землетрясения 03.05.2017 г.: $\varphi=39.45^{\circ}\text{N}$; $\lambda=71.43^{\circ}\text{E}$; $M_w=5.9$; $H=23$ км; $K=14.5$; $I_0=6-7$ баллов и области с рассчитанной интенсивностью сейсмических сотрясений населённых пунктов и объектов (чёрные кружки) $I_{\min}=5$ баллов (карта построена с помощью [9, 10, 11]).

Таблица 2.

Фрагмент расчёта I_i ($I_{\min}=5.0$ баллов) в населённых пунктах Кыргызской Республики при Карамыкском землетрясении 03.05.2017 г., $M_w=5.9$ [9,10, 11].

№	Населённые пункты	Область	Район	Айылный кенеш	Δ ,км	I_i , балл
1	Кара-Тейит	Ошская	Чон-Алайский	Жекендинский	26.77	5.4
2	Карамык	Ошская	Чон-Алайский	Жекендинский	30.06	5.4
3	Джиргаталь	Тадж.			30.94	5.4
4	Жекенди (Жекенди)	Ошская	Чон-Алайский	Жекендинский	39.40	5.2
5	Шибээ	Ошская	Чон-Алайский	Жекендинский	40.67	5.2
6	Чулук	Ошская	Чон-Алайский	Жекендинский	41.87	5.2
7	Сары-Булак	Ошская	Чон-Алайский	Чон-Алайский	47.63	5.1
8	Кан	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	47.61	5.1
9	Тунук-Суу	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	48.62	5.1
10	Сары-Талаа	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	48.81	5.1
11	Кыштут	Баткенская	Баткенский	Кыштутский	49.41	5.0
12	Жаңырык (Жанырык)	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	49.94	5.0
13	Кулчу	Ошская	Чон-Алайский	Чон-Алайский	50.11	5.0
14	Коргон-Таш	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	50.53	5.0
15	Кочкорчу	Ошская	Чон-Алайский	Чон-Алайский	51.55	5.0
16	Тескей	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	51.69	5.0
17	Табылгы	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	52.02	5.0
18	Жаңы-Коргон (Джаны-Коргон)	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	53.27	5.0

19	Жал (Джал)	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	52.96	5.0
20	Шак-Шак	Баткенская	Кадамжайский	Алгинский	52.83	5.0
21	Сай	Баткенская	Баткенский	Кыштутский	52.90	5.0
22	Сырт	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	53.69	5.0
23	Кичи-Айдаркен	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	53.69	5.0
24	Айдаркен ш.	Баткенская	Кадамжайский	г. Айдаркен	53.92	5.0
25	Хаит	Тадж.			54.61	5.0
26	Жаман-Жар	Ошская	Чон-Алайский	Чон-Алайский	54.27	5.0
27	Моло	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	54.75	5.0
28	Жаш-Тилек	Баткенская	Кадамжайский	Чон-Алайский	55.08	5.0
29	Ормош	Баткенская	Кадамжайский	Бирликский	55.33	5.0
30	Кайыңды (Кайыңды)	Баткенская	Баткенский	Дарыинский	55.17	5.0
31	Чак	Ошская	Чон-Алайский	Чон-Алайский	56.31	5.0

Литература

1. Крейденков Г.П., Распопин В.А. – Палеоген Алайского и Заалайского хребтов. // Сб. Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1970, с. 24-37.
2. Хромских В.С., Никонов А.А. – По следам сильных землетрясений. М.: Наука, 1984, - 144 с.
3. Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Фролова А.Г., Погребной В.Н. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики. Масштаб 1:1 000 000. – Бишкек. 2011; Объяснительная записка. – Бишкек. 2012. – 51 с.
4. Абдрахматов К.Е., Омуралиев М., Ормуков Ч. – Землетрясение Нура// Ж. Известия НАН КР, 2008, № 4, с. 19-19.
5. Гребенникова В.В. Двухмерная модель изоглубин поверхности Кюри Кыргызского Тянь-Шаня по данным расчёта температур радиогенного теплового поля // Вестник КРСУ. Том 16. № 9. 2016. – С. 154-159.
6. Калмурзаев К.Е., Юдахин Ф.Н., Белицкий В.А., Нургазиева В.В. Поверхность Кюри Кыргызского Тянь-Шаня по данным расчёта температур радиогенного теплового поля // Изв. АН Кирг. ССР, 1982, № 2. – С. 25-29.
7. Каталог землетрясений с 250 г. до н.э. по октябрь 2017 г.// Институт сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргызской Республики. Центр обработки данных.
8. Мамырова Э., Маханьковой В.А. Карта-схема вероятной сейсмической опасности на территории Ошской области на период 2014-2017 гг. // Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (изд. 13-е с изм. и доп.), ISBN 978-9967-23-948-4, Б.: МЧС КР, 2017. – С. 359-362.
9. Гребенникова В.В., Миркин Е.Л. База Данных (БД) «SEISMIC INTENSITY» («СЕЙСМИЧЕСКАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ»). Кыргызпатент. Авторское свидетельство № 25 от 17 июня 2015 г.
10. Миркин Е.Л., Гребенникова В.В. Программа для ЭВМ: «SEISMIC INTENSITY». Кыргызпатент. Авторское свидетельство № 369 от 17 июня 2015 г.
11. Гребенникова В.В., Миркин Е.Л. Метод оперативного расчёта интенсивности сейсмических сотрясений в населённых пунктах Кыргызстана при сильных землетрясениях. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017 г. – С. 495–501.
12. Гребенникова В.В. Построение теоретических изосейст сильных землетрясений произошедших на территории Кыргызстана и прилегающих районах сопредельных государств». Кыргызпатент. Авторское свидетельство № 2951 от 17 августа 2016 г.
13. Чедия О.К. // Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986. – 314 с.

Рецензент: канд. физ.-мат. наук Фролова А.Г.