

УДК 550.34 (575.2)

**Фортуна А.Б.¹, Абдиева С.В.², Клоков И.А.³,
Корженков А.М.³, Стрельников А.А.³**¹*Институт сейсмологии НАН КР, г.Бишкек, Кыргызстан;*²*Кыргызско-Российский Славянский университет, г.Бишкек;*³*Институт физики Земли, г. Москва, Россия*

СЕЙСМИЧНОСТЬ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Проведён анализ материалов по сейсмичности Исык-Кульской области и землетрясениям, которые произошли на её территории. Рассмотрены палеосейсмологические данные, позволяющие уточнить возможную интенсивность сотрясения на отдельных участках региона.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическое районирование, палеоземлетрясение, магнитуда землетрясения.

ЫСЫК-КӨЛ ОБЛАСТЫНЫН СЕЙСМИКАЛУУЛУГУ

Кыскача мазмуну. Ысык-Көл областынын сейсмикалуулугу жана анын аймагында болуп өткөн жер титирөөлөр боюнча материалдарга талдоо жүргүзүлгөн. Аймактын айрым участкалорундагы солкулдоолордун мүмкүн болгон интенсивдүүлүгүн тактоого мүмкүндүк бере турган палеосейсмологиялык маалыматтар каралган.

Негизги сөздөр: сейсмикалуулук, сейсмикалык райондоштуруу, палеожер титирөө, жер титирөөнүн магнитудасы.

SEISMICITY OF ISSYK-KUL REGION

Annotation. The analysis of materials on seismicity of Issyk-Kul region and earthquakes which occurred in its territory is carried out. Considered paleoseismological data allow to find out the possible intensity of shaking at individual sites in the region.

Keywords: seismicity, seismic zoning, paleoearthquake, earthquake magnitude.

Исык-Кульская область располагается в пределах северо-восточной и восточной окраин Кыргызстана и граничит на севере с Казахстаном, на востоке - с КНР, на юге - с Нарынской областью и на западе - с Чуйской областью. Она образована 21 ноября 1939 года; после нескольких реорганизаций в настоящем виде утверждена 14 декабря 1990 г.

Территория области делится на 5 административно-территориальных районов (рисунок 1): Исык-Кульский (I), Тюпский (II), Ак-Суйский (III), Джеты-Огузский (IV) и Тонский (V). В области 5 городов, 2 посёлка городского типа, 61- аильных аймаков, 178 - сельских населённых пунктов [1]. Административным центром области является город Каракол.



Рисунок 1. Карта-схема административно-территориального деления Иссык-Кульской области (<https://yandex.ru>).

Область расположена в пределах горных систем Северо-Восточного Тянь-Шаня и лежит выше 1600 м над уровнем моря. Её территория делится на две основные части: 1- Иссык-Кульская впадина и её горное обрамление, 2 - Иссык-Кульские сырты, раскинувшиеся к югу от хребта Терской Ала-Тоо до госграницы с Китаем (рисунок 2).

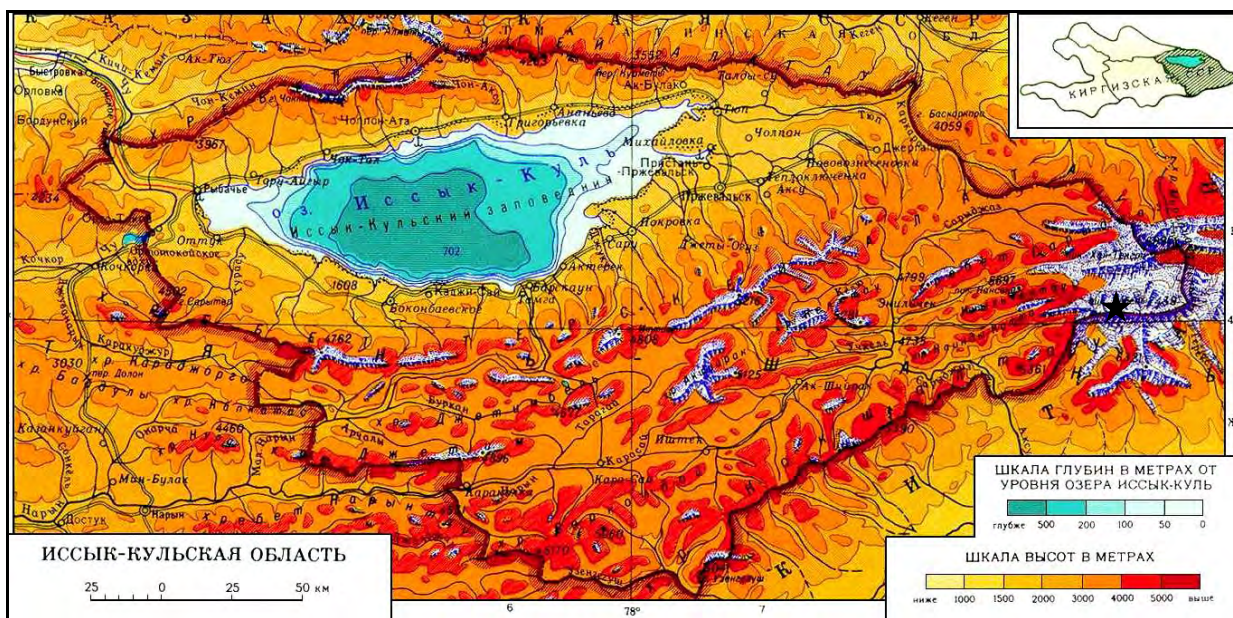


Рисунок 2. Физическая карта Иссык-Кульской области (<https://yandex.ru>). Звёздочкой обозначен пик Победы.

С севера Иссык-Кульская впадина ограничена хребтом Кунгей Ала-Тоо, с юга – хребтом Терской Ала-Тоо. В центре впадины расположено озеро Иссык-Куль – сокровище Кыргызстана, со своими природно-климатическими особенностями и неповторимой красотой (фото 1, 2). Сырты – это малообжитые высокогорные пространства с характерным чередованием пологих хребтов и межгорных понижений (фото 3). Здесь преобладают волнистые пространства в окружении хребтов, покрытых вечными снегами и ледниками. В восточной части области на хребте Кокшаал-Тоо находится наивысшая точка Тянь-Шаня - пик Победы - 7439 м (рисунок 2).



Фото 1. Озеро Иссык-Куль и его побережье (<https://yandex.ru>).



Фото 2. Ущелье «Джеты-Огуз» (<https://yandex.ru>).

Реки области, имеющие снежно-ледниковое питание, относятся к бассейнам озера Иссык-Куль, рекам Сырдарьи, Чу, Или и Тарим. 80 рек и речек впадают в озеро Иссык-Куль, при этом, из него не вытекает ни одна. Самые крупные из них: Джергалан (длина 250 км), Тюп (120 км), Каракол, Чон Ак-Суу, Джеты-Огуз, Барскоон (100 км). Северо-западную часть области пересекает р. Чу. На сыртах - истоки рек Нарын, Ак-Шийрак и Сары-Джаз.

По экологическим особенностям физико-географической среды на территории области различаются следующие высотные ландшафтно-растительные пояса: пустынный, полупустынный, степной, лугово-степной, лесо-лугово-степной, субальпийский, альпийский и гляциально-нивальный; каждый пояс характеризуется определённым климатом и составом растительного покрова.



Фото 3. Сырты Иссык-Кульской области (<https://yandex.ru>).

Основу экономики Иссык-Кульской области составляют туристические и курортные ресурсы, садоводство, рыбоводство и горнорудная промышленность. В области расположены Каджи-Сайский «могильник» (южное побережье озера Иссык-Куль) с радиоактивными отходами и хвостохранилище золоторудного комбината

«Кумтор» (хребет Ак-Шийрак в районе ледников Лысый, Давыдова, Сары-Тор) с цианосодержащими и токсичными реагентами, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду и являются уязвимыми при землетрясениях.

Здесь имеются автомобильные, железнодорожные, воздушные и водные пути сообщения. В городах Каракол и Чолпон-Ата расположены аэропорты, работающие, в основном, во время туристического сезона. Много историко-археологических и архитектурных памятников: наскальные рисунки эпохи палеолита (верховье р. Сары-Джаз, г. Чолпон-Ата), саксо-усуньские памятники раннего железного века (7-5 вв. до н.э.), городища Барскоон, Дархан, Тон, Бар-Булак, Бостери и др. (XI-XV вв.).

Геологическое строение Иссык-Кульской области сложное: её территория входит в состав трёх широтно-вытянутых тектонических зон Тянь-Шаня – Северной, Срединной и Южной [2]. Складчатые сооружения состоят из осадочных и вулканогенных пород палеозоя. Межгорные впадины заполнены рыхлыми толщами мезозой и кайнозоя. Большую роль в геологическом строении играют магматические образования, среди которых наиболее широко развиты байкальские, каледонские и герцинские интрузии гранитоидов и, в меньшей мере, основных и щелочных накоплений (рисунок 3).

Многочисленные разломы, как доновейшие, так и новейшие, расчленяют площадь региона на различные по площади блоки, которые на протяжении палеозоя и кайнозоя испытывали либо поднятие, либо погружение. Роль разрывных нарушений в сеймотектонике имеет большое значение. Крупные долгоживущие разломы глубокого заложения рассматриваются исследователями, как потенциальные сейсмоопасные структуры – с ними связывают зоны возникновения очагов землетрясений. К числу таких разломов на территории Иссык-Кульской области относятся Культорский, Северо-Аксуиский, Центральнo-Терскeйский, Пред-Терскeйский, Атбаши-Иньльчeкский [3].

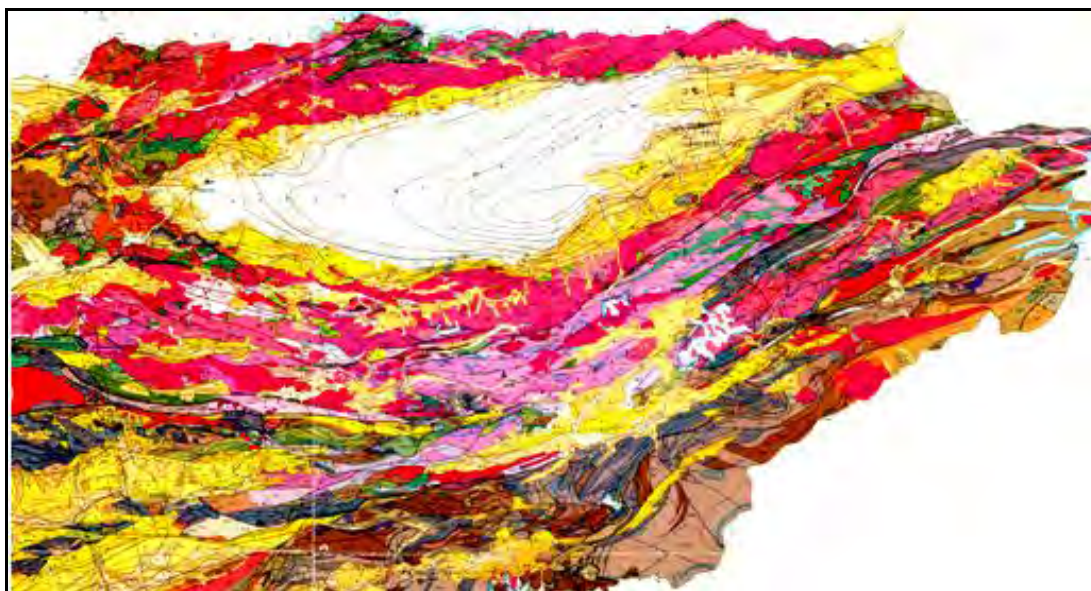


Рисунок 3. Геологическая карта Иссык-Кульской области (вырезка из Геологической карты Кыргызской ССР, 1980 г., масштаб 1: 500 000).

Иссык-Кульская область – один из сейсмоактивных регионов Кыргызстана. На её территории ежегодно происходит большое количество землетрясений различного класса, среди которых отмечаются и 7- 8 - 9-балльные (рисунок 4).

По сейсмичности территория области делится на четыре зоны: 1- Северо-Иссыккульскую, Южно-Иссыккульскую, Нарын-Атбашинскую и Сарыджаз-Аксуйскую [4].

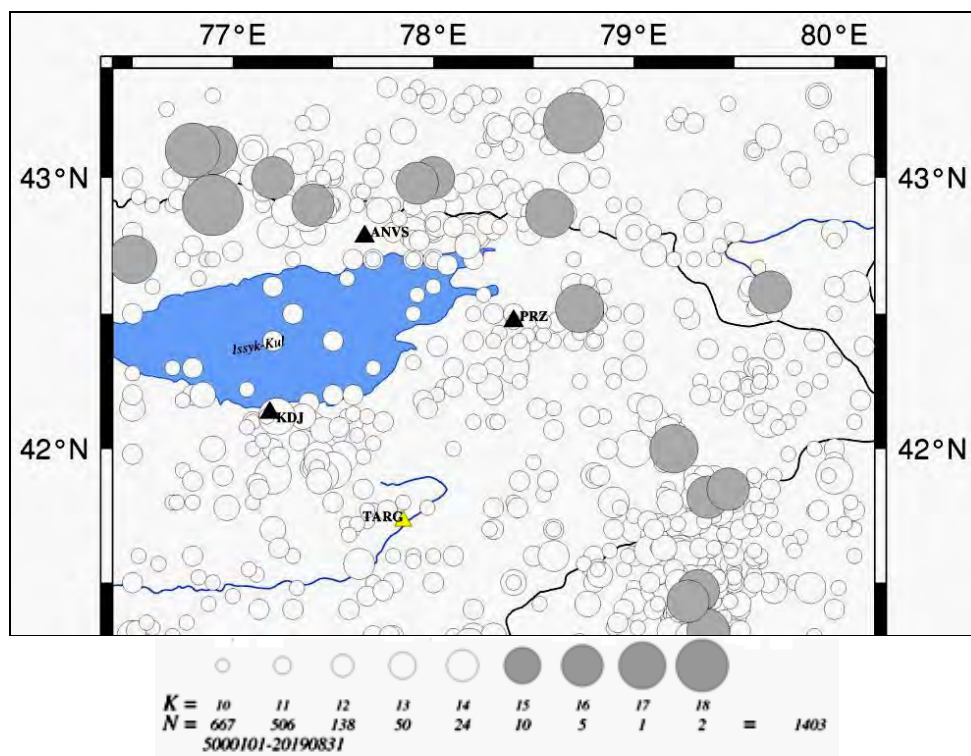


Рисунок 4. Карта землетрясений ($K \geq 10.0$) на территории Иссык-Кульской области и прилегающих регионов с 500 г. по 31.08.2019 г. (составила Молдобекова С., ИС НАН КР).

Северо-Иссыккульская сейсмоактивная зона простирается с запада на восток почти в широтном направлении, охватывая хребет Кунгей Ала-Тоо и северное Иссык-Кульское побережье. На территории зоны вдоль разломов расположены многочисленные участки сейсмодислокаций различных генетических типов [5]. Наиболее активными территориями зоны являются центральная и восточная части Кунгейского поднятия, к которым приурочена высокая плотность эпицентров различных энергетических классов (рисунок 4).

Зона характеризуется многочисленными сильными землетрясениями: Чиликское 1889г. ($I_0 = 10$ баллов; $M = 8.3$; $K = 18.5$; рисунок 5А), Кеминское 1911 г. ($I_0 = 10-11$ баллов; $M = 8.2$; $K = 17.8$; рисунок 5Б), Балыкчинское 1966 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.0$; $K = 13.6$), Торуайгырское 1975 г. ($I_0 = 7-6$ баллов; $M = 5.2$; $K = 13.0$), Жаланаш-Тюпское 1978 г. ($I_0 = 8-9$ баллов; $M = 6.5$; $K = 15.6$), Чолпон-Атинские 1982 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.2$; $K = 13.6$) и 1988 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.3$; $K = 13.5$), Байсоорунское 1990 г. ($I_0 = 8$ баллов; $M = 6.4$; $K = 15.3$) и др.

При проведении полевых работ в долине р. Иири-Талдыбулак (западная часть хребта Кунгей-Ала-Тоо) геологами были выявлены следы сильных палеоземлетрясений, которые произошли в 500 г. н.э., в конце VII века, в конце IX века и в XIV веке. Магнитуды этих сейсмособытий были не менее 7, что соответствует сейсмической сотрясаемости 9-10 баллов [6].

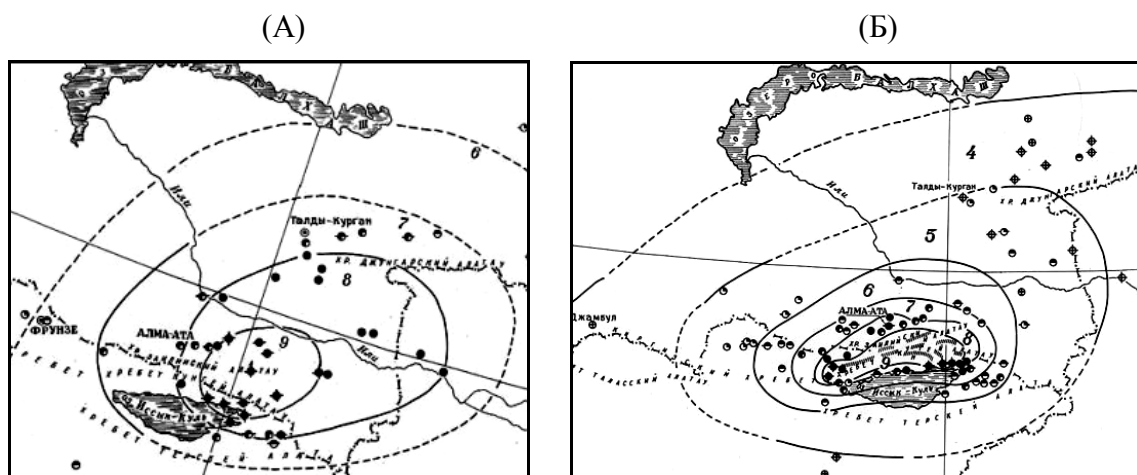


Рисунок 5. Распределение силы сотрясений землетрясений: (А) - Чиликского 1889 г., (Б) – Кеминского 1911 г. (http://vernoye-almaty.kz/nature/1889_chilik.shtml).

На Карте сейсмического районирования территории Кыргызской Республики, изданной в 2012 г. и утверждённой в качестве нормативной [4], данная зона отнесена к 9-балльной, на которой выделены подзоны, где могут возникнуть землетрясения с магнитудами ≥ 8.0 , ≤ 8.0 и ≤ 7.0 (рисунок 6).



Рисунок 6. Карта сейсмического районирования Исык-Кульской области (вырезка из [4]).

Южно-Исык-Кульская сейсмоактивная зона (Терскойская) широкой полосой эпицентров охватывает северные предгорья хребта Терской Ала-Тоо и территорию южного Прииссыккуля, простираясь с запада на восток. В её пределах различаются два участка: 1-ый - западная часть Терской хребта и прилегающие площади до меридиана Барскаун, 2-ой – восточная часть Терской хребта – от реки Барскаун до долины р. Текес (территория Казахстана).

Первый участок характеризуется довольно плотным скоплением эпицентров слабых землетрясений. Но в его пределах расположены также очаги и сильных землетрясений: Каджи-Сайских 1940 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.5$; $K = 14.0$), 1980 г. ($I_0 =$

6-7 баллов; $M = 5.6$; $K = 13.8$), 1983 г. ($I_0 = 6$ баллов; $M = 4.1$; $K = 12.5$) и 2014 г. ($I_0 = 7$ баллов; $M = 5.5$; $K = 13.9$), Улахольского 2013 г. ($I_0 = 5$ баллов; $M = 5.2$; $K = 11.6$) [7].

Палеосейсмологическими и археосейсмологическими исследованиям, которые проводились в Алабаш-Конуроленской внутригорной впадине (к юго-западу от села Боком-баевское), выявлены следы четырёх сильных землетрясения, произошедших во временные интервалы: 6400-5300 гг. до н.э., 2300-745 гг. до н.э., 1440-1515 гг. н.э., 1771-1785 гг. н.э. [8, 9]. Их магнитуды были ≥ 7.0 , сейсмическая интенсивность ≥ 9 баллов.

Второй участок является более сейсмоактивным. С ним связаны очаги сильных землетрясений - Барскаунских 1965 г. ($I_0 = 6 - 7$ баллов; $M = 5.0$; $K = 13.0$) и 1979 г. ($I_0 = 6$ баллов; $M = 5.0$; $K = 13.5$), и катастрофических - Сарыкамышского 1970 г. ($I_0 = 8-9$ баллов; $M = 6.8$; $K = 15.6$) и Каркыра-Сараджаского 2013 г. ($I_0 = 8$ баллов; $M = 6.1$; $K = 15.1$).

В долине р. Тоссор был выявлен участок палеосейсмодислокаций сейсмогравитационного и сеймотектонического генезиса, которые маркируют эпицентральные зоны древних катастрофических (M не менее ≥ 7.0) землетрясений, произошедших в среднераннем голоцене и IX в. н.э. [10]. На правом склоне долины р. Чон-Кызылсуу, в зоне Предтерсейского разлома, имеются обвальные массы («мобилизованные морены» - отложения позднеплейстоценового оледенения), сорванные ввремя голоценового землетрясения (3010 ± 300 лет назад) и сброшенные вниз в долину реки, что способствовало возникновению на реке дамбы и образованию озера. В отложениях последнего были обнаружены три горизонта сейсмогенных конволюций, что свидетельствует о сильных сейсмических событиях - 3990, 3080, 2760 и 2190 лет назад интенсивностью не менее 7 баллов с $M = 5.5$ [11]. В Южно-Иссык-Кульской зоне выделены две, различные по балльности, территории - 9- и 8-балльная с магнитудами ≤ 7.5 и ≤ 7.0 (рисунок 6) [4].

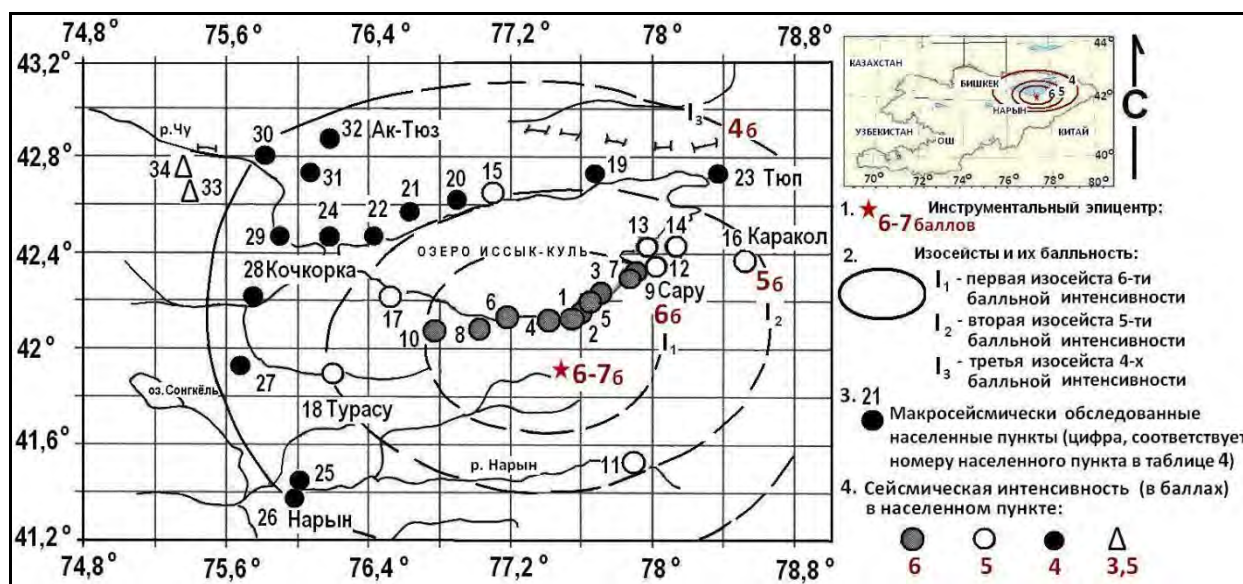


Рисунок 7. Карта изосейст Каджисайского землетрясения 05.07.1980 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.6$; $K = 13.8$; $H = 20$ км) [7].

Нарын-Атбашинская сейсмоактивная зона в Иссык-Кульской области представлена Акширайкской подзоной, которая охватывает хребты Акшийрак и Джетим-Бель, восточную часть хребта Джетим и прилегающие к ним территории. Сейсмодислокации здесь, в основном, приурочены к северным склонам хребта

Акшийрак - срывы, рвы и трещины. По данным исследователей в подзоне за 150-200 лет в среднем происходило одно сейсособытие $M = 6.5$, за 700-900 лет – $M = 7.0$ [3]. В мае месяце 2019 г. на территории подзоны произошло землетрясение силой в эпицентре 4.5 балла, $K = 11.0$, $M = 4.8$; очаг его располагался на южном склоне хребта Ак-Шийрак (в 75 км к юго-востоку от г. Каракол).

На карте сейсмического районирования [4] Акширайкская подзона отнесена к 8-балльной с участками, на которых могут генерировать землетрясения с $M \leq 7.5$, $M \leq 7.0$, $M \leq 6.5$.

Надо отметить, что в соседней Нарынской области по субширотному Кокджертинскому разлому, который прослеживается вдоль северных склонов гор Нура и хребта Джетим, выявлены следы 8 сильных палеосейсособытий, произошедших в позднем плейстоцене-голоцене с повторяемостью 1812.5 лет [12].

Сарыджаз-Аксуйская сейсмоактивная зона охватывает Сарыджазский район, северные отроги Кокшаальского хребта и прилегающие территории. В пределах зоны имеются сейсмогравитационные дислокации, приуроченные к Атбаши-Иныльчекскому и Северо-Кокшаальскому глубинным разломам. В пределах зоны и прилегающих территориях произошло ряд сильных землетрясений, среди которых Кокшаальское 1915 г. ($I_0 = 7-8$ баллов; $M = 6.7$; $K = 16.0$), Эныльчекское 1959 г. ($I_0 = 7$ баллов; $M = 6.0$; $K = 14.5$), Сарыджазские 1965 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.8$; $K = 14.5$) и 1967 г. ($I_0 = 6-7$ баллов; $M = 5.1$; $K = 14.7$), Кашгарское 1987 г. ($I_0 = 8$ баллов; $M = 6.0$; $K = 14.7$), Каюккапское 2005 г. ($I_0 = 7-8$ баллов; $M = 6.0$; $K = 14.9$). Зона на последней карте сейсмического районирования [4] обозначена по интенсивности как 8-балльная с участками, в которых могут возникнуть землетрясения магнитудой $M \leq 7.0$ и ≤ 6.5 . Однако выявленные в Аксайской впадине палеосейсмодеформации, особенно сеймотектонического генезиса, свидетельствуют о сейсмической активности зоны с $M \geq 7.0$ и интенсивностью 9 и более баллов [12]. Это может предполагать о повышении исходной сейсмической активности Сарыджаз-Аксуйской зоны.

По сейсмической опасности территория Иссык-Кульская область разделена на 17 районов ожидаемых землетрясений (РОЗ): *районы I категории опасности* – Окторский (ОК), Чонкеминский (ЧК), Аксуйский (АС), Курментинский (КУР), Челекский (ЧЛ); *районы II категории опасности* – Кызырт-Кочкорский (КК), Турасу-Каджисайский (ТК), Барскаун-ский (БР), Ак-Суу-Джергаланский (АКД), Сарыджазский (СД), Куйлюкский (КУ), Акбель-ский (АКБ), Жетимский (ЖТ), Узенгукушский (УЗК), Кайчинский (КЧ), Каюккапский (КП) (рисунок 8) [1]. В пределах РОЗ первой категории опасности возможны землетрясения с интенсивностью 8-9 баллов; они находятся близ трансграничной части территории области с Казахстаном (а возможно и с КНР), где магнитуды произошедших сейсособытий достигали более 8.0. На территориях второй категории опасности РОЗ интенсивность сотрясений возможна до 7-8 баллов.

Анализ многолетних данных по сильным землетрясениям за XX век и начало XXI века, проведенный Э. Мамыровым [13], позволил впервые установить, что в сейсмическом режиме горно-складчатой системы Тянь-Шань наблюдаются 4 главных периода изменений максимальных годовых энергетических классов (магнитуд) землетрясений, длительностью 34-36 лет. Каждый период делится на фазы активизации (продолжительность 18-19 лет), во время которых происходит 6-8 катастрофических сейсособытий магнитудой $M \leq 6.6$. Эти фазы сменяются снижением сейсмической активности (15-18 лет), когда каждый год проявляются землетрясения магнитудой $M = 5.2 - 6.5$. Фазы активизации сейсмичности на территории Северного Тянь-Шаня (по данным Э.Мамырова) возможны в периоды 2017-2019 гг. и 2022-2024 гг.

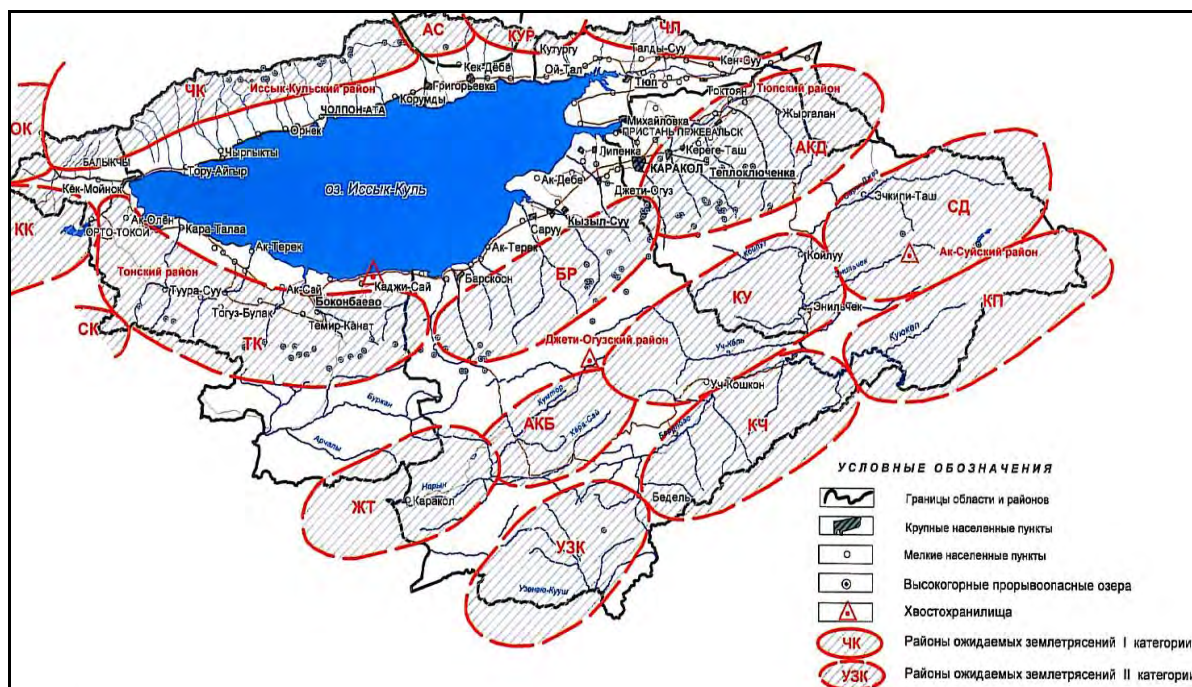


Рисунок 8. Карта-схема вероятной сейсмической опасности на территории Иссык-Кульской области на период 2011-2020 гг. (составили Мамыров Э.М., Маханькова В.А.) [1].

Выводы

1. Изложенный материал по сейсмичности и землетрясениям Иссык-Кульской области показывает, что данный регион в целом подвержен сейсмическим событиям, часть из которых являются разрушительными.
2. Наиболее высокоактивными являются Северо-Иссык-Кульская и Южно-Иссык-Кульская зоны, к которым приурочены эпицентральные участки 8-9 балльных землетрясений.
3. Выявленные следы древних сильных землетрясений в сейсмогенерирующих зонах с более низкими оценками сейсмичности, должны быть учтены при составлении новых карт детального сейсмического районирования области и её отдельных районов.

Литература

1. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 16-е с изм. и доп.), Б.: МЧС КР, 2019 - 819 с.
2. Королёв В.Г. – Схема тектонического районирования Тянь-Шаня и смежных регионов.// Ж. Известия Кирг. Филиал. Всесоюзн. Географ. Общ-ва, 1961, вып. 3, с. 81-102.
3. Оценка вероятностной сейсмической опасности территории Кыргызстана на период 10 лет и 50 лет (2012-2021 и 2012-2061 гг.). Заключительный отчет Института сейсмологии НАН КР, 2011 г. (рукописный). Бишкек. Фонды ИС НАН КР.
4. Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Фролова А.Г., Погребной В.Н. - Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики, Бишкек, 2012, - 51 с.

5. Утиров Ч.У. – Сейсмодислокации.// Кн. Геологические основы сейсмического районирования Иссык-Кульской впадины. Фрунзе: Илим, 1978, с. 91-111.
6. Корженков А.М., Абдиева С.В., Вахрамеева П.С., Джумабаева А., Мамыров Э., Фортуна А.Б. и др.- Сильные исторические землетрясения на северо-западе Иссык-Кульской впадины (Северный Тянь-Шань)// Ж. Геология и геофизика СО РАН, Новосибирск, т. 52, № 9, 2011, с. 1276-1286.
7. Гребенников В.В., Фортуна А.Б. – Каджисайское землетрясение 14 ноября 2014 г.// Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Б.: МЧС КР, 2015, с. 626-637.
8. Деев Е.В., Турова И.В., Корженков А.М., Лужанский М.В., Гладков А.С., Фортуна А.Б. и др. – Результаты палеосейсмологических и археосейсмологических исследований в западной части Алабаш-Конуроленской внутригорной впадины (Южное Прииссыккулье, Кыргызстан)// Ж. «Геология и геофизика», 2016, т.57, № 7, с. 1381-1392.
9. Корженков А.М., Абдиева С.В., Гладков А.С., Деев Е.В., Лю Ц., Мажейка Й.В., Рогожин Е.А. Фортуна А.Б. и др. – Палеосейсмичность вдоль адырных разломов (на примере Коконадыр-Тегереского разлома в юго-западном Прииссыккулье, Тянь-Шань)// Ж. Вулканология и сейсмология, №5, 2019, с. 36-53.
10. Корженков А.М., Авдиева С.В., Мажейка Й., Муралиев А.М., Фортуна А.Б. и др. – О неизвестных сильных голоценовых землетрясениях на юге Иссык-Кульской котловины. // Ж. «Вопросы инженерной сейсмологии», М., № 2, т. 41, 2014, с. 30-40.
11. Корженков А., Абдиева С., Фортуна А., Чаримов Т., Юдахин А. – Сейсмически мобилизованные морены в Тянь-Шане.// Ж. «Геология и геофизика», т. 56, № 10, 2015, Россия, СО РАН, с. 1871-1881.
12. Корженков А.М – Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). Бишкек: Илим, 2006, - 290 с.
13. Мамыров Э. – Землетрясения Тянь-Шаня: магнитуда, сейсмический момент и энергетический класс. Бишкек: Инсанат, 2012, - 234 с.

Рецензент: д. ф-м. н. А.М.Муралиев