

УДК 550.343.9

Камчыбеков М.П.^{1,2}, Мураталиев Н.М.², Камчыбеков Ы.П.¹, Ажыбек к. А.¹¹ *Институт сейсмологии НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан*² *КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан*

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ ГОРОДА ОШ, КЫРГЫЗСТАН

Аннотация. В данной работе дано описание сейсмичности территории вокруг г. Ош. Приведены сведения о разрушительных и ощутимых землетрясениях, произошедших в районе исследования. Фактический материал, характеризующий сейсмологические особенности, и анализ этих данных позволяют выявить сейсмичность исследуемого района и использовать выводы для оценки сейсмической опасности проектируемой площадки строительства.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмичность, график повторяемости землетрясений.

ОШ ШААРЫНДАГЫ АЙМАКТАРДЫН СЕЙСМИКАЛУУЛУГУ, КЫРГЫЗСТАН

Кыскача мазмуну. Бул эмгекте Ош шаарынын айланасындагы аймактын сейсмикалык абалы жазылган. Изилдөө зонасында болгон кыйратуучу жана сезилүүчү жер титирөөлөр жөнүндө маалымат берилген. Сейсмологиялык өзгөчөлүктөрдү мүнөздөөчү иш жүзүндөгү материал, маалыматтарды талдоо жана изилденүүчү аймактардын сейсмикалуулугун аныктоого жана долбоордук курулуш объектисинин сейсмикалык коркунучун баалоо боюнча корутундуларды пайдаланууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: жер титирөө, сейсмикалык, жер титирөөнүн кайталануу графиги.

SEISMICITY OF THE TERRITORY AROUND THE OSH CITY, KYRGYZSTAN

Abstract. This paper describes the seismicity of the area around the Osh city. Information about destructive and felt earthquakes that occurred in the study area is given. The actual material characterizing the seismological features and the analysis of these data make it possible to identify the seismicity of the study area and use the results for the seismic hazard assessment of the projected construction site.

Key words: earthquake, seismicity, earthquake's recurrence plot.

Район исследования расположен на юге Кыргызстана, в пределах юго-восточной части обширной Ферганской долины, в низовье р. Ак-Буры. Он ограничен радиусом 100 км вокруг города Ош – центра Ошской области Кыргызской Республики.

Сведения о разрушительных и ощутимых землетрясениях прошлого собраны на основании исторических данных [1-6, 8,11-16,19] и каталога землетрясений Института сейсмологии НАН КР (ИС НАН КР). Используемый каталог наиболее сильных землетрясений, произошедших за последнее столетие на изучаемой территории, приведён в таблице 1 и на Рисунке 1. Анализ изосейст исторических сильных землетрясений показывает, что на территорию г. Ош сильное воздействие оказывали землетрясения, произошедшие в радиусе 60 км, поэтому в данной работе описаны сильные землетрясения в пределах этого района. Много работ посвящено тектоническим особенностям этого района, но более детальные результаты приведены в публикациях

[17, 18]. На Рисунке 1 представлена карта эпицентров разрушительных и ощутимых землетрясений и расположение тектонических разломов.

Таблица 1. Каталог сильных землетрясений в радиусе 60 км от г. Ош.

Год	Месяц	Дата	Час	Минута	Секунда	Широта	Долгота	Глубина очага Н, км	Энергетический Класс, К	Магнитуда М _{рв}	Интенсивность в эпицентре, балл	Название и год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1883	11	14	17	0	00.0	40.60	72.80	12	13.9	5.5	7 (8)	Ошское
1883	11	18				40.60	72.80				7	
1895	12	18	13	4	00.0	40.00	73.00	15	14.5	5.8	6 (7)	Ошское
1902	12	16	5	7	00.0	40.80	72.30	9	15.6	6.4	9	Андижанское
1903	3	28	8	55	10.0	40.80	72.70	14	15.0	6.1	8	Аимское
1907	9	15	17	46	00.0	40.30	72.50	10	14.6	5.9	8	Кырккольское
1907	9	19	19	14	00.0	40.30	72.50	14	13.9	5.5	7 (8)	Кырккольское
1914	10	18	20	46	00.0	40.70	73.10	16	13.2	5.1	6	
1924	7	12	15	12	35.0	40.60	73.20	14	15.6	6.4	7 (8)	Куршабское-1
1924	7	6	18	31	51.0	40.50	73.10	22	15.3	6.3		Куршабское-2
1926	5	28	22	31	41.0	40.90	73.10	9	13.6	5.3	6	
1947	6	2	6	40	33.0	40.90	72.30	13	14.5	5.8	8	Найманское
1962	8	3	11	4	05.0	40.92	73.12	20	14.0	5.6	7 (8)	
1971	12	27	20	59	39.3	39.98	73.02	55	13.4	5.2		
1974	2	20	11	43	04.9	40.70	73.37	20	13.2	5.1	6 (7)	
1991	10	31	2	29	03.7	40.17	72.87	15	13.6	5.3		
2008	1	1	6	32	28.1	40.32	73.03	16	13.2	5.9		Ош- Кокбелское
2015	11	17	17	29	36.5	40.32	73.17	13	14.1	6.4	7	Талдыкское

Ниже в хронологическом порядке приводится краткое описание разрушений в очаговой зоне и сотрясений в городе Ош и близлежащих территориях от этих землетрясений.

14 ноября 1883 года произошло землетрясение 7-8 (± 0.5) - балльное, эпицентр которого находился на севере на расстоянии 7.5 км. от центра г. Ош. Местные жители ощутили поземный гул перед землетрясением. Сейсмособытие привело к человеческим жертвам и разрушениям жилых построек [1, 3, 4, 6, 12, 14, 16].

18 ноября 1883 г. было землетрясение силой 7 (± 0.5) баллов, в окрестностях г. Ош (к северу, около 7.5 км от центра г. Ош). Разрушены жилые постройки и были человеческие жертвы [6].

18 декабря 1895 г. произошло землетрясение силой 6-7 (± 2) баллов, нет сведений из эпицентральной зоны. Эпицентр находился на южной стороне и примерно в 61 км от г. Ош [11, 12].

В примерно в 52 км северо-западнее города Ош находился эпицентр одного из сильнейших землетрясений в Средней Азии - 9 (± 0.5) - балльного Андижанского

землетрясения, произошедшего 16 декабря 1902 года. В результате этого землетрясения город Андижан и многие населённые пункты, расположенные в эпицентральной зоне, были почти полностью разрушены. Погибло 4562 человека, 26000 построек разрушено, потеряно 7000 голов скота. При землетрясении наблюдались изменения в почве: в Андижане и близ его окрестностей образовалось много трещин шириной до 10 см, в некоторых местах наблюдались фонтаны с песком до 1 м высотой, произошло опускание почвенного слоя вдоль трещин на глубину до 70 см. В городе Андижане были изогнуты железнодорожные рельсы на протяжении 4-х километров. Были сброшены с рельс паровоз и вагоны поезда, готовившегося отойти от железнодорожной станции «Андижан». В г. Ош данное землетрясение проявилось силой в 6-7 баллов. Были небольшие разрушения, трещины в саманных постройках [1, 2, 19].

28 марта 1903 года произошло 8 (± 0.5) - балльное Аимское землетрясение, в результате которого в близлежащих селениях разрушено 11 тысяч домов, были человеческие жертвы. Оно проявилось в городах Андижане, Джал-Абаде, Базар-Кургане и Массакх с силой 6-8 баллов. Эпицентр землетрясения находился примерно 31 км к северу от г. Ош. В г. Ош его интенсивность достигла около 6 баллов, что привело к образованию трещин в саманных постройках и небольшим разрушениям [6, 12, 16].

Кыркольское (Иски-Наукатское) землетрясение 15 сентября 1907 года проявилось с силой 8 (± 1) баллов - в 30 км к юго-западу от города Ош, в долине реки Кыркол. Особо значительные разрушения отмечались в районе селения Иски-Наукат, где было разрушено 186 местных построек, человеческие жертвы – 7, ранено двое и задавлено 15 голов рогатого скота. В городе Оше его интенсивность достигла ≈ 6 баллов [6, 12, 13].

Через четыре дня 19 сентября 1907 г. произошло (афтершок или отдельное землетрясение) землетрясение силой, примерно равной основному толчку, 7-8 (± 1) баллов. Эпицентр находился в той же эпицентральной зоне, что и предыдущее землетрясение, в г.Оше его интенсивность достигла около 6 баллов [12].

18 октября 1914 года на северо-востоке, примерно в 32 километрах от г. Ош, в районе с. Достук, было землетрясение силой 6 (± 0.5) баллов [2, 12, 15]. О последствиях землетрясения сведений нет.

Два восьми-девятибалльных Куршабских землетрясения произошли 6-июля 1924 г. силой 7-8 (± 1) баллов и 12-июля 1924 года силой 8-9 (± 0.5) баллов. Их эпицентры находились в 20~25 км северо-востоку от г. Ош. Наибольшие разрушения случились в поселке Куршаб, который за несколько минут был превращён в груды развалин, разрушено и повреждено 1073 здания, число человеческие жертв и раненых – 26. Каркасные постройки были устойчивее, хотя и они получили значительные повреждения. Строения, вытянутые с юга на север, сохранились лучше, чем вытянутые с востока на запад. Необычный факт, что больше разрушились дома, построенные на сухом месте, чем на влажном. В селе Куршаб на сухом месте образовалось много трещин. В семи верстах (7.5 км) от этого села, в горах произошли оползни, которые были вытянуты в меридиональном направлении. В городе Оше сила сотрясений составила примерно 6-7 баллов [4, 6, 12].

28 мая 1926 года было землетрясение, эпицентр которого находился в 48 километрах к северо-востоку от г. Ош. Интенсивность в эпицентре была 6 (± 0.5) баллов. Сведений о последствиях землетрясения нет (Каталог землетрясений Кыргызстана, ИС НАН КР).

Найманское землетрясение произошло 2 июня 1947 года силой в эпицентре 8 (± 1) баллов. Здания тряслись, двери стучали, окна дребезжали, многие закрытые двери открылись, дверные рамы покосились. Люди выбежали из помещений. Во многих стенах домов из сырцового кирпича появились трещины, в некоторых домах происходило обрушение стен, некоторые постройки рухнули. Эпицентр землетрясения находился на

северо-западе в 58 километрах от г. Ош. В г.Оше интенсивность землетрясения составила 5 баллов [1, 6, 8, 12].

Маркайское (Кок-Янгакское) землетрясение произошло 3 августа 1962 года силой 7-8 (± 0.5) баллов. Эпицентр землетрясения располагался на северо-востоке приблизительно в 50 км от города Ош. В г. Ош интенсивность была 5 баллов [6, 8, 12].

27 декабря 1971 года случилось землетрясение, эпицентр которого располагался на юго-востоке в 64 км от города Ош. Макросейсмических данных нет (каталог землетрясений ИС НАН КР).

Макросейсмические сведения имеются о Куршабском землетрясении (20 февраля 1974 года) силой 6-7 (± 0.5) баллов. Эпицентр землетрясения находился северо-восточнее, приблизительно в 61 километров от города Ош. В г. Ош сила землетрясения составляла 5.5 баллов [12].

31 октября 1991 года произошло землетрясение, эпицентр которого располагался на юго-западе, примерно, в 41 километрах от города Ош (каталог землетрясений ИС НАН КР Р).

1 января 2008 года на юго-востоке в 31 километрах от города Ош произошло Ош-Кокбелское землетрясение (каталог землетрясений ИС НАН КР).

Талдыкское землетрясение - 17 ноября 2015 года [5], силой 7 баллов. Эпицентр находился на юго-востоке в 39 километрах от города Ош. В г. Ош сила толчка землетрясения составила 5.3 баллов.

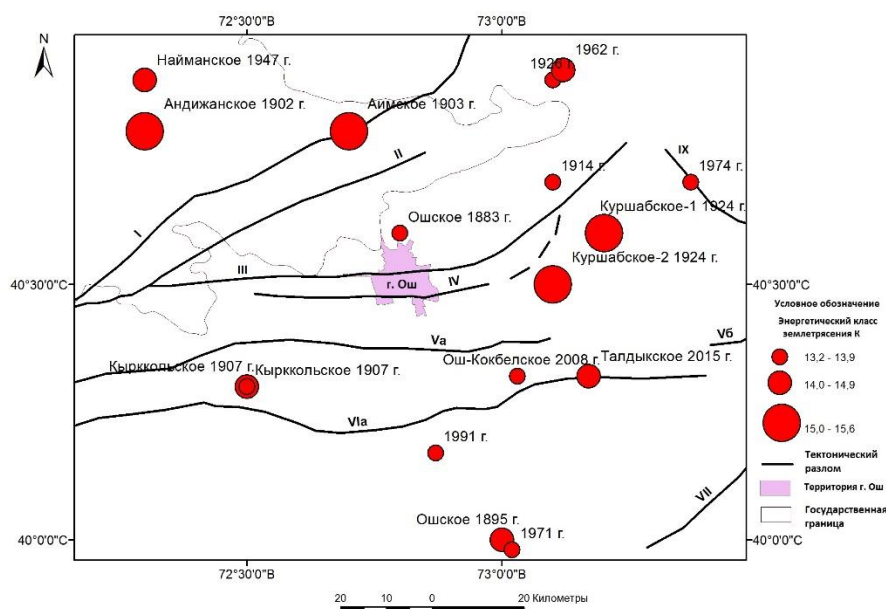


Рисунок 1. Расположение эпицентров разрушительных и ощутимых землетрясений вокруг территории вокруг г. Ош и тектонические разломы.

• - эпицентры землетрясений; I – Северо-Кувинский; II – Южно-Кувинский; III – Мадинско-Талдысуйский; IV – Кенешский; Va – Катарский; Vб – Алдыярский; VIa – Южно-Наукатский; VIб – Джусалинский; VII – Гульчинский; IX – Узгенский.

Алайская горная система, прилегающая с юга к Ферганской долине, на которой расположен город Ош, относится к сейсмоопасным регионам. Поэтому при анализе сейсмичности исследуемой территории необходимо оценить пространственное распределение эпицентров землетрясений. В данной работе мы рассматриваем охват территории в пределах 100 км вокруг г. Ош, что означает зону исследований размером

200 x 200 км [9, 20] с координатами $\varphi=39^{\circ}35' - 41^{\circ}30'$ и $\lambda=71^{\circ}30' - 74^{\circ}00'$ (Рисунок 2). Как показывает карта распределения эпицентров землетрясения с энергетическим классом $K \geq 8.0$ они распределены неравномерно.

По расположению эпицентров землетрясений на исследуемой территории выделяются две крупные зоны по распределению сейсмичности - Северная и Южная (Рисунок 3). Северная зона расположена на северо-восточном обрамлении Ферганской долины. Характерным для этой зоны является отчётливая тенденция группирования разрозненных сгустков эпицентров землетрясений. В центре и на юго-востоке этой зоны наблюдается максимальная концентрация эпицентров землетрясений.

Южная зона связана с юго-восточным обрамлением Ферганской долины и простирается с востока на запад, севернее Алайского хребта. Эпицентры землетрясений распределены с неоднородной плотностью, кроме отдельных участков в северо-западной, центральной и восточной части. Особенно большое скопление эпицентров землетрясения наблюдается в юго-восточной части зоны.

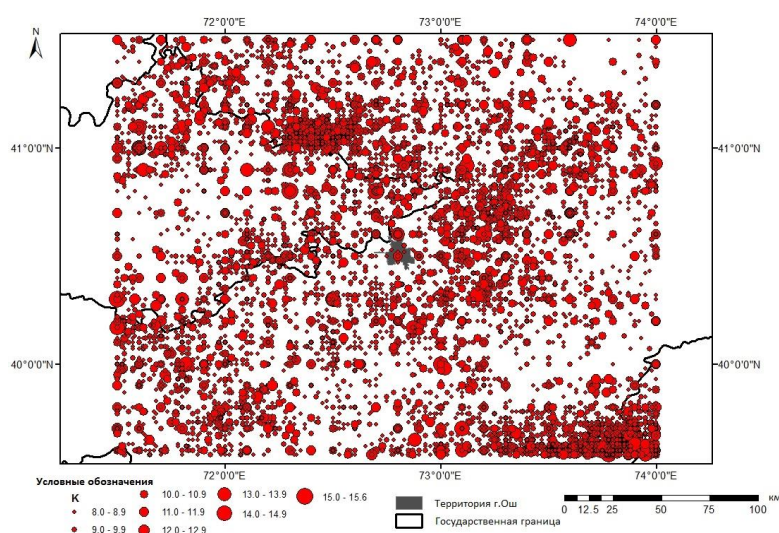


Рисунок 2. Эпицентры землетрясений с $K \geq 8.0$, расположенные в 100 км вокруг г. Ош с исторических времен по 2021 г.

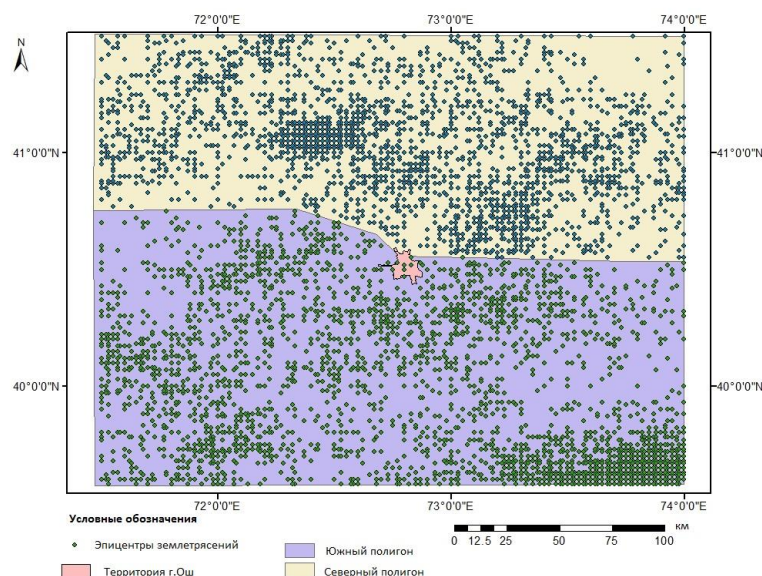


Рисунок 3. Расположение эпицентров землетрясений в Южной и Северной зонах с исторических времен по 2021 г.

Таким образом, из обзора карты эпицентров видно (Рисунок 3), что на обоих выделенных зонах очаги землетрясений, в основном, сосредоточены крайне неравномерно на исследуемой территории. В отдельных районах наблюдается повышенная сейсмическая активность, где в будущем возможно возникновение сильных землетрясений, которые могут представлять опасность для города Ош.

Кроме того, выявлено, что на исследуемой территории вокруг города Ош в радиусе 100 километров имеется наличие эпицентров с глубиной до 30 км. При оценке сейсмической опасности территории важно не только пространственное распределение эпицентров, но и частота повторения землетрясений. Для количественной оценки повторяемости землетрясений составляются графики, по которым определяется средний период повторяемости сильных землетрясений.

Исторически так сложилось, что раньше для энергетической оценки землетрясения в странах бывшего СССР в большей степени использовался такой параметр, как энергетический класс землетрясения при составлении каталога землетрясений. На современном этапе большинство исследователей применяет моментную магнитуду M_w . В данной работе использован анализ корреляционной зависимости моментной магнитуды и энергетического класса землетрясения, которые приведены в работах [7, 10].

Повторяемость землетрясений определена по закону Гуттенберга-Рихтера [21]. График повторяемости характеризуется наклоном. Данная зависимость выражается формулой $\lg N = (a-b) \cdot M_w$, где N — число событий с магнитудой M_w , а «a» и «b» константы.

Повторяемость землетрясений, определённая по закону Гуттенберга-Рихтера для Северной зоны (Рисунок 4), - $\lg N = -0.9M_w + 4.32$, а для Южной зоны - $\lg N = -0.99M_w + 4.63$ (Рисунок 5).

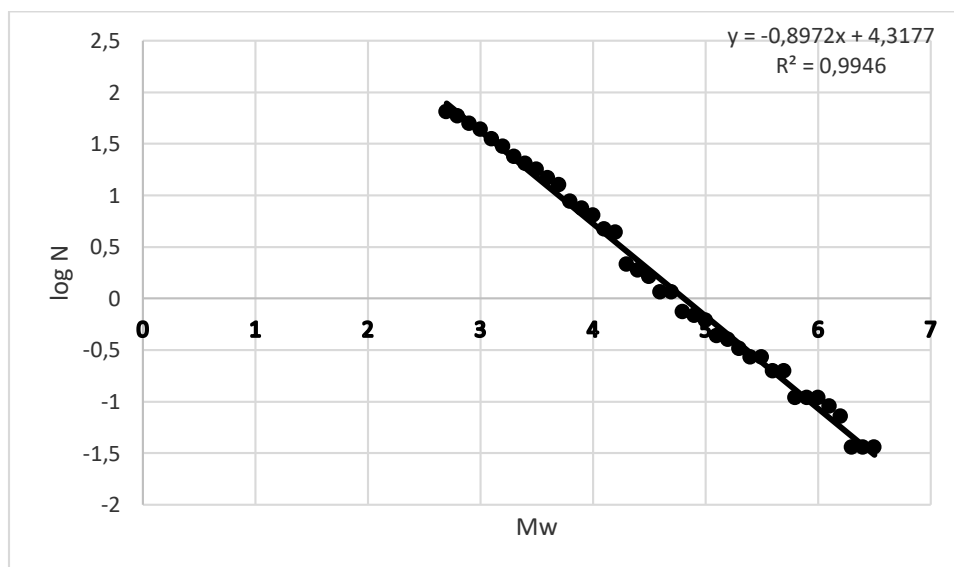


Рисунок 4. График повторяемости Северной зоны.

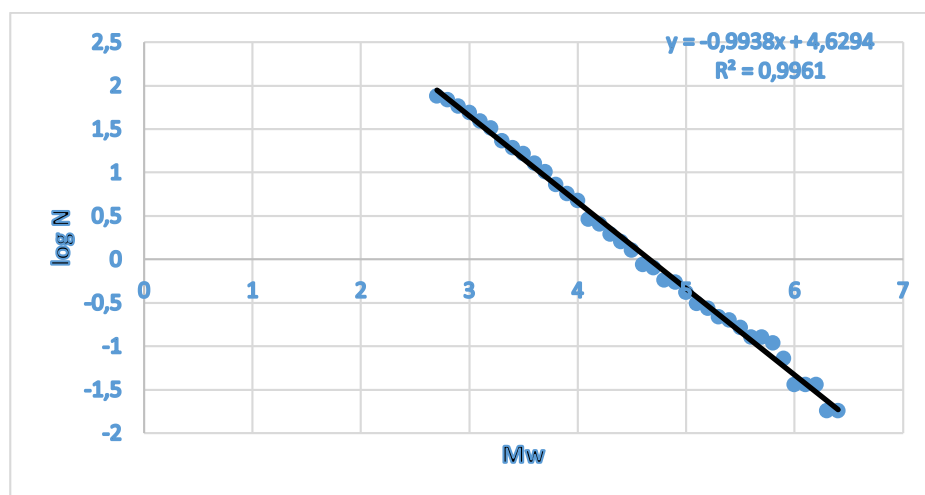


Рисунок 5. График повторяемости Южной зоны.

Выводы:

- Построена карта эпицентров сильных и ощутимых землетрясений в радиусе 60 км вокруг города и составлено краткое описание разрушений в очаговых зонах и сотрясениях в городе.
- На карте эпицентров землетрясений по сейсмологическим данным выделены две сейсмоактивные зоны Северная и Южная, расположенные вокруг г. Ош в радиусе 100 км.
- Построены графики повторяемости землетрясений Северной и Южной зон.

Литература

1. Атлас землетрясений СССР. / Под ред. Е.Ф. Саваренского и др. М.: АН СССР, 1962. - 336 с.
2. Бутовская Е.М., Захарова А.И. Иодко В.К., Фленова М.Г., Фленов Ю.П. Сейсмичность Узбекистана (Приташкентский и Южный сейсмические районы, центральная часть Чаткальского хребта). Вып. 2. - Ташкент: «Наука» Узбекской ССР, 1964. – 124 с.
3. Введенская Н.А. Каталог сильных землетрясений Тянь-Шаня. Фонды ИФЗ АН СССР, М., 1962. Введенская Н.А. Обобщение сейсмостатистических данных при сейсморайонировании Средней Азии. Тр. ИФЗ АН СССР, №22, 1962. - 196 с.
4. Горшков Г.П. Землетрясения на территории СССР. М.: Географгиз., 1949. – 120 с.
5. Гребенникова В.В., Фортуна А.Б. Талдыкское землетрясение 17 ноября 2015 года/В книге: Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на терр. КР, Бишкек: МЧС КР, 2016, - С. 664-671.
6. Джанузаков К.Д. Землетрясения Киргизии и сейсмическое районирование ее территории. – Фрунзе: Илим, 1964. – 116с.
7. Джанузаков К.Д. Сопоставление различных магнитудных и энергетических определений величины землетрясений Центральной Азии/В книге: Геолого-геофизические исследования ИС НАН КР. Бишкек: Илим, 2006, - С. 38-46.
8. Ибрагимов Р.Н., Иодко В.К., Конкова А.Т. Флеиова М.Г. Сильные землетрясения Восточной Ферганы/В кн. Сейсмичность Восточной Ферганы. Сборник статей/ [Отв. ред. В.И. Уломов]. АН УзССР. Ин-т геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева. - Ташкент: Фан, 1966. – 175с.

9. Камчыбеков М.П., Мураталиев Н.М., Камчыбеков Ы.П., Егембердиева К.А. Сейсмичность территории городов Балыкчи и Токмок, Кыргызстан // Вестник Института сейсмологии НАН КР №2(18), 2021. – С. 62-66.
10. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А. Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане // Землетрясения Северной Евразии в 1993 г. М.: НИИ-Природа, 1999, - С. 60-68.
11. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи. – «Зап. РГО», 26, Спб., 1893. - 582 с. (С. 47-49).
12. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Отв. ред. Н.В. Кондорская и Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977. – 536с. (С.198-296).
13. Розова Е.А., Грин В.П. Расположение эпицентров землетрясений, происшедших на территории Киргизии. Фрунзе, Из-во АН КиргССР, 1955. (Розова Е.А. Землетрясения Средней Азии// Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР. 1947. - №123. - С. 1 – 120)
14. Семенов А.А. Перечень землетрясений в Средней Азии и сопредельных с нею странах с древних времен до 1830 года // Тр. Ин-та сейсмологии и сейсмостойкого строительства АН ТаджССР. Сталинабад, 1958. Т. 94. - С. 37-52.
15. Семенов П.Г., Семенова В.А. Каталог землетрясений, ощущавшихся на территории Таджикистана за период 1865-1940 и 1941-1952 гг. Сталинабад: АН таджССР, 1958. // Тр. ин-та сейсмол. АН ТаджССР 1958. - Т.86. Вып. 3. - 146 с.
16. Спесивцева В.П. Историко-статистические материалы по сейсмичности Средней Азии // Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР. -1933. -№34. Вып. 2. - С. 33-59.
17. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986. -314 с.
18. Чедия О.К., Джумадылова Ч.К. Морфология новейших разломов на стыке Южно-Ферганской и Фергано-Атойнокской сейсмогенных зон / В книге: Новейшая тектоника восточной части горного обрамления Ферганской впадины. Фрунзе: Илим, 1981. – С.78-93.
19. Чернышев Ф., Бронников М., Вебер В., Фаас Ф. Андижанское землетрясение 3/16 декабря 1902 г. СПб.: Труды Геолог. Ком. Нов. Серия, 1910, вып. 54. – 94с.
20. Conrad L. A logic tree extension of the capacity spectrum method developed to estimates seismic risk in Oslo. Norway. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 9, No. 6(2005) 877-897.
21. Gutenberg B., Richter C.P. Seismicity of the Earth and associated phenomena. and Ed. Princeton Univ. press, Princeton, N. J., 1954, 310 p.

Рецензент: д-р ф.-м. н., профессор Мураталиев А.М.