

УДК 550.343.9

<sup>1</sup>Камчыбеков М.П., <sup>2</sup>Мураталиев Н.М., <sup>1</sup>Камчыбеков Ы.П.,  
<sup>1</sup>Егембердиева К.А.<sup>1</sup> Институт сейсмологии НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан<sup>2</sup> НИИ «Сейсмостойкое строительство» КГУСТА, г. Бишкек, Кыргызстан

## СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ БАЛЫКЧИ И ТОКМОК, КЫРГЫЗСТАН

**Аннотация.** В работе приведена количественная оценка сейсмичности территории городов Токмок и Балыкчи, на площади ограниченной размерами 200 x 200 км. Дана сейсмическая характеристика с учётом всех наиболее опасных сейсмических очагов для расчётного параметра движения грунта при вероятном ожидаемом сильном землетрясении.

**Ключевые слова:** сейсмичность, эпицентр землетрясения, график повторяемости землетрясения.

## БАЛЫКЧЫ ЖАНА ТОКМОК ШААРЛАРЫНЫН СЕЙСМИКАЛЫК АЙМАГЫ, КЫРГЫЗСТАН

**Кыскача мазмуну.** Макалада 200 x 200 чакырымга чектелген Токмок жана Балыкчы шаарларынын аймагында жер титирөөгө (сейсмикалуулугуна) топтолгон эсептер менен баа берилгени каралган. Ыктымалдуу күтүлгөн катуу жер титирөөдө жер кыртышындагы кыймылдын параметри үчүн бардык эң коркунучтуу булактарды эске алуу менен сейсмикалуулук каралады.

**Негизги сөздөр:** сейсмикалуулук, жер титирөөнүн эпицентра, жер титирөөнүн кайталанма гафиги.

## SEISMICITY OF THE TERRITORY OF BALYKCHI AND TOKMOK CITIES, KYRGYZSTAN

**Abstract.** The paper provides a quantitative seismicity assessment of Tokmok and Balykchi cities' territory, limited by 200 x 200 km. Seismicity including all the most hazard seismic sources for the calculated parameter of soil movement of a probable expected strong earthquake is considered.

**Keywords:** seismicity, earthquake epicenter, plot of earthquake's recurrence.

В последнее время в высокосейсмических регионах проводятся исследования сейсмичности территорий городов для оценки сейсмической опасности. В данной работе рассмотрены сейсмичность городов Токмок и Балыкчы, которые расположены в пределах Северного Тянь-Шаня, и с которым связаны проявления сильных сейсмособытий. Наиболее систематические и подробные сведения о сильных землетрясениях в этом регионе имеются с 1885 г., даты произошедшего девятибалльного Беловодского землетрясения. На карту эпицентров нанесены также сильные землетрясения, данные о которых в работе характеризуются как «ненадёжные». Со временем также менялась точность определения координат эпицентров и глубины очага: в период 1929-1950 гг. координаты эпицентров определялись с точностью 15-20 км, а глубины не определялись вообще. С 1951 г., с увеличением числа сейсмических станций, координаты определялись с точностью 10-15 км, а глубины – 5-10 км, с 1967 г. – соответственно: ±1-3 км и ±2.5 км. Более полное детальное изучение сейсмичности Северного Тянь-Шаня начато с 1962 г. и окончательно сформировалось к 1976 г., т.к. и после организации ряда сейсмических станций первого

и второго классов и региональных высокочувствительных станций. На Северном Тянь-Шане с 1991 г. работает сеть цифровых телеметрических сейсмических станций Kyrgyz Seismic Telemetry Network (KNET) (ИС РАН). С 2007 г. на территории Кыргызстана стала функционировать цифровая сейсмическая сеть KRNET (Kyrgyz Republic Digital Network) (ИС НАН КР). На сегодня достигнуты успехи в изучении пространственно-временных распределений как слабых, так и сильных землетрясений, более детально изучены динамические характеристики сейсмических колебаний, повысилась точность определения эпицентров, увеличилось число регистрируемых землетрясений. В данной работе рассматривался территория размером 200 x 200 км вокруг указанных городов (рисунок 1).

Город Токмок расположен в восточной части Чуйской впадины. Сейсмичность этого района является одной из наиболее изученной на Северном Тянь-Шане и относится к высокобалльной зоне по карте интенсивности сотрясений земной поверхности на территории Кыргызстана [1]. Как показано на рисунке 2, на исследуемой территории произошли сильные землетрясения, в том числе и катастрофические: Беловодское 1885 г., Верненское 1887 г., Кемино-Чуйское 1938 г. и др. с интенсивностью 8-9 и более баллов. Есть также разрозненная информация о 9-балльном разрушительном землетрясении 1500 г. в районе с. Бурана, о 8-балльном землетрясении 1770 г. в с. Беловодское, 8-9- балльном 1865 г. в с. Мерке (рисунок 2) [2, 3, 4].

Город Балыкчы расположен в западной части Иссык-Кульской впадины на побережье озера Иссык-Куль. Сейсмичность западной части Иссык-Кульской впадины, особенно её северная часть, относится к области, наиболее подверженной катастрофическим и сильным землетрясениям [1-4,7-9]. Известны сильные землетрясения прошлого, как Чиликское 1889 г., Кемино-Чуйское 1938 г., Чолпон-Атинское 1982 г., Чолпон-Атинское 1988 г. Для более позднего времени имеются сведения о землетрясениях силой 7 баллов и выше в 500 лет н.э., 1868 г., 1880 г., 1889 г., 1893 г., 1911 г., 1932 г. (рисунок 2).

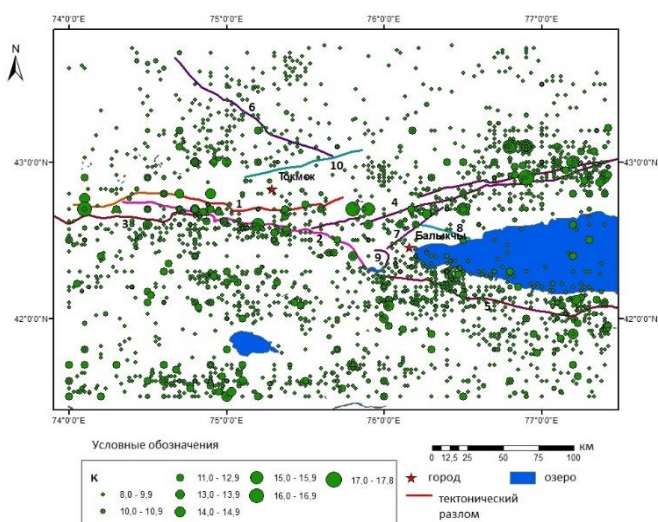


Рисунок 1. Карта-схема расположения эпицентров землетрясений с энергетическим классом  $K \geq 8.0$  и близлежащих активных тектонических разломов [5-10] на территории исследования. 1 – Иссык-Атинский; 2 – Шамсы-Тюндукский; 3 – Чонкурчакский; 4 – Чон-Кеминский; 5 – Предтерсейский; 6 – Джалайир-Найманский; 7 – Тогузбулакский; 8 – Торуайгыр-Тасминский; 9 – Разлом; 10- Предзаилийский.

Северо-Иссык-Кульская эпицентральная зона связана с Кунгейским и Заилийским хребтами и простирается с востока на запад вдоль этих хребтов почти широкими направлениями. Она неоднородна по своему сейсмическому строению и в её пределах выделяется Кеминский и Чиликский, а также Алма-Атинский и Жаланаш-Тюпский высокоактивные участки. Наибольшая плотность эпицентров различных энергетических классов приурочена к зоне сочленения Кунгейского и Заилийского хребтов, а также в восточной части Заилийского хребта. Именно с этими высокоактивными участками связаны эпицентральные области Верненского 1887 г., Чиликского 1889 г., Кеминского 1911 г. и других землетрясений.

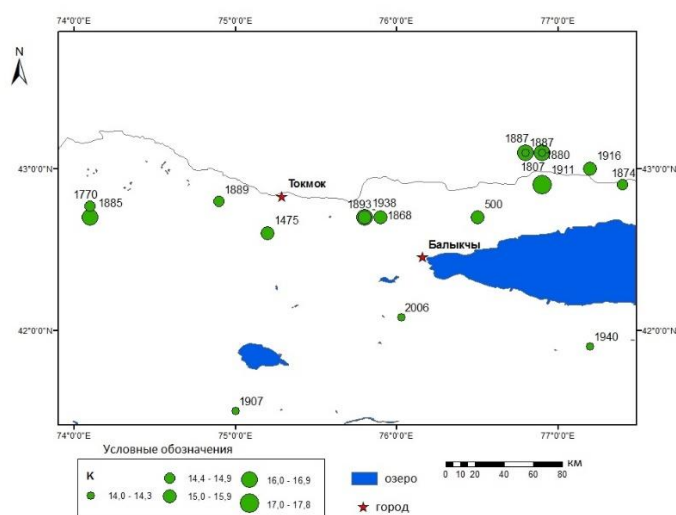


Рисунок 2. Карта-схема расположения эпицентров землетрясений с энергетическим классом  $K \geq 14.0$  на территории исследования.

В основе определения сейсмичности территорий городов Токмок и Балыкчы использованы закономерности Гутенберга-Рихтера, Корнели, Бормана, Эстева-Корнелли, Синга, Рейтера, Уэлса и Копперсмита, Бур и др. [12-15].

Повторяемость землетрясений определено по отношению Гутенберга-Рихтера для всего каталога исследуемого района [13]. Повторяемость землетрясений для неизвестных источников оценивается по «сглаженной» исторической сейсмичности. Колебание грунта, вызванное землетрясением, является случайным событием и определяется из эмпирических регрессионных зависимостей, характеризующих движение грунта как логнормальное распределение.

Территория вокруг городов Токмок и Балыкчи рассматривается на площади, ограниченной размерами 200 x 200 км. Такая размерность обусловлена соображениями наиболее вероятных сейсмических воздействий на здания и сооружения при таком эпицентральном расстоянии. Затем данный квадрат был поделен на три части (или зоны) в соответствии с определённым группированием эпицентров землетрясений в пространстве для сравнения этих локальных областей по проявлению сейсмичности (рисунок 3). Первая зона – северо-восточная часть данного квадрата, вторая зона – юго-восточная и третья – западная часть этой ограниченной площади.

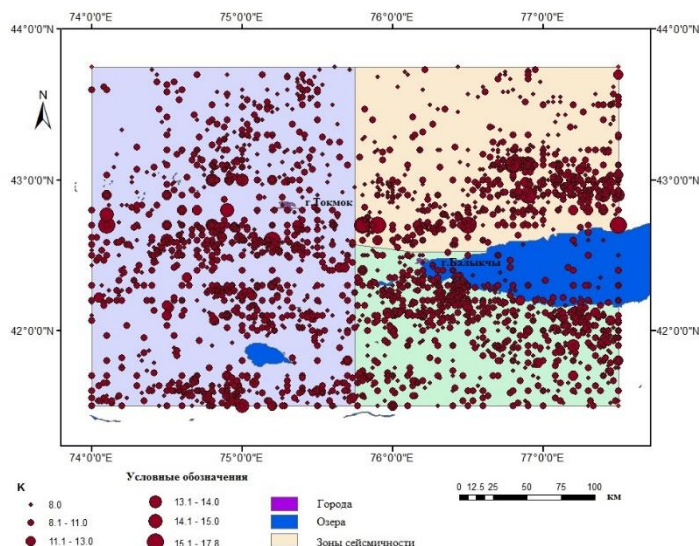
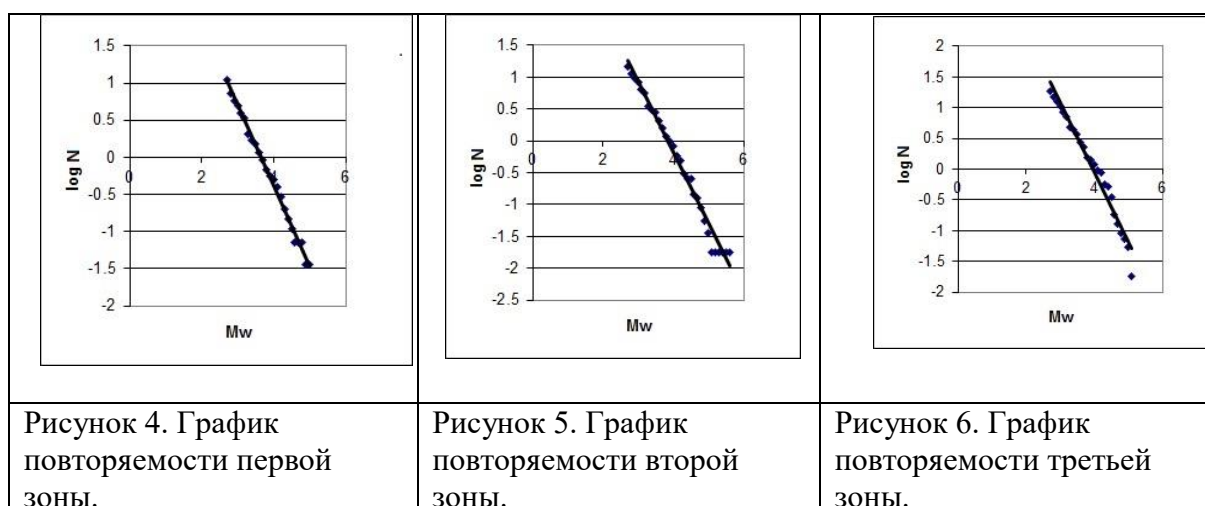


Рисунок 3. Карта-схема расположения эпицентров землетрясений с  $K \geq 8.0$  в районе исследования г. Токмок и г. Балыкчи.

Известно, что сейсмический режим подчиняется закону или графику повторяемости землетрясений  $N(M)$  – статистической функции распределения частоты возникновения землетрясений в зависимости от их энергетического класса или магнитуды  $lgN(M)=a-bM$ , так называемому закону повторяемости землетрясений Гутенберга-Рихтера. Для каждого из частей или зон квадрата построены графики повторяемости землетрясений (Рисунки 4, 5, 6).

Для построения графиков повторяемости землетрясений использован каталог Института сейсмологии НАН КР сейсмических событий с 1955 г. по 2020 г. с энергетическим классом  $K \geq 8.0$ , как являющимся представительным с того времени на заданной территории.



Сравнение графиков повторяемости по каждой зоне показывает небольшое изменение наклона графика повторяемости с для первой -  $LgN=3.9356-1.0757Mw$ ,  $R_c=0.995$ , второй -  $LgN=4.2695-1.1113Mw$ ,  $R=0.9874$  и третьей -  $LgN=4.4669-1.129Mw$ ,  $R=0.972$  зонам, соответственно.

### Выводы

Территория исследования разделена на три зоны в зависимости от группирования землетрясений. Получены графики повторяемости трёх зон во всём диапазоне магнитуд исследуемой территории.

### Литература

1. СН КР 20-02:2018 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек: Госстрой КР. – 131 с.
2. Джанузаков К.Д. Землетрясения Киргизии и сейсмическое районирование её территории. Фрунзе: Илим, 1964. 116с.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975г. / Отв. ред. Н.В. Кондорская и Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977. С.198-296.
4. Джанузаков К.Д., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии. Бишкек: Илим, 2003. – 216с.
5. Опыт комплексного сейсмического районирования на примере Чуйской впадины (Северный Тянь-Шань). Фрунзе: Илим, 1975. 190с.
6. Геология кайнозойских отложений Чуйской впадины и её горного обрамления. Л.: Наука, 1976. – 128с.
7. Детальное сейсмическое районирование Иссык-Кульской впадины. Бишкек: Илим, 1993. 150с.
8. Абдрахматов К.Е. Четвертичная тектоника Чуйской впадины. - Фрунзе: Илим, 1988. - 120с.
9. Корженков А.М. Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих территорий). -Бишкек: Илим, 2006. 290с.
10. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986. 316с.
11. Лемзин И.Н. Разломы Кыргызской части Тянь-Шаня. Бишкек: Илим, 2005. 60с.
12. Cornell, A. (1968). Engineering seismic risk analysis, Bull. Seism. Soc. Am., v. 58. P. 1583-1606.
13. Gutenberg B., Richter C.P. Seismicity of the Earth and associated phenomena. and Ed. Princeton Univ. press, Princeton, N. J. 1954, 310 p.
14. Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No 4. P. 974-1002, August 1994.
15. Reiter, L. (2000). Earthquake Hazard Analysis: Issues and Insights, Columbia University Press, New York. 253 p.

*Рецензент: к. г.-м.н. А.Б. Фортуна*