

DOI:10.26104/NNTIK.2023.13.25.003

Данабаева А., Сыдыков А., Садыкова А.

ЖОНГАР-БАЛХАШ АЙМАГЫНЫН СЕЙСМИКАЛУУЛУГУ ЖӨНҮНДӨ

Данабаева А., Сыдыков А., Садыкова А.

О СЕЙСМИЧНОСТИ ЖОНГАРО-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА

A. Danabayeva, A. Sydykov, A. Sadykova

ABOUT SEISMICITY OF THE ZHONGAR-BALKHASH REGION

УДК: 550.348

Бул макалада сейсмикалуулуктун мейкиндик-убактылуу бөлүштүрүлүшүнө талдоо жүргүзүүнүн жыйынтыктары келтирилген: $M \geq 4,8$ жана $M \geq 6,0$ тартып байыркы мезгилден 2021-жылга чейинки жер титирөөлөрдүн эпицентринин карталары, $K \geq 8,6$ ($M \geq 2,5$) 1962-жылдан 2021-жылга чейинки Жонгар-Балхаш регионунун күчтүү жана алсыз жер титирөөлөр жөнүндө маалыматтарынын негизинде жер титирөөлөрдүн эпицентринин картасы. $M \geq 6,0$ деструктивдүү жана күчтүү жер титирөөлөрдүн очокторунун картасын талдоо көрсөткөндөй, алардын басымдуу көпчүлүгү эки жетишерлик тар сызыктуу зоналарды түзөт: Түндүк-Тянь-Шань түштүк-түндүк-чыгыш жана Жонгар-Борохорин батыш түштүк-чыгыш багыттары. Алсыз жер титирөөлөрдүн эпицентрлери аймак боюнча чачыранды, алардын басымдуу көпчүлүгү негизинен Түндүк-Тянь-Шань жана Жонгар-Борохорин зоналары менен курчалган. Каралып жаткан аймак үчүн потенциалдуу сейсмикалык коркунучту Жонгар, Түндүк-Тянь-Шань жана Борохорин сейсмоактивдүү зоналары түзөөрү көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: аймак, сейсмикалуулук, сейсмикалык режим, сейсмоактивдүү зоналар, жер титирөөлөрдүн очоктору, сейсмикалык коркунуч, анализ.

В работе приводятся результаты анализа пространственно-временного распределения сейсмичности: карты эпицентров землетрясений с $M \geq 4,8$ и с $M \geq 6,0$ с древнейших времен по 2021 г., карта эпицентров землетрясений с $K \geq 8,6$ ($M \geq 2,5$) с 1962 г. по 2021 г. Жонгаро-Балхашского региона по данным о сильных и слабых землетрясениях. Анализ карты очагов эпицентров разрушительных и сильных землетрясений с $M \geq 6,0$ показывает, что подавляющее большинство их образуют две достаточно узкие линейные зоны: Северо-Тянь-Шаньскую юго-северо-восточного и Жонгаро-Борохоринскую западно-юго-восточного направлений. Эпицентры слабых землетрясений рассеяны по площади, подавляющее их большинство в основном приурочены к зонам Северо-Тянь-Шаньской и Жонгаро-Борохоринской. Показано, что потенциальную сейсмическую опасность для рассматриваемой территории представляют Жонгарская, Северо-Тянь-Шаньская и Борохоринская сейсмоактивные зоны.

Ключевые слова: территория, сейсмичность, сейсмический режим, сейсмоактивные зоны, очаги землетрясений, сейсмическая опасность, анализ.

The paper presents the results of analysis of spatial and temporal distribution of seismicity: maps of epicenters of earthquakes with $M 4.8$ and $M 6.0$ from ancient times to 2021. Map of epicenters of earthquakes with $K \geq 8,6$ ($M \geq 2,5$) from 1962 to 2021 in Zhongar-Balkhash region in accordance with data on the strong and weak earthquakes. Analysis of the map of epicenters of destructive and strong earthquakes with $M \geq 6.0$ shows that overwhelming majority

of them form two quite narrow linear zones: North-Tian-Shan of South-North-East and Zhongar-Borokhorin of West-South-East directions. Epicenters of weak earthquakes are scattered along the area, most of them are confined to the North Tian Shan and Zhongar-Borokhorin zones. It is shown that Zhongarskaya, North Tian Shan and Boro-Khorin seismic active zones pose a potential seismic hazard for the territory in question.

Key words: territory, seismicity, seismic regime, seismically active zones, earthquake foci, seismic hazard, analysis.

Введение: Оценка сейсмической опасности и сейсмический прогноз являются приоритетными научными задачами в области наук о Земле, что связано с быстрым ростом урбанизированных территорий и возможностью возникновения разрушительных землетрясений [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Для того чтобы уменьшить ущерб от разрушений, вызванных землетрясениями, очень важна оценка уровня сейсмической опасности, которая призвана стать исходной для расчетов по сейсмостойкому строительству. Именно поэтому в настоящее время большое внимание уделяется проблеме оценки сейсмической опасности в международном, региональном и национальном масштабах.

Территория Казахстана характеризуются различными специфическими сейсмическими условиями, среди которых своими особенностями выделяется Жонгар-Балхашский регион. В административном отношении этот регион до недавнего времени относился к территории Алматинской области Республики Казахстан. Указом Президента Республики Казахстан № 887 «О некоторых вопросах административно-территориального устройства Республики Казахстан» территория Алматинской области была разделена на две области: Алматинскую и Жетысуйскую с областными центрами в г. Кунаев (бывший г. Капшагай) и г. Талдыкорган. Границы новой Жетысуйской области примерно совпадают с границами Жонгар-Балхашского региона, где в ближайшем будущем планируется интенсивное освоение территории и в связи с этим ожидается рост численности населения. Это требует научно-обоснованной оценки сейсмической опасности данного региона. Как показывает практика, в ряде случаев именно уровень сейсмической опасности территории может определить перспективу дальнейшего

развития области. Это говорит об актуальности уточнения оценки сейсмической опасности региона. Первым этапом выполнения работ по оценке сейсмической опасности являются исследования сейсмичности территории. В данной статье приведены результаты таких исследований для территории Жонгар-Балхашского региона.

Материалы. Информационную основу проводимых исследований составили каталоги сильных и слабых землетрясений юга и юго-востока Казахстана и сопредельных территорий [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Для оценки общей сейсмической обстановки в регионе рассмотрена более обширная территория, ограниченная координатами 42°00'–47°30' с.ш. и 73°30'–85°00' в.д. В её пределы включены районы с различным характером сейсмического режима, такие как Северный Тянь-Шань, Жонгария, Боро-Хоро и платформенные области Прибалхашья. Выбор такой территории обусловлен, прежде всего, стремлением определить влияние сильных сейсмических событий, окружающих территорию, на сейсмическую опасность рассматриваемого региона. Следует указать, что указанные зоны в сейсмологическом отношении достаточно хорошо изучены [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Эти территории охвачены системой детальных инструментальных наблюдений за сейсмическим режимом, которые обеспечивают представительную регистрацию землетрясений с энергетическим классом $K=9$ с 1951 года, с $K=8$ с 1961 года и с $K=7$ с 1980 года. Кроме этого, использовались надежные данные о сильных исторических землетрясениях. Составленные унифицированные каталоги слабых и сильных землетрясений позволяют получить представление о пространственном распределении сейсмичности и выделить наиболее сейсмоактивные зоны на территории Джунгаро-Балхашского региона.

Методы анализа. При изучении особенностей

пространственного распределения сейсмичности используются карты эпицентров землетрясений. Для исследуемой территории, такие карты построены для эпицентров сильных землетрясений с $M \geq 6,0$ с древнейших времен (250 г. до нашей эры) по 2021 г. (рисунок 1), умеренных с $M \geq 4,8$ с древнейших времен (250 г. до нашей эры) по 2021 г. (рисунок 2) и слабых с энергетическим классом $K \geq 8,6$ ($M \geq 2,5$) с 1962 г. по 2021 г. (рисунок 3). Обычно такие карты строятся с указанием различного набора параметров, таких как магнитуда, энергетический класс. В последнее время получило распространение представление очагов землетрясений с учетом их размеров и простираания. Для землетрясений с $M \geq 6,1$ определены очаговые зоны в виде эллипсов, размеры которых вычислялись по следующим формулам [1]:

$$\lg L_x \text{ (км)} = 0,5M - 1,8 - \text{длина очага,}$$

$$\lg W \text{ (км)} = 0,26M - 0,56 - \text{ширина очага.}$$

Азимуты простираания очаговых зон определялись различными способами: а – по распределению области афтершоков; б – по простираанию изосейст; в – по простираанию разрыва; г – по механизму очага; д – по простираанию сейсмогенерирующей зоны. Результаты исследований показали, что преимущественными направлениями простираания очагов сильных землетрясений являются $76^\circ\text{--}90^\circ$ и $106^\circ\text{--}120^\circ$, что согласуется с результатами, полученными по данным более раннего времени [1, 2, 3].

Наиболее ответственным этапом при построении карт эпицентров является выбор пространственно-временных и энергетических рамок совокупностей землетрясений, которые зависят от уровня представительности землетрясений с очагами разных энергий, т.е. от минимального порогового уровня энергетического класса, начиная с которого все землетрясения данного района регистрируются без пропуска [5].

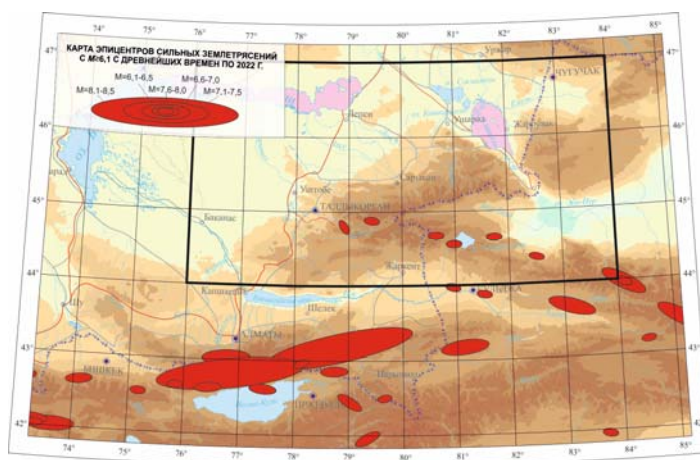


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6,0$ с древнейших времен по 2021 г.

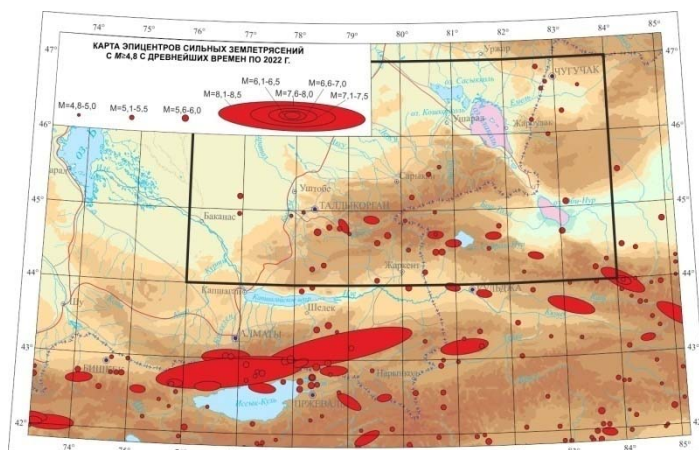


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 4,8$ с древнейших времен по 2021г.

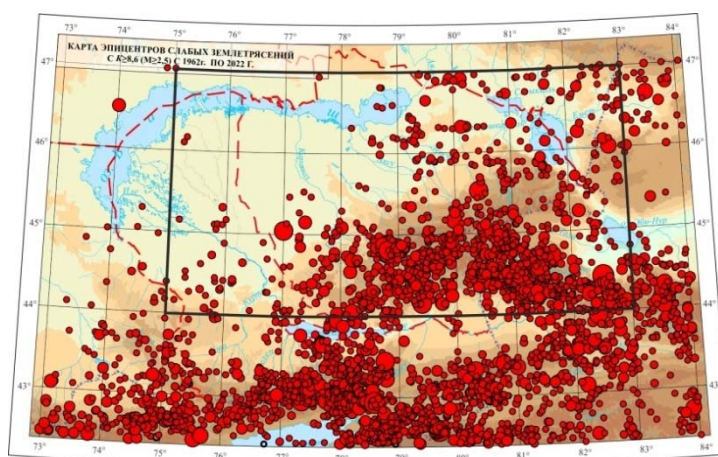


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений с $K \geq 8,6$ ($M \geq 2,5$) с 1962 г. по 2021 г.

Результаты и обсуждение: Анализ карты очагов эпицентров разрушительных землетрясений с $M \geq 6,0$ (рис. 1) показывает, что подавляющее большинство их образуют две достаточно узкие линейные зоны – Северо-Тянь-Шаньскую, Жонгарскую.

На территории Северо-Тянь-Шаньской зоны эпицентры разрушительных землетрясений с $M \geq 6,0$ относятся к Заилийско-Кунгейской крупной зоне. Особенно высокосейсмичными являются районы хребтов Заилийский, Кунгей Алатау, а также восточная часть Киргизского хребта, в пределах, которых располагались очаги сильнейших землетрясений (Беловодское 1885 г., $M=8,3$; Верненское 1887 г., $M=7,3$; Чиликское 1889 г., $M=8,3$; Кеминское 1911 г., $M=8,2$; Кемино-Чуйское 1938 г., $M=6,9$; Жаланаш-Тюпское 1978 г., $M=6,8$; Байсорунское 1990 г., $M=6,3$). Менее активным является хр. Кетмень, где максимальная магнитуда наблюдаемых землетрясений не превышает 6,5. Сейсмическая активность Северо-Тянь-Шаньской зоны усилилась с начала 70-х годов прошлого века, когда после более чем 30-летнего периода затишья произошел целый ряд землетрясений с $M=5,5-6,8$.

Жонгарская сейсмоактивная зона трассируется цепочкой эпицентров сильных землетрясений с магнитудами $M=6,0-7,0$, в пределах которой располагаются очаги сильнейших сейсмических событий: Текелийское 1993 г. ($M=6,1$; $K=15$), Джунгарское 1958 г. ($M=6,4$; $K=15$), Кульджинское 1921 г. ($M=6,5$; $K=15$) и др. Наиболее разрушительные землетрясения Жонгаро-Борохоринской зоны происходили в 1812 г. ($M=7,5-8,0$), в 1906 г. ($M=7,5-8,0$) и в 1944 г. ($M=7,2$). Их эпицентры располагаются в пределах хр. Боро-Хоро на территории КНР.

Рассматривая карту эпицентров сильных землетрясений с $M \geq 4,8$ (рисунок 2) следует отметить их большую рассеянность по площади по сравнению с распределением эпицентров землетрясений на предыдущей карте. Они, в основном, представлены в виде достаточно широких полос с размытыми границами или же в виде отдельных групп эпицентров, неравномерно расположенных по территории. Судя по характеру эпицентрального поля сильных землетрясений, основная сейсмическая деятельность за последние 150 лет развивается на территории Северного Тянь-

Шаня, где эпицентры сильных землетрясений в виде полосы шириной около 50 км вытянуты в широтном направлении. Она состоит из трех крупных подзон – Киргизской, Заилийско-Кунгейской и Кетменьской. Сейсмоактивная зона, приуроченная к Жонгарии, также имеет субширотную ориентацию. Большинство сильных землетрясений здесь располагается в южной части поднятия и образуют небольшую по ширине полосу, прослеживающуюся на восток вдоль хребта Боро-Хоро в пределах КНР. Самые сильные землетрясения последних лет (1958, 1962, 1979, 1993) здесь также тяготеют к восточной части зоны. С конца 70-х годов наблюдается активизация западной подзоны Жонгарии, когда произошли Баканасское 1979 г. ($M=5,8$; $K=14$), Текелийские 1993 г. ($M=5,8$; $K=15$), 2009 г. ($M=5,6$; $K=14$) и др. менее сильные землетрясения. В целом, в Жонгарской сейсмоактивной зоне за последнее столетие произошло шесть землетрясений с $K=15$ [1, 2, 3, 4, 5].

В первую очередь, следует отметить, что эпицентры сильных и умеренных землетрясений довольно отчетливо приурочены к областям скопления многочисленных слабых толчков или к их краевым частям. Эти участки высокоактивны и в настоящее время. С другой стороны, существуют районы, где эпицентры сильных и умеренных землетрясений (в большинстве – ранние землетрясения) расположены в спокойном или даже пониженном современном сейсмическом поле. Указанные особенности в площадном распределении слабых и сильных землетрясений можно объяснить неоднородностью распределения очагов землетрясений, как в пространстве, так и во времени [1, 2].

Выводы. Таким образом, анализ пространственно-временного распределения сейсмичности на обширной территории юго-востока Казахстана показывает, что для Жонгар-Балхашского региона, границы которого совпадают с территорией вновь образованной Жетысуской области, потенциальную сейсмическую опасность представляют сильные землетрясения, эпицентры которых будут располагаться как на самой Жонгарской, так и на соседних Северо-Тянь-Шаньской и Боро-Хоринской сейсмоактивных зонах.

Литература:

1. Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. - Алматы: Ғылым, 2004. - 270 с.
2. Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана. - Алматы, 2012. - 267 с.
3. Сыдыков А., Садыкова А.Б., Нурмагамбетов А. Сейсмический режим территории Казахстана // Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска. - Алматы, 2005. - С.105-110.
4. Нерсесов И.Л., Нурмагамбетов А., Сыдыков А. Детальное изучение сейсмического режима Казахстана и прилегающих территорий. - Алма-Ата: Наука, 1982. - 160 с.
5. Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Садыкова А.Б. Қазақстандағы жерсілкіністер: себеп салдары және сейсмикалық қауіпсіздік. Землетрясения Казахстана: причины, последствия и сейсмическая безопасность. - Нур-Султан: Жаркын Ко, 2019. - 288 с.
6. Сыдыков А., Садыкова А.Б. Оценка представительности землетрясений с $K \geq 12$ территории юго- и юго-востока Казахстана. / Известия АН КазССР. Сер. геол. деп. №2353, 4.10.1988а. - С.8.
7. Новый каталог сильных землетрясений СССР с древнейших времен до 1975г. / Под редакцией Кондорской Н.В. и Шебалина Н.В. - М.: Наука, 1977. - 535с.
8. Каталог землетрясений Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий за 1975-1987гг. / Отв. ред. В.И. Шацков. - Алма-Ата: Наука, 1990. - Ч.1 (1975-1982). - 202 с.; - Ч.2 (1983-1987). - 227 с.
9. Землетрясения в СССР в 1962-1991гг. - М., 1964-1996.
10. Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1979-1985 гг. - Душанбе: Дониш. - 1980-1988.
11. Землетрясения Северной Евразии в 1992-2000 гг. - М.: РАН, 1997-2004 гг.
12. Землетрясения России в 2003-2005 гг. - Обнинск: ГС РАН, 2005-2007.
13. Абдрахматов К. Е., Кальметьева З. А., Михайлова Н.Н., Сыдыков А., Садыкова А.Б., Силачева Н.В., Усманова М.Т., Чеховская Р.А. Сейсмологическая база данных Центральной Азии как основа изучения региональных геодинамических процессов. // Напряженно-деформированное состояние земной коры. Геодеформационный процесс и сейсмичность. - Бишкек, 2008. - С. 297-302.
14. Global seismological catalogue by the USGS, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
15. Сейсмические бюллетени Казахстанского национального центра данных (KNDC), <https://www.kndc.kz/index.php/-sejsmicheskie-byulleteni>
16. Каталог Сейсмологической опытно-методической экспедиции (СОМЭ), <http://some.kz>.