

УДК 550.361.2: 004:55
AGRIS P31

https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/16

МОНИТОРИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ОШСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

©*Мамажакыпова Г. Т.*, ORCID: 0000-0001-5525-6837, SPIN-код: 4688-8307,
Ошский технологический университет им. акад. М.М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, gulzara.tamazhakypova@mail.ru

©*Абдулла уулу М.*, Ошский технологический университет им. акад. М.М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан

MONITORING ASSESSMENT OF EARTHQUAKES IN OSH REGION USING GIS TECHNOLOGIES

©*Mamazhakypova G.*, ORCID: 0000-0001-5525-6837, SPIN-code: 4688-8307, Osh Technological
University named by M.M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, gulzara.tamazhakypova@mail.ru

©*Abdulla uulu M.*, Osh Technological University named by M.M. Adyshev,
Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. В статье рассматривается задача использования космических снимков земной поверхности для мониторинговой оценки сейсмической активности изучаемого района. В этом исследовании использованы Sentinel-2 и SRTM спутниковые данные, топографические, геологические и сейсмические данные, и данные о разломах и прошлых землетрясениях, которые могут способствовать изучению сейсмической опасности. Исследование было разработано в программном обеспечении ArcGIS 10.7.1 с использованием тематических векторных и растровых данных.

Abstract. The article discusses the problem of using satellite images of the earth's surface for monitoring assessment of seismic activity in the study area. This study uses Sentinel-2 and SRTM satellite data, topographic, geological and seismic data that can contribute to seismic hazards, faults and past earthquake data. The study was developed in ArcGIS 10.7.1 software using thematic vector and raster data.

Ключевые слова: ГИС-технология, данные дистанционного зондирования, землетрясение, сейсмический мониторинг, сеть сейсмических станций.

Keywords: GIS technology, remote sensing data, earthquake, seismic monitoring, network of seismic stations.

Настоящее исследование сосредоточено на использовании интегрированного дистанционного зондирования и подхода географической информационной системы (ГИС). Используются спутниковые данные, данные о землетрясениях и геологические данные. Были признаны важные факторы, связанные с землетрясениями — уровневые и относительные уровни входных данных (цифровая элемент-модель землетрясения, уклон, магнитуда землетрясения, расположение эпицентра, линеаменты, неисправности, расстояние до активной f своды и эпицентр). Для интеграции данных в ГИС предусмотрена схема числового ранжирования.

Карта индекса сейсмического потенциала делит исследуемый регион на различные соответствующие классы потенциала: высокий, средний, низкий, и очень низкий. Карта потенциала землетрясений, составленная для региона демонстрирует хорошую и детальную оценку зон потенциального землетрясения по сравнению с предыдущими картами сейсмической опасности полученные на основе традиционных методов.

Землетрясение является одним из самых серьезных стихийных бедствий, с которыми сегодня сталкивается человечество. Поэтому мониторинг и прогноз землетрясений в настоящее время является наиболее актуальной и сложной задачей всех наук о Земле, которая наносит громадный экономический ущерб и приводит к гибели людей. Недавние землетрясения 5 октября 2008 г. в Ошской области — село Нура полностью разрушено, погибло 74 человека. 6 февраля 2023 года с интервалом в 9 часов на юго-востоке Турции произошли два мощных землетрясения, которые привели к гибели свыше 50 500 человек, а в Сирии — 8 476 человек, ещё десятки тысяч пострадали. Поэтому для борьбы с опасностью землетрясений, необходимо разработать планирование предотвращения землетрясений. Прогноз сейсмической опасности является одним из основных методов предотвращения землетрясений.

Географическая информационная система (ГИС) — это компьютерная система, которая может собирать, хранить, анализировать и отображать информацию с географической привязкой. Широко используется для мониторинга и прогнозирования землетрясений, они также позволяют улучшить предотвращение ущерба от землетрясений, оценку ситуации, оказание экстренной помощи после землетрясения и т. д. Своевременное выявление и мониторинг сейсмической активности, указывающей на вероятные землетрясения, имеют важное значение для раннего обнаружения землетрясений. Ученые и власти могут улучшить свои возможности по выявлению предвестников землетрясений, изучению закономерностей и принятию соответствующих мер по смягчению последствий, применяя технологии ГИС.

Прогноз землетрясений включает в себя систему мероприятий по определению вероятности сильных землетрясений, их масштаба и возможных последствий для конкретного региона, находящегося в зоне их влияния. Прогноз землетрясений предполагает решение трех основных задач: прогнозирование места или района, где может произойти землетрясение; оценка вероятной величины (или силы) ожидаемого события; определить вероятное время ожидаемых землетрясений.

При этом самой сложной и важной задачей является прогнозирование точного времени ожидаемой сейсмической катастрофы, а общепринятых методов решения этой проблемы до сих пор нет, поскольку очаги сильных землетрясений располагаются на большой глубине (5-35 км) и склонны к разрушению горных пород, занимают огромный объем (от 100 до 106 км), который невозможно смоделировать традиционными методами.

Область исследования

Область исследования — Ошская область, площадь — 29,0 тыс. км², или 14,5% территории Кыргызской Республики. Областной центр — город Ош, один из древнейших среднеазиатских городов [1]. Административно область делится на 7 районов: Алайский, Араванский, Кара-Кулжинский, Кара-Сууский, Ноокатский, Узгенский, Чон-Алайский (Рисунок 1).

Территория Ошской области характеризуется интенсивным развитием опасных природных процессов, связанных с геолого-структурными особенностями, рельефом, климатическими и гидрогеологическими условиями, сейсмической активностью, техногенными и другими факторами.

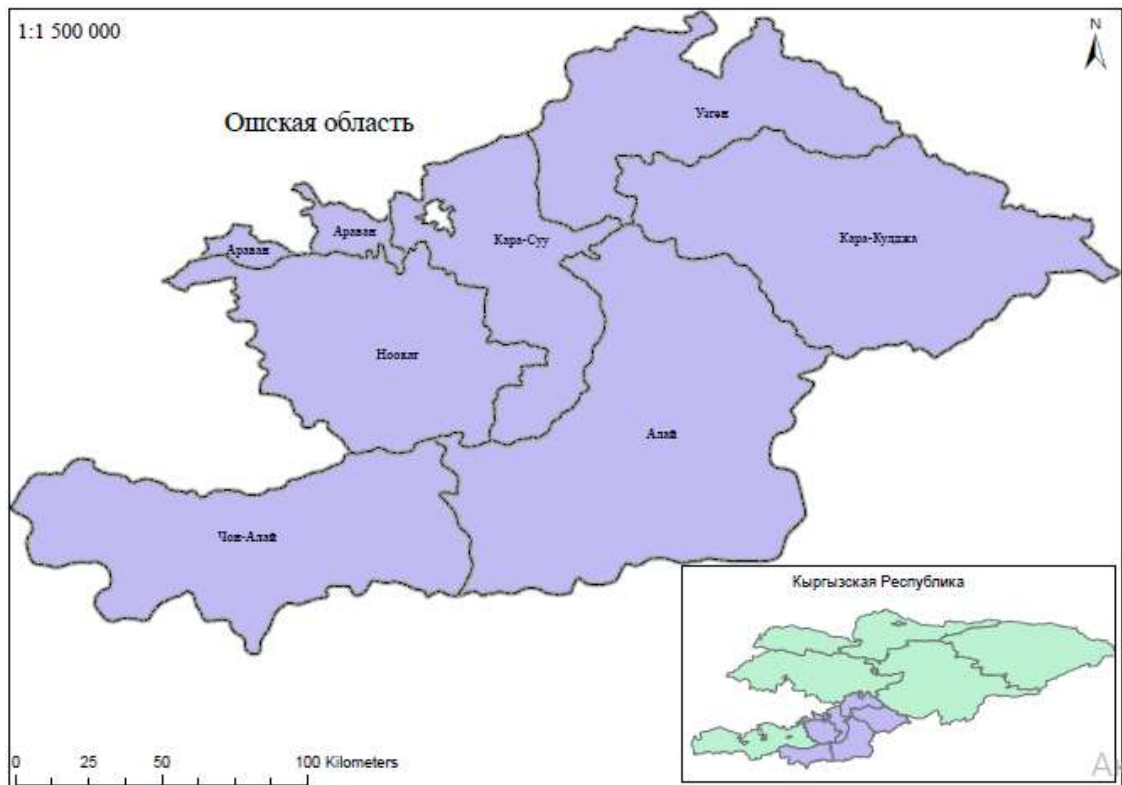


Рисунок 1. Область исследования

Материалы и методы исследования

Деятельность по мониторингу чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является многоплановой. Она осуществляется многими организациями (учреждениями) с использованием многих методов и средств. Сейсмические наблюдения и прогноз землетрясений в стране осуществляется системой сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений Институт сейсмологии НАН КР и Департамента мониторинга, прогнозирования ЧС при МЧС КР.

Использованы топографические, геологические и сейсмические данные Института сейсмологии НАН КР (<https://seismo.kg/>) и Министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (<https://www.mchs.gov.kg/>) по 2023 год. Данные содержат землетрясения магнитудой от 3 до 7,8 и глубиной в пределах от 10 до 100 км (Рисунок 2, 3).



Рисунок 2. Количество землетрясений в год

Для мониторинга поверхностных движений ЦАИИЗом (Центрально-Азиатский Институт прикладных исследований земли) по Кыргызской Республике была установлена 25 сеть GPS-станций. В настоящей статье используются данные четырех GNSS станций, расположенных в краевых частях исследуемого региона. Эти станции Ош (ОНН), Салом-Алик (SALK), Суфи-Курган (SFK) и Дараут-Курган (DRK) (Рис. 2). Все станции оборудованы GNSS приемниками Topcon GB-1000. Поток данных наблюдений автоматически передается в ЦАИИЗ, где ведется их обработка с помощью программ Gamit/Globk (MIT, США).

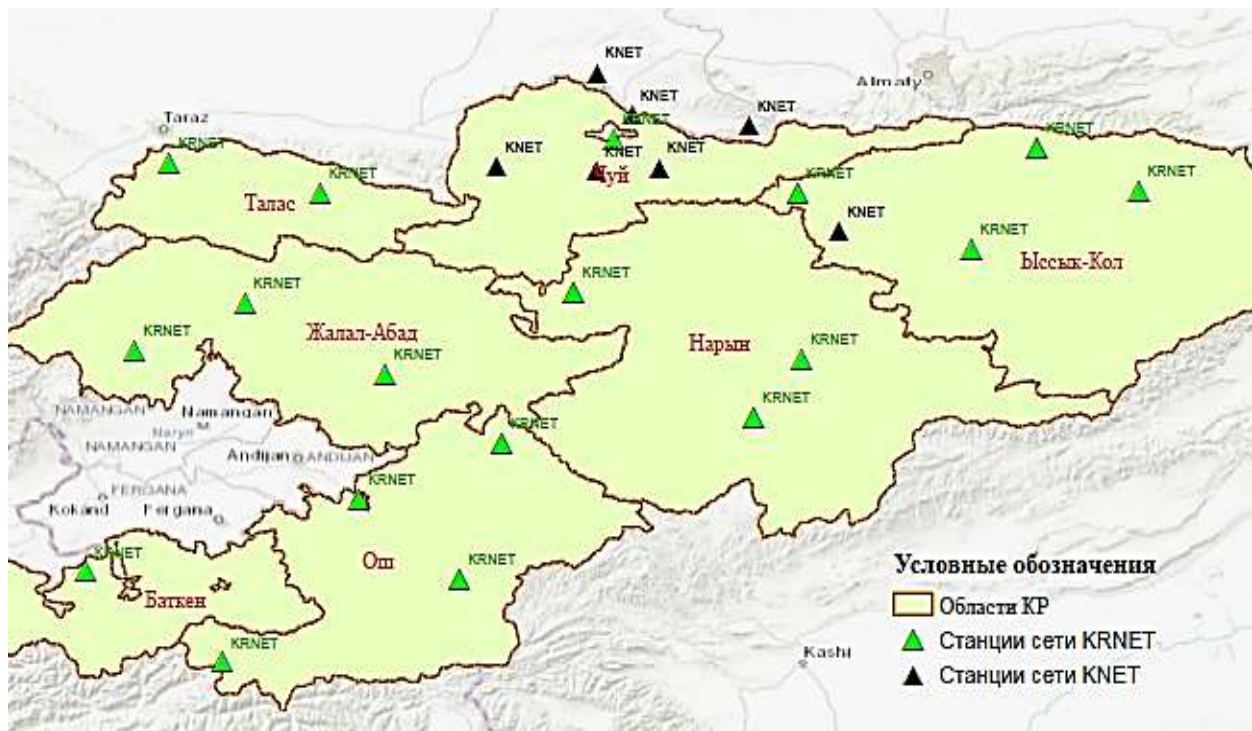


Рисунок 3. Схемы сети сейсмические станции по Кыргызской Республике

В качестве средства реализации используется ГИС-пакет ArcGIS 10.7.1, в котором проводится сбор данных, а также анализ и оценка сейсмической ситуации, мониторинг и прогнозирование землетрясений. Для решения задачи используются картографическая база данных содержит цифровую топооснову Кыргызской Республики, включающую дорожную сеть, речная сеть, границы районов республики и населенные пункты. Для создания картографической базы данных использовались средства ArcGIS 10.7.1 и цифровая модель Кыргызской Республики масштабом 1:1250000. Цифровые космические снимки с различных спутников (Тerra, Aqua и др.), используемые для изучения облачных структур с целью обнаружения признаков землетрясений с использованием визуальной компьютерной интерпретации, а также база данных сейсмомагнитных меридианов, которая используется для расчета потенциальной сейсмоопасной зоны. По этим данным выявляются предварительные зоны возможных землетрясений.

В 2023 г. на сейсмических наблюдательных пунктах зарегистрировано 501 землетрясение. На основании оценки текущего геодинамического состояния территории Чон-Алай и Алай сейсмоопасных регионов, по комплексу наблюдавшихся в 2023 г. показателей и сведений о современном сейсмическом режиме, возможная степень сейсмической опасности на 2024 г., в рассматриваемых регионах, может быть оценена как высокая (Рисунок 4).

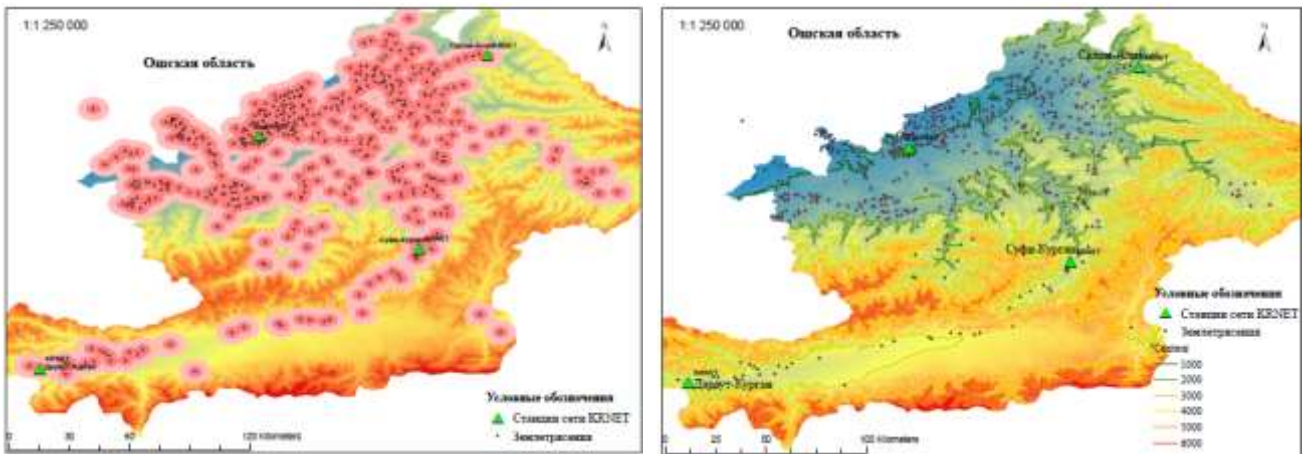


Рисунок 4. Карта-схема расположения эпицентров землетрясений, зарегистрированных сейсмическими станциями Ош (ОНН), Салом-Алик (SALK), Суфи-Курган (SFK) и Дараут-Курган (DRK) и высотные отметки по Ошской области

Результаты исследования и их обсуждение

Из исследований наиболее опасным из районов ожидаемых землетрясений в Ошской области является Заалайский хребет, расположенный в зоне повышенной сейсмической активности. Эти зоны Саг-Шумкарский (СШ), Кызыл-Агынский (КА), Улучатский (ГЧ) расположен в центральной части Гиссаро-Кокшаальской системы разломов на границе с Таджикистаном и Китаем (Рисунок 5).

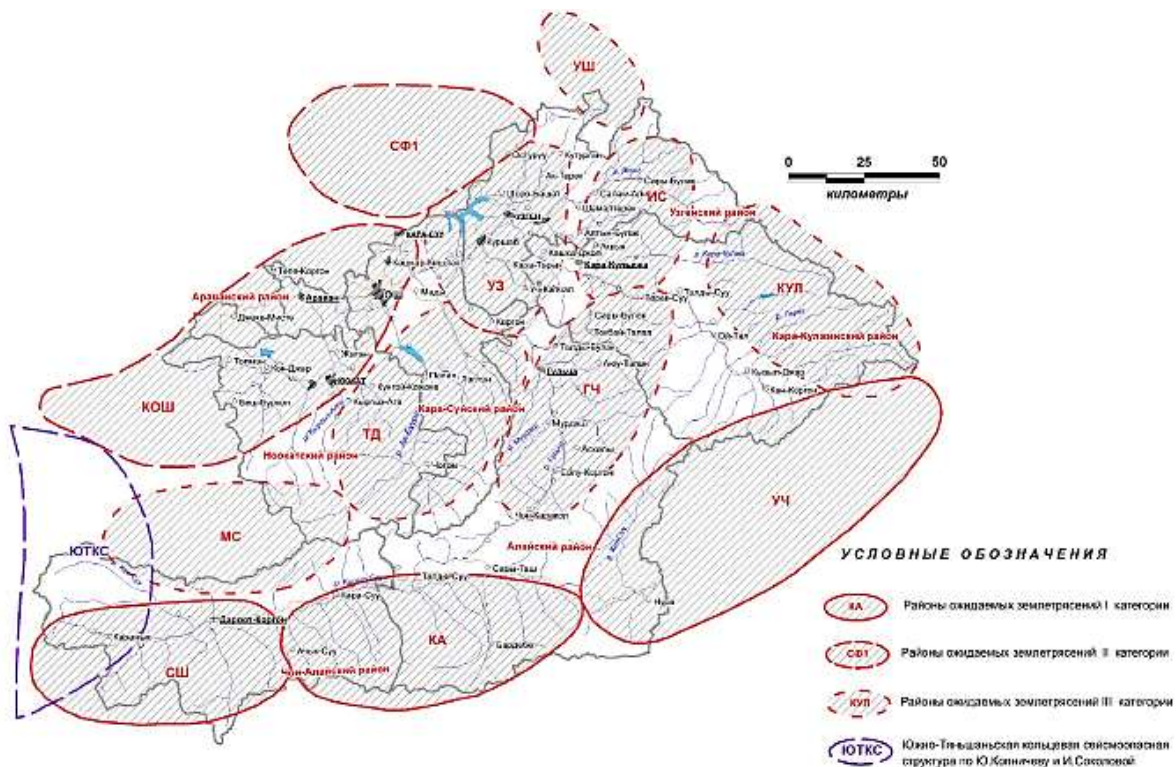


Рисунок 5. Вероятной сейсмической опасности на территории Ошской области 2014–2025 гг. (Источник: Институт сейсмологии НАН КР)

По сейсмическому режиму в этой приграничной зоне по сравнению с другими регионами республики часто случаются сильные и слабые землетрясения. Эта зона является одним из самых опасных регионов Азии по частоте, плотности и силе землетрясений. Здесь интенсивность землетрясения может достигать 9 баллов, максимально возможная магнитуда $M_{max} = 8,0$.

Ширина сейсмически активной зоны составляет до 30 км. В нее укладываются все плейстоценовые области наиболее сильных событий. Например: Дараут-Курган, $M=6,8$ (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, обрушение зданий и оползни [3, 4].

Частота особо сильных землетрясений на исследуемой территории может быть связана с непрерывным ростом структур Памиро-Алайской системы, их движение происходит как по продольным, так и по поперечным разрывам.

Кроме того, в густонаселенной части Ошской области II категории выявлены в Южно-Ферганском и Талас-Ферганском разломах. Среди этих РОЗ наиболее опасны Кызыл-Кия-Ош (КОШ), Узген (УЗ), Талдысу (ТД) и Гульчин (ГЧ), на территории которых, когда могут проявиться 6–8 бальные землетрясения с $KR = 12,0–15,0$.

На сегодня зона Заалайского хребта и прилегающие к ней районы являются наиболее сейсмоактивными на территории Кыргызстана.

Вывод

В геоинформационных системах необходимо оценивать возможные последствия, чтобы вовремя предупредить местные власти, различные службы и население. Это позволит существенно сократить потери населения, экологический и экономический ущерб. Для этого необходимо собрать в базе данных картографические источники информации об экологически опасных объектах, например, химических заводах и т. п., об объектах транспортной инфраструктуры: аэропортах, дорожных сетях и т. п., современные данные о населенных пунктах и численности населения в них.

Список литературы:

1. Молдобеков Б. Д., Абдыбачаев У. А., Калашникова О. Ю. Оценка проявления гидрологических процессов (паводки, половодья, боковая эрозия и селевые явления) в бассейне реки Кара-Ункур (Кыргызстан) // Central Asian Journal of Water Research (CAJWR) Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов. 2018. Т. 3. №1. С. 3291.
2. Мамажакыпова Г. Т., Алиев А. У. Оценка доступности общественного транспорта по Ошской области с помощью сетевого анализа на основе ГИС // Известия Ошского технологического университета. 2022. №1. С. 131-136. EDN TKRABX.
3. Степанов И. В. Использование дистанционного зондирования Земли для прогнозирования землетрясений // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2010. №5. С. 19-24.
4. Абдыбачаев У., Усупаев Ш. Э., Молдобеков Б. Д., Ибатулин Х., Сарногоев А. К., Абдрахманов М. Новая кадастризация оползневых рисков на примере Алайского района Ошской области Кыргызстана // Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии: материалы международной конференции. 2014. С. 120.
5. Гитис В. Г., Дерендяев А. Б., Петров К. Н., Витушко М. А. Геоинформационная платформа мониторинга геофизических полей, прогноза землетрясений и исследования сейсмогенных процессов // Информационные процессы. 2023. Т. 23. №1. С. 168-183.

References:

1. Moldobekov, B. D., Abdybachaev, U. A., & Kalashnikova, O. Yu. (2018). Otsenka proyavleniya gidrologicheskikh protsessov (pavodki, polovod'ya, bokovaya eroziya i selevye yavleniya) v basseine reki Kara-Unkyur (Kyrgyzstan). *Central Asian Journal of Water Research (CAJWR) Tsentral'noaziatskii zhurnal issledovaniy vodnykh resursov*, 3(1), 3291. (in Russian).
2. Mamazhakupova, G. T., & Aliev, A. U. (2022). Otsenka dostupnosti obshchestvennogo transporta po Oshskoi oblasti s pomoshch'yu setevogo analiza na osnove GIS. *Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta*, (1), 131-136. (in Russian).
3. Stepanov, I. V. (2010). Ispol'zovanie distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya prognozirovaniya zemletryaseni. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*, (5), 19-24. (in Russian).
4. Abdybachaev, U., Usupaev, Sh. E., Moldobekov, B. D., Ibatulin, Kh., Sarnogoev, A. K., & Abdrakhmanov, M. (2014). Novaya kadastrizatsiya opolznevnykh riskov na primere Alaiskogo raiona Oshskoi oblasti Kyrgyzstana. In *Distantsionnye i nazemnye issledovaniya Zemli v Tsentral'noi Azii: materialy mezhdunarodnoi konferentsii* (p. 120). (in Russian).
5. Gitis, V. G., Derendyaev, A. B., Petrov, K. N., & Vitushko, M. A. (2023). Geoinformatsionnaya platforma monitoringa geofizicheskikh polei, prognoza zemletryaseni i issledovaniya seismogennykh protsessov. *Informatsionnye protsessy*, 23(1), 168-183. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 18.04.2024 г.*

*Принята к публикации
24.04.2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Мамажакыпова Г. Т., Абдулла уулу М. Мониторинговая оценка землетрясений в Ошской области с применением ГИС-технологий // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №5. С. 127-133. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/16>

Cite as (APA):

Mamazhakupova, G., & Abdulla uulu, M. (2024). Monitoring Assessment of Earthquakes in Osh Region Using GIS Technologies. *Bulletin of Science and Practice*, 10(5), 127-133. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/16>