

УДК 551.248.2

Рахмединов Э.Э., Тилек кызы Г., Байкулов С.К.  
Институт сейсмологии НАН КР  
г. Бишкек, Кыргызстан

## СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРАЛЬНО-НАРЫНСКОГО РАЗЛОМА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЕЙСМИЧЕСКУЮ ОПАСНОСТЬ РЕГИОНА

**Аннотация.** Центральный Тянь-Шань традиционно считался районом с относительно низкой сейсмической активностью. Однако современные исследования позволяют пересмотреть представления о сейсмической опасности данной территории. Наличие активных разломов и следов сильных землетрясений свидетельствует о высоком сейсмическом потенциале региона. Центрально-Нарынский разлом играет важную роль в геодинамическом развитии региона, влияя на рельеф и уровень сейсмической опасности. Геологические и палеосейсмические исследования имеют решающее значение для оценки вероятности сильных землетрясений. В данной работе рассмотрены палеосейсмические данные, геологические особенности региона и изменения в сейсмическом районировании.

**Ключевые слова:** Центральный Тянь-Шань, палеосейсмические исследования, Центрально-Нарынский разлом, Нуратууский разлом.

## БОРБОРДУК-НАРЫН ЖАРАКАСЫНЫН СЕЙМОТЕКТОНИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨСҮ ЖАНА АНЫН СЕЙСМИКАЛЫК КООПТУЛУККА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

**Корутунду.** Борбордук Тянь-Шань салыштырмалуу аз сейсмикалык активдүүлүккө ээ аймак катары эсептелип келген. Бирок, заманбап изилдөөлөр бул аймактын сейсмикалык коркунучун кайра карап чыгууга мүмкүндүк берет. Активдүү жаракалардын жана күчтүү жер титирөөлөрдүн издеринин болушу аймактын сейсмикалык коркунучу жогору экендигинен кабар берет. Борбордук-Нарын жаракасы аймактын геодинамикалык өнүгүүсүндө маанилүү роль ойноп, рельефке жана сейсмикалык коркунучтун деңгээлине таасир этет. Чоң жер титирөөлөрдүн ыктымалдыгын баалоо үчүн геологиялык жана палеосейсмикалык изилдөөлөр абдан маанилүү. Бул эмгекте палеосейсмикалык маалыматтар, аймактын геологиялык өзгөчөлүктөрү жана сейсмикалык райондоштуруудагы өзгөрүүлөр каралат.

**Негизги сөздөр:** Борбордук Тянь-Шань, палеосейсмикалык изилдөөлөр, Борбордук Нарын жаракасы, Нуратуу жаракасы.

## SEISMOTECTONIC CHARACTERISTICS OF THE CENTRAL NARYN FAULT AND THEIR INFLUENCE ON SEISMIC HAZARD OF THE REGION

**Abstract.** The Central Tien-Shan was traditionally considered as an area with relatively low seismic activity. However, modern studies allow us to revise the ideas about seismic hazard of this territory. The presence of active faults and traces of strong earthquakes testifies to the high seismic potential of the region. The Central Naryn fault plays an important role in the geodynamic development of the region, influencing relief and the level of seismic hazard. Geological and paleoseismic studies are crucial for assessing the probability of strong earthquakes. This paper discusses paleoseismic data, geological features of the region and changes in seismic zoning.

**Keywords:** Central Tien Shan, palaeoseismic studies, Central Naryn fault, Nuratou fault.

За более чем 200 лет инструментальных и исторических наблюдений на территории Центрального Тянь-Шаня не было зафиксировано ни одного события с магнитудой выше

$M \geq 5.5$ . Исключением является только Суусамырское землетрясение 1992 года с магнитудой 7.3, произошедшее на западной периферии этого региона [1]. Несмотря на отсутствие сильных землетрясений в пределах Центрального Тянь-Шаня за последнее время, на данной территории обнаружено большое количество голоценовых дислокаций - разрывов, оползней, обвалов, которые с большой вероятностью могут рассматриваться в качестве палеосейсмодислокаций сильных землетрясений. Широкое развитие подобных дислокаций позволяет полагать что современная сейсмичность не отражает истинного уровня сейсмической опасности района, а обусловлено временным затишьем, которое в дальнейшем может смениться очередным периодом активизации сейсмических процессов [2].

С 1937 года территория Нарына была отнесена к 7-балльной зоне (Г. П. Горшков), в 1951 году Г. П. Горшков значительно расширил 9-балльную зону, включая в неё практически весь Кыргызстан, в том числе Нарынскую область. В 1960 году на новой карте СР большая часть области оставалась в 8-балльной зоне, а юго-восточная часть — в 9-балльной. На карте 1977 года Нарынская область была преимущественно в 8-балльной зоне, с участками 7-балльной зоны. В 1996 году, на карте масштаба 1:1 000 000, вся территория Нарынской области была отнесена к 8-балльной зоне, с указанием зон ВОЗ с различными уровнями магнитуды. На основе составленной новой карты сейсмического районирования территории КР в 2018 году, (масштаб 1:1 000000) с указанием параметров возможного воздействия территория отнесена к 8-балльной зоне, т.е. каждое обновление выше указанных карт вносило изменения для данного региона [3, 7, 9, 10].

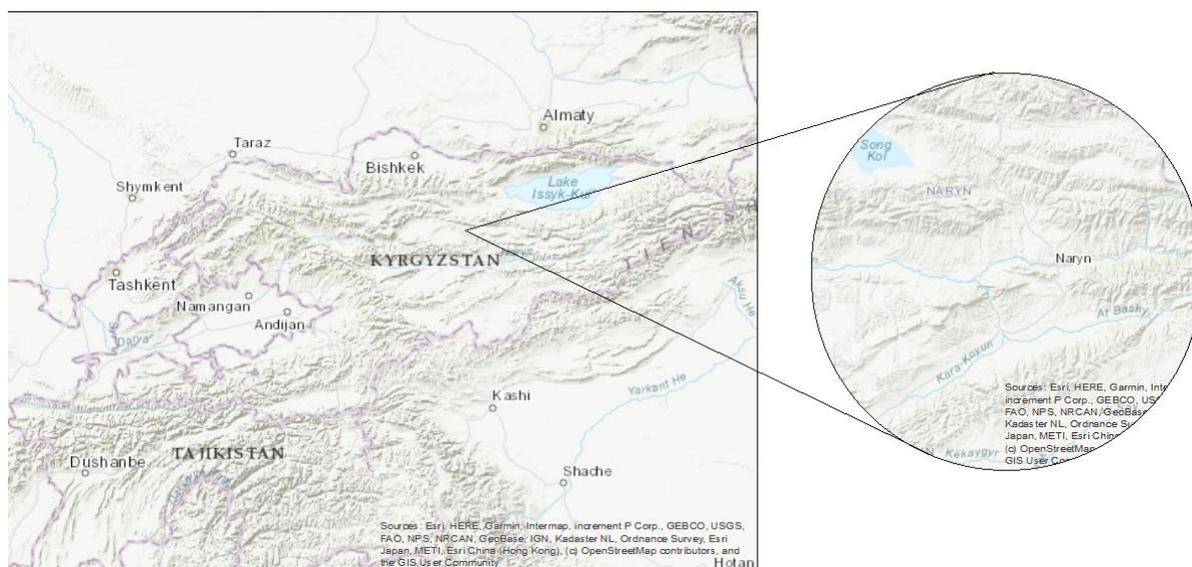


Рисунок 1. Район исследований.

Центральный Тянь-Шань характеризуется сложной системой межгорных впадин, разделённых активными поднятиями горных хребтов, а крупные впадины региона, представляют собой современные синклиналильные структуры, часто имеющие асимметричное строение, которые связаны с новейшими тектоническими процессами, включая активные разломы. Одним из активных разломов является Центрально-Нарынский разлом, характеризующийся высокой активностью в позднечетвертичное время. Он является частью сложной системы новейших разломов, которая оказывают существенное влияние на геодинамическое развитие территории и формирует геоморфологическую структуру данного региона [12].

Разлом располагается от села Джалгызтерек на западе до слияния рек Большой и Малый Нарын на востоке. Разломная зона выражена в рельефе серией уступов, линейных перегибов поверхности, а также изменением русел водотоков.

С точки зрения структурной геологии, Центрально-Нарынский разлом представляет собой глубинный разрыв, где проявляются элементы сдвиговой и взбросо-надвиговой тектоники. Наличие морфологических признаков недавних смещений указывает на высокую степень тектонической активности, что делает его значимым объектом исследований в оценке сейсмической опасности [4].

Современные методы, включая дистанционное зондирование, радиоуглеродное датирование и оптическую люминесценцию, позволили более детально изучить параметры и возраст крупных палеоземлетрясений. Исследования Thompson, Абдрахматов и др. показали, что вертикальное смещение террасы QIII<sup>2</sup> вблизи разлома составило  $20.6 \pm 1.0$  м, а скорость деформации  $2.3 \pm 0.3$  мм/год. Это свидетельствует о продолжающейся активности разлома. Проведённый анализ морфологии разлома и смещённых отложений подтверждает, что разлом остаётся активным и продолжает деформировать территорию [6].

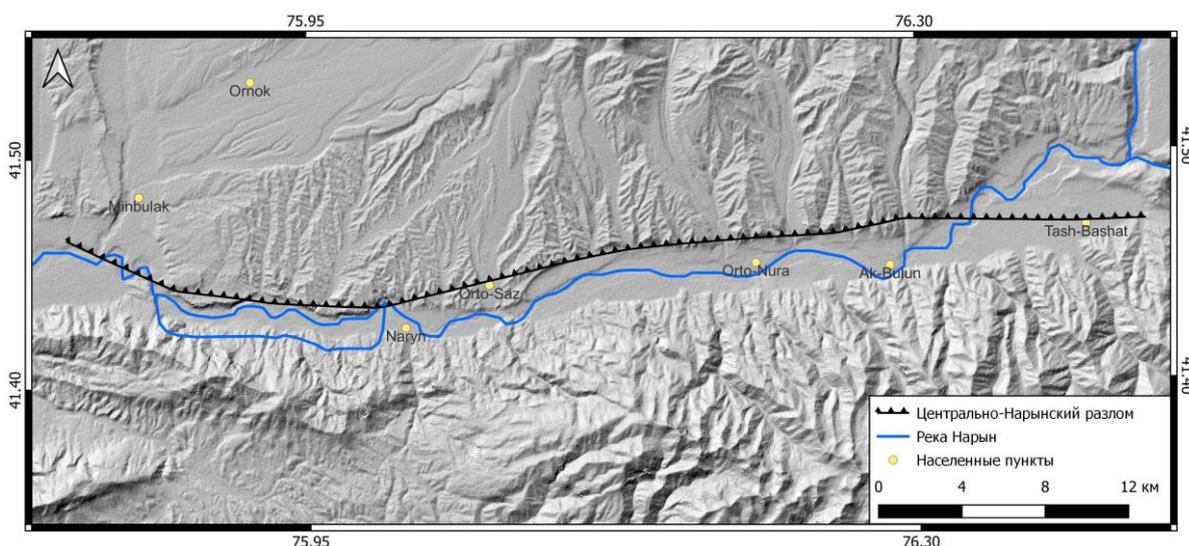


Рисунок 2. Обзор Центрального Нарынского разлома.

В рамках работ по уточнению исходной сейсмичности района расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС было установлено, что первая подвижка была зафиксирована на северном разрыве, что привело к образованию террасы T2a (рисунок 3). В дальнейшем, с процессом углубления долины, произошло смещение по южному разрыву, вызвавшее вертикальное перемещение террасы на 2 м и формирование новой поверхности— T2a [10].

Возраст покровных лессовидных суглинков, сформировавшихся на приразломном уступе, определён радиоуглеродным методом <sup>14</sup>C и составляет 8461–8252 лет до н. э., что соответствует нижнему голоцену. Дополнительно, датирование методом оптической люминесценции (OSL) установило возраст отложений в диапазоне от  $11.9 \pm 0.8$  тыс. лет до  $1.7 \pm 0.1$  тыс. лет, что также подтверждает молодость наблюдаемых тектонических деформаций. Это свидетельствует о сохранении активности разлома в течение последних нескольких тысяч лет, поскольку тектонические подвижки произошли после накопления лессовидных суглинков [2, 10].

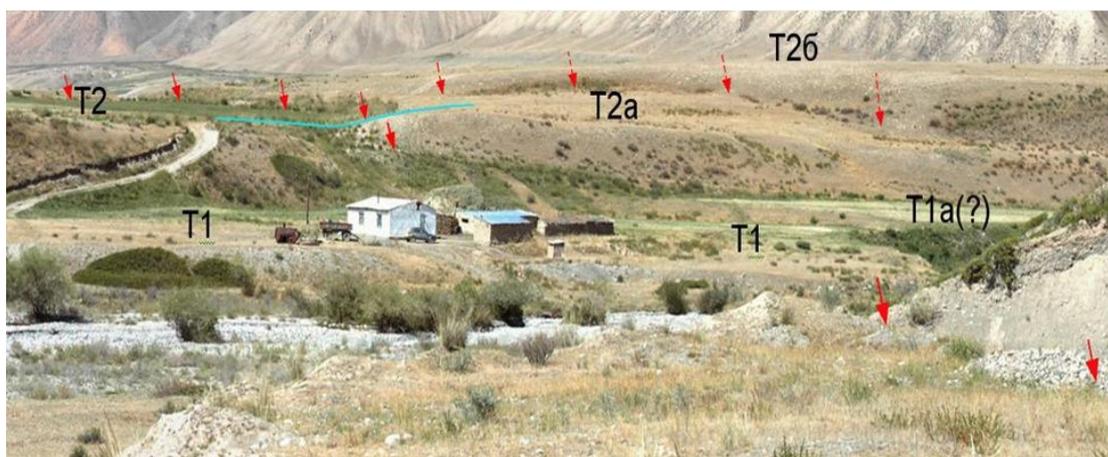


Рисунок 3. Пересечение Центрально-Нарынского разлома с долиной реки Каинды. Сплошные красные стрелки указывают на положение подножия основного разломного уступа, а пунктирные стрелки обозначают подножие северного, ответвляющегося уступа. Голубая линия отражает траекторию геодезического профиля 4. Северная сторона расположена справа [10].

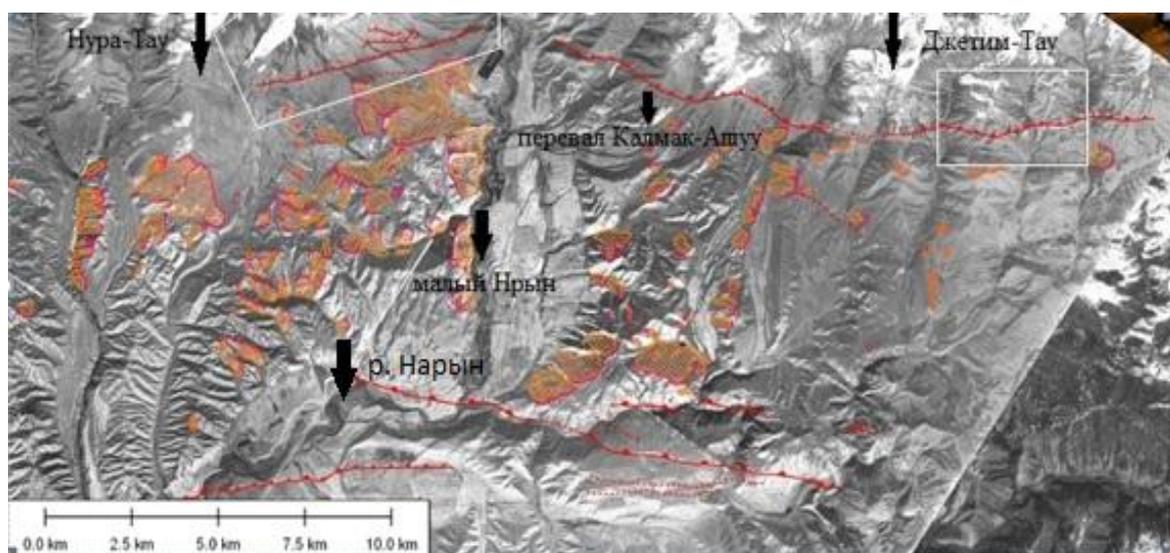


Рисунок 4. Молодые разрывные нарушения и оползни на южных склонах [13].

Работы John Dale B. указывают на сдвиг разлома около 4200 лет назад со скоростью смещения 2.9—3.7 мм/год. Это подтверждает активность разломов в голоцене. Данные, полученные на основе анализа сеймотектонических процессов, свидетельствуют о регулярных деформациях земной коры в данном регионе, что указывает на его высокий сейсмический потенциал [11].

Анализ представленных данных подтверждает высокую степень тектонической активности Центрально-Нарынского разлома и его значительное влияние на сейсмическую опасность региона. В дальнейшем требуется более детальное исследование с применением спутниковых данных, полевых наблюдений и трёхмерного моделирования. Это позволит не только уточнить характеристики движения разлома, но и повысить точность при составлении карты сейсмического районирования [2, 3, 4, 8].

Также важно проводить регулярный мониторинг сейсмической активности и использовать современные технологии геофизических исследований для выявления возможных аномалий. Дальнейшая интеграция данных палеосейсмологии и современных

инструментальных наблюдений позволит существенно улучшить модели сейсмического опасности для региона [8].

Исследование представленных данных подтверждает высокую степень тектонической активности Центрально-Нарынского разлома и его значительное влияние на сейсмическую опасность региона. Детальные исследования подобных структур играют ключевую роль в создании карт сейсмической опасности, что важно для снижения рисков в городах и инфраструктурных объектах. Применение современных геофизических и геологических методов позволит более точно прогнозировать потенциальные сейсмические события и разрабатывать эффективные меры защиты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахматов К.Е., Лемзин И.Н. 1989, Активные разрывы Алабуга-Нарынской впадины. В сб. Тянь-Шань в новейшем этапе геологического развития, Фрунзе, Илим, 78–90.
2. Абдрахматов К.Е., Томпсон С., Уилдон Р. Активная тектоника Тянь-Шаня. Бишкек, Илим, 2007, 71 с.
3. Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Фролова А. Г., Погребной В.Н. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики, масштаб 1:1000 000. Объяснительная записка. Бишкек, 2012, -5
4. Абдрахматов К.Е. А.Б.Джумабаева, Э.Э. Рахмадинов и др. Оценка сейсмической опасности районов расположения крупных ГЭС (на примере Верхне-Нарынского каскада ГЭС). 2017.
5. Сейсмологические условия района Нарынской ГЭС-1 Верхне-Нарынского каскада. Отчет. Бишкек: НАН КР, Институт сейсмологии, лаборатория сеймотектоники, 1992. 22 с.
6. Stephen C. Thompson,<sup>1,2</sup> Ray J. Weldon,<sup>3</sup> Charles M. Rubin,<sup>4</sup> Kanatbek Abdrakhmatov,<sup>5</sup> Peter Molnar,<sup>6,7</sup> and Glenn W. Berger. **Late Quaternary slip rates across the central Tien Shan, Kyrgyzstan, central Asia.** Journal of geophysical research, vol. 107, no. b9, 2203, DOI:10.1029/2001jb000596, 2002
7. Горшков Г. П. – О новой карте сейсмического районирования территории СССР// Тр. Геофизического ин-та, № 1, 1948
8. Мак-Калпин Д. (ред.). Палеосейсмология. Русский перевод под редакцией А.Л. Строма. М., «Научный мир», 2011 г. в 2-х томах.
9. Джанузаков К.Д., Ильясов Б. И., Кнауф В.И. и др. – Сейсмическое районирование Киргизской ССР (объяснительная записка к новой карте сейсмического районирования Киргизии). Фрунзе: Илим, 1977, - 55 с.
10. Отчёт по сейсмическому микрорайонированию территории г. Нарын [Текст] / Фонды ин-та сейсмологии Нац. АН Кырг. Респ. – Бишкек, 2014.
11. John Dale B. Dianala. The Geodesy and Geology of Earthquakes and Aseismic Slip. St Cross College, Oxford, Hilary, 2021.
12. Садыбакасов И. -Неотектоника центральной части Тянь-Шаня. Фрунзе, Илим, 1972, 118 с.
13. Рахмединов, Э. Э. Новейшие сейсмодислокации на южных склонах хребтов Джетим-тау и Нура-Тау (Центральный Тянь-Шань) [Текст] / Э. Э. Рахмединов // Научная ст. Рос. А (НС РАН). – Бишкек, 2018. – С.98–103.

*Рецензент: к.т.н. доц. Камчыбеков М.П.*