

УДК 551.248.2

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

ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ И СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-НАРЫНСКОГО РАЗЛОМА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

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 исторических 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, Нуратоуский разлом.

БОРБОРДУК-НАРЫН ЖАРАКАСЫНЫН ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯЛЫК ЖАНА СЕЙСМОТЕКТОНИКАЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ ЖАНА АЛАРДЫН СЕЙСМИКАЛЫК КООПТУУЛУКТУ БААЛООДОГУ МААНИСИ

Кыскача мазмуну. Борбордук Теңир-Тоо аймагы салттуу түрдө салыштырмалуу төмөн сейсмикалык активдүүлүккө ээ аймак катары каралып келген. Бирок заманбап изилдөөлөр бул аймактын сейсмикалык кооптуулугу жөнүндө түшүнүктөрдү кайра карап чыгууга мүмкүндүк берүүдө. Активдүү жаракалардын болушу жана күчтүү тарыхый жер титирөөлөрдүн издери аймактын жогорку сейсмикалык потенциалга ээ экендигин көрсөтөт. Борбордук-Нарын жаракасы аймактын геодинамикалык өнүгүүсүндө маанилүү роль ойноп, рельефтин калыптанышына жана сейсмикалык кооптуулуктун деңгээлине таасир этет. Күчтүү жер титирөөлөрдүн болуу ыктымалдыгын баалоодо геологиялык жана палеосейсмологиялык изилдөөлөр чечүүчү мааниге ээ. Бул эмгекте палеосейсмологиялык маалыматтар, аймактын геологиялык өзгөчөлүктөрү жана сейсмикалык райондоштуруудагы өзгөрүүлөр каралган.

Негизги сөздөр: Борбордук Теңир-Тоо, палеосейсмологиялык изилдөөлөр, Борбордук-Нарын жаракасы, Нура-Тоо жаракасы.

PALEOSEISMOLOGICAL AND SEISMOTECTONIC FEATURES OF THE CENTRAL NARYN FAULT AND THEIR IMPLICATIONS FOR SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Abstract. Traditionally the Central Tien Shan has considered as a region of relatively low seismic activity. However, modern studies have made it possible to reconsider previous views on the seismic hazard of this territory. The presence of active faults and evidence of strong historical earthquakes indicate a high seismic potential of the region. The Central Naryn Fault plays an important role in the geodynamic development of the region, influencing both the topography and the level of seismic hazard. Geological and paleoseismological studies are of crucial importance for assessing the probability of strong earthquakes. This study examines paleoseismological data, geological characteristics of the region, and changes in seismic zoning.

Keywords. Central Tien Shan, paleoseismological studies, Central Naryn Fault, Nuratau Fault.

За более чем 200 лет инструментальных и исторических наблюдений на территории Центрального Тянь-Шаня не зарегистрировали 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 большей 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 г. Нарын 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 и Нарынскую область. Сейсмическое районирование региона неоднократно пересматривалось, при этом современная оценка устойчиво относит территорию к 8 и 9-балльной зоне [3, 7, 9, 10].

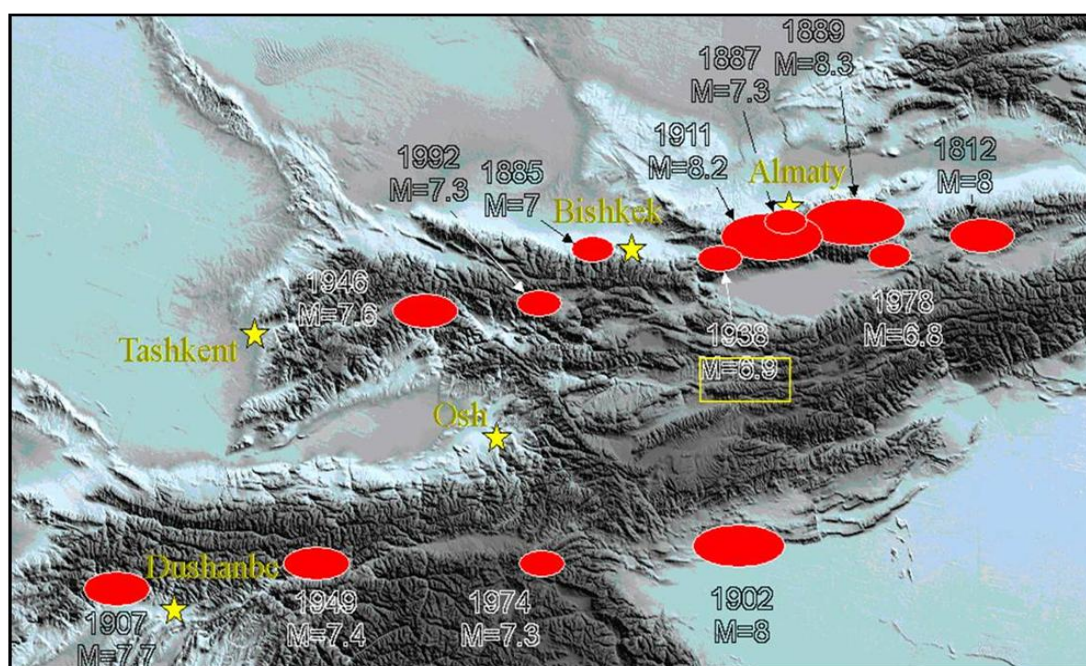


Рисунок 1. Жёлтый квадрат район исследования.

Центральный Тянь-Шань характеризуется сложной системой межгорных впадин, разделённых активными поднятиями горных хребтов, а крупные впадины региона, представляют собой современные синклинальные структуры, часто имеющие асимметричное строение, связанное с новейшими тектоническими процессами, включая активные разломы. Одними из этих структур, являются Центрально-Нарынский и Нура-Тоуские разрывы, характеризующиеся высокой активностью в позднечетвертичное время. Они являются частью сложной системы новейших орогенических циклов, которые оказывают существенное влияние на геодинамическое развитие территории и формируют геоморфологическую структуру данного региона [12].

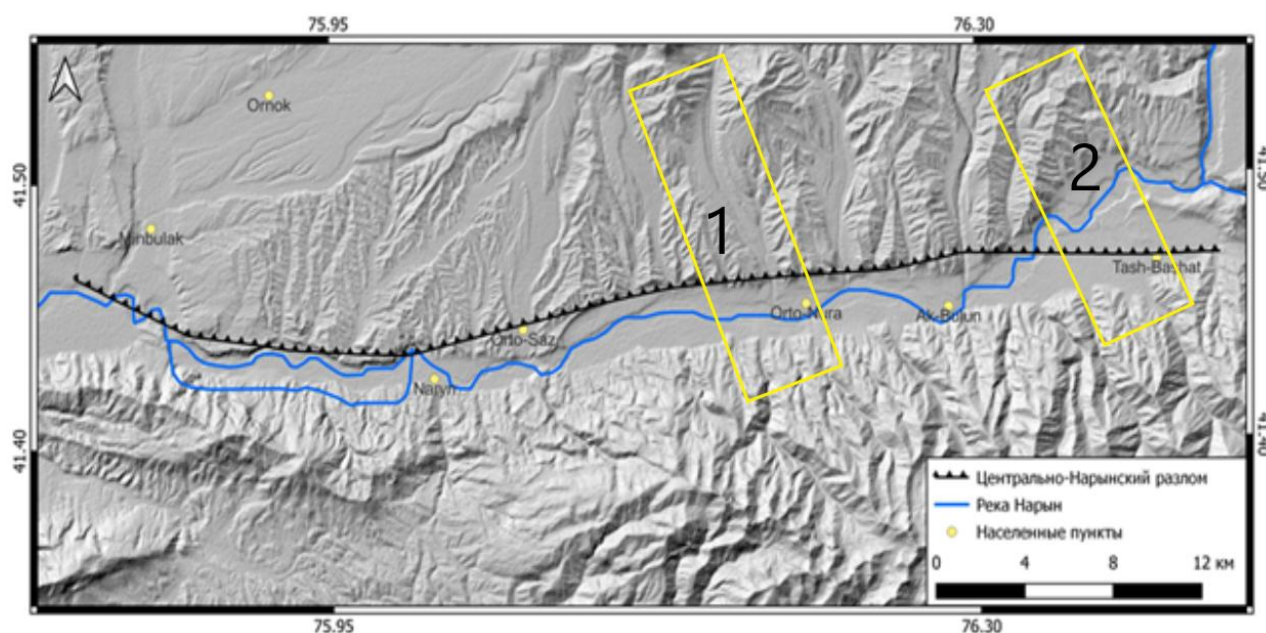


Рисунок 2. Центрально-Нарынский разлом. Жёлтыми квадратами показано положение профилей 1 и 2, по которым построены 3D-модели.

Центрально-Нарынский разлом наблюдается от села Джалгызтерек на западе до слияния рек Большой и Малый Нарын на востоке. Деформация 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 и 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].

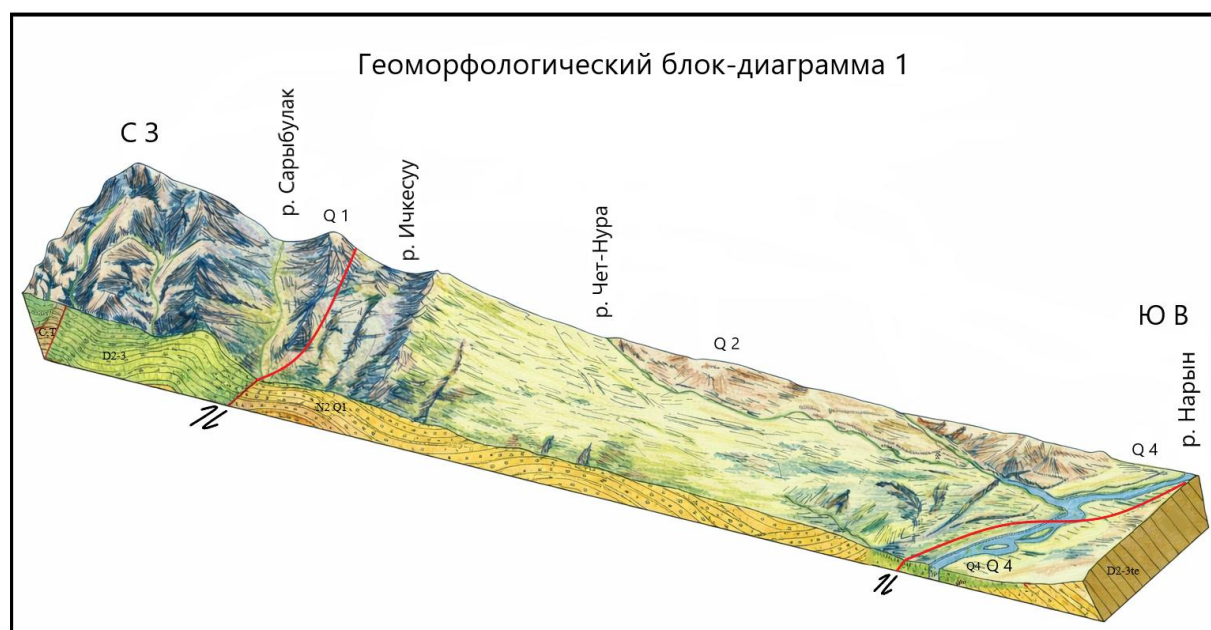


Рисунок 3. 3D модель геоморфологического профиля 1 в зоне Центрально-Нарынского разлома. Чётко выражен основной разломный уступ и смещённые поверхности террас. Морфология рельефа свидетельствует о многоэтапных тектонических подвижках.



Рисунок 4. 3D модель геоморфологического профиля 2, отражающая строение приразломной зоны. Наблюдаются дифференцированные смещения террасовых уровней и вторичные уступы, указывающие на сложную кинематику разлома.

Как видно на рисунках 3 и 4, геоморфологическая структура разломной зоны отражает многофазную тектоническую активность и повторяемость деформационных событий.

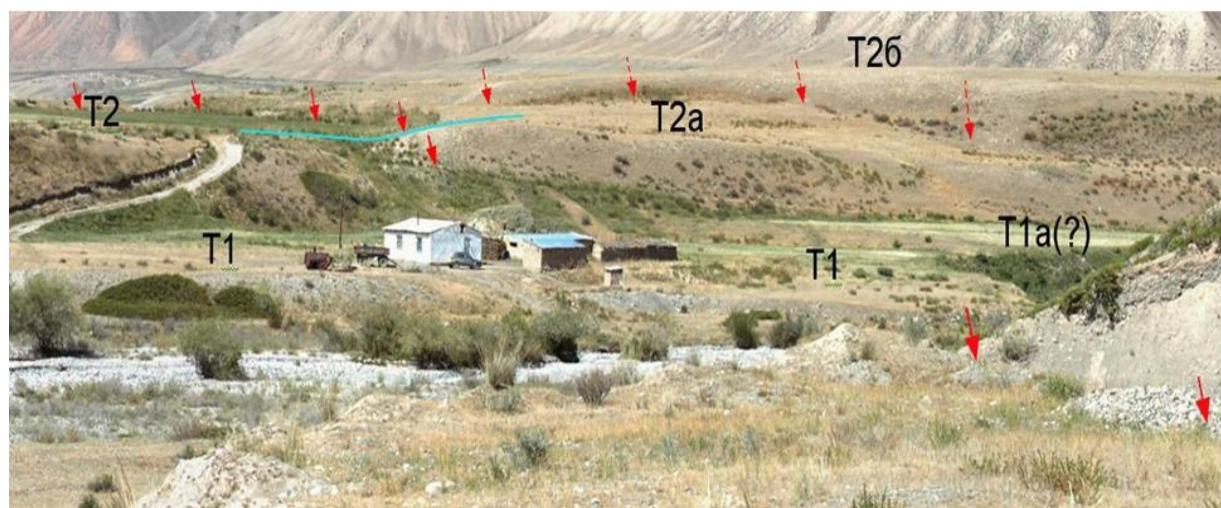


Рисунок 5. Центрально-Нарынский разлом в устье долины реки Каинды. Сплошные красные стрелки указывают на положение подножия основного разломного уступа, а пунктирные стрелки обозначают подножие северного, ответвляющегося уступа. Голубая линия отражает место, где была пройдена траншея [10].

В процессе полевых работ по уточнению исходной сейсмичности района расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС установили, 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].

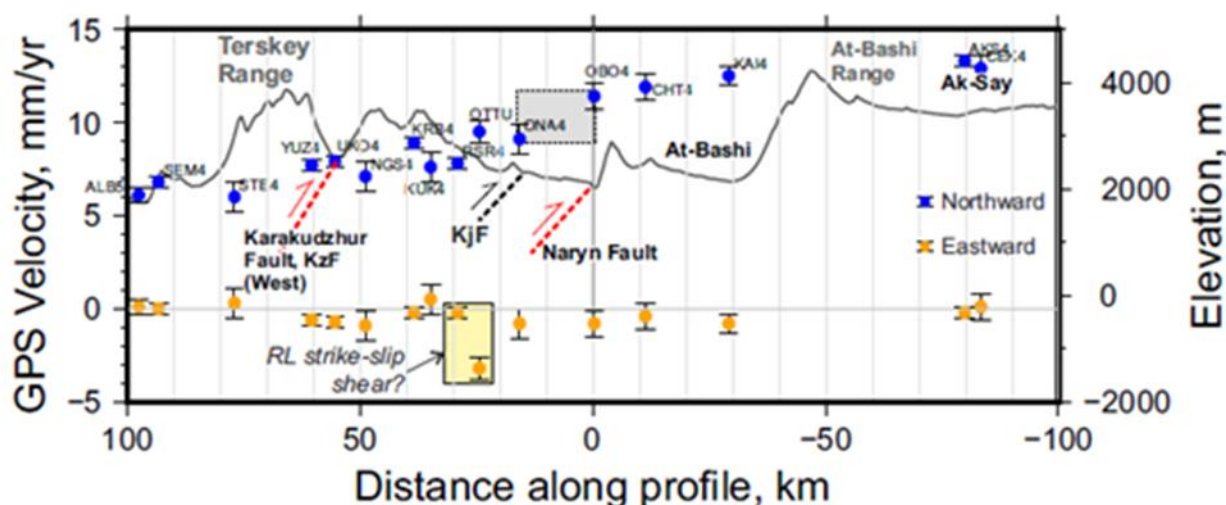


Рисунок 6. Геоморфологический разрез Центральный Тянь-Шань.

Работы John Dale В указывают на сдвиг разлома 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, 8].

Возраст покровных лессовидных суглинков, сформировавшихся на приразломном уступе, определён радиоуглеродным методом ^{14}C и составляет 8461–8252 лет до настоящего времени, что соответствует нижнему голоцену. Дополнительно, датирование методом оптической люминесценции (OSL) установило возраст отложений в диапазоне от 11.9 ± 0.8 тыс. лет до 1.7 ± 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].

Современные методы, включая дистанционное зондирование, радиоуглеродное датирование и оптическую люминесценцию, позволили более детально изучить параметры и возраст крупных палеоземлетрясений. Исследования Thompson, Абдрахматова и др. показали, что вертикальное смещение террасы QIII² вблизи разлома составило 20.6 ± 1.0 м, а скорость деформации 2.3 ± 0.3 мм/год [6].

Несмотря на низкий уровень современной сейсмичности, наличие значительных смещений, повторяемость деформаций и молодые возраста отложений указывают на высокий сейсмогенный потенциал региона. Это подтверждает, что наблюдаемое «сейсмическое затишье» может носить временный характер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Центрально-Нарынский разлом является активной тектонической структурой, проявляющейся в рельефе и геологических разрезах.
2. Установлена его голоценовая активность, подтверждённая данными ^{14}C и OSL датирования.
3. Скорости деформации составляют 2.3–3.7 мм/год, а суммарные смещения достигают более 20 м.

4. Разлом обладает высоким сейсмогенным потенциалом.
5. Полученные результаты необходимо учитывать при оценке сейсмической опасности и проектировании инженерных сооружений, включая ГЭС.

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
4. Абдрахматов К.Е., Джумабаева А.Б., Рахмадинов Э.Э. 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 сейсмотектоники, 1992. 22 с.
6. Stephen C. Thompson, Ray J. Weldon, Charles M. Rubin, Kanatbek Abdrakhmatov, Peter Molnar, 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 НАН 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-Тай и Нура-Тай (Центральный Тянь-Шань) // Научная ст. Рос. А (НС РАН). Бишкек, 2018. С. 98–103.

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