

**Институт сейсмологии национальная академия наук Кыргызской
Республики**

Диссертационный совет Д.25.17.555

На правах рукописи
УДК 551.242. (551.43)

Рахмединов Эркин Эмилбекович

**Оценка сейсмической опасности
восточной части Нарынской впадины**

25.00.01 – общая и региональная геология

Автореферат

диссертация на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Бишкек – 2024

Диссертационная работа выполнена на лаборатории Оценка сейсмической опасности в институте сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Научный руководитель:

Абдрахматов Канатбек Ермкович
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, член-корреспондента
Национальной академии наук Кыргызской
Республики

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

**Институт сейсмологии Национальной
академии наук Кыргызской**
Адрес: 720060, Кыргызская Республика,
г. Бишкек, Токомбаева 7\8

Защита диссертации состоится «_____» 202_____ г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д.25.17.555 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата геолога-минералогических наук институте геологии Национальной академии наук им. Адышева ордена красного знамени

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках в институтах Национальной академии наук Кыргызской Республики

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент

Токторалиев Э.Т.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ

Актуальность темы диссертации. Строительство каскада гидротехнических сооружений в долине реки Нарын в Центральном Тянь-Шане, является одним из важнейших приоритетов Кабинета Министров Кыргызской Республики. При проектировании таких каскадов должны учитываться условия территорий строительства больших плотин, поскольку размещение основных сооружений в пределах активных разломов может привести к последующему их разрушению при сильном сейсмическом событии. Необходимо также принять во внимание возможность существенного усиления сейсмической активности в ходе эксплуатации ГЭС и вопросы динамической устойчивости сооружений.

Основная сложность при оценке сейсмических условий Восточной части Нарынской впадины, в пределах которой планируется возведение каскада ГЭС, обусловлена резким несоответствием между низким уровнем современной сейсмической активности этой территории и наличием многочисленных позднеплейстоценовых и голоценовых разрывов, рассматриваемых, как следы сильных землетрясений предшествующего периода (Абдрахматов К.Е. и др. 2007). Помимо позднечетвертичных разрывов, в пределах всего Центрального Тянь-Шаня широко развиты крупные скальные оползни и обвалы, обычно концентрирующиеся вблизи зон активных разломов.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами:

Диссертационная работа выполнялась в течение 2014-2022 гг. в соответствии с научно-исследовательской темой, выполняемой в Институте сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики – «Оценка сейсмической опасности и создание инженерно-сейсмометрической службы в районах расположения крупных ГЭС (на примере Верхне-Нарынского каскада ГЭС)». Автор принимал непосредственное участие в реализации научных исследований по данной тематике.

Цель диссертационной работы. Основная цель настоящей работы – оценка сейсмической опасности районов расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС: «Ак-Булунской -ГЭС», «Нарынской ГЭС-1», «Нарынской ГЭС-2» и «Нарынской ГЭС-3».

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи исследования:

1. Выявление и картирование активных разломов, расположенных в непосредственной близости основных сооружений проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС.
2. Оценка сейсмической опасности выявленных активных разломов, методом палеосейсмологии.
3. Оценка зон влияния активных разломов.

Научная новизна диссертационной работы.

1. Впервые для Восточно-Нарынской впадины произведено детальное описание активных разломов, которые являются основой сейсмогенерирующих зон и являются источником сейсмической опасности этого региона.
2. Впервые произведена оценка сейсмической опасности активных разломов, расположенных в непосредственной близости от основных сооружений проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС.
3. Результаты палеосейсмологических исследований, отличающиеся тем, что в восточной части Нарынской впадины возможны землетрясения с магнитудами в диапазоне 7.0 – 7.5. Фоновая интенсивность сейсмических воздействий на площадках основных сооружений этих гидроузлов составляет 9 баллов.
4. Результаты анализа подвижек по Центрально-Нарынскому разлому, отличающиеся тем, что он наиболее близко расположен к сооружениям проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС. Подвижки, которых, произошли в период 2486 г. до н.э. – 214 г. н.э. Повторяемость подвижек по имеющимся данным составляет несколько тысяч лет и за указанный период их произошло, как минимум, две.
5. Предложена практическая рекомендация по локализации сооружений в зависимости от ширины влияния активного разлома, отличающаяся тем, что полученные нами данные позволяют заключить, что ширина влияния Центрально-Нарынского разлома, проходящего в непосредственной близости от г. Нарын и от проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС, составляет 60 метров в пределах поднятого крыла и до 20 метров - в опущенном крыле.

Практическая значимость полученных результатов.

Практическая значимость диссертации заключается в оценке сейсмической угрозы восточной части Нарынской впадины и ее влияния на проектируемый Верхне-Нарынский каскад гидроэлектростанций. Результаты исследования в отношении безопасности сооружений могут быть использованы при проектировании и строительстве ГЭС, чтобы принять необходимые меры по защите сооружений от сейсмических воздействий. Это может включать в себя технические меры, такие как использование специальных конструкционных материалов и усиление оснований. Градостроительные аспекты включают информирование заинтересованных сторон о сейсмической опасности активных разломов, чтобы разрабатывать градостроительные планы и строить здания и инфраструктуру, учитывая потенциальные риски сейсмических событий. Это поможет снизить ущерб и потери, связанные с землетрясением. На основе данных о сейсмической опасности можно создать планы эвакуации при чрезвычайных ситуациях для населения, чтобы снизить риск смерти и повреждений в результате землетрясений.

Таким образом, эта диссертация имеет важное практическое значение для многих областей, таких как инженерное строительство, градостроительство,

финансы и общественная безопасность, поскольку она помогает снизить риски и ущерб, вызванные сейсмическими событиями.

Экономическая значимость полученных результатов.

Исследование сейсмической опасности восточной части Нарынской впадины и его влияния на проектируемый Верхне-Нарынский каскад гидроэлектростанций имеет большое экономическое значение.

В части сокращения рисков экономическая значимость заключается в том, что информированность о сейсмической опасности, позволяет минимизировать потери и убытки во время строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений. Это снижает затраты на восстановление и ремонт после сейсмических воздействий.

Обеспечение жизненного цикла сооружений зависит от надлежащих антисейсмических мер безопасности, которые могут продлить срок службы гидроэлектростанций. Это предотвращает непредвиденные повреждения и обеспечивает более длительную и эффективную работу ГЭС, что способствует экономической стабильности в регионе.

Инвестиционный потенциал отдельно взятого сооружения или региона в целом, зависит от защищенности сооружений от сейсмических рисков, регион или объект становятся более привлекательным для инвесторов. Осведомленность заинтересованных сторон о защищенности инфраструктуры от сейсмических рисков, вызывает уверенность в инвестициях в проекты.

Таким образом, исследование сейсмической опасности имеет прямое влияние на экономическую устойчивость и развитие района, обеспечивая безопасность сооружений, привлекая инвесторов и создавая новые возможности для экономического роста.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Основными активными структурами, которые могут оказать роковое влияние на проектируемый Верхне-Нарынский каскад ГЭС, являются Центрально-Нарынский и Нуратооский активные разломы.
2. В восточной части Нарынской впадины возможны землетрясения с магнитудами в диапазоне $M 7.0 - 7.5$. Фоновая интенсивность сейсмических воздействий на площадках основных сооружений Верхне-Нарынского каскада ГЭС составляет 9 баллов.
3. Ширина влияния Центрально-Нарынского разлома, проходящего в непосредственной близости от сооружений каскада ГЭС, составляет 60 метров в пределах поднятого крыла и до 20 метров в опущенном крыле.

Личный вклад соискателя. В процессе многолетних полевых работ в Нарынской впадине диссертантом лично были выполнены: сбор, обработка, анализ исходных данных о структуре доновейшего фундамента и новейших разломах, геолого-тектонических особенностях строения очаговых зон сильнейших землетрясений этого региона. Проведенные соискателем

исследования базируются на полевом картировании активных в позднем плейстоцене и голоцене структур, дешифрировании аэрокосмоснимков, анализе полученных результатов и внедрении этих результатов в производство.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались:

- на Симпозиуме «Инновационное развитие: потенциал науки и образования как основа индустриализации регионов» - Национальная Академия Наук КР, Бишкек, 2021 г.

- на Международном форуме молодых ученых «Наука без границ» - Россия, г. Нижний Новгород, 2022 г.

- на Академическом форуме молодых ученых стран Большой Евразии «Континент науки» Россия, Москва, 2023.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе за рубежом (за пределами КР) опубликовано 2 работы. Основные результаты работы нашли свое отражение в печатных изданиях, рекомендованных НАК КР.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы, включающего 164 наименований, содержит 146 страницы, 106 рисунков и фотографий, 4 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследований, показана их научная новизна, сформулированы основные защищаемые положения диссертации и раскрыта практическая значимость полученных результатов, приводится личный вклад диссертанта, апробация результатов исследований, структура и объем диссертации.

Глава I. ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НАРЫНСКОЙ ВПАДИНЫ

Нарынская впадина расположена к востоку от Ферганского звена Таласо-Ферганского разлома, ее граница с юга очерчивается Атбаши-Инельчекским разломом, а с севера – «линией Николаева». Внутреннее строение зоны довольно сложное. В общем плане она состоит из ряда согласно вытянутых узких блоков близ широтного простирания, постепенно разворачивающихся к северо-западу вблизи Таласо-Ферганского разлома. По режиму тектонического развития и типу складчатых деформаций в пределах Нарынской зоны выделяются среднегерцинские парагеосинлиральные подзоны – Байбичетауская и Кавакская, герцинские геоантиклинальные устойчивые поднятия - Кекиримское и Джетимское, и Джамандаванский позднегерцинский орогенный прогиб (Тектоническая карта Киргизской ССР, 1987). В строении палеозон участвуют

структурно – вещественные комплексы древнего дорифейского (карельского) фундамента, байкальско–каледонского и герцинского структурных этажей.

ГЛАВА II. Активные разломы восточной части Нарынской впадины

Работы по изучению разломной тектоники на этом участке нами было разделено на два участка район стройплощадки Университета Ага-Хана и проектируемых верхних Нарынских каскадов ГЭС. Основной целью исследования было выявление отдельных разрывов и их трассирование с тем, чтобы избежать размещения строящихся зданий на разрывах (Абдрахматов К.Е, Рахмединов Э.Э. Бишкек 2018; Рахмединов Э.Э. Бишкек 2020, 2023 г.г.).

2.1. Центрально-Нарынский разлом

Было определено и выполнено полевое картирование местоположения Центрально-Нарынского разлома на западной окраине г. Нарын и на территории Университета Ага-Хана. Разлом здесь выражен в рельефе в виде гряды на левом берегу реки Нарын. Он отделяет поверхность 20-метровой надпойменной террасы от русла реки и возвышается примерно на 10 м выше ее (см. рис. 2.1.1).



Рисунок. 2.1.1. Активные разломы в западной части г. Нарын. Бергштрихами показано падение сместителей разломов. Вид с юго-востока. Изображение из GoogleEarth

2.2. Кажыртынский разлом

Севернее Центрально-Нарынского разлома, в долине р. Кажырты, в рельефе четко виден Кажыртынский разлом. На восточной стороне долины р. Кажырты одноименный разлом пересекает 5 разновозрастных террас и имеет выраженный кумулятивный эффект. Самая низкая из этих террас Q_{IV}^4 примыкает к современной пойме, в то время как самая высокая Q_{II}^2 является водоразделом между долиной Кажырты и соседней долиной. Профили через уступ разлома, который пересекает широкую террасу Q_{III}^2 восточнее Кажырты, показывает вертикальное смещение, величина которого повышается от 8 м на восточном конце до 12 м около западного края террасы. Профиль на западном конце террасы

позволяет получить данные для подсчета скорости смещения по указанному разлому. Так как плоскость разлома не обнажена в бортах долины, мы определили плоскость падения

из измерений расположения уступа на склоне террасы Q_{III}^2 и смежной террасы Q_{IV}^2 . Используя средний тренд тектонического уступа на террасе Q_{III}^2 (66° СВ) и террасы Q_{IV}^2 (71° СВ) для построения простирания разлома получаем угол падения в $29 \pm 5^\circ$ к северу. Неопределенность в падении состоит из 5° разницы в простирании над и под врезом и неопределенности в расположении разлома внутри уступа на верхней и нижней террасовой поверхности (Абдрахматов К.Е. Бишкек 2007., Абдрахматов К.Е., Рахмединов Э.Э. Бишкек 2020).

2.3. Нуратоуский разлом

Морфологическое описание

Следы молодых смещений уверенно прослеживаются на протяжении 27 км, возможно даже более, до 32 км - на крайний восточный участок мы не располагаем снимками достаточно высокого разрешения. Максимальная высота "обратного" уступа, достигающая примерно 10 м, наблюдается в западной – Нуратоусской части. При этом на всем протяжении разрыва поднято его южное, подгорное крыло. т.е. для разрыва характерна сбросовая кинематика подвижек, при том, что регион в целом развивается в условиях поперечного сокращения и большинство разрывов здесь – взбросы и надвиги. Надвиговые смещения того же возраста (позднечетвертичные) характерны, в частности, для Центрально-Нарынского разлома, проходящего примерно в 10 км южнее и имеющего аналогичное – субширотное, простирание. Надвигом является и новейший разлом, отделяющий поднятие хребтов Нуратоо и Джетимтоо от Алабуга-Нарынской впадины, в зоне которого и находится дислокация Нуратоуского разрыва.

Глава III. Оценка сейсмической опасности территории Восточной части-Нарынской впадины

На территории Центрального Тянь-Шаня за весь период инструментальных наблюдений и за период, за который имеются исторические сведения о землетрясениях (порядка 200 лет), не зафиксировано ни одного землетрясения с магнитудой более 5.5 и интенсивностью свыше 7 баллов. Единственно исключение – Суусамырское землетрясение 1992 г. с $M=7.3$ на западной периферии этой области (Богачкин и др., 1997, Ghoseetal., 1997). Все остальные очаги известных разрушительных землетрясений на Тянь-Шане сосредоточены вблизи его внешних границ к северу от озера Иссык-Куль, вдоль южного фаса (в КНР) и к западу от Таласо-Ферганского разлома (см. рис. 3.1). В то же время, территория Центрального Тянь-Шаня насыщена многочисленными молодыми разрывами и разнообразными вторичными дислокациями, уверенно интерпретируемыми, как палеосейсмодислокации сильных высокомагнитудных

землетрясений (Абдрахматов К.Е., 1995; Абдрахматов К.Е., Лемзин И.Н., 1989,1990, Корженков А.М., 2006).

Детальные траншейные исследования в целях оценки повторяемости сильных землетрясений

3.1. Участок проектируемых верхнее Нарынских каскадов ГЭС Центрально- Нарынского разлома

Уступ Центрально-Нарынского разлома был детально изучен на участке, расположенном чуть ниже слияния р. Малый Нарын с долиной р. Нарын. На этом участке было сделано несколько профилей через приразломный уступ, который был вскрыт траншей протяженностью 20 м, глубиной и шириной, примерно, по 3 м (см. рис. 3.1).



Рисунок. 3.1. Вид траншеи, пройденной через уступ Центрально-Нарынского разлома – красными стрелочками отмечены вскрытые плоскости разрывов. Видна разметка с шагом 1 метр

Амплитуда смещения по направлению подвижки составляет 2.4 м по нижнему разрыву и не менее 3.2 м по верхнему, при этом подвижка по верхнему разрыву, в отличие от нижнего, сопровождалась изгибными деформациями. Отметим, что изгибные деформации совершенно не затронули блок, образующий лежащее крыло верхнего разрыва, судя по горизонтальному положению подошвы лессовидных суглинков. Вертикальная составляющая подвижек составляет, соответственно 1.1 и 1.8 м. Если считать, что вся высота уступа на этом участке соответствует подвижкам по этим двум плоскостям разрывов, то вертикальная составляющая подвижки по верхнему разрыву, с учетом изгиба его висячего крыла, могла достигать 5-6 метров.

3.1.2. Участок «Университет Ага Хана» центрально Нарынского разлома

Местом исследования – разрез в уступе голоценовой террасы р. Нарын высотой 3 м. Здесь в обнажении видна зона разрыва, который был вскрыт траншеей № 2. Разрыв представляет собой взброс, по которому красноцветные конгломераты киргизской свиты, надвинуты на серые плотные глины Нарынской свиты. В зоне контакта видна раздробленная зона, состоящая из обломков обеих свит (см. рис. 3.1.2).



Рисунок. 3.1.2. Разрез в уступе голоценовой террасы р. Нарын

Отличительной особенностью данного разреза является то, что валунно-галечная аллювиальная толща, перекрывающая зону разлома, не затронута смещениями. Это может свидетельствовать о том, что после ее образования смещений по разлому не происходило. Образец № N 5 возрастом $2,46 \pm 0,48$ тыс. лет, который отобран в линзе песка, заключенной в покровной толще, подтверждает, что после этой даты смещений по разлому не было.

Таким образом, результаты исследований, проведенных на площадке строящегося Университета Ага Хана, показывают, что последняя подвижка здесь произошла в интервале между $2,46 \pm 0,48$ и $5,4 \pm 1,0$ тыс. лет назад. Это позволяет предположить, что «движения» и на этом участке, и восточнее – в районе Верхне-Нарынского каскада ГЭС, могли происходить одновременно.

3.2. Строение Нуратоуского разлома, расположенного севернее Верхне-Нарынского каскада ГЭС

В ходе полевого обследования дислокации Нуратоо через обратный уступ установлено, что высота уступа сильно меняется по простиранию.

Восточнее приразломный уступ смещает нижнюю часть тела молодого обвала объемом несколько тысяч кубометров, сложенного глыбами светлых гранитов размером до 1. Нижняя часть обвального тела находится на поднятом крыле уступа. Если бы обрушение произошло после последней подвижки, тело обвала должно было сперва заполнить ложбину, и только затем распространиться далее вниз по склону. То, что обвальное тело находится и на опущенном, и на поднятом крыльях разрыва с ярко выраженным "обратным" уступом, однозначно

свидетельствует о том, что последняя подвижка произошла после образования обвала. При этом в пределах обвального тела высота уступа составляет примерно 4 м, а вне его достигает 9 метров т.е. опять же примерно в 2 раза больше. Это свидетельствует о том, что смещения по разрыву на 4-5 метров на этом участке происходили, как минимум, дважды.

Судя по датировкам, последняя подвижка по, сформировавшая дислокацию Нура-Тоо, произошла не ранее, чем в 3454 ± 986 лет тому назад (что соответствует диапазону между 2426 и 454 г.г. до н.э.), а предшествующая – в интервале между этой датой и 18680 ± 5711 лет тому назад (после 22377 – 10955 г.г. до н.э.). Можно предположить, что возраст обвала близок к возрасту последней подвижки (если допустить, что обрушение произошло непосредственно в момент землетрясения, а подвижка по разлому – буквально в течение нескольких секунд/минут после этого), однако для того, чтобы утверждать это уверенно, недостаточно данных.

Подвижки поэтому же разлому в районе Верхне-Нарынского каскада ГЭС имели место, скорее всего, в интервале от 4.3 ± 0.2 до 1.7 ± 0.1 тыс. лет (2486 г. до н.э. – 214 г. н.э.). При этом, судя по характеру деформаций в траншее за этот период времени произошло несколько подвижек по разлому на этом участке.

Сопоставление возрастов последних подвижек по изученным разломам приведено на рис. 3.2.1. Как видно из этого сопоставления подвижки на всех трех участках могли произойти одновременно, но имеющихся данных недостаточно для однозначного доказательства такой одновременности.

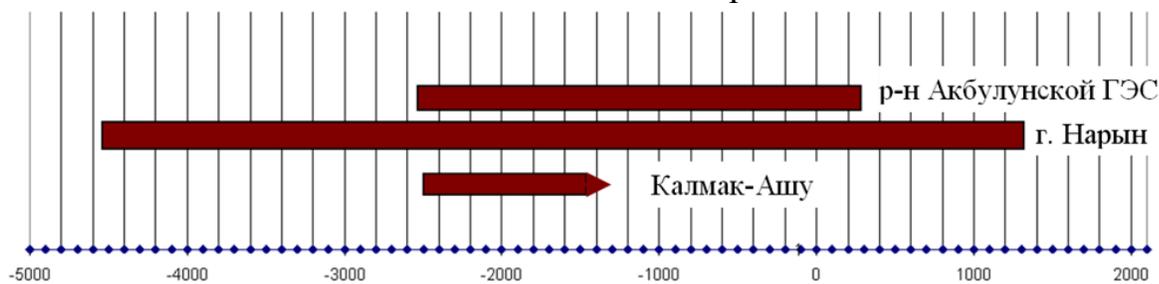


Рисунок. 3.2.1. Сопоставление возрастов последних подвижек по исследованным разломам

3.3. Оценка максимальной магнитуды возможных сильных землетрясений

Дополнительная информация, позволяющая судить о протяженности очаговых зон палеоземлетрясений, получена в ходе дешифрирования космических снимков КФА-3000 с разрешением $\sim 3-5$ м. Установлено, что, наряду с яркими проявлениями молодой разрывной тектоники, в восточной части Нарынской впадины широко развиты оползни в неоген-четвертичных отложениях. Причем именно в той части впадины, вдоль северного ограничения, которой прослеживаются молодые разрывы дислокации Нура-Тоо (см. рис. 3.3.1). Для ее составления вся территория, в пределах которой установлено массовое развитие склоновых смещений, преимущественно в неоген-четвертичных отложениях, была

разбита на квадраты 2×2 км, для которых рассчитывалась доля площади (в процентах), занятой оползнями. Анализ проводился в скользящем окне с шагом в 1 км по широте и долготе. Полученное значение оползневой пораженности присваивалось точке в центре каждого квадрата и по ним в программе GlobalMapper строились изолинии – 1%, 5%, 10% и далее с шагом 5%. Подложка – 3" ЦМР SRTM.

На рис. 3.3.1 показаны выделенные молодые разрывы в зоне Центрально-Нарынского разлома и разрывы дислокации Нуратоо с обозначением их кинематики и молодые разрывы, выделяемые предположительно. Показаны также створы плотин и трассы дериваций ГЭС Верхне-Нарынского каскада.

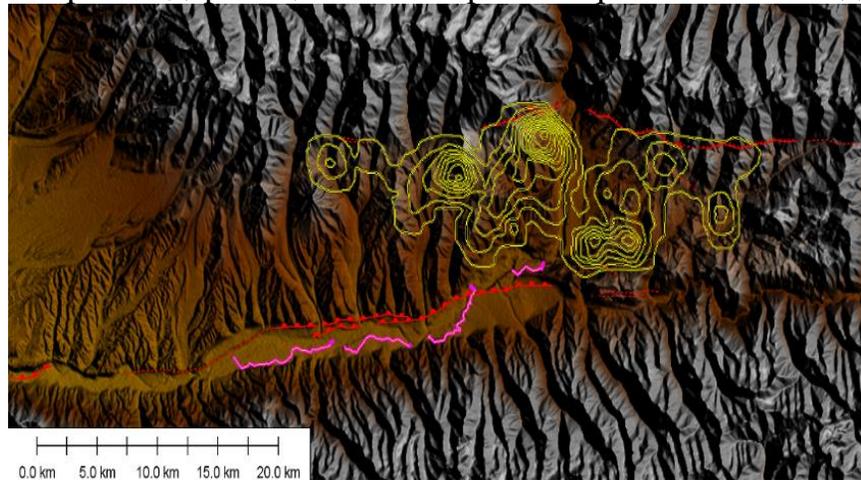


Рисунок. 3.3.1. Оползневая пораженность территории к северу от Центрально-Нарынского разлома.

Рисунок. 3.2.1. Оползневая пораженность территории к северу от Центрально-Нарынского разлома. Нанесены изолинии 1%, 5%, 10% и далее с шагом 5%. Подложка – 3" ЦМР SRTM. Показны достоверно выделяемые молодые разрывы в зоне Центрально-Нарынского разлома и разрывы дислокации Нуратоо с обозначением их кинематики и молодые разрывы, выделяемые предположительно. Показаны также створы плотин и трассы дериваций ГЭС Верхне-Нарынского каскада

На Рис. 3.3.1. видно, что район, охваченный оползнями, в целом образует полуэллипс, длинная ось которого, протяженностью 38 км, приурочена к разрывному нарушению «Нура-Тоо». Ее восточное ограничение совпадает с восточной границей области развития кайнозойского осадочного чехла межгорной впадины. Однако западное (юго-западное) окончание этой области не имеет столь отчетливого "геологического" ограничения, хотя наиболее нарушенная оползнями территория совпадает с областью развития отложений олигоцен-неогенового возраста. Приуроченность к разлому Калмак-Ашу не случайна и обусловлена единой причиной образования и разрывов, и оползней – сильным доисторическим землетрясением 22377 – 10955 г.г. до н.э

На наш взгляд, явная приуроченность территории «эллипса» к разрывам дислокации Нура-Тоо не случайна и обусловлена единой причиной образования и разрывов и оползней – сильным доисторическим землетрясением. В то же время, как было отмечено выше, при описании разрывов дислокации Нура-Тоо, они с большой вероятностью представляют собой несамостоятельную сейсмогенерирующую структуру, а являются вторичными по отношению к основному – Центрально-Нарынскому разлому. Мы рассматриваем область массового развития и молодых разрывов в зонах обоих рассматриваемых разломов и оползней, как очаговую область землетрясений, периодически повторяющихся на этом участке. Ее протяженность составляет примерно 45 км. Эту величину мы и учитываем при оценке сейсмического потенциала и Центрально-Нарынского разлома и разлома, ограничивающего впадину с севера ("разлом Нура-Тоо"), отдавая себе отчет, что она превосходит протяженность уверенно выделяемых молодых дислокаций в каждой из этих зон.

3.4. Данные по определению ширины зоны влияния Центрально-Нарынского разлома

Для надвигов, которые развиты в пределах изученной нами территории, нами приняты следующие положения. При изучении зоны Центрально-Нарынского активного разлома, пересекающего строительную площадку Международного Университета Ага-Хана в зоне разлома были выделены три различных по своему значению зоны рис. 4.1.

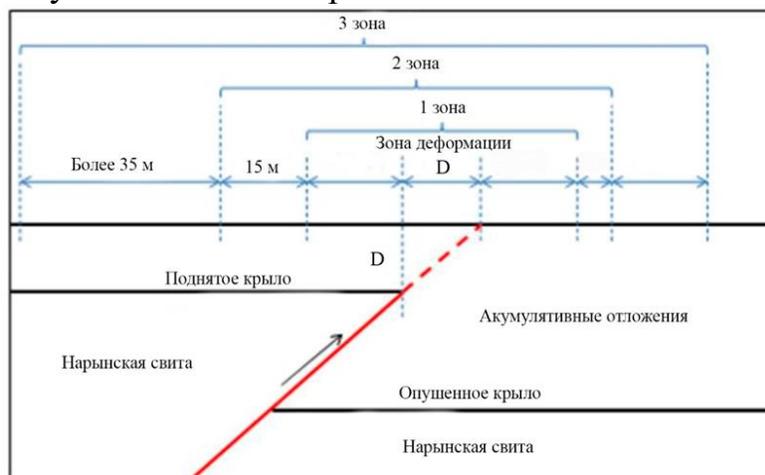


Рисунок. 3.4.1. Зона влияния Центрально-Нарынского разлома в пределах территории Университета Ага-Хана по данным компании ARUP (Лондон, Англия)

Зона 1 – зона выхода разрыва на поверхность D, которая определяется глубиной до кровли коренной породы и шириной зоны нарушений, связанных непосредственно с основным разрывом разлома. Ширина буферной зоны определяется в зависимости от угла падения разлома и величиной смещений, характерных для данного типа разломов в области.

Зона 2 – определяет область потенциальной интенсивной деформации, которую следует избегать при выборе наиболее подходящих безопасных мест для строительства.

Зона 3 – определяет область меньшей деформации, которая протягивается еще до 50 м или больше на стороне висячего крыла и 15 м на опущенной стороне разлома.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты проведенных исследований сводятся к следующим выводам:

1. Впервые для Восточной части в Нарынской впадины произведено детальное описание активных разломов, которые являются основой сейсмогенерирующих зон и являются источником сейсмической опасности этого региона.
2. Произведена оценка сейсмической опасности активных разломов, расположенных в непосредственной близости от основных сооружений проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС. Анализ всей совокупности палеосейсмологических данных позволяет считать, что в восточной части Нарынской впадины возможны землетрясения с магнитудами в диапазоне 7.0 – 7.5. Фоновая интенсивность сейсмических воздействий на площадках основных сооружений этих гидроузлов составляет 9 баллов.
3. Последние подвижки по ближайшему к сооружениям проектируемого Верхне-Нарынского каскада ГЭС, Центральному-Нарынскому разлому произошли в период 2486 г. до н.э. – 214 г. н.э. Повторяемость подвижек по имеющимся данным составляет несколько тысяч лет, и за указанный период произошло, как минимум, две подвижки.
4. Полученные нами материалы и данные, позволяют заключить, что ширина влияния Центрально-Нарынского разлома, проходящего в непосредственной близости от г. Нарын составляет 60 метров в пределах поднятого крыла и до 20 метров в опущенном крыле.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные результаты проведенных исследований нами материалы и данные, приведенные по изученной территории позволяют заключить, что ширина влияния Центрально-Нарынского разлома, проходящего в непосредственной близости от г. Нарын, и проектируемых верхнее Нарынских каскадов ГЭС составляет 60 метров в пределах поднятого крыла и до 20 метров в опущенном крыле. Результаты исследования могут быть использованы при оценке сейсмической опасности территории расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС, а также при разработке генерального плана развития территории г. Нарын.

Перспектива дальнейшего развития оценки сейсмической опасности следует отметить, что необходимые дальнейшие работы по расширению изученных территории и составлению достоверной карты сейсмического районирования Нарынской области на основе новых фактов по сейсмологии, сеймотектонике и геофизике, полученные результаты по восточно Нарынской впадине рекомендуется использовать. Знание наиболее опасных в сейсмическом отношении зон позволит уменьшить ущерб от возможных землетрясений.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Абдрахматов, К. Е. Центральнo-Нарынский активный разлом (восточная часть) [Текст] / К. Е. Абдрахматов, Э. Э. Рахмединов // Изв. Нац. АН Кырг. Респ. – Бишкек, 2017. – № 1. – С.10–13. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29155579>
2. Рахмединов, Э. Э. К вопросу сейсмичности центрального Тянь-Шаня [Текст] / Э. Э. Рахмединов // Научная ст. Рос. АН (НС РАН). – 2017. – С. 148-153 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29150563>
3. Абдрахматов, К. Е. Сейсмическая опасность города Нарын [Текст] / К. Е. Абдрахматов, Э. Э. Рахмединов // Наука новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек, 2018. – № 8. – С. 16–21. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36776065>
4. 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. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35430690>
5. Рахмединов, Э. Э. Сейсмическая опасность территории нарынской области (Кыргызская Республика) [Текст] / Э. Э. Рахмединов, Г. Тилек к., С. К. Байкулов // Современные техника и технологии в науч. исслед. – Бишкек, 2019. – Вып. 6. – С. 197–201. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38585948>
6. Рахмединов, Э. Э. Следы сильных палеоземлетрясений на востоке Нарынской впадины [Текст] / Э. Э. Рахмединов, К. Е. Абдрахматов // Наука, новые технологии и иновации Кыргызстана. – 2020. – № 1. – С. 42–46. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43938648>
7. Рахмединов, Э. Э. Геоморфологические особенности территории южной части Срединного Тянь-Шаня [Текст] / Э. Э. Рахмединов // Вестн. ин-та сейсмологии Нац. АН Кырг. Респ. – Бишкек, 2020. – Вып. 2. – С. 78–83. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44139116>
8. Абдрахматов, К. Е. Скорость смещения и сейсмическая опасность разлома Кажыргты (Нарынская впадина) [Текст] / К. Е. Абдрахматов, Э. Э. Рахмединов // Вестн. ин-та сейсмологии Нац. АН Кырг. Респ. – Бишкек, 2020. – Вып. 1. – С. 81–84. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42847889>

9. Рахмединов, Э. Э. Кайнозойские отложения Нарынской впадины [Текст] / Рахмединов Э.Э., Фортуна А.Б. // Вестн. Ин-та Сейсмологии Нац. АН Кырг. Респ. 2023. – Вып. 1. - С. 95-103. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50758384>
10. Положение Центрально-Нарынского разлома в пределах территории г. Нарын и ширина зоны его влияния [Текст] / К. Е. Абдрахматов, Н. М. Камчыбеков, Э. Э. Рахмединов [и др.] // Вестн. ин-та сейсмологии Нац. АН Кырг. Респ. – 2023. – № 1(21). – С. 16–22. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50758373>

РЕЗЮМЕСИ

25.00.01 адистигибоюнча геология-минералогия илимдеринин кандидаты илимий даражасына луу үчүн Э.Э. Рахмединовдун «Нарын ойдуңунун сейсмикалык коркунучун баалоо» аттуу кандидаттык диссертациясы. – Жалпы жана аймактык геология

Негизгисөздөр: Акыркы тектоника, жер титирөөлөр, палеосейсмология, активдүү жарака, абсолюттук жаш, сейсмикалык дислокация, буфердик зоналар, активдүү тектоника, геоморфологиялык террасалар, Нарын шаары.

Изилдөө объектиси: Нарын ойдуңунун чыгыш бөлүгүндөгү геологиялык-геоморфологиялык террасалар жана активдүү жаракалар.

Активдүү жаракалардын сейсмикалык коркунучунун таасиринаныктоо.

Изилдөөнүн максаты: Булиштин негизги максаты Жогорку Нарын ГЭС тер каскады жайгашкан аймактардын – ГЭС тердин – Ак-Булуң, Нарын ГЭС-1, Нарын ГЭС-2 жана Нарын ГЭС-3.

Изилдөө методологиясы: палеосейсмологиялык, геологиялык-географиялык жана геофизикалык талаа изилдөөлөрү. Мындан тышкары, Борбордук Тянь-Шандың аймактарына аэрофотосүрөттөрүдөшифрленген, Google Earth, OpenStreet, SRTM DEM ж.

Алынган натыйжалар жана жаңылык: Нарын ойдуңунун чыгыш бөлүгүндө биринчи жолу активдүү жаракалардын деталдуу мүнөздө мөсүтүзүлүп, палеосейсмологиянын жардамы менен изилденген, тарыхка чейинки сейсмикалык кокуялардын жашы жана Борбордук Нарын жаракасынын таасир зонасы алынган.

Алар сейсмогендик зоналардын негизин түзөт жана булай мактагы сейсмикалык коркунучтун булагы болуп саналат.

Колдонуу масштабы: Алынган натыйжалар Жогорку Нарын ГЭС каскаддарын долбоорлоодо колдонулат.

Колдонуучу өрөсү: Изилдөөнүн натыйжалары Жогорку Нарын ГЭС каскадына аймагынын сейсмикалык кооптуулугун баалоодо, ошондой эле Нарын

шаарынынаймагынынүктүрүүнүнбашкыпланыништепчыгуудаколдонулушумүмкү
н.

РЕЗЮМЕ

кандидатской диссертации Э. Э. Рахмединова «Оценка сейсмической опасности Нарынской впадины» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01. – Общая и региональная геология

Ключевые слова: Новейшая тектоника, землетрясения, палеосейсмология, активный разлом, абсолютный возраст, сейсмодислокация, буферная зона, активная тектоника, геоморфологические террасы, город Нарын.

Объект исследования: является геолого-геоморфологические террасы и активные разломы в Восточной части Нарынской впадины. Для определения влияние сейсмической опасности активных разломов.

Цель исследования: Основная цель настоящей работы - оценка сейсмической опасности районов расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС - ГЭС – «Ак-Булунскую», «Нарынскую ГЭС-1», «Нарынскую ГЭС-2» и «Нарынскую ГЭС-3».

Методика исследований: палеосейсмологические, геолого-географические и геофизические полевые исследования. Кроме того, были проведены дешифрирование аэрофотоснимков некоторых районов Центрального Тянь-Шаня, детальный анализ зон активных разломов с использованием GoogleEarth, OpenTopography, Bing, OpenStreet, SRTM DEM, и др.

Полученные результаты и новизна:

Впервые в Восточной части в Нарынской впадины произведено детальное описание активных разломов, изучено методом палеосейсмологии, получены возраста доисторических сейсмических событий и зона влияния Центрально-Нарынского разлома. Которые являются основой сейсмогенерирующих зон и непосредственно являются источником сейсмической опасности этого региона.

Степень использования: Полученные результаты будут использованы при проектировании верхнее Нарыских каскадов ГЭС.

Область применения: Результаты исследования могут быть использованы при оценке сейсмической опасности территории расположения Верхне-Нарынского каскада ГЭС, а также при разработке генерального плана развития территории г. Нарын.

RESUME

candidate's dissertation by E. E. Rakhmedinov “Evaluation of the seismic hazard of the Naryn depression” for the academic degree of candidate of geological and mineralogical sciences in specialty 25.00.01. – General and regional geology

Key words: Recent tectonics, earthquakes, paleoseismology, active fault, absolute age, seismic dislocation, buffer zone, active tectonics, geomorphological terraces, Naryn city.

Object of study: geological and geomorphological terraces and active faults in the eastern part of the Naryn depression. To determine the influence of seismic hazard of active faults.

Purpose of the study: The main goal of this work is to assess the seismic hazard of the areas where the Upper Naryn cascade of hydroelectric power stations is located - hydroelectric power stations - Ak-Bulunskaya, Narynskaya HPP-1, Narynskaya HPP-2 and Narynskaya HPP-3.

Research methodology: paleoseismological, geological-geographical and geophysical field research. In addition, aerial photographs of some areas of the Central Tien Shan were deciphered, a detailed analysis of active fault zones was carried out using GoogleEarth Open topography, Bing, Open Street, SRTM DEM, etc.

The results obtained and novelty: For the first time in the Eastern part of the Naryn depression, a detailed description of active faults was made, studied using paleoseismology, the ages of prehistoric seismic events and the zone of influence of the Central Naryn fault were obtained. Which are the basis of seismogenic zones and are directly the source of seismic hazard in this region.

Extent of use: The results obtained will be used in the design of the upper Nary cascades of hydroelectric power stations. Scope of application: The results of the study can be used in assessing the seismic hazard of the territory of the Upper Naryn cascade of hydroelectric power stations, as well as in developing a master plan for the development of the territory of Naryn.