

УДК 551.242.(575.2):550.34

Рахмединов Э.Э., Абдрахматов К.Е.

*Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан*

### СКОРОСТЬ СМЕЩЕНИЯ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ РАЗЛОМА КАЖЫРТЫ (НАРЫНСКАЯ ВПАДИНА)

**Аннотация:** В статье представлен новый материал по разлому Кажырты и скорости смещения террас, который позволяет считать, что максимально средний интервал повторяемости землетрясений составляет 2000-2400 лет. Выявлено, что уступ на террасе  $Q_{IV}^3$  был сформирован двумя событиями с величиной смещения в 1.9 м, а 13 событий, которые деформировали террасу  $Q_{III}^2$  происходили со средним интервалом повторяемости около 1100 лет.

**Ключевые слова:** Нарынская впадина, активный разлом, терраса, землетрясение, дислокация.

### КАЖЫРТЫ ЖАРАКАСЫНЫН ЫЛДАМДЫК АРАЛАШУУСУ ЖАНА СЕЙСМИКАЛЫК КООПТУЛУГУ (НАРЫН КАЖЫРТЫ)

**Корутунду:** Бул макалада Кажырты жаракасы боюнча жаңы материал жана террасанын ылдамдыгынын аралашуусундагы орто эсеп менен жер титирөөлөрдүн кайталануусу 2000-2400 жыл.  $Q_{IV}^3$  террасасындагы кашат эки окуя менен чектелип аралашуу 1.9 м түзөт жана  $Q_{III}^2$  террасасын деформацияга алып келген орточо аралыктын кайталануусу 13 окуя жана 1100 жылды түзөт.

**Ачкыч сөздөр:** Нарын ойдуңу, активдуу жарака, терраса, жер титирөө, дислокация, коркунуч.

### DISPLACEMENT RATE AND SEISMIC HAZARD OF THE KARZYRTY FAULT (NARYN DEPRESSION)

**Abstract:** A new material on the Kyzhyrta fault and the mixing rate of terraces, which suggests that the maximum average earthquake recurrence interval is 2000-2400 years, is presented in the paper. It was revealed that the ledge on the  $Q_{IV}^3$  terrace was formed by two events with a displacement of 1.9 m, and 13 events that deformed the  $Q_{III}^2$  terrace occurred with an average repeat interval of about 1100 years.

**Keywords:** Naryn depression, active fault, terrace, earthquake, dislocation, hazard.

К числу активных разломов Нарынской впадины относится разлом Кажырты, названный по одноименной реке – правый приток р. Нарын, которую он пересекает с востока на запад, пролегая вдоль южного борта хребта Молдо-Тоо (рисунок 1, номер 2). Оценка его сейсмоопасности имеет важное значение в связи с тем, что он находится в геодинамической связи с Центрально - Нарынским разломом, который простирается вдоль долины р. Нарын и находится в непосредственной близости от областного центра- города Нарын, а также вблизи проектируемых сооружений Верхне-Нарынского каскада ГЭС [1, 2, 4].

Для выяснения степени опасности обозначенного разлома были проведены геолого-геоморфологические полевые исследования с детальным картированием, профилированием речных террас и отбором образцов на абсолютный возраст пород, вскрытых траншеями через разлом Кажырты (методом тренчинга).

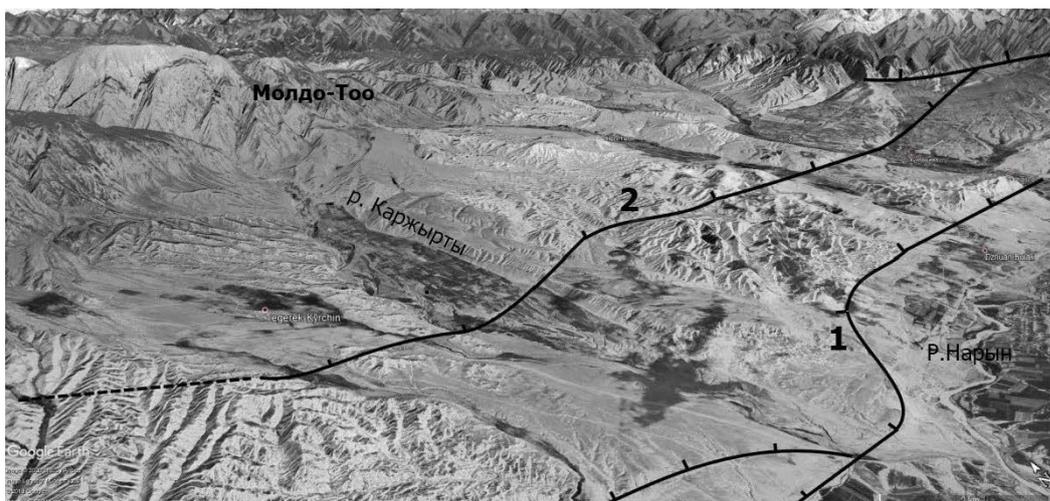


Рисунок 1. Положение разлома Кажырты в Нарынской впадине - вид с юго-запада (источник Google Earth). Цифры у линии разломов обозначают: 1- Центрально-Нарынский разлом; 2- разлом Кажырты. Бергштрихи - в сторону падения сместителя разлома.

Картирование террас показало, что на восточной стороне долины р. Кажырты рассматриваемый разлом пересекает 5 разновозрастных террас и имеет хорошо выраженный кумулятивный эффект (рисунок 2). 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 р. Кажырты и соседней долиной р. Тогузбулак. Ряд профилей через уступ разлома, который пересекают широкую террасу  $Q_{III}^2$  восточнее р. Кажырты, определили вертикальное смещение, величина которого повышается от 8 м на восточном конце террасы до 12 м у западного края. Так как плоскость разлома не обнажена в бортах долины, то плоскость падения была определена путём измерения высоты уступа на склонах террасы  $Q_{III}^2$  и смежной террасы  $Q_{IV}^2$ . Используя средний тренд тектонического уступа на террасе  $Q_{III}^2$  -  $66^\circ$  СВ и на террасе  $Q_{IV}^2$  -  $71^\circ$  СВ для построения положения разлома, получаем угол падения в  $29^\circ \pm 5^\circ$  к северу. Так как угол падения разлома был определён из локального смещения террас, то для расчёта скорости смещения мы использовали профильные точки наиболее близкие к уступу (рисунок 2). Изменения в высоте и наклоне террасы над и под точками профиля могли возникнуть в результате над- разломного складкообразования. Уменьшение высоты террасы на северном конце профиля совпадает с уменьшением падения разлома от  $29^\circ$  на поверхности до  $10^\circ$  в нижней части террасы (процесс выполаживания; рисунок 2). Вдоль простирания уступа разлома с запада на восток уменьшение вертикального смещения от 12 м до 8 м совпадает с изменением угла падения разлома от  $29^\circ$  на западном конце террасы до  $19^\circ$  на восточном конце.

Определение абсолютного возраста пород (радиоуглеродный метод) по отобраным образцам из стенки траншеи [2] позволило определить время врезания, формирования поймы и формирования террасы  $Q_{III}^2$  вдоль долины р. Кажырты - 13.7-15.3 тыс. лет. Путём расчёта получаем скорость смещения террасы по разлому, равную  $1.8 \pm 0.4$  мм/год, а скорость смещения по разлому террасы  $Q_{II}^2$ , имеющей возраст около 141 тыс. лет, и вертикального смещения от 65 м до 90 м [2], составляет 1.4 - 2.0 мм/год (рисунок 2), что соответствует трём землетрясениям, каждое из которых имело смещение около 3.7 м. 12 - метровый уступ на террасе  $Q_{III}^2$  был сформирован смещением по падению равным около 24.5 м и подразумевает 6-7 событий, имевших место в течение последних 141000 лет.

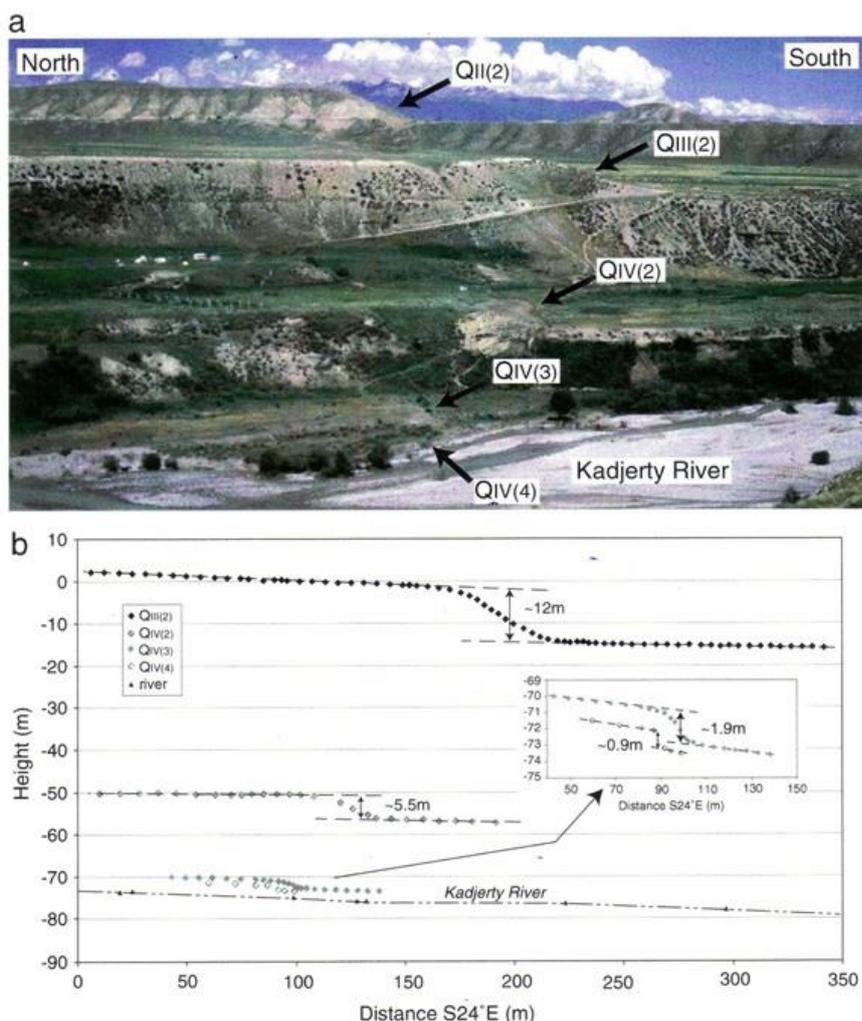


Рисунок 2. Кажыртинский разлом в одноимённой долине (Абдрахматов и др., 2007). а). Вид на восток в крест долины на смещённые террасы  $Q_{II}^2$ ,  $Q_{III}^2$ ,  $Q_{IV}^2$ ,  $Q_{IV}^3$  и  $Q_{IV}^4$ . Стрелки указывают на уступ разлома. Уступ террасы  $Q_{II}^2$  имеет высоту 65-90 м. б). Профиль смещённой поверхности террасы  $Q_{III}^2$  и молодых террас, нанесённых на вертикальную плоскость перпендикулярно к простиранию разлома. Уступ поперёк наиболее молодой врезанной террасы, обозначенной  $Q_{IV}^4$ , может быть сформирован и модифицирован флювиальными процессами [2].

Высота террасы  $Q_{III}^2$  от р. Нарын в районе пересечения её разломом Кажырты составляет 60 – 70 м. Здесь имеются две голоценовые террасы  $Q_{IV}^1$  и  $Q_{IV}^2$ , которые также пересечены данным разломом. На террасе  $Q_{IV}^2$  расположены два уступа, которые протягиваются параллельно разлому. По всей видимости, оба уступа являются сейсмогенными. Неглубокая траншея, пройденная в крест верхнего уступа, вскрыла плоскость разлома, падающую под углом  $13^\circ$  к северу. Вертикальное смещение на западном конце террасы, где уступы сходятся, равно примерно  $5.5 \pm 0.3$  м [2]. Уступ высотой 5.5 м, пересекающий террасу  $Q_{IV}^2$  при указанном падении разлома, мог быть сформирован при величине смещения по падению равной  $11.1+1.7-1.3$  м, соответствующей трём землетрясениям, каждое из которых имело смещение около 3.7 м.

Две наиболее молодые голоценовые террасы дают возможность оценить смещение при отдельном землетрясении. Вертикальное смещение террасы  $Q_{IV}^3$  равно

1.9 ± 0.2 м (рисунок 2). Угол падения разлома, исходя из его положения над и под террасовым уступом, разделяющего террасы Q<sub>IV</sub><sup>2</sup> и Q<sub>IV</sub><sup>3</sup>, оценивается в 31° ± 4° к северу. Эти данные позволяют оценить величину смещения по падению в 3.7 ± 0.5 м. Если терраса Q<sub>IV</sub><sup>3</sup> смещена разломом, то это смещение представляет собой результат максимум двух событий.

Видимое вертикальное смещение в крест террасы Q<sub>IV</sub><sup>4</sup> равно 0.9 м. Возможно, что уступ, смещающий террасу Q<sub>IV</sub><sup>4</sup>, на самом деле является не тектоническим, а террасовым. Об этом свидетельствует и растительный покров на поверхности террасы Q<sub>IV</sub><sup>4</sup> в поднятом крыле. Терраса Q<sub>IV</sub><sup>4</sup> в опущенном крыле имеет высоту и галечную поверхность, которая похожа на галечниковый бар в русле (рисунок 2а). Хотя положение предполагаемого уступа на террасе Q<sub>IV</sub><sup>4</sup> близко к уступу на террасе Q<sub>IV</sub><sup>3</sup>, их относительное пространственное смещение может говорить о падении разлома около 2°– 5° к северу и внезапном изменении простирания разлома. Таким образом, наиболее вероятно, что 1.9 - метровый уступ на террасе Q<sub>IV</sub><sup>2</sup> был сформирован наиболее современным событием и незначительно модифицирован рекой.

Таким образом, разлом Кажырты, пересекающий в крест простирания комплекс плейстоценовых террас, имеет признаки «кумулятивного» эффекта, когда повторяющиеся сейсмические события, которые имели место в течение последних 141 тыс лет, были зафиксированы в величине смещения террас разного возраста.

Приведённые аргументы, которые указывают, что поведение землетрясений соответствует гипотезе «характерного землетрясения» (Wells and Coppersmith, 1984) и позволяют считать, что максимальный средний интервал повторяемости землетрясений составляет здесь 2000-2400 лет. Если уступ на террасе Q<sub>IV</sub><sup>3</sup> был сформирован двумя событиями с величиной смещения в 1.9 м, то около 13 таких характерных событий деформировали террасу Q<sub>III</sub><sup>2</sup> со средним интервалом повторяемости около 1100 лет [3].

### Литература

1. Абдрахматов К.Е., Стром А.Л., Джумабаева А.Б., Рахмединов Э.Э. - Центральнo-Нарынский активный разлом (восточная часть).// Известия НАН КР, 2017, №1. С. 10-13.
2. Абдрахматов К.Е., Р.Уилдон, С.Томпсон. - Активная тектоника Тянь-Шаня. Бишкек, Илим, 2007.
3. Wells D. L. & Coppersmith K. J. - New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. // Bulletin of the Seismological Society of America, 1994. 84 (4), 974–1002. 678.
4. Абдрахматов К.Е. Рахмединов Э.Э. - Сейсмическая опасность города Нарын. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2018, №8. С. 16-21.

*Рецензент: д. ф-м. наук В.Н. Погребной*