

УДК 550.34

Джумабаева А. Б., Тилек кызы Гулкайыр
Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан

СЕЙСМОТЕКТОНИКА И ПАЛЕОСЕЙСМИЧНОСТЬ НАРЫНСКОЙ ОБЛАСТИ (ВОСТОЧНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Аннотация. В статье изложены основные особенности новейшей и современной тектоники Нарынской области. Приведены данные о скоростях смещения (в мм/год) крыльев активных разломов, хронология палеоземлетрясений, полученные по методу «тренинга» и их распределение по времени на протяжении голоцена.

Ключевые слова: новейшая структура, активный разлом, скорость смещения разлома, палеоземлетрясение.

НАРЫН ОБЛУСУНУН СЕЙСМОТЕКТОНИКАСЫ ЖАНА ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯЛЫК АБАЛЫ (ЧЫГЫШ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Кыскача мазмуну. Макалада Нарын аймагынын акыркы жана заманбап тектоникасынын негизги өзгөчөлүктөрү баяндалат. Активдүү жаракалардын канаттарынын жылышынын ылдамдыгы (мм/жылына) жана «траншея» ыкмасы менен алынган палеожер титирөөлөрдүн хронологиясы жөнүндө маалыматтар берилген.

Негизги сөздөр: акыркы тектоникалык түзүлүш, активдүү жарака, жаракалардын жылышынын ылдамдыгы, палеожертитирөө.

SEISMOTECTONICS AND PALEOSEISMICITY OF THE NARYN REGION (EASTERN TIEN SHAN)

Abstract. The article presents the results of studying neotectonics and paleoseismicity within the Naryn region. The article outlines the main features of the neotectonics of the Naryn region. Data is presented on the slip rates (in mm/year) of the active faults, the chronology of paleoearthquakes obtained using the «trenching» method and their distribution over time during the Holocen.

Keywords: neotectonic structure, active fault, fault slip rate, paleoearthquake.

Основные особенности новейшей и современной тектоники Центрального Тянь-Шаня, куда входит высокогорная Нарынская область, были описаны в монографиях предшествующими исследователями [1-11]. Наиболее крупными единицами на севере выделяется каледонская складчатая область Северного Тянь-Шаня, центральную часть которого занимает каледоно-герцинская складчатая зона Срединного Тянь-Шаня и на юге-герцинская складчатая зона Южного Тянь-Шаня. Границей между Северным и Срединным Тянь-Шанем является система разломов - «Важнейшая структурная линия Тянь-Шаня» (линия Николаева) (I), а Срединный и Южный Тянь-Шань разделяется Атбашиньчекским разломом (II). Складчатые структуры, в основном, имеют субширотное простираение [1] (рисунок 1).

Наиболее характерной особенностью новейшей структуры Нарынской области является наличие линейно вытянутой системы поднятий, как Молдотто-Герсейская и Кокшальская, разделённые Нарынской системой межгорного прогиба, которые состоят из более мелких структур антиклинального и синклинального типов. Перечень глыбово-складчатых структур на территории Нарынской области приведены в таблице 1 (рисунок 2, 3).

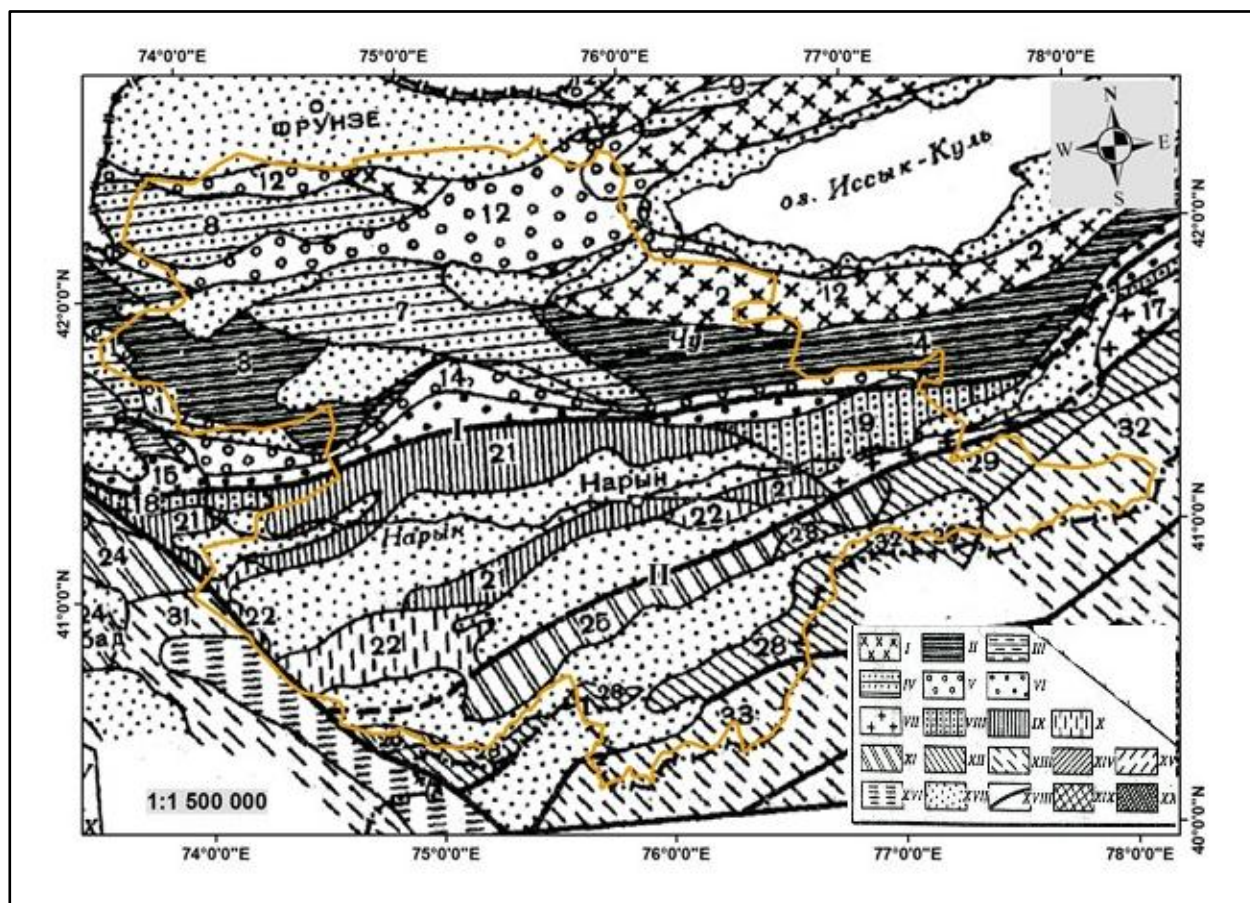


Рисунок 1. Схема тектонического районирования северо-восточной части территории Кыргызской ССР и прилегающих районов по [1]. Нарынская область оконтурена жёлтой линией. Карта была привязана в географическую систему координат (WGS84) с помощью ArcGIS_ArcMap. *Складчатая область Северного Тянь-Шаня.* II – Раннекаледонские складчатые зоны: 3-Макбальская, 4-Бурханская; IV- позднекаледонские складчатые зоны: 7-Центрально-Киргизская. Структуры эпикаледонских прогибов: V- прогибы внутреннего типа: 11- Аральский, 12- Восточно-Киргизский, 14-Джумгалский; VI – периферического типа: 15- Сонкельский. *Складчатая область Срединного Тянь-Шаня.* VIII-позднекаледонские складчатые зоны: 18- Тахталыкская, 19- Джетимтооская; IX – среднегерцинские складчатые зоны: 21-Кавакская; X – позднегерцинские складчатые зоны: 22 – Джамандаванская. *Складчатые области Южного Тянь-Шаня.* Кокшаальская складчатая область. XI – раннегерцинские складчатые зоны: 25- Атбашинская; XII – среднегерцинские складчатые зоны: 28- Аксайская, 29- Джангиджерская; XIII – позднегерцинские складчатые зоны: 32- Кокшаальская, 33- Майдантагская. *Мезокайнозойские структурные элементы:* XVII – альпийские межгорные впадины; XVIII – глубинные разломы: I – «Важнейшая структурная линия Тянь-Шаня», разделяющая структуры Северного и Срединного Тянь-Шаня, II- Атбаша-Инылчекский разлом, разделяющий герцинские структуры Срединного и Южного Тянь-Шаня.

Крупные широкие межгорные впадины Аксайская (52), Атбашинская (48), Алабуга-Нарынская (38), Джумгалская (18), Сонкельская (24), Кочкорская (9) представляют собой асимметричные синклинали, крутые крылья которых оборваны крупными новейшими разломами (рисунок 2). Помимо перечисленных, относительно изометричных широких впадин, здесь выделяются и узкие, протяжённые впадины (Минкуш-Кокмеренская (20, 21), Тюлекская (27), Каракуджурская (28), Ойгаинская (17), Кызылойская (16) и др.),

представляющие собой новейшие рамповые грабен-синклинали, зажатые между ограничивающими их надвигами [2-8,10].

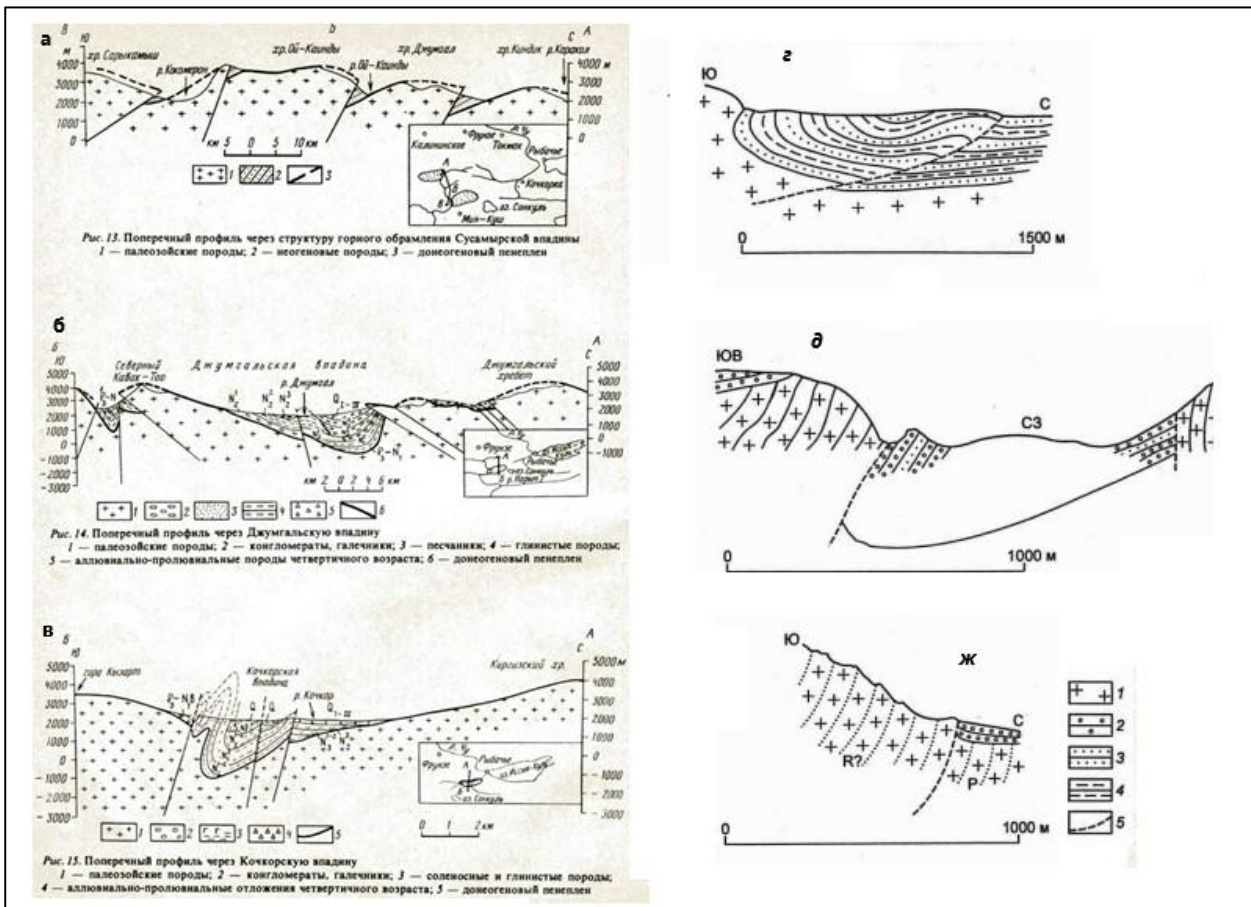


Рисунок 2. Геологические профили через границы впадин и поднятий: а- Суусамырская впадина; б-Джумгалская впадина; в-Кочкорская впадина по данным [4]; г- южный борт Кочкорской впадины вдоль р. Джоонарык; д- южный борт Тогуз-Тороуской впадины; ж- южный борт Атбашинской впадины вдоль руч. Сарыбулак [10].

Изучение активных разломов показывает, что активные надвиги и взбросы весьма изменчивы по простиранию. Перечень активных разломов [13], генерирующих землетрясения, на территории Нарынской области приведены в таблица 2 и на рисунок 3. Например, в Нарынской впадине наибольшей активностью отличается Центрально-Нарынской разлом (XXVI), протягивающийся вдоль долины р. Нарын (примерно 60 км от района аила Джалгызтерек на западе до слияния рек Большой и Малый Нарын на востоке), при этом величина вертикального смещения в районе р. Чет-Нура составляет более 10 м, а в районе долины р. Баш-Нура, красноцветные отложения неогена взброшены не менее чем на 30 - 40 м на аллювиальные галечники. Амплитуда вертикального перемещения палеозойского фундамента по этому разлому оценивается от 400–600 до 1200 м за весь неотектонический этап [1, 6, 7].

Результаты специального детального изучения скоростных характеристик активных разломов, секущих Кочкорскую, Каракуджурскую, Нарынскую и Западно-Аксайскую межгорные впадины, показывают, (см. таблица 3), что наивысшая скорость смещения по падению в позднеплейстоцен-голоценовое время происходит по Акчопскому разлому (IV) (3.1+1.6/-0.7мм/год) и Каракуджурскому разлому (XIV) (не менее 2.4 мм/год) в Кочкорской впадине и по Кажыртинскому разлому (XXV) (р. Кажырты, зап. берег) 2.2+0.4/-0.3 мм/год в Нарынской впадине. Наименьшее сжатие характерно для Западно-Аксайской межгорной

впадине, где по Северо-Кыркунгейскому (XXXXI) разлому в голоценовое время скорость смещения составляет $0.1+1.1/-0.07$ мм/год [13-14].

Таблица 1- Перечень глыбово-складчатых структур на территории Нарынской области.

П\н	Глыбово-складчатые структуры	Типы структур	П\н	Глыбово-складчатые структуры	Типы структур
1	Киргизская	мегантиклиналь	27	Каражоргоская	брахиантиклиналь
2	Карамюнская	мегантиклиналь	28	Султансарынская	грабен-синклиналь
3	Ортокская	горст-антиклиналь	28	Султансарынская	грабен-синклиналь
4	Киндикская	горст-антиклиналь	29	Кичи-Каракужурская	грабен-синклиналь
5	Жоожурукская	грабен-синклиналь	31	Капкаташская	брахиантиклиналь
6	Жумгалская	мегантиклиналь	32	Капкаташская	брахиантиклиналь
7	Кочкорская	мегасинклиналь	33	Болгартская	грабен-синклиналь
8	Окторкой-Кошбулакская	грабен-синклиналь	34	Жетимтооская	антиклиналь
9	Окторкой-Кошбулакская	горст-антиклиналь	35	Нуратооская	антиклиналь
10	Кызартская	грабен-синклиналь	36	Молдотооская	мегантиклиналь
11	Кызартская	мегантиклиналь	37	Кокийримская	мегантиклиналь
12	Каракаттинская	мегантиклиналь	38	Нарынская	мегасинклиналь
13	Ойгаинская	грабен-синклиналь	39	Нарынтооская	мегантиклиналь
14	Кызылойская	грабен-синклиналь	40	Аламышыкская	антиклиналь
15	Ойгаинская	горст-антиклиналь	41	Ачаташская	антиклиналь
16	Жумгалская	грабен-синклиналь	42	Каратооская	антиклиналь
17	Сарыкамышская	горст-антиклиналь	43	Байбичетооская	брахиантиклиналь
18	Кокомеренская	грабен-синклиналь	44	Жамантооская	брахиантиклиналь
19	Минкушская	грабен-синклиналь	45	Алабугинская	грабен-синклиналь
20	Каванская	горст-антиклиналь	46	Кокшаальская	мегантиклиналь
21	Сонкельская	брахиантиклиналь	47	Арпинская	мегасинклиналь
22	Сонкельская	мегасинклиналь	48	Атбашинская	мегасинклиналь
23	Байдулуская	брахиантиклиналь	49	Атбашинская	брахиантиклиналь
24	Уюкская	мегантиклиналь	50	Жаныжерская	брахиантиклиналь
25	Тюлекская	грабен-синклиналь	51	Узенгекуушская	мегасинклиналь
26	Каркуджурская	грабен-синклиналь	52	Аксайская	мегасинклиналь

Таблица 2 - Перечень активных разломов на территории Нарынской области.

П/н	Активные разломы	Тип разлома	П/н	Активные разломы	Тип разлома
I	Каракольский	взброс	XXXIII	Нуратооский	взброс
II	Карамойнонский	взброс	XXIV	Жетимский	взброс
III	Северо-Ортокский	взброс	XXV	Кажыртинский	взброс
IV	Карасуйский	взброс	XXVI	Срединно-Нарынский	взброс
V	Южно-Кочкорский	взброс	XXVII	Аламышыкский	взброс
VI	Жумгальтооский	взброс	XXVIII	Каратооский	взброс
VII	Ойгаинский	взброс	XXIX	Байбичетооский	взброс
VIII	Киндинский	взброс	XXX	Джамантооский	взброс
IX	Джумгалский	взброс	XXXI	Жамантооский	взброс
X	Джумгалский	взброс	XXXII	Таласо-Ферганский	взброс
XI	Каракаттинский	взброс	XXXIII	Торугартский	взброс
XII	Байдулинский	взброс	XXXIV	Срединно-Аксайский	взброс
XIII	Каракуджурский	взброс	XXXV	Северо-Аксайский	взброс
XIV	Каракуджурский	взброс	XXXVI	Ойнокжарский	взброс
XV	Каражорго-Болгартский	взброс	XXXVII	Верхне-Атбашинский	взброс
XVI	Кетментюбинский	взброс	XXXVIII	Нарынтооский	взброс
XVII	Кавактоо-Суудобонский	взброс	XXXIX	Жалжыр-Жагалмайский	взброс
XVIII	Мин-Кушский	взброс	XXXX	Жаныжерский	взброс
XIX	Южно-Сонкельский	взброс	XXXXI	Кыркунгейский	взброс
XX	Караташ-Жетимбельский	взброс	XXXXII	Срединно-Арпинский	взброс
XXI	Южно-Тогузторооский	взброс	XXXXIII	Айгыржалский	взброс
XXII	Молдотооский	взброс	XXXXIV	Уюкский	взброс
			XXXXV	Каракуджурский	взброс

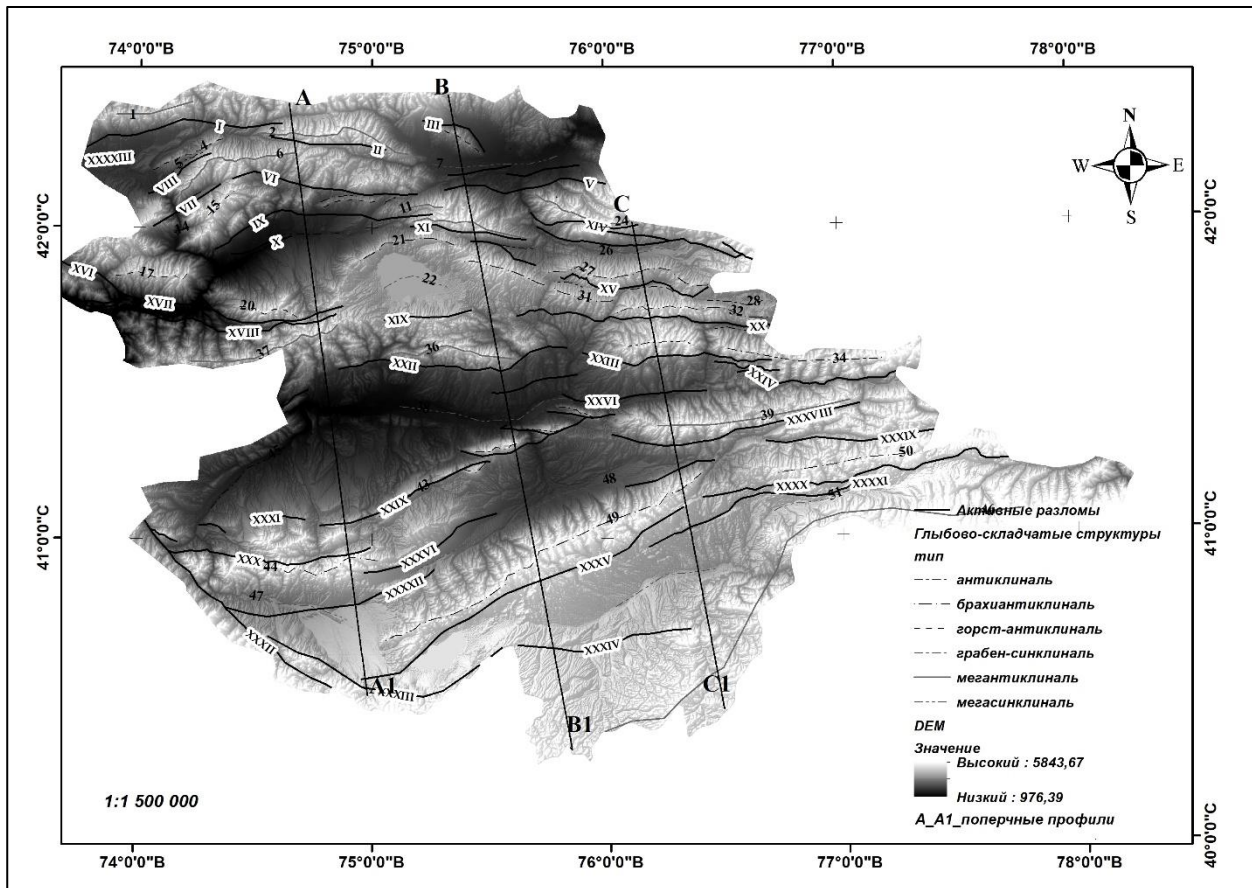


Рисунок 3. Активные разломы, глыбово-складчатые структуры и линии разрезов (А-А1, В-В1, С-С1) на территории Нарынской области. В качестве основы - ЦМР, SRTM (разрешение 30 м).

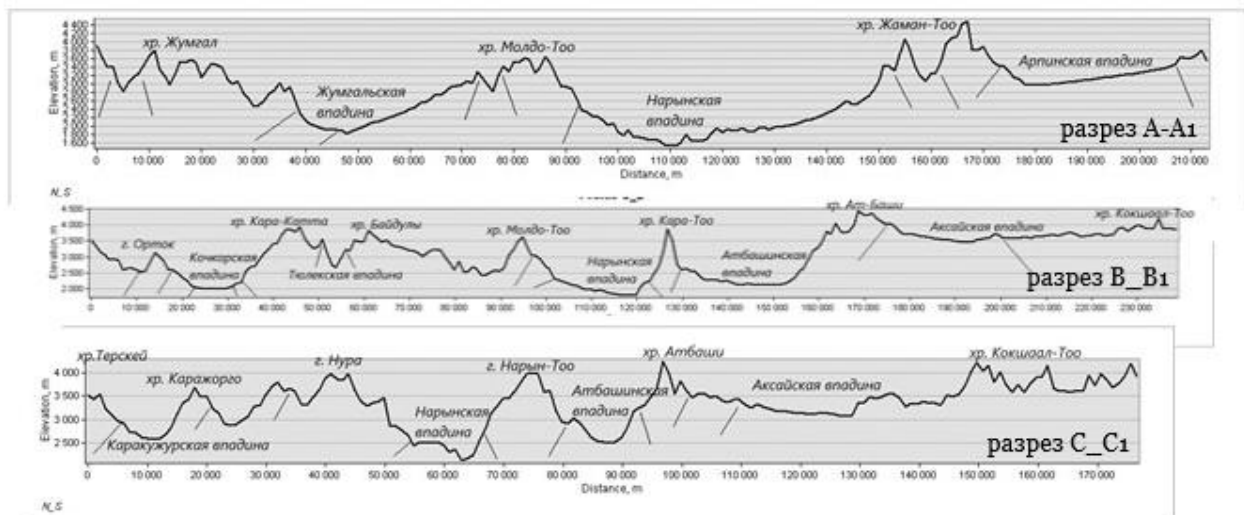


Рисунок 4. Геоморфологические поперечные разрезы через структуры изучаемого региона по линии А-А1, В-В1, С-С1.

Таблица 3 - Количественные характеристики активных разломов.

№	Активные разломы	Тип	Падение разлома (°)			Высота террасы (м)			Возраст террасы (тыс. лет)			Расчетная величина смещение (мм/год)			Источник
			QIV	QШ2	QЦ2	QIV	QШ2	QЦ2	QIV	QШ2	QЦ2	QIV	QШ2	QЦ2	
1.	Акчопский	взброс	9±2-	18±2			64±5				128-140		3.1+1.6/ -0.7		Thompson et al., 2002
2.	Южно-Кочкорский (р. Жоонарык)		45	30-70Ю			26±3						0.2+0.9/ 0.03		
3.	Центрально-Нарынский (р. Кажырты, зап. берег)			37±2 -10С	66СВ		20			13.5-15.5			2.2+0.4/ 0.3		
4.	Кажыртинский (р. Кажырты вост. берег)			19-29С	19С		8 -12	65-90		13.7-15.3	141		1.8±0.4	1.4-2.0	
5.	Кажыртинский (р. Куртка, зап. борт)			20±5С			6±3			13.8-15.4			1.2+0.8/-0.7		
6.	Центрально - Нарынский (западнее Кажырты)			20.6±1.0			37±3						2.3+0.3/ 0.4		
7.	Ойнокжарский (левостр. сдвиг)	взбросо-надви	8-5						10.4-9.9				0.9±0.3		
8.	Северо-Кыркунгей (рек Джолбогшту-Кашкасу-10 км)		20 - 40			1.5±0.5			6-12				0.1+1.1/-0.07		

9.	Южно-Кыркунгейский (р. Богашты-Кашкасу, левостр. сдвиг ~ 2 м)				30-70Ю			40 - 75			141±17		0.2+0.9/-0.1	
10.	Каракуджурский		20		~1						2.4			Campbell et.al., 2019

О возникновении в пределах Нарынской области сильных палеоземлетрясений в позднем плейстоцене и голоцене свидетельствуют многочисленные палеосейсмодислокации разных типов, в том числе разрывы со значительными амплитудами смещений за позднечетвертичное время и крупные скальные оползни, которые с большой вероятностью могли образоваться при сильных землетрясениях прошлого (рисунок 5) [6, 12–22].

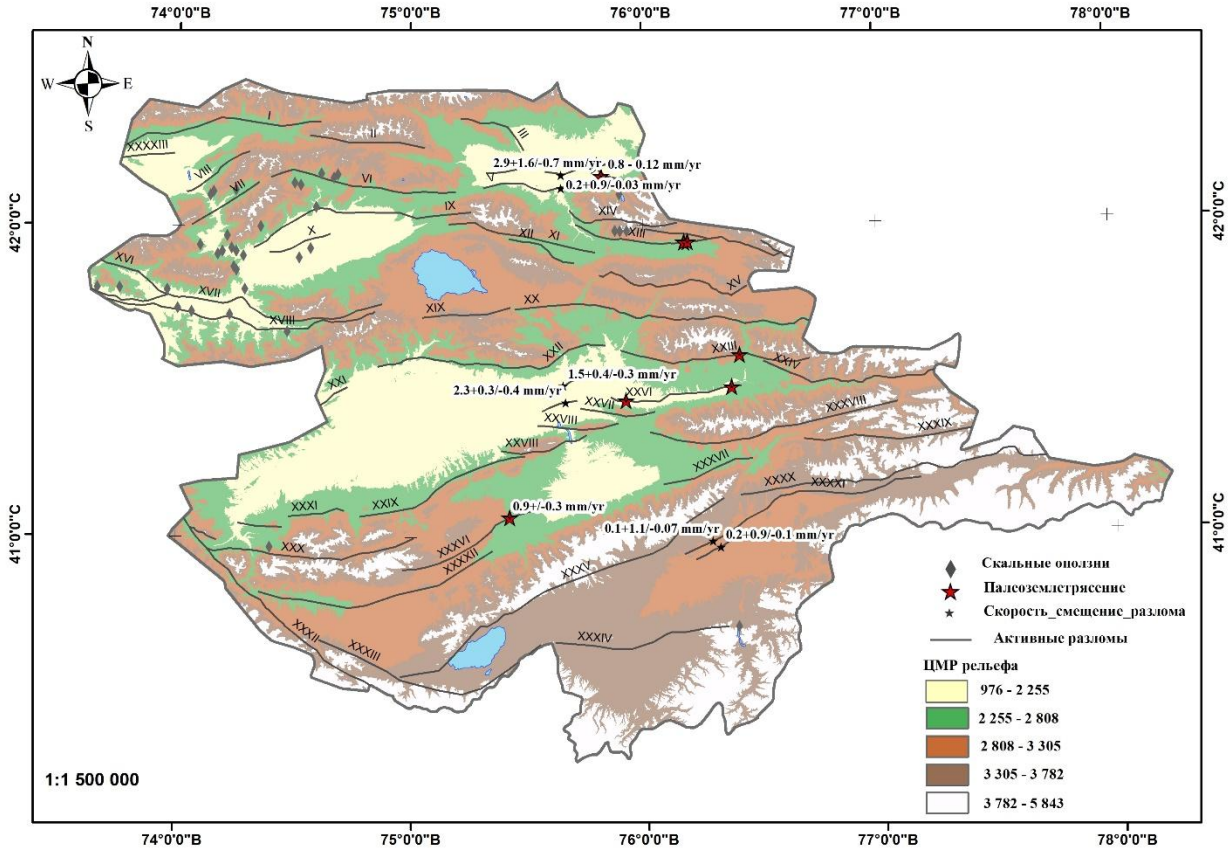


Рисунок 5. Гипсометрическая карта высот рельефа с активными разломами, крупными скальными оползнями и палеоземлетрясениями на территории Нарынской области.

Хронология палеоземлетрясений, полученные по методу «тренинга» [12-20], и их распределение по времени на протяжении голоцена отображены в пространственно-временной диаграмме (рисунок 6). Анализ и сопоставления абсолютных возрастов позволило нам выявить 11 палеосейсмических событий во второй половине голоцена на территории Нарынской области. Повторяемость сильных палеоземлетрясений вдоль зоны активных разломов составляют: по Срединно-Нарынскому около 1500 лет, по Южно-

Кочкорскому около 1500 лет, по Каракужурскому около 2000 лет. Распределение палеоземлетрясений во времени имеют явную выраженность сейсмической активности в интервале 3600–2300 лет назад и 1400–700 лет назад в Нарынской и Кочкорской впадинах.

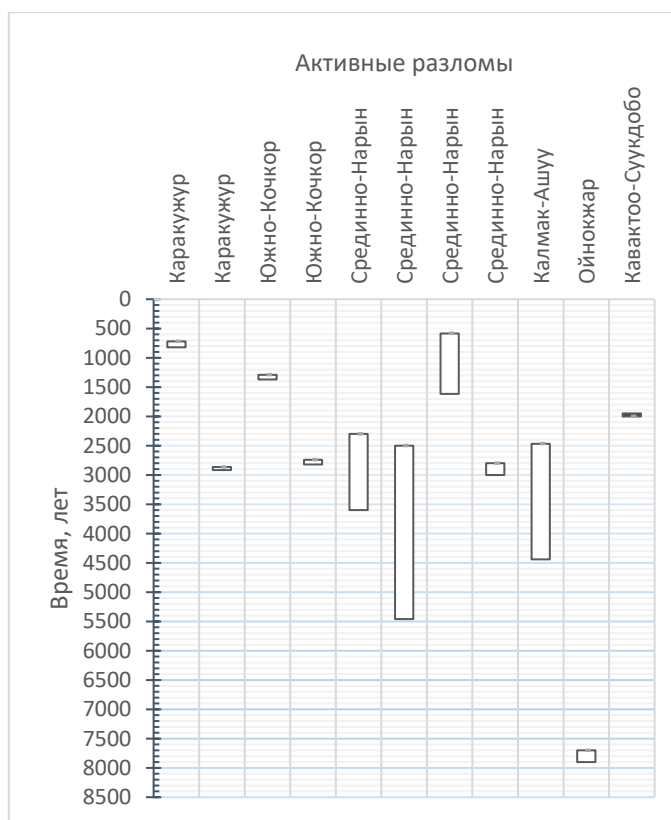


Рисунок 6. Пространственно-временная диаграмма возрастов крупнейших палеоземлетрясений на территории Нарынской области в зонах активных разломов: Южно-Кочкорской, Каракуджурской, Срединно-Нарынской, Нуратооский, Ойнокжарский и Кавактоо-Суукдобонский за голоценовое время. Абсолютные возраста, полученные радиоуглеродным и термолюминесцентным методами, нанесены в виде прямоугольников. Их размеры отражают временные рамки палеоземлетрясений, ограниченные самым древним минимальным и самым молодым максимальными граничными возрастами.

Таким образом, проведённый анализ показывает, что Нарынская область, которая традиционно считается сейсмически слабоактивной, в недавнем прошлом подвергалась воздействию сильнейших сейсмических событий с вероятностной магнитудой $M \geq 7.0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. - Уч. зап. ВГО, нов. сер. М.: Географгиз, 1948, т.3.
2. Кнауф В.И. Тектоническое районирование Северной Киргизии. //Геотектоника, 1965, №5. С.48-57.
3. Макаров В. И. Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. Изд. «Наука», Москва, 1977.
4. Садыбакасов И. С. Неотектоника Центральной части Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1972.
5. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1986. – 314 с.

6. Omuraliev M., Omuralieva A. Late geozoic tectonics of the Tien-Shan. Kyrgyzstan, Central Asia. – Bishkek, 2004. – 166 p.
7. Абдрахматов К.Е., Томпсон С. Уипдон Р. Активная тектоника Тянь-Шаня. - Бишкек: Илим, 2007. - 72 с.
8. Абдрахматов К.Е., Корженков А. М., Лемзин И.Н., Чедия О.К. Джумгальская внутригорная впадина в новейшей структуре Тянь-Шаня. // Тянь-Шань в эпоху новейшего горообразования. Бишкек: Илим, 1994. - С.62-86.
9. Бачманов Д.М., Трифонов В. Г., Миколайчук А.В., Додонов А.Е., Зарщиков А.А., Вишняков Ф. А. – Неотектоническое развитие Центрального Тянь-Шаня по данным о строении новейших впадин // http://neotec.ginras.ru/comset/_bachmanovd-m-i-dr-2000.
10. В. Г. Трифонов, Е. В. Артющков, А.Е. Додонов, Д.М. Бачманов, А.В. Миколайчук, Ф. А. Вишняков Плиоцен-четвертичное горообразование в Центральном Тянь-Шане. Геология и геофизика, 2008, т.49, №2, с.128-145.
11. Абдрахматов К.Е., Бегалиев У.Т., Омуралиев М., Омуралиева А. Сейсмическая опасность населённых пунктов и стратегических сооружений Кыргызской Республики. -Б.: ОСОО «Триада Принт», 2019. -98 с.
12. Корженков А. М. Сейсмология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). Бишкек: Илим. 2006. 289 с.
13. Thompson, S.C., Weldon, R.J., Rubin, C.M., Abdrakhmatov, K., Molnar, P., & Berger, G.W., 2002. Late Quaternary slip rates across the central Tien Shan, Kyrgyzstan, central Asia, J. Geophys. Research, 107.
14. Campbell, G.E., Walker, R.T., Abdrakhmatov, K., Carolin, S., Carr, A.S., Elliott, J.R., Jackson, J., Mackenzie, D., Rizza, M. and Rodes, A., 2019. Rapid Late Quaternary Slip, Repeated Prehistoric Earthquake Rupture, and Widespread Landsliding Associated With the Karakudzhur Thrust, Central Kyrgyz Tien Shan. Tectonics, 38(11), стр. 3740–3764.
15. Джумабаева А. Б. Сейсмогенные разрывы Кочкорской впадины. Известия НАН КР, №3, 2012. с. 41–44.
16. Абдрахматов К.Е., Берёзина А.В., Уокер Р., Фролова А. Г., Грюцнер К., Гребенникова В. В., Першина Е. В., Соколова Н. П., Молдобекова С. Землетрясения Кыргызстана – Бишкек, 2022.
17. Стром А.Л., Абдрахматов К.Е. Сейсмическая опасность Сонкуль-Нарынской сейсмогенерирующей зоны. Вестник Института сейсмологии НАН КР №2(22), 2023.
18. Омуралиева А., Омуралиев М.О., Джумабаева А. Б. Локальная скоростная 3D неоднородность зоны Южно-Кочкорского разлома, ее сейсмичность и Кочкорское землетрясение Тянь-Шаня 2006 г. // Изв. АН Кирг. ССР. – 2009. – №6. – С. 32–46.
19. Миколайчук А. Планируемые сюрпризы Нарынского каскада. Вестник Международного университета Кыргызстана, №1 (29), 2016.
20. Абдрахматов К.Е. Современные данные о повторяемости сильных землетрясений на территории Тянь-Шаня. Вестник Института сейсмологии НАН КР №1(17), 2021.
21. Strom A., Abdrakhmatov K. Rockslides and rock avalanches of Central Asia 2018. Elsevier Inc. All rights reserved

Рецензент: к. г.-м. н. Омуралиева А. М.