

УДК 551.7.033

Абдрахматов К.Е., Калысова Ж.К., Мураталиева Ж.З.  
*Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан*

## НОВЕЙШАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

**Аннотация.** Исследование новейшей структуры является одной из актуальнейших задач сейсмологии. В статье приведены структурное положение очагов землетрясений и конфигурация плейстосейстовых областей сильных землетрясений Северного Тянь-Шаня, которые зависят в основном от двух факторов: строения среды, в которой происходит накопление напряжений и разрядка сейсмической энергии, и характера, и места приложения сил, вызывающих эти напряжения. На сочленении Тянь-Шаня и Казахского щита сформировались новейшие и современные активные структуры Кыргызского, Заилийского и Кунгейского поднятий, а также Чуйской, Илийской, Иссык-Кульской впадин. Литосфера Казахского щита поддвигается в южном направлении, а литосфера Тянь-Шаня надвигается в северном направлении. В зонах активных разломов проявились исторические сильные и катастрофические землетрясения, такие как Меркенское (1865,  $M_{LH}=6.4$ ), Беловодское (1885,  $M_{LH}=6.9$ ), Верненское (1887,  $M_{LH}=7.3$ ), Чиликское (1889,  $M_{LH}=8.3$ ), Кеминское (1911,  $M_{LH}=8.2$ ), Кемино-Чуйское (1938,  $M_{LH}=6.9$ ), Жаланащ-Тюпское (1978,  $M_{LH}=6.6$ ), Байсорунское (1990,  $M_{LH}=6.0$ ). Широко развиты сейсморазрывы и сейсмооползни сильных палеоземлетрясений.

**Ключевые слова:** Киргизский хребет, сейсмичность, разлом, сеймотектоника, эпицентры землетрясений.

## ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЖАҢЫ ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨР

**Кыскача мазмуну.** Жаңы структураны изилдөө сейсмологиянын эң актуалдуу милдеттеринин бири болуп саналат. Макалада Түндүк Тянь-Шандагы жер титирөө булактарынын структуралык абалы жана плейстозеисттик аймактардын конфигурациясы берилген, алар негизинен эки фактордон көз каранды: стресс топтолгон жана сейсмикалык энергия бөлүнүп чыккан чөйрөнүн структурасы, ошондой эле жаратылыш жана бул чыңалууларды пайда кылган күчтөрдүн колдонулуучу жери. Тянь-Шань менен Казак калканы кошулган жерде Кыргыз, Иле жана Күнгөй көтөрүлүштөрүнүн, ошондой эле Чүй, Иле, Ысык-Көл ойдуңдарынын акыркы жана азыркы активдүү структуралары пайда болгон. Казак Калканынын литосферасы түштүккө, ал эми Тянь-Шань литосферасы түндүккө жылып баратат. Меркен (1865,  $M_{LH}=6.4$ ), Беловодск (1885,  $M_{LH}=6.9$ ), Вернен (1887,  $M_{LH}=7.3$ ), Чилик (1889,  $M_{LH}=8.3$ ), Кемин (1911,  $M_{LH}=8.2$ ), Кемин-Чүй (1938,  $M_{LH}=6.9$ ), Жаланащ-Түп (1978,  $M_{LH}=6.6$ ), Байсорун (1990,  $M_{LH}=6.0$ ) сыяктуу тарыхый күчтүү жана катастрофалык жер титирөөлөр пайда болду. Күчтүү палео-жер титирөөлөрдүн сейсмикалык жарылуулары жана сейсмикалык көчкүлөрү кеңири өнүккөн.

**Негизги сөздөр:** Кыргыз кырка тоосу, сейсмикалуулук, жарака, сеймотектоника, жер титирөөнүн очоктору.

## THE MODERN STRUCTURE OF THE NORTHERN TIEN SHAN AND THE EARTHQUAKES

**Abstract.** The study of the newest structure is one of the most urgent tasks of seismology. The article presents the structural position of earthquake sources and the

configuration of pleistoseist areas of strong earthquakes in the Northern Tien Shan, which depends mainly on two factors: the structure of the environment in which stress accumulates and seismic energy is released, and the nature and place of powers application that caused these stresses. At the junction of the Tien Shan and the Kazakh shield, the latest and modern active structures of the Kyrgyz, Trans-Ili and Kungey uplifts, as well as the Chu, Ili, Issyk-Kul depressions were formed. The lithosphere of the Kazakh shield is moving south, while the Tien Shan lithosphere is moving north. Historical strong and catastrophic earthquakes, such as Merken (1865,  $M_{LH}=6.4$ ), Belovodsk (1885,  $M_{LH}=6.9$ ), Vernensk (1887,  $M_{LH}=7.3$ ), Chilik (1889,  $M_{LH}=8.3$ ), Kemin (1911,  $M_{LH}=8.2$ ), Kemino-Chu (1938,  $M_{LH}=6.9$ ), Zhalanash-Tyup (1978,  $M_{LH}=6.6$ ), Baysorun (1990,  $M_{LH}=6.0$ ). Seismic ruptures and seismic landslides of strong paleo-earthquakes are widely developed.

**Keywords:** Kirghiz Range, seismicity, fault, seismotectonics, earthquake epicenters.

В советской сейсмотектонике сложились противоречивые представления о приуроченности сейсмических очагов к определённым геологическим структурам, и некоторые авторы связывали сейсмические проявления с плоскостями крупных разломов [1]. Другие исследователи пришли к выводу, что эпицентры крупных землетрясений «салятся» в дизъюнктивные узлы разных рангов [2]. Впервые на их повышенную сейсмоактивность обратили внимание [3]. Под руководством авторов выполненный цикл работ по прогнозу мест сильных землетрясений был опубликован в 1969-1992 гг. [4, 5]. Прогноз основывался на морфоструктурном районировании – иерархически упорядоченной модели блокового строения земной коры, выраженного в современном рельефе. Была разработана формализованная методика такого районирования. Затем многие исследователи применяли понятие «узла» в своих разработках [6, 7, 8]. К примеру, выделение зон максимально возможных землетрясений на юге Европейской части СССР построено на установлении дизъюнктивных узлов разной категории. При этом оказалось, что наиболее опасными узлами являются пересечения поперечных флексур продольными зонами глубинных разломов, активных в новейшее время, а также узлы пересечения новейших разломов разных порядков.

Морфоструктурная схема востока Средней Азии представляет очаги в виде продуктов деформации объёмных структур: складок, блоков [9]. При этом такие блоки считаются областью накопления тектонических напряжений, а зоны разрывного сопряжения данных блоков — областью разрядки напряжений (рисунок 1).

Интересные исследования были проведены по изучению тектоники очаговых зон сильных внутриконтинентальных землетрясений (на примере юга СССР и западного Средиземноморья) [10].

Исследования, проведённые на территории Северного Тянь-Шаня различными группами исследователей, показали, что структурное положение очагов землетрясений и конфигурация плейстосейстовых областей сильных землетрясений зависят, в основном, от двух факторов: строения среды, в которой происходит накопление напряжений и разрядка сейсмической энергии, а также от характера и места приложения сил, вызывающих эти напряжения [11-14]. Первый фактор определяется особенностями строения сейсмоактивного слоя, мощность которого в рассматриваемом регионе порядка 20 - 25 км, а второй — особенностями проявления новейших движений. Сейсмоактивный слой сложен в различной мере метаморфизованными вулканогенными и осадочными породами докембрийского и палеозойского возрастов.

Основными элементами докембрийской структуры региона являются Иссyk-Кульская глыба Муонкумо-Наратского срединного массива, обрамляющие её каледонские складчатые зоны и средневерхнепалеозойские структуры эпикаледонских прогибов [11]. К числу этих элементов относится и своеобразный нижнепалеозойский

структурно-фациальный комплекс, наложенный на северный, относительно опущенный край срединного массива.

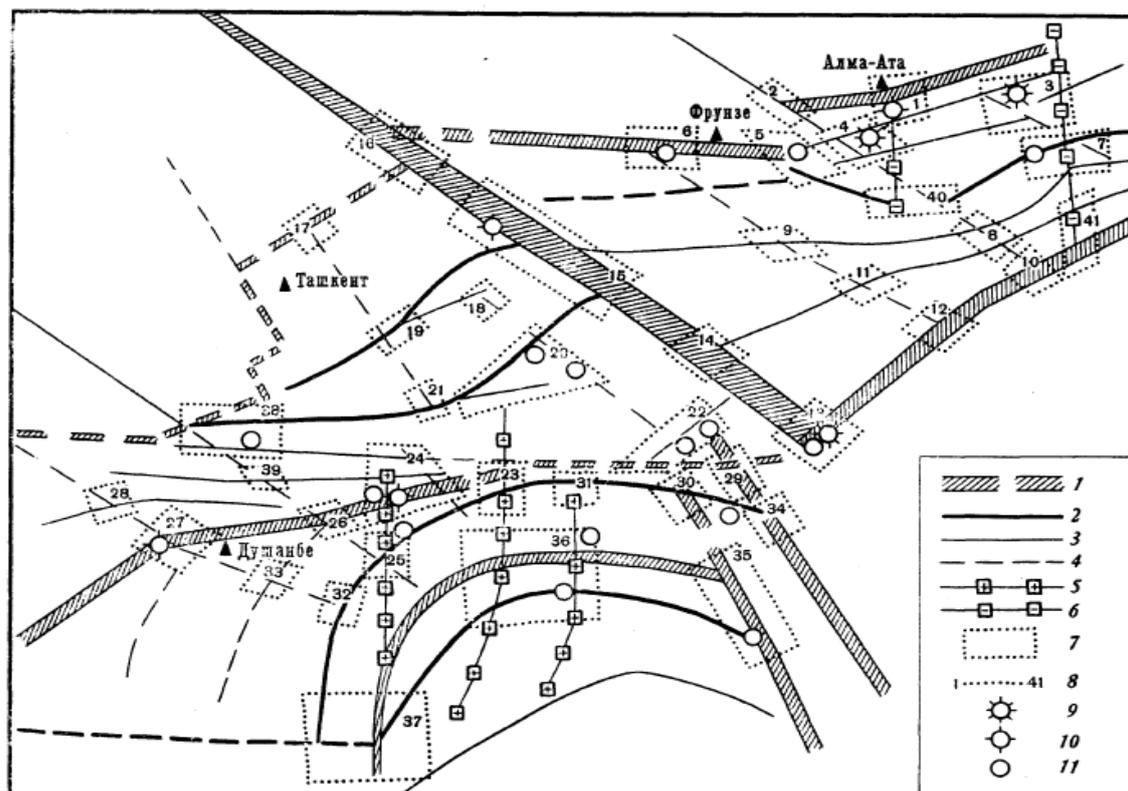


Рисунок 1. Морфоструктурная схема востока Средней Азии (Е.Я. Ранцман). 1-6 – Зоны глубинных разломов с активными новейшими движениями; 1-3 – зоны, продольные относительно осей главных хребтов и котловин и непрерывно выраженные поверхностными разломами: 1- границы стран и морфоструктурных областей; 2 – границы «мегаблоков», 3 – границы «блоков». 4 – 6 – Зоны, поперечные относительно осей главных хребтов и котловин; разграничивают «блоки». 4 – Зоны, частично выраженные поверхностными разрывами (перерыв знаков 1-4 означает, что границы определены неточно). 5, 6 – Зоны, прослеживаемые, главным образом, по колебаниям абсолютных высот: 5 – по их повышению; 6 – по их снижению. 7 – Границы дизъюнктивных узлов. 9-11 – Эпицентры сильных нормальных землетрясений с магнитудой  $M \geq 6.5$  или энергетическим классом ( $K_R=16.0-18.0$ ): 9 –  $K_R = 18.0$ ; 10 –  $K_R = 17.0$ ; 11 –  $K_R = 16.0$ .

Перечисленные древние тектонические элементы существенно различаются по своему внутреннему строению, составу и мощностям слагающих их структурных ярусов и степени гранитизации. Иссык-Кульская глыба обильно насыщена гранитными массами автохтонного и аллохтонного рядов, что способствует её относительной гомогенизации и заплавлению многих древних разрывных швов [12].

Различия во внутреннем строении крупных структурных подразделений и степени гранитизации позволяет рассматривать их в качестве индивидуализированных по физическим свойствам тел, каждое из которых по-своему реагирует на современные тектонические напряжения. Ход историко-геологического развития predetermined контуры этих тел и, что весьма важно, разрывной характер их ограничения. Подвижки по древним разрывным швам неоднократно возобновлялись в процессе формирования герцинских, альпийских и, в том числе, новейших структур, вследствие чего

генеральный план послекаледонской структуры оказывается во многом зависимым от особенностей древнего структурного плана.

Активизация древних структурных линий, разделяющих различные в физическом отношении геологические тела, естественно, сказалась в размещении очагов землетрясений. На картах эпицентров и сейсмотектоники отчётливо видно, что эпицентры большинства сильных землетрясений региона образуют цепочки и скопления, тяготеющие к северному и южному краям Иссык-Кульской глыбы срединного массива.

Сейсмогенными структурами, безусловно, являются важнейшие краевые разломы, разграничивающие мегаструктуры с различным режимом новейших тектонических движений. Однако в противоположность представлениям И.Е. Губина (1971) вышеуказанные исследователи не считают, что зона какого-либо единого разлома на всём протяжении будет характеризоваться одинаковой сейсмоопасностью. При определении последней используются такие признаки, как скорости новейших (особенно позднечетвертично-голоценовых) движений, различный их знак в разных крыльях разлома, смена знака движений в одном из крыльев и её время, наличие дизъюнктивных узлов, образованных за счёт разветвления или пересечения разломов, торцовое сочленение новейших структурных форм по разломам или контактирование по ним структурных полей встречной асимметрии; особое место занимают растущие по простиранию периклинали асимметричных антиклиналей, что сопровождается вспарыванием в направлении их роста разрыва, ограничивающего данную структуру со стороны крутого её крыла [15].

Некоторые исследователи считают, что сейсмогенерирующими зонами являются, прежде всего, зоны региональных новейших краевых разломов, представляющих собой зоны контрастного сочленения относительно разнонаправленных тектонических движений (рисунки 2, 3).

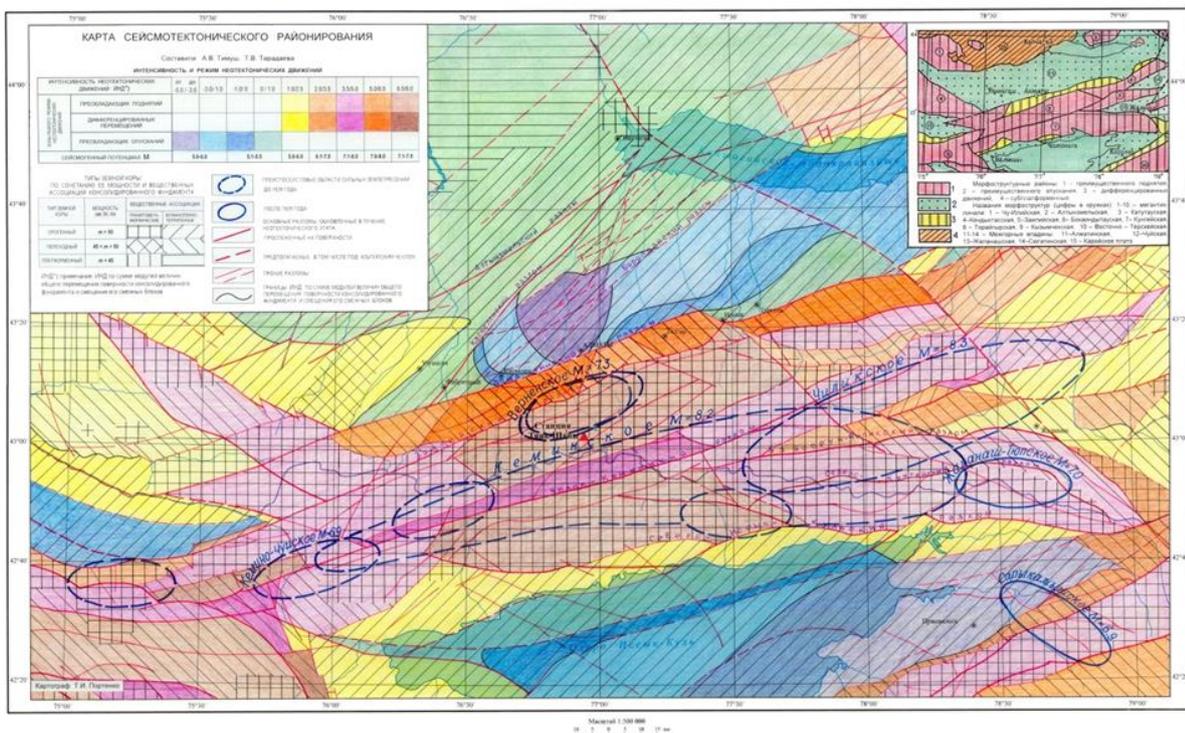


Рисунок 2. Карта сейсмотектонического районирования Северного Тянь-Шаня [13].

Новейшие краевые разломы обычно размещаются на границе хребтов (горных массивов) с предгорными, межгорными и внутригорными впадинами. Примером могут

служить разломы – Алматинский, Заилийский, Чилик-Кеминский, Терскойский, Баянкольский. Наибольшую опасность представляют те участки краевых разломов, которые характеризуются максимальными контрастами самых недавних, позднечетвертичных движений.

По мнению вышеуказанных авторов, активными представляются следующие структуры:

- новейшие надвиги, такие как Жаланаашский, вдоль которого палеозойские породы надвинуты на неогеновые красноцветы, где нарушенными являются также позднечетвертичные террасы.
- зоны пересечения региональных краевых разломов секущими сдвигами, а также для зон торцового сочленения разломов или пересечения разломов разных простираний.
- зоны, знак тектонического движения которых сменился с отрицательного на положительный в течение новейшего этапа (зоны дифференцированных движений).
- зоны межгорных и предгорных впадин, где происходит рост воздымающихся морфоструктур (горстантиклиналей, мегантиклиналей) в позднем плейстоцене-голоцене.

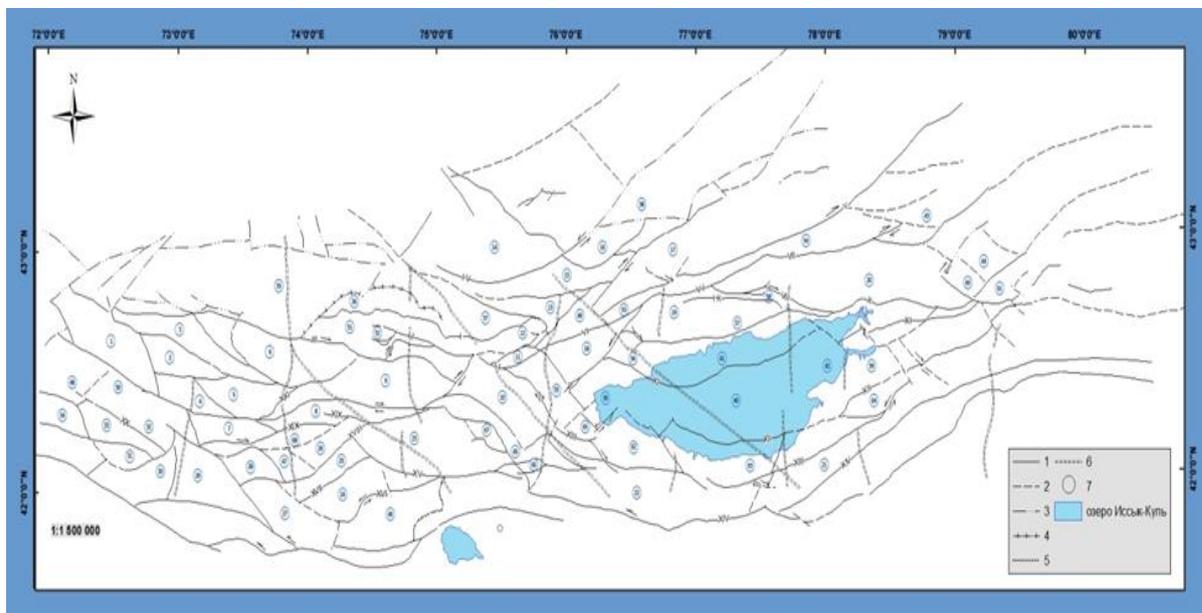


Рисунок 3. Карта-схема новейших блоков Северного Тянь-Шаня. Условные обозначения: Цифра в кружках – номер и название блока. Римскими цифрами обозначены основные новейшие разломы.

Названия блоков устойчивого поднятия:

1-Шунгурский, 2-Каракыштакский, 3-Каратастюбинский, 4-Бакайташский, 5-Кумбельский, 6-Карабалтинский, 7-Тюзашунский, 8-Каракольский, 9-Алаарчинский, 10-Киргизский, 11-Окторкойский, 12-Байбичесаурский, 13-Кичикеминский, 14-Киндиктасский, 15-Кастекский, 16-Майтюбинский, 17-Заилийский, 18-Кунгейский, 19-Чоктальский, 20-Курментинский, 21-Восточнотерскойский, 22-Западнотерскойский, 23-Карамойнок-Сандыкский, 24-Минтеке-Сарыбулакский, 25-Ойгаинский, 26-Киндикский, 27-Сандыкский, 28-Арамсуйский, 29-Сусамыртооский, 30-Жаныртмакский, 31-Музторский, 32-Арпатекирский, 33-Джергетальский, 34-Карагайминский. Абсолютного и относительного прогибания: 35-Западно-Чуйской, 36-Центрально-Чуйской, 37-Восточно-Чуйской, 38-Илийский, 39-Рыбачинский, 40-Центрально-Иссыккульский, 41-Северо-Иссыккульский, 42-Восточно-

Иссыккульский, 43-Чарынский, 44-Каракарынский, 45-Кочкорский, 46-Джумгалский, 47-Тунукский, 48-Таласский, 49-Новороссийский. Переходного режима: 50-Оротокойский, 51-Сокулук-Серафимовский, 52-Шекулинский, 53-Кеминский, 54-Чиликский, 55-Боомский, 56-Торуайгырский, 57-Чолпонатинский, 58-Аксуйский, 59-Тасминский, 60-Талдыбулакский, 61-Шальбаадырский, 62-Джуукинский, 63-Каджисайский, 64-Улахольский, 65-Кызыломпульский, 66-Джоонарыкский, 67-Ортокский, 68-Джакшский.

Названия основных разломов:

I –Иссык-Атинский, II-Шамси-Тюндюкский, III-Чонкурчакский, IV-Каракурузский, V-Северо-Кеминский, VI-Южно-Кеминский, VII-Чиликский, VIII-Северо-Аксуйский, IX-Южно-Аксуйский, X-Предкунгейский, XI-Торуайгыр-Тасминский, XII-Южно-Иссыккульский, XIII-Предтерскейский, XIV-Центрально-Терскейский, XV-Бозалаташский, XVI-Джумгалский, XVII-Ойгаинский, XVIII-Суекский, XIX-Каракольский, XX-Ичкилитооский, XXI-Аспарынский.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведённый выше анализ позволяет заключить, что проведённые предшествующими учёными исследования свидетельствуют о том, что структурное положение очагов землетрясений и конфигурация плейстоценовых областей сильных землетрясений зависят, в основном, от двух факторов: строения среды, в которой происходит накопление напряжений и разрядка сейсмической энергии, а также от характера и места приложения сил, вызывающих эти напряжения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Губин И.Е. - Сейсмотектонический метод сейсмического районирования. Труды Геофизического института АН СССР, 1950. - №13. - С. 36-73.
2. Кейлис-Борок В.И., Ритсем А.Р. (ред.) - Верхняя мантия: материалы симпозиума. - Москва: Мир, 1975. Том 62. -320с.
3. Бунэ В.И., Рейман В.М. - К сейсмотектонической характеристике центральной части Таджикской депрессии. Труды Института сейсмологии и сейсмостойкого строительства. - Душанбе: Дониш, 1960. - Т. 7.
4. Губерман И.М., Губерман Ш.А., Извекова М.Н., В.И. Кейлис-Борок, Ранцман Е.Я. - О критериях высокой сейсмичности //Доклады АН СССР, Геофизика, 1972. - Т. 202. - №6. - С. 1436-1440.
5. Губерман И.М., Губерман Ш.А., Извекова М.Н., В.И. Кейлис-Борок, Ранцман Е.Я. - Распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений 1., Памир, Тянь-Шань. - Сборник «Вычислительная сейсмология». - Выпуск. 6. - М.: Наука, 1973.
6. Ранцман Е.Я. - Места землетрясений и морфоструктура горных стран. - М.: Наука, 1979. - 160 с.
7. Рейснер Г.И. - Геологические методы оценки сейсмической опасности. - М.: Недра, 1980. - 174 с.
8. Ярмухамедов А.Р. - Позднеплейстоценовой (молодая и современная) тектоническая активность земной коры Западного Тянь-Шаня и её связь с сейсмичностью. // Автореф. дисс. докт. геол.-мин.н., 1991. - 35 с.
9. Горшков Г.П. - Схема сейсмического районирования СССР. Юбилейный сборник, ч.1, Москва: АН СССР, 1947. 454 с.

10. Рогожин Е.В. - Тектоника очаговых зон сильных внутриконтинентальных землетрясений: (На примере юга СССР и западного Средиземноморья): автореферат дисс. ... доктора геол.-минер. наук: 04.00.04 //АН СССР. Институт физики земли им. О.Ю. Шмидта, Москва, 1990. -44с.
11. Геологические основы районирования Иссык-Кульской впадины. Фрунзе: Илим, 1978, - 152с.
12. Кнауф В.И., Кузнецов М.П., Нурманбетов К., Христов Е.В., Шилов Г.Г. - Домезозойские структуры и сейсмичность Киргизии. - Фрунзе: Илим, 1981-74 с.
13. Тимуш А.Б. - Геологические критерии сейсмической опасности орогенического пояса Казахстана. Диссертация геол.-минерал. Наук в форме научного доклада: 04.00.01. Бишкек: Илим, 1993-63 с.
14. Тимуш А.В. - Сеймотектоника литосферы Казахстана. Алматы, 2011, 590 с.
15. Чедия О.К. - Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня, Фрунзе: Илим, 1986. - 315с.

*Рецензент: канд. г.-мин. наук М. Омуралиев*