

*Абдрахматов К.Е., Джумабаева А.Б., Джанабилова С.О.*

## НОВЕЙШАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ЧИЛИКО-КЕМИНСКАЯ ТРАНСПРЕССИОННАЯ ЗОНА

*Абдрахматов К.Е., Джумабаева А.Б., Джанабилова С.О.*

## ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН КАЙНОЗОЙ СТРУКТУРАЛАРЫ ЖАНА ЧИЛИК-КЕМИН ТРАНСПРЕССИЯ ЗОНАСЫ

*K.E. Abdrakhmatov, A.B. Dzhumabaeva, S.O. Djanabilova*

## CENOZOIC STRUCTURES OF NORTHERN TIEN-SHAN AND CHILIK-KEMIN TRANSPRESSION ZONE

УДК: 551.24

*В статье приводится описание особенностей разломно-блоковой структуры Северного Тянь-Шаня. При этом, разломы и блоки рассматриваются как взаимосвязанные структуры, которые позволяют лучше понять условия возникновения очагов сильных землетрясений и, соответственно, точнее оценивать сейсмическую опасность в этом регионе.*

**Ключевые слова:** новейшие блоки и разрывы, сейсмические зоны.

*Макалада Түндүк Тянь-Шандын жаранка-блок структураларынын өзгөчөлүктөрү каралат. Жаранка менен блоктун байланышы, күчтүү жер титирөөлөрдүн пайда болушун изилдөөдө жана сейсмикалык коркунучту аныктоого кеңери түшүнүк берет.*

**Негизги сөздөр:** кайнозой структураларынын блоктору жана жаранкалары, сейсмикалык зоналар.

*In paper a description of Cenozoic blocks and faults is given. These structures are as interconnected patterns which allow us for better understanding of earthquakes sources positions etc. and accordingly for better evaluation of seismic hazard of region.*

**Key words:** cenozoic blocks and faults, seismic zones.

Тянь-Шань в современной структуре Центральной Азии в целом имеет неопределенную позицию. Одни исследователи [1,2,3] рассматривают его как зону сжатия и пластической деформации, расположенную между двумя крупными микроплитами. Другие [4,5] выделяют как отдельную микроплиту или блок. Третьи [6] считают Тянь-Шань частью Синьцзянской субплиты Китайской плиты.

Отметим, что основные литосферные плиты Земли были выделены по принципу оконтуривания их современными сейсмогенными поясами. В сложных узлах сочленения между крупными плитами располагаются дополнительные более мелкие сейсмические зоны, которые ограничивают мелкие плиты, либо, если граница между плитами образована серией мелких сейсмических зон, разделяющих территорию на сравнительно большое множество меньших плит, микроплит или плиточек, цепочкой вытягивающихся вдоль границы между главными плитами [2].

Судя по данным Ю.Г. Гатинского [3], вдоль северной границы Тянь-Шаня проходит граница Евразийской литосферной плиты. Соответственно, к

этой границе приурочена крупная Северо-Тянь-Шаньская сейсмическая зона, в пределах которой за последние 100 лет произошли такие землетрясения как Верненское 1887г. (M=8,7), Чиликское 1889г. (M=8,3), Кеминское 1911г. (M=8,7), Кемино-Чуйское 1938 г. (M=6,5), Сарыкамышское 1970г. (M=6,8), Жаланаш-Тюпское 1978г. (M=6,6) и другие. Отметим, кстати, что С.А. Шерман [7] под названием «Тянь-шаньская сейсмическая зона» выделяет огромную область, которая включает в себя горные системы Гиндукуш, Памир, Тянь-Шань, размерами 2400X500 км.

В поперечном сечении горных сооружений Тянь-Шаня структурными единицами первого порядка выступают зоны устойчивых поднятий и разделяющие их зоны устойчивых прогибаний. Границы этих зон, как правило, унаследуют краевые разломы палеозойского заложения, разбивающую верхнюю часть земной коры на серию крупных блоков (глыб) широтного и западно-северо-западного простирания [8,9,10,11]. При этом, разломы и блоки рассматриваются как взаимосвязанные структуры [7,12,13].

Условимся называть блоками ограничения отдельных крупных или небольших массивов литосферы или горных пород глубинными или разломами других рангов и трещинами, хорошо выделяемыми при картировании или дешифрировании [7]. Соответственно, новейшими блоками будем называть ограничения крупных или небольших элементов новейшей структуры краевыми новейшими разломами или разломами других рангов. Неразрывность понятий разломов и блоков и их широкое распространение в верхней хрупкой части литосферы дали основание во многих геолого-структурных и геофизических исследованиях структуру литосферы рассматривать как разломно - блоковую [7].

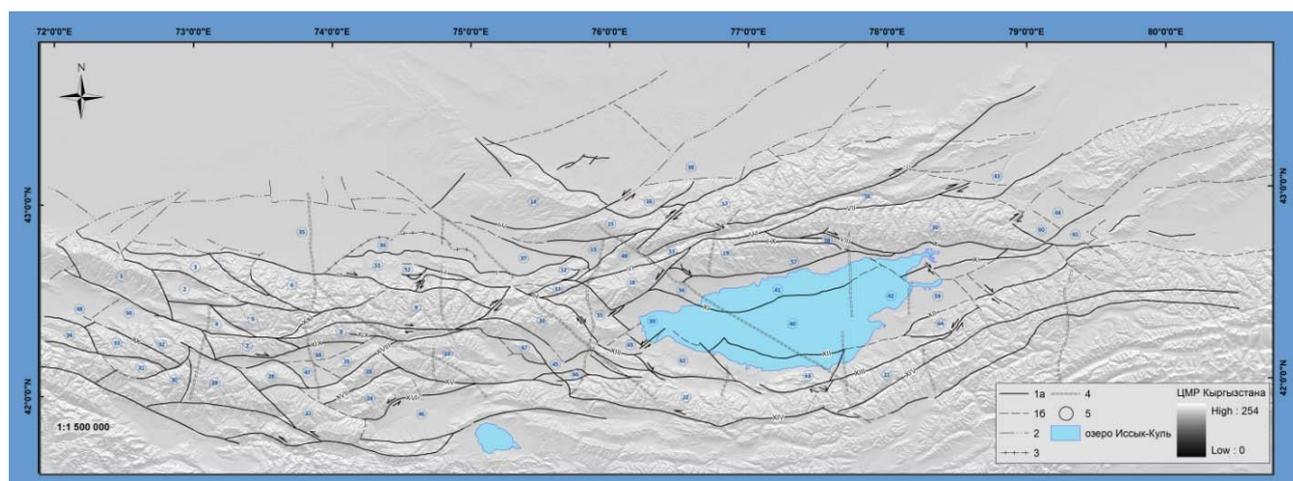
В геодинамическом аспекте наиболее характерной таксономической единицей в иерархии глыбовых структур являются макроблоки (Кунгейские, Западно-и Восточно-Терскайские, Киргизские и др.), выраженных в новейшей структуре в виде мегантиклиналей, разделенных субширотными краевыми глубинными разломами, секущими разломами и

линеаментами, и имеющих глубинную природу (рис.1).

Киргизский мегаблок разделяется поперечным линеamentом на Западно-Киргизской южновергентный блок и Средне-Восточно-Киргизский северовергентные блоки. Что касается восточной части мегаблока, то характер новейшей структуры (направления воздымания пологих крыльев складок основания, кинематика новейших разломов и др.) показывают, что здесь преобладают условия тангенциального субмеридионального сжатия.

Расположенные восточнее Карабалтинского поперечного линеамента блоки имеют южную вер-

гентность, отчего основным кинематическим типом разломов являются подвиги [11]. Природа поперечного линеамента не совсем ясна, однако, очевидно, что разломы, совпадающие или близкие по простиранию с ним могут иметь сдвиговую природу. Так, Аспаринский разлом (XXI), разделяющий системы разновергентных блоков, исходя из общегеологических соображений, по всей видимости, является левым сдвигом. Также сдвиговую природу имеют многие разломы северо-западного простирания, широко развитые в этой части описываемого региона.



**Рис. 1.** Карта-схема новейших блоков Северного Тянь-Шаня. Условные обозначения: 1-основные новейшие разломы (а-установленные, б-предполагаемые); 2-разломы установленные геофизическими методами; 3-флексурно-разрывная зона; 4-линеamentы; 5-цифры в кружках – номера и названия блоков. Римскими цифрами обозначены основные новейшие разломы. Названия блоков. Устойчивого поднятия: 1-Шунгурский, 2-Каракыштакский, 3-Каратастыбинский, 4-Бакайташский, 5-Кумбельский, 6-Карабалтинский, 7-Тюзашунский, 8-Каракольский, 9-Алаарчинский, 10-Киргизский, 11-Окторкойский, 12-Байбичесаурский, 13-Кичикеминский, 14-Киндиктаасский, 15-Кастекский, 16-Майтюбинский, 17-Заилийский, 18-Кунгейский, 19-Чокталыйский, 20-Курментинский, 21-Восточнотерекский, 22-Западнотерекский, 23-Карамойнок-Сандыкский, 24-Минтеке-Сарыбулакский, 25-Ойгаинский, 26-Киндикский, 27-Сандыкский, 28-Арамсуйский, 29-Сусамыртооский, 30-Жаньртмакский, 31-Музторский, 32-Арпатекирский, 33-Джергетальский, 34-Карагайминский. Абсолютного и относительного прогиба: 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-Ортокойский, 51-Сокулук-Серафимовский, 52-Шекулинский, 53-Кеминский, 54-Чиликский, 55-Боомский, 56-Торуайгырский, 57-Чолпонатинский, 58-Аксуыйский, 59-Тасминский, 60-Талдыбулакский, 61-Шальбаадырский, 62-Джукинский, 63-Каджисайский, 64-Улахольский, 65-Кызылмпульский, 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-Аксуыйский, IX-Южно-Аксуыйский, X-Предкунгейский, XI-Торуайгыр-Тасминский, XII-Южно-Иссыккульский, XIII-Предтерекский, XIV-Центрально-Терекский, XV-Бозалаташский, XVI-Джумгалский, XVII-Ойгаинский, XVIII-Суекский, XIX-Каракольский, XX-Ичкилитооский, XXI-Аспаринский.

Иссык-Кульская впадина и ее горное обрамление являются дивергентной мегаструктурой первого порядка [14]. Все складки основания Кунгейских мегаблоков имеют северную асимметрию, Терекских – южную. Микроблоки южной асимметрии встречаются лишь по северо-западному и северо-восточному краю Кунгейского поднятия. Обобщенная ось Предтерекского прогиба имеет выпуклость к югу, также как все Терекское поднятие. Региональная выпуклость к северу Кунгейского поднятия образуется за счет изменения простирания

осей горст-антиклиналей с северо-восточного, (на западе) на субширотное (в центре) и юго-восточное (на востоке), а также кулисного расположения структур.

Западно-Илийская впадина и Заилийское поднятие – моновергентная мегаструктура юго-восточной асимметрии. Таким образом, Заилийское и Кунгейское поднятия образуют конвергентный ансамбль горст-антиклинальных структур. В условиях сжатия находится восточная часть Кеминского грабена и в менее напряженном состоянии – расширяющийся к

востоку Чарыно-Илийский клин, в пределах которого горст-антиклинальные микроблоки имеют различную асимметрию.

На механизм формирования этой мегаструктуры существует несколько совершенно противоположных мнений. Одни авторы [15,16] считают, что Кунгейское и Заилийское поднятия представляет собой части мегасвода Северного Тянь-Шаня, который в новейшее время был разбит серией сбросов, в результате чего образовались грабенообразные структуры. Другие [17,18,19] полагают, что каждая из мегантиклиналей представляет собой типичную складку основания большой кривизны, образование которой связано с наличием регионального тангенциального сжатия.

Особого внимания заслуживает Кемино-Чиликская зона одноименных впадин, разделяющая вышеуказанную мегаструктуру и ограниченная разломами широтного простирания, которые имеют значительную сдвиговую составляющую.

Чон-Кеминская впадина субширотного простирания в структурном отношении является узкой, протяженной (длина 150 км, ширина 2-3 км) грабен-синклиналью, тяготеющей к северной окраине Тянь-Шаньского орогена. Судя по единичным выходам осадков палеоген-неогенового возраста, в начале новейшего этапа эта структура представляла собой прогибающийся участок, который впоследствии был вовлечен в процесс поднятия и интенсивно эродирован долиной р.Чон-Кемин, протекающей по дну впадины. На природу ограничивающих впадину разломов имеются две основные точки зрения: одна из них считает эти разломы взбросами, а впадину – рамповым грабеном, другая предполагает, что ограничивающие разломы являются сбросами, а впадина – «рифтовым» грабеном. В условиях отсутствия хорошо обнаженных сместителей разломов, их кинематика предполагается, исходя из общих геологических соображений, зачастую зависящих от приверженности авторов к той или иной геодинамической концепции.

На рисунке 2 изображен участок в средней части Чон-Кеминской впадины. Здесь, в зоне Северо-Чонкеминского разлома в позднем плейстоцене-голоцене были активизированы несколько сегментов, наиболее протяженный из которых имеет длину более 12 км. Судя по закономерному искривлению сухих сайков, врезанных в склон г. Каскелен, и пересекаемых разломом, величина левого сдвига здесь достигала 10-15 м, без признаков вертикальных движений. Наличие тектонических дамб и сопряженность с крупными оползнями в коренных породах позволяет предполагать импульсный характер движений. Структурный рисунок второстепенных разрывов также весьма схож с разрывами, теоретически предполагаемыми в зонах сдвигов. Наличие сдвиговой компоненты также подтверждается и микроструктурным анализом зеркал скольжения [20].

Южный борт впадины ограничен Южно – Чонкеминским разломом, который при Кеминском землетрясении 1911 года (М более 8) был активизирован на протяжении более чем 200 км! При этом большая часть активизированного участка прошла в пределах Чон-Кеминской впадины, а меньшая (около 50 км) – «вспоролась» в пределах Чон-Аксуйского грабена (Иссык-Кульская впадина). Закономерное искривление русел рек, смещение голоценовых террас и морен последнего оледенения позволяет считать, что горизонтальная компонента движений (до 20 м) в пределах рассматриваемого разлома в 3-5 раз превышает вертикальную (3-5 м).

Чон-Кеминская впадина с небольшим перерывом, выраженным в рельефе перемычкой, переходит в Чиликскую впадину (рис.3), которая широким «раструбом» раскрывается в восточном направлении. Активные разломы, ограничивающие указанную структуру, являются взбросами и надвигами без значительной сдвиговой составляющей.



**Рис. 2.** Активные разломы Чон-Кеминской впадины. Кроме активизированных сегментов новейших разломов, показаны крупнейшие скальные оползни.

Рассмотренные выше особенности Чилико-Кеминской зоны активных разломов позволяют рассматривать ее как современную узкую транспрессионную зону, распределяющую значительную часть тангенциального сжатия, накапливающегося в этой части Тянь-Шаня.

Наблюдаемый структурный рисунок активных разломов Северного Тянь-Шаня (рис. 2 и 3), позволяет предполагать, что сокращение земной коры происходит вдоль субширотных взбросов, которые субпараллельны Кемино-Чиликской зоне активных разломов. Левосторонние деформации играют большую роль в Западном Кунгее, где Кемино-Чиликская зона ориентирована под углом примерно 60° по отношению к тангенциальному сжатию, направленному к северу. В районе меридиана ~76°15' Е Кемино-Чиликская зона активных разломов изгибается, становясь почти ортогональной к общему сжатию, и взбросовые смещения начинают играть более значительную роль в поднятии хребта, чем сдвиговые движения [21].

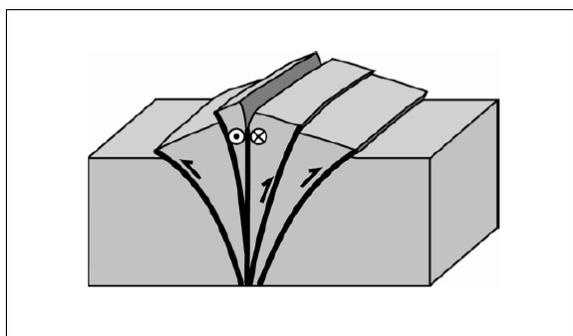


**Рис.3.** Активные разломы восточного окончания Чилико-Кеминской активной зоны.

Как известно, во фронтальной части хребта Кунгей Ала-Тоо и северной части хребта Заилийский Ала-Тоо имеются фрагменты древней денудационной поверхности (ДДП), наклоненных к югу и северу, смещенных по системе взбросов, падающих под хребет. Изучение и детальное картирование этих фрагментов могут дать хороший материал для исследования механизмов формирования новейших структур и в целом для геодинамических построений.

Геометрия разломов, ограничивающих Кунгейский и Заилийский хребты, со стороны Иссык-Кульской и Илийской впадин, может быть объяснена наличием круто падающих активных разломов в ядре хребтов. Взбросы, ответственные за рост указанных хребтов, имеют прямолинейное простирание в плане, особенно в области, близкой к сводам хребтов. При этом, здесь разломы имеют относительно крутые падения около поверхности [21].

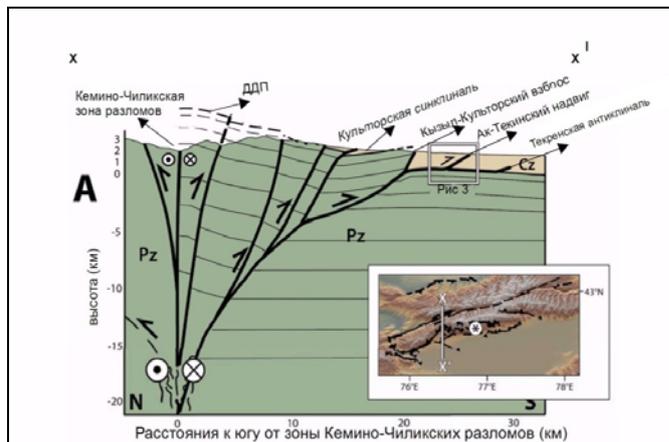
Детальные исследования, проведенные нами в последние годы [21,22,23] позволяют полагать, что Кунгейский и Заилийский хребты могут быть описаны как структура пальмового дерева (рис.4) с пологовогнутыми взбросами, которые укручиваются с глубиной, укореняясь в центральную Кемино-Чиликскую структурную зону.



**Рис.4.** Схема, поясняющая образование взбросов во фронтальных частях хребтов в результате сдвиговых смещений в центральной части (flowerstructure)

В этом случае, тангенциальное сокращение, по-видимому, распределяется через субширотные взбросы, простирающиеся вдоль мегаструктуры, по которым от основного осевого сдвига (Кемино-Чиликской структурной зоны) новейшие блоки

ступенеобразно опускаются к северу и югу. Таким образом, указанная зона является центральным звеном в системе, испытывающей тангенциальное давление с юга. Поскольку Кемино-Чиликская структурная зона является своеобразной границей между Кунгейской и Заилийской мегантиклиналями, то можно полагать, что левостороннее движение вдоль зоны рассредоточивается вдоль ее длины с постепенным затуханием к востоку. На рисунке 5 показан сбалансированный разрез через Кунгейскую мегантиклиналь [21]. Можно предположить (по аналогии), что примерно такая же картина может наблюдаться и в районе сопряжения Заилийской мегантиклинали с Илийской впадиной. В этом случае, кроме новейшего Алматинского разлома, в пределах впадины могут иметь место пологопадающие разрывы типа Актекинского надвига в Иссык-Кульской впадине. Отметим, что такими характеристиками обладают внутривпадинные поднятия, расположенные севернее г.Алматы. Вероятно, они также ограничены пологопадающими разломами с севера.



**Рис. 5.** Разрез новейших структур в зоне сочленения Иссык-Кульской впадины и Кунгейского хребта на меридиане долины р. Торуйгыр [21]

Указанные выше особенности новейшей структуры Северного Тянь-Шаня позволяют лучше понять условия возникновения очагов сильных землетрясений и, соответственно, точнее оценивать сейсмическую опасность в этом регионе.

**Литература:**

1. Хаин В.Е. Проблемы внутриплитной и межплитной тектоники. В кн.: Динамика и эволюция литосферы. М.: Наука, 1986, с. 7-15.
2. Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. М.: Недра, 1979.
3. Гатинский Ю.Г., Владова Г.Л., Прохорова Т.В., Рундквист Д.В. Геодинамика Центральной Азии и прогноз катастрофических землетрясений // Пространство и время. 2011а. Т. 3, № 5. С. 124-134.
4. Юдахин Ф.Н., Беленович Т.Я. Современная динамика земной коры Тянь-Шаня и физические процессы в очагах землетрясений. Изв. АН Кирг.ССР, физ.-тех. и матем. науки, 1989, №1, с. 101-108.

5. Погребной В.Н., Сабитова Т.М. Блоковое строение Высокой Азии и сопредельных территории по сейсмическим и магнитометрическим данным. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1989, №8, с. 25-30.
6. Ма Си Юань. Тектонические процессы, отраженные на карте динамики литосферы Китая. В кн.: Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. Новосибирск: Наука, 1990, с. 341-351.
7. Шерман С.И. Сейсмический процесс и прогноз землетрясений: тектонофизическая концепция/С.И. Шерман; Рос. акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т земной коры. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. – 359 с.
8. Кнауф В.И. О глубинно-глыбовой природе структуры Тянь-Шаня. Тр. УГ и ОН при СМ Кирг. ССР, сб.: 2, Госгеолтехиздат, 1962, с. 3-П.
9. Королев В.Г. Об унаследованном характере некоторых мезокайнозойских впадин Северной Киргизии. Тр. ИГ АН Кирг. ССР, вып. УП, 1956, с. 87-94.
10. Макаров В.И. Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. М.: Наука, 1977, 169 с.
11. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986, 313 с.
12. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука, 1987а. 100 с.
13. Семинский К.Ж. Тектонофизические закономерности деструкции литосферы на примере Гималайской зоны сжатия // Тихоокеанская геология. 2001. Т. 20, № 6. С. 17–30.
14. Трофимов А.К. Палеотектоника кайнозоя и новейшая геодинамика бассейна оз. Иссык-Куль. В сб.: Тянь-Шань в эпоху новейшего горообразования. Бишкек: Илим, 1994, с. 104-116.
15. Курскеев А.К., Тимуш А.В. Альпийский тектогенез и сейсмогенные структуры. Алма-Ата, Наука, 1987, 179 с.
16. Паталаха Е.И., Чабдаров Н.М. Условия образования рельефа Северного Тянь-Шаня и вероятный механизм процесса. // Сеймотектоника некоторых районов юга СССР. М., Наука, 1976, с.80-90
17. Чедия О.К. Кинематические типы активных разломов // Современная геодинамика литосферы Тянь-Шаня, М., Наука, 1991, с.65-95
18. Макаров В.И. Новейшие орогены, их структура и геодинамика. Автореф. дисс доктора геол. – мин. наук, 1990, М., ГИН АН СССР, 57с.
19. Садыбакасов И. Неотектоника Центрального Тянь-Шаня. Фрунзе, Илим, 1972, 117с.
20. Delvaux D., Abdrakhmatov K.E., Lenzin I.N., and Strom A.L. Landslides and surfasebreacks of the 1911, M 8,2Kemin earthquake, Kyrgyzstan. Russian geology and geophysics, 2001, vol.42, # 10, 1667-1677
21. Selander, J, M.E.Oskin, C.Ormuikov and K.Abrakhmatov (2012) Inherited strike-slip faults as an origin for basement-cored uplifts: Example of the Kungey and Zailiskey ranges, northern Tian Shan. TECTONICS. 31(4) DOI: 10.1029/2011TC003002
22. Абдрахматов К.Е., Осмонбаева Ч.А., Джумабаева А.Б. и др. Оценка сейсмической опасности северо-западного Прииссыккуля на основе данных об активных разломах. // Наука и новые технологии. - 2008. - №1-2. - С. 14-19.
23. Джумабаева А. Б., Абдрахматов К. Е. Роль унаследованных сдвигов в сокращении земной коры Северного Тянь-Шаня // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центр. Азии, 7-й Казахст.-Китайский междунар. симпоз. 2-4 июня 2010г.- Алматы. - С.115-116.

Рецензент: д.ф.-м.н. Муралиев А.М.