

УДК 550.34

Аширов Б.М., Калысова Ж.
Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан

НОВЕЙШИЕ СТРУКТУРЫ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ФОНОВАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ

Аннотация. Рассмотрение пространственного распределения фоновой сейсмичности показывает, что самой характерной особенностью наблюдаемого сейсмического поля Северного Тянь-Шаня является его «узловатость», скученность гипоцентров в определённых объёмах овальной, изометрической, воронкообразной формы. При этом, распределение фоновой сейсмичности, как по глубине, так и энергетическому классу тесно связано с наличием Северо-Тяньшаньского массива, представленного породами гранитоидного ряда, которые слагают в пределах каледонид крупнейшие плутоны.

Ключевые слова: сейсмичность, энергетический класс, гипоцентр, землетрясение.

ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЖАНЫ СТРУКТУРАЛАРЫ ЖАНА СЕЙСМИКАЛЫК ФОНУ

Мазмуну. Түндүк-чыгышында жана байкалган сейсмикалык талаасынын көп бөлүгүн өзгөчөлүгү анын "түйүнү", сүйрү, изометрдик, куйун түрүндө белгилүү бир көлөмдө гипоцентрлер топтолушунун өбөлгөлөрү сейсмикалуулугу көрсөткөндөй мейкиндик бөлүштүрүүлөрүн карап чыгуу. Ошол эле учурда, негизги сейсмикалык бөлүштүрүү, кылдат жана энергетикалык тобу менен тыгыз калеодондун ири плутон ичинде табылган Түндүк Тянь-Шань гранитоиддердин сериядагы тектердин атынан тутумундагы катышуусу менен байланыштуу болот.

Түйүндүү создор: сейсмикалуулук, энергетикалык класс, гипоцентр, жер титирөө.

CENOZOIC STRUCTURES OF NORTHERN TIEN SHAN AND SEISMICITY

Abstract. Consideration of the spatial distribution of background seismicity shows that the most characteristic feature of the observed seismic field of the Northern Tien Shan is its «knottiness», crowding of hypocenters in certain volumes of an oval, isometric, funnel-like shape. At the same time, the distribution of background seismicity, both in depth and in energy class, is closely related to the presence of the North Tien Shan massif, represented by rocks of the granitoid series, which compose the largest plutons within the Caledonides.

Keywords: seismicity, energy class, hypocenter, earthquake.

В целях анализа связи новейших структур с сейсмичностью был использован каталог землетрясений Института сейсмологии НАН КР, из которого сделана выборка сейсмических событий с $K \geq 9.0$ за период 1991-2020 гг. Используемые данные, несмотря на некоторые сложности при определении глубин землетрясений и локацию исторических событий, при региональном анализе позволяют достаточно определённо выявить пространственную морфологию сейсмического поля.

Рассмотрим морфологию сейсмического поля в пределах основных морфоструктурных единиц, начиная с восточной части исследуемой области ($\varphi = 41^{\circ}50' - 43^{\circ}20'$ $\lambda = 72^{\circ}30' - 80^{\circ}$) (рисунок 1).

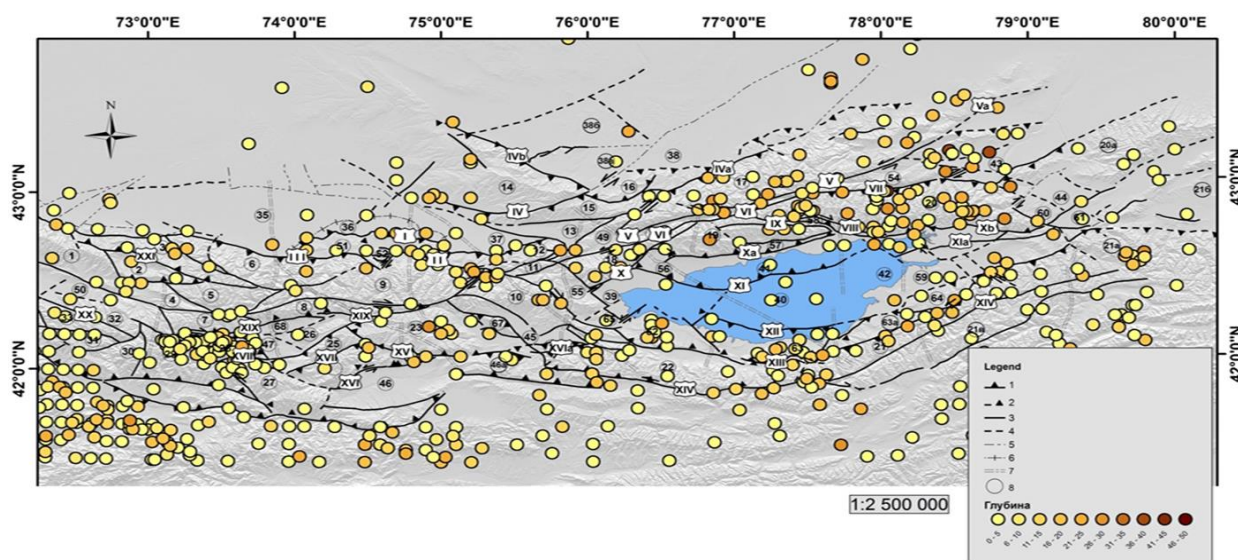


Рисунок 1. Карта-схема новейших блоков Северного Тянь-Шаня. Условные обозначения: 1 – основные новейшие разломы (Бергштрихи в сторону падения); 2- предполагаемые разломы; 3- второстепенные новейшие разломы; 4- предполагаемые разломы; 5-разломы, выделенные в фундаменте впадин геофизическими методами; 6- флексурно-разрывные зоны; 7- линеаменты; 8- эпицентры землетрясений. Вынесены эпицентры землетрясений с $M \geq 4.0$, цветом показана глубина событий, ранжированная через 5 км. Цифры в кружках – номер и название блока. 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-Киндиктасский, 15-Кастекский, 16-Майтубинский, 17-Заилийский, 18-Кунгейский, 19-Чокталыйский, 19а- Центрально-Кунгейский, 20-Курментинский, 20а-Кетменский, 21-Восточнотерскойский, 21а- Баянкольский, 21б- Нарынкольский, 21в- Центрально-Терскойский, 22-Западнотерскойский, 23-Карамойнок-Сандыкский, 24-Минтеке-Сарыбулакский, 25-Ойгаинский, 26-Киндикский, 27-Сандыкский, 28-Арамсуйский, 29-Сусамыртооский, 30-Жаныртмакский, 31-Музторский, 32-Арпатектирский, 33-Джергетальский, 34-Карагайминский.

Абсолютного и относительного прогибания:

35-Западно-Чуйской, 36-Центрально-Чуйской, 37-Восточно-Чуйской, 38-Илийский, 38а-Дегереский, 38б-Бериктасский, 39-Рыбачинский, 40-Центрально-Иссыккульский, 41-Северо-Иссыккульский, 42-Восточно-Иссыккульский, 43-Чарынский, 44-Каркаринский, 45-Кочкорский, 46-Джумгалыйский, 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-Кегеньский, 62- Улахольский, 63 - Каджисайский, 63а- Джуукинский, 64-Джетьюгузский, 65-Кызыломпульский, 66 - Джоонарыкский, 67-Ортокский, 68-Джакшский.

Названия основных разломов. I–Иссык-Атинский, II–Шамси-Тюндюкский, III–Чонкурчакский, IV–Каракунузский, V–Северо-Кеминский, VI–Южно-Кеминский, VII–Чиликский, VIII–Северо-Аксуыйский, IX–Южно-Аксуыйский, X–Предкунгейский, XI–Торуайгыр-Тасминский, XII–Южно-Иссыккульский, XIII–Предтерсерскойский, XIV–Центрально-Терсерскойский, XV–Бозалаташский, XVI–Джумгалский, XVII–Ойгаинский, XVIII–Суекский, XIX–Каракольский, XX–Ичкилитооский, XXI–Аспаринский.

В пределах восточной части северного Тянь-Шаня выделяется Кунгейский сейсмогенный узел, приуроченный к центральной части данной региональной структуры. Этот «сейсмообъём» проникает до глубины 25-30 км, максимальная плотность землетрясений сосредоточена на глубине 5-10 км, единичные гипоцентры землетрясений 13-16-го класса – на 15-25 км. Примечательно, что в центральной части этого сейсмоузла находятся эпицентры катастрофического Кеминского землетрясения 1911 года 18-го класса и Верненского землетрясения 1887 г. 17-го класса.

В пределах Кунгейского сейсмоузла находятся два локальных сейсмоузла (рисунок 2). Один из них тяготеет к западному окончанию Кунгейского хребта, а другой захватывает центральную часть Кунгейского и Заилийского хребтов. Плотности эпицентров убывают здесь на глубинах от 5 до 35 км. Плотность землетрясений 6-8-го классов максимальна на глубинах до 15 км. На глубинах 25-35 км встречаются гипоцентры единичных землетрясений 8-го и 9-го классов. По периферии располагаются гипоцентры сильных землетрясений 14-го и 15-го классов.

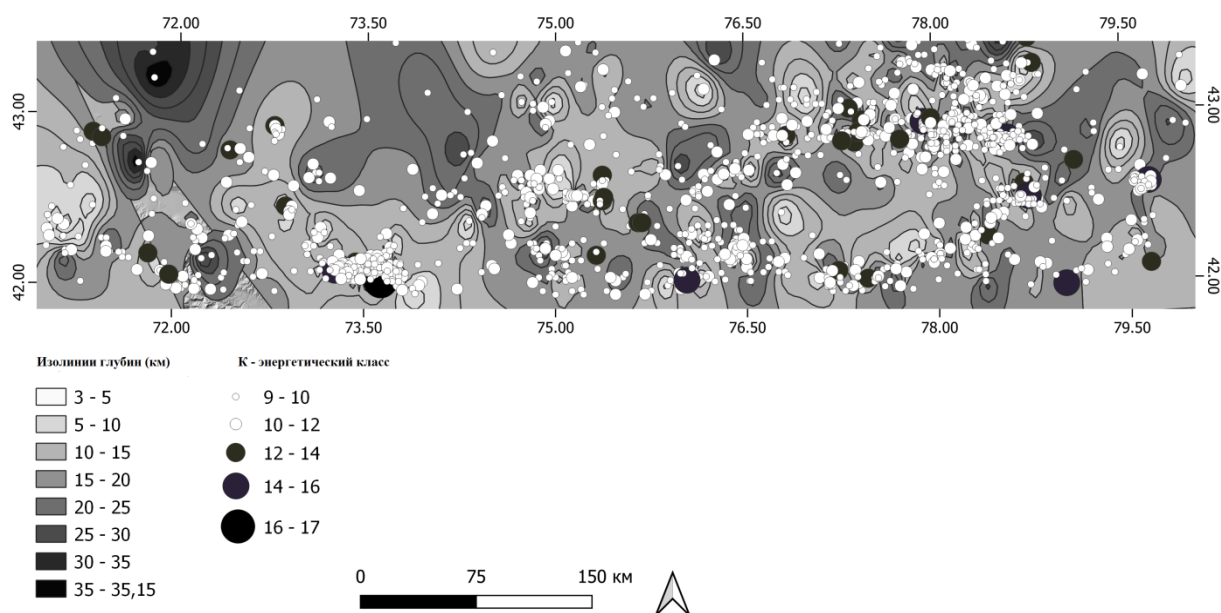


Рисунок 2. Карта распределения глубин землетрясений Северного Тянь-Шаня. Показаны изолинии глубин, ранжированные через 5 км. Кружками вынесены эпицентры землетрясений с энергетическим классом выше 9.

Чилико-Чарынский блок включает в себя два одноимённых высокоплотных по классам (от 6 до 9) сейсмоузла. В первом из них максимальные плотности гипоцентров убывают от 14 до 6 на глубинах 5-15 км, а глубже, до 35 км – от 4 до 1. В Чарынском узле, где примерно располагается эпицентр катастрофического Чиликского землетрясения 1889 г. 18-го класса, плотность гипоцентров слабых землетрясений достигает 8 на глубине 0-5 км, на глубинах 5-15 км – затишье, а глубже до 40 км – единичные гипоцентры землетрясений 9-11-го классов.

Самым активным в сейсмическом отношении является Восточно-Кунгейский макроблок, который разломами северо-восточного (Урюктинским) и северо-западного (Кыземшекским) простираний разделяется на три макроблока второго порядка: Центральный или Урюктинский, Северо-Восточный или Токшийский, и Юго-Восточный или Кенсуйский. Высокоплотный (14-8 землетрясений) Урюктинский «сейсмогенный объём» охватывает почти весь Центральный блок до глубины 30 км. Плотность землетрясений 7-9-х классов достигает 8-12, землетрясений 10-14-го классов единичны и наиболее сильные из них располагаются на глубинах 15-30 км. К этому сейсмоузлу приурочен эпицентр произошедшего 12.11.1990 г. землетрясения 15-го класса (магнитуда 6.1), расположенный, примерно, в междуречье Чон-и Орто-Урюкты.

В пределах Терскейской зоны самым крупным «сейсмогенным объёмом» является Джергесский, расположенный в районе пересечения одноимённого сдвига с Предтерскейским и Центрально-Терскейским разломами. После Урюктинского – это самый плотный сейсмообъём (17-14 землетрясений на 25 кв.км от поверхности до 20 км). Плотность землетрясений 7-11-го классов уменьшается соответственно от 16 до 1, землетрясения 12-15 классов отсутствует, а к центру этого сейсмоузла приурочен эпицентр Сарыкамьшского землетрясения 1970 г. 16-го энергетического класса.

Интересен тот факт, что выявленные «сейсмогенные объёмы» зачастую обладают определённой симметрией, т.е. сильнейшие события располагаются в центральной части объёма, а слабые землетрясения обрамляют осевую часть объёма. Как указывал В. И. Шерман [1], любая сейсмическая зона может рассматриваться как сложно построенная структурная область литосферы. Её образуют линейно вытянутая зона современной деструкции литосферы (концентратор наиболее сильных землетрясений) и окружающие зону разноранговые разломы, многие из которых много или однократно в реальном времени (месяцы, годы, десятилетия) селективно вовлекались в современный процесс активизации. В вертикальном разрезе сейсмическая зона представляет собой древовидное образование, ствол и ветви которого суть разноранговых разрывов, потенциально контролирующих сейсмические события при своей активизации.

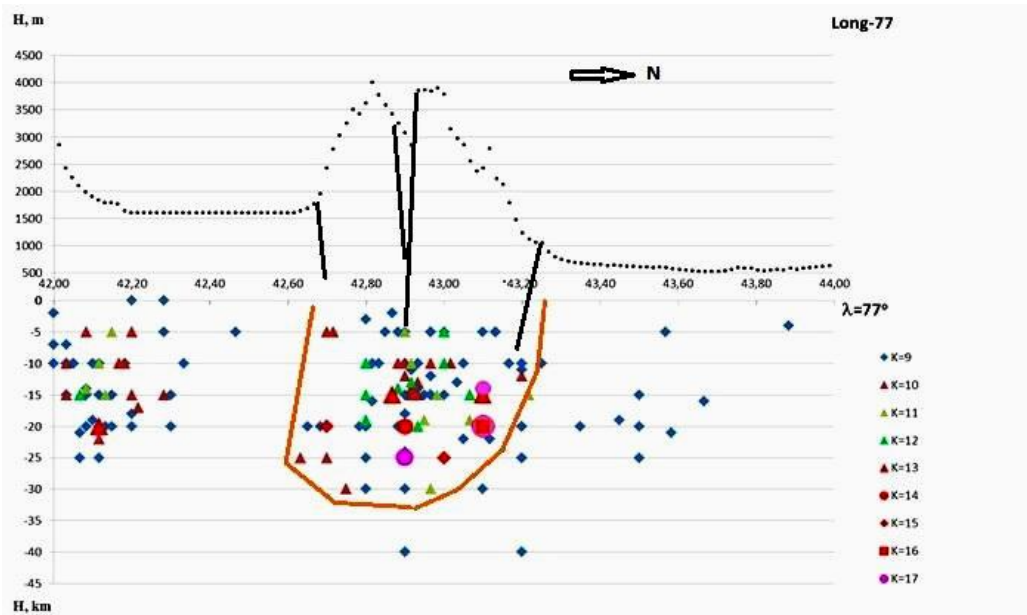


Рисунок 3. Продольный сейсмический профиль на меридиане г. Алматы [3]. Условные обозначения: Чёрными точками показана линия рельефа поверхности, чёрные линии – разломы, оранжевая линия – огибающая распространения максимальных энергетических классов. Справа – разными значками показаны эпицентры землетрясений разных энергетических классов.

На рисунке 3 показан продольный сейсмический профиль на меридиане г. Алматы. Намечается определённая симметричность в распространении максимальных энергетических классов землетрясений от центральной осевой линии сейсмической зоны [2]. При этом сама осевая линия совпадает с осью Кемино-Чиликской зоны активных разломов, выраженной серией разломов сдвигового типа с правосторонней компонентой [3].

В центральной и западной части северного Тянь-Шаня выделяются «сейсмообъёмы», приуроченные к Алаарчинскому и Кыргызскому новейшим блокам (№№ 9 и 10). В пределах этих объёмов произошло несколько умеренных землетрясений 12-14-го классов с глубиной до 15 км.

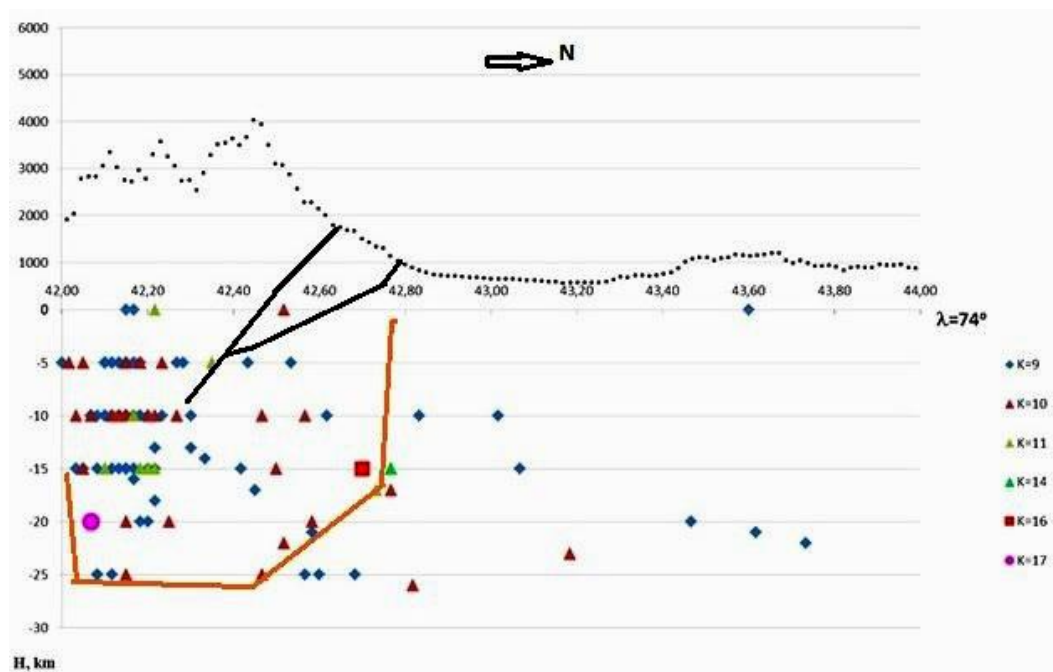


Рисунок 4. Продольный сейсмический профиль на меридиане г. Бишкек [3]. Условные обозначения на рисунок 3.

Внутреннее строение сейсмической зоны на меридиане г. Бишкек (рисунок 4) тесно связано с тем, что основные разломы, составляющие зону, представляют собой надвиги и взбросы, падающие под Кыргызский хребет. Поэтому зона выглядит асимметричной. Аномальное, выходящее за пределы сейсмической зоны, расположение гипоцентра землетрясения 16-го энергетического класса, объясняется большими погрешностями определения координат этого события. Ясно, что оно должно располагаться значительно южнее, под осевой частью Кыргызского хребта.

Выделяется «сейсмообъём» в эпицентральной части Суусамырского землетрясения 1992 года 17-го энергетического класса. Тектонически он приурочен к Сандыкскому блоку, характеризующемуся устойчивым поднятием на протяжении новейшего времени.

Рассмотрение пространственного распределения фоновой сейсмичности показывает, что самой характерной особенностью наблюдаемого сейсмического поля Северного Тянь-Шаня является его «узловатость», скученность гипоцентров в определённых объёмах овальной, изометрической, воронкообразной формы. При этом, как известно, плотность землетрясений с глубиной уменьшается, а класс увеличивается. Интегральные карты плотностей по классам и по глубинам, в общем, являются квазиподобными за счёт того, что максимальные плотности по глубинам (от 6-8 до 10-17 землетрясений на 25 кв. км в интервале 0-10 км) примерно совпадают с

максимальными плотностями по классам (от 4-6 до 10-16 землетрясений 7-8-го классов). На глубине 11-20 км максимумы не превышают обычно 4-8 событий, 21-25 км – 4 события, а глубже 30 км – встречаются единичные землетрясения. Максимумы плотностей землетрясений 9-го класса оставляют 2-8 события, 10 и 11 событий (иногда 12,14); все землетрясения более высоких классов – единичны (рисунок 2).

Обращает на себя внимание следующий факт: распределение фоновой сейсмичности как по глубине, так и энергетическому классу, тесно связано с наличием Северо-Тяньшаньского массива, представленного породами гранитоидного ряда, которые слагают в пределах каледонид крупнейшие плутоны [1]. По возрасту среди них выделяются допалеозойские и каледонские (преимущественно верхнеордовикские). Интенсивное развитие гранитоидов является одной из наиболее характерных черт тектоники Северного Тянь-Шаня, которая указывает на широкое распространение сиалического субстрата в основании каледонских складчатых сооружений. Однако, определённой приуроченности сильнейших землетрясений к определённым частям указанного выше массива не наблюдается. К примеру, очаги Кеминского 1911 г. ($M=8.3$) и Верненского землетрясения 1887 года ($M = 7.3$) расположены в центральной части, а очаговые области Чиликского землетрясений 1889 года ($M = 8.3$) и Кемино-Чуйского землетрясения 1938 года ($M = 6.5$) тяготеют к окраинным частям. Таким образом, необходимо констатировать, что, по всей видимости, возникновение и распределение очагов сильнейших землетрясений связано с несколько иными параметрами, чем общая, фоновая сейсмичность.

Литература

1. 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.
2. Абдрахматов К.Е. Внутриконтинентальное горообразование и сейсмическая опасность (на примере Тянь-Шаня). Бишкек. 2013, Инсанат 119 с.
3. Джанабилова С. О. Внутреннее строение Северо-Тяньшаньской сейсмической зоны. Интернет-журнал ВАК Кыргызской Республики «НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ», 2017, с.23-26

Рецензент: доктор г.-м. н., член-корр. НАН КР, проф. Абдрахматов К.Е.