

УДК 551.24:550.34(575.2)

Нурманбетов К.

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

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ «СЕЙСМООПАСНОСТИ» ОТРЕЗКОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

**Аннотация:** В статье приведены геологические признаки, по которым выделены сейсмоопасные отрезки единого по простиранию региональных разломов Северного Тянь-Шаня с определением  $M_{\max}$  ожидаемых землетрясений.

**Ключевые слова:** тектоническое напряжение, глубокий разлом, сеймотектоника, сейсмоопасные отрезки.

## ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДАГЫ ТЕРЕҢ ЖАРАКАЛАРДЫН АЙМАКТЫК КЕСИНДИЛЕРИНИН СЕЙСМИКАЛЫК КОРКУНУЧУНУН ГЕОЛОГИЯЛЫК БЕЛГИЛЕРИ

**Кыскача мазмуну:** Макалада Түндүк Тянь-Шандагы терең жаракаларды геологиялык белгилердин негизинде сейсмикалык жактан коркунучтуу болгон айрым кесиндилерге бөлүү жана эң жогорку магнитудагы ( $M_{\max}$ ) боло турган жер титирөөнү аныктоо каралат.

**Түйүндүү сөздөр:** тектоникалык чыңалуу, тереңдик жараңкасы, сеймотектоника, сейсмокоркунучтуу кесиндилер.

## GEOLOGICAL FEATURES OF "SEISMIC INSTABILITY" OF SEGMENTS OF THE REGIONAL DEEP FAULTS OF THE NORTHERN TIEN-SHAN

**Abstract:** The article presents the geological features, which highlighted seismically dangerous segment along regional faults of the Northern Tian-Shan with the definition of  $M_{\max}$  of expected earthquakes.

**Keywords:** tectonic stress, deep fault, seismotectonics, seismic dangerous segments.

Сеймотектонические исследования в пределах Кыргызского Тянь-Шаня и прилегающих территорий показали, что разрывные нарушения в верхней части земной коры, разграничивающие по геологической значимости тектонические структуры (жесткие массивы, складчатые системы и зоны, блоки и др.), в большинстве случаев генерируют землетрясения разной силы. Наиболее «сейсмопродуктивными» являются глубокие разломы, пронизывающие стратифицированные осадочно-вулканогенные и интрузивные образования допалеозоя и палеозоя.

В процессе реакции разрыва на тектонические напряжения «работает» не в целом разлом на всем протяжении, а отдельные его участки, выделяемые как сейсмоопасные. Такими потенциально уязвимыми местами при возникновении средних и сильных по силе землетрясений являются:

1. Отрезки разломной зоны, которые были активизированы в средне-верхнепалеозойское время. Именно тогда происходили формирование эпикаледонских прогибов на территории Северного Тянь-Шаня, развитие геосинклиналей в Южном Тянь-Шане и крупные по масштабу сдвиговые смещения по разломам северо-западного простирания, как Таласо-Ферганский, Джалаир-Найманский и др. [1].

2. Участки разрывных нарушений, разграничивающие выходы средне-верхнепалеозойских толщ, в разрезе которых карбонатные породы составляют не менее 50%

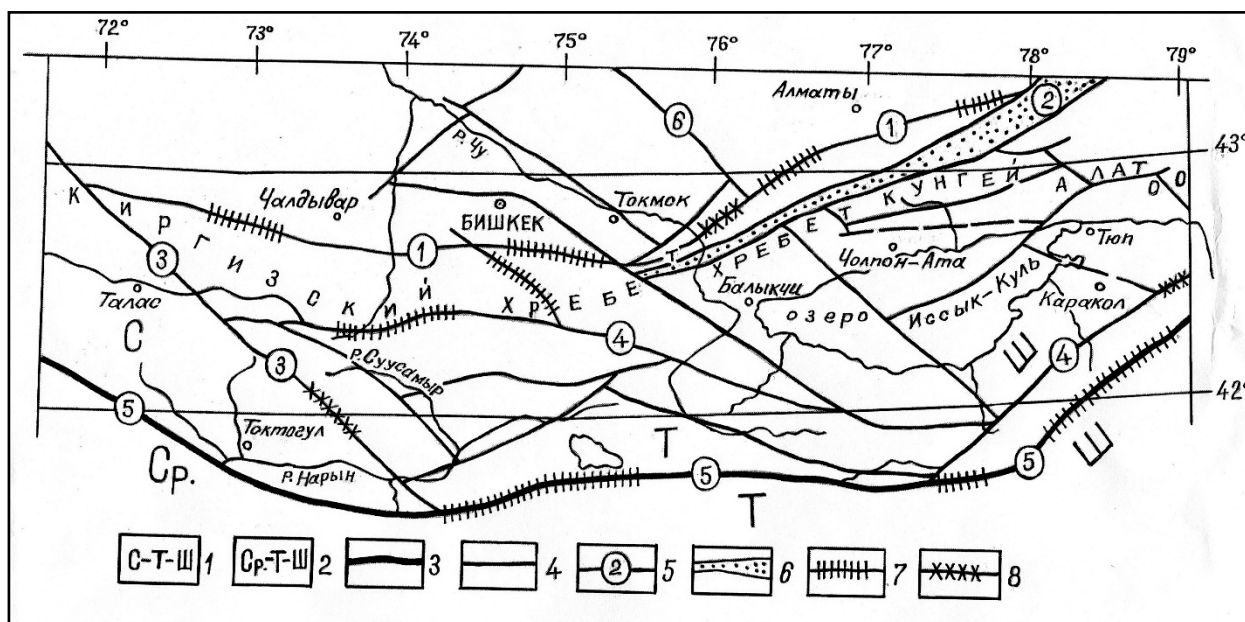
от общей мощности горных пород. Сеймотектонические работы в Северо-Восточной Фергане выявили, что в разрезах вулканогенно-осадочных палеозойских образований (в пределах Таласо-Ферганской разломной зоны и прилегающих площадей), где преобладают большей мощности карбонатные породы, характеризуются высоким сейсмическим потенциалом. В последних сосредоточены порядка 50-80% очагов произошедших землетрясений. Массивные и жёсткие известняки карбона продуцируют основную часть сейсмической энергии [2].

3. Залеченность разломов. Возникновение подвижек по плоскостям разломов и межслоевых срывов, их характер (медленные криповые смещения или мгновенные разрывы) зависят от величины накопившихся тектонических напряжений и физико-механических свойств соприкасающихся по разлому горных масс. Хорошо «залеченные» и зацементированные интрузией плоскости соприкосновения различных по составу и строению горных пород, оказывают значительное сопротивление тектоническим усилиям (накоплению больших начальных напряжений), что обуславливает условия для зарождения очагов неслабых по силе землетрясений.

4. Возможность оценки нереализованной высокой концентрации тектонических напряжений в большем объёме горных пород, так как, например, гнейсы и гранитизированные породы могут удерживать значительное количество механически связанной упругой энергии даже в состоянии тектонического покоя [3].

Рассматриваемые в статье крупные региональные разрывные нарушения Северного Тянь-Шаня на всём протяжении служат границей разных по площади геоблоков, которые отличаются друг от друга структурно-вещественными особенностями и, естественно, что в пределах таких разломов по простиранию возможно выделение участков (отрезков), различающиеся по сейсмичности.

На схеме разломной тектоники Северного Тянь-Шаня (рисунок 1) особыми знаками выделены отрезки единого по простиранию разрыва, способные генерировать значительные по силе землетрясения при современных деформационных процессах.



**Рисунок 1.** Схема докембрийской разломной тектоники Северного Тянь-Шаня.

Условные обозначения: 1-С-Т-Ш (каледониды Северного Тянь-Шаня), 2 - Ср-Т-Ш (герциниды Среднего Тянь-Шаня). Разломы: 3 - межсистемные, 4 - межзональные, 5 - в кружках порядковый номер и названия разломов (1 - Северо-Тянь-Шаньский, 2 - Кеминская система разломов, 3 - Ичкелетау-Суусамырский, 4 - Центрально-Терскейский, 5 - «линия Николаева», 6 - Джалаир-Найманский). Сейсмоопасные участки разрывов,

способные генерировать сильные землетрясения: 6 - Кеминская система разломов с магнитудой  $M_{\max} \geq 8$ ; 7 - приразломные выходы средне-верхнепалеозойских осадочно-вулканогенных пород с  $M_{\max} \geq 6$ ; 8 - залеченные интрузией отрезки разломов с  $M_{\max} \geq 7$ .

Под **Северо-Тяньшаньским разломом (1)** понимается региональная по масштабу, глубокого залегания и длительного формирования во времени разрывная структура. В палеозойской структуре разграничивает Муюнкумо-Наратский жёсткий массив от складчатых образований Северного Тянь-Шаня и Южного Казахстана (Еременьтау-Чуилийский складчатый пояс). В новейшее время разлом отделяет эпиплатформенный ороген от Казахского щита [2].

В зоне сочленения Чуйской впадины с Киргизским хребтом по геологическим и сейсморазведочным (КМПВ) данным, разлом состоит из серии разрывов. Максимальная амплитуда вертикального смещения по ним составляет 6 км. [4]. По результатам глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) Киргизская часть Северо-Тяньшаньского разлома отражается в базальтовом слое земной коры [5].

На всём протяжении Северо-Тяньшаньский разлом ограничивает Чуйский и Илийский мегаблоки, границей которых служит Джалаир-Найманская зона разломов. Характер кинематики разрывной структуры в разные стороны указанной границы меняется противоположно. Если в пределах северного подножия Киргизского хребта разрыв падает под хребет, то в Заилийском Алатау он, наоборот, под углом  $60-70^\circ$  падает на север - в сторону Илийской впадины, то есть в первом случае разрыв играет роль взброса, а во втором - сброса [6]. Разлом был заложен в позднем докембрии (байкальское время) и в последующем неоднократно подновлялся. В каледонскую эпоху горизонтальные подвижки по нему достигали 70-75 м. со смещением нижнепалеозойских структурно-фациальных зон северного крыла разрыва на северо-восток [7]. В герцинское время вдоль разрывной зоны формировались мульды, которые заполнялись вулканогенным материалом, и значительные по площади интрузии гранитоидов. В новейшей структуре Северо-Тяньшаньский разлом служит границей раздела зон поднятий и прогибов. Движения по этой границе возобновились на современном этапе, о чём свидетельствуют цепочки эпицентров концентрирующихся вдоль неё слабых и средней силы землетрясений.

На всём простирании с востока на запад Северо-Тяньшаньский разлом контролирует сильные (до катастрофических) землетрясения: Верненское (1887 г.), Кемино-Чуйское (1938 г.), Баласагунское (1475 г.), Беловодское (1885 г.), Меркенское (1865 г.) [8].

Первый «сейсмоуязвимый» отрезок Северо-Тяньшаньского разлома в пределах Кыргызской Республики выделен на восточном замыкании Чуйской впадины (сочленение хребтов Киргизского, Заилийского и Кунгей Ала-Тоо). Восточнее разрыв пересекает сейсмически высокопотенциальный Заилийский тектонический блок и может генерировать землетрясения с магнитудой  $M \geq 7$ .

Второй отрезок разлома, ограниченный меридианами Токмок-Кант, проходит по границе равных по удельной сейсмической мощности Южно-Чуйским и Северо-Киргизским тектоническими блоками, где силы ожидаемых землетрясений в пределах  $M_{\max} \geq 6,0$  [9].

Третий отрезок Северо-Тяньшаньского разлома герцинской активизации с повышенным сейсмическим потенциалом располагается в междуречье Аспара-Курагаты (западная часть Чуйской впадины), ограничивающий выходы карбонатно-терригенных толщ. Разлом отсекает северное крыло синклинали структуры.

**Кеминская система разломов (2)** разграничивает резко выклинивающуюся на юго-западе грабен-синклинали структуру (зону) северо-восточного простирания и протяжённостью более 140 км. Северная и южная её границы тектонические, представляющие глубинные разрывы с длительной историей геологического развития, которые разделяют Заилийский и Иссык-Кульский блоки Муюнкумо-Наратского срединного массива. Основу массива составляет комплекс основания - дорифейский фундамент. Он имеет сложное строение и включает гнейсово-амфиболитовые образования архея (?) и нижнепротерозойские

кварцито-сланцевые и карбонатные формации. Данные о его глубоком заложении опираются на присутствие герцинских интрузий и геофизические данные. Разлом чётко выражен в альпийско-неотектонической структуре, что указывает на длительность его существования.

В строении Кеминской зоны участвуют в основном сложнодислоцированные кембро-ордовикские осадочно-вулканогенные толщи [10]. С этой структурой связано катастрофическое Кеминское землетрясение 1911 года (магнитуда  $M=8,2$ ). Его эпицентральная (очаговая) зона вытянута вдоль Северо- и Южнокеминского разломов и сопровождается прерывистыми участками сейсморазрывных и сейсмогравитационных остаточных деформаций.

**Ичкелетау-Суусамырский долгоживущий глубинный разлом (3)**, сгенерировавший Джамбулское (1971 г.,  $M=5.7$ ) и Суусамырское (1992 г.,  $M=7.3$ ) землетрясения, прослеживается от низовьев р. Кокомерен в северо-западном направлении, косо пересекая Суусамыр-Тоо, Таласский хребет и западное окончание Киргизского хребта.

Зона Ичкелетау-Суусамырского разлома слагается серией параллельных разрывов, подчинённых общему простиранию тектонического шва, и является юго-западной границей Киргизско - Терской каледонской складчатой зоны [1]. Разлом объединяет Караарчинскую (западное окончание Киргизского хребта) и Арамсинскую (верховье р. Суусамыр) системы разрывов. В целом для разрывной зоны характерно широкое развитие пород спилито-диабазовой, и, в меньшей мере, граувакковой формаций. Выходы образований складчатых комплексов представлены в виде узких вытянутых блоков согласно простиранию разломной зоны, в которой слагающие их породы образуют моноклинали тектонических пластин с углом падения  $60^{\circ}-70^{\circ}$ .

В каледонской структуре Суусамырское землетрясение контролируется Восточно-Арамсурским отрезком одноимённого глубинного разлома, разделяющим интрузии докембрийских гранитоидов и глубокометаморфизованных пород дорифейского кристаллического фундамента.

Восточно - Арамсурский отрезок Ичкелетау - Суусамырского разлома рассматривается как участок с высоким сейсмическим потенциалом.

**Центрально-Терский разлом (4)** прослеживается в высокой части северного склона хр. Терской Ала-Тоо. Это типичный краевой разлом с длительной историей геологического развития. В каледонской структуре разлом разделяет различные по формации и мощности разрезы нижнепалеозойских зон и чехла Иссык-Кульской глыбы срединного массива. Разлом в верховьях р. Тургень-Аксуу представлен крутопадающей к югу зоной катаклаза и милонитизации, мощностью 120-140 м. Активизация разлома в различные тектонические эпохи сопровождалась интрузивными и эффузивными магматическими проявлениями. Так, участок Центрально-Терского разлома в восточной части хребта был заплавлен каледонскими трещинными интрузиями и не подвергался переработке при эпикаледонской активизации. В это время он «тормозил» развитие среднепалеозойского прогиба к югу. В новейшем этапе движения по разрыву возобновляются с преобладанием вертикальных подвижек амплитудой в первые десятки метров.

К западу, за пределами хр. Терской Ала-Тоо, Центрально-Терский разлом прослеживается по северному склону хребта Джумгал-Тоо, затем близ осевой его части продолжается до пересечения с Ичкелетау-Суусамырским разломом. В пределах Киргизского хребта разрыв известен под названием Каракольского разлома. Он служит южной границей каледонской Карабалтинской складчатой зоны и представляет мощную зону рассланцевания и гидротермальной переработки горных пород. Магнитные и гравитационные поля по обе стороны разрывной зоны резко отличаются друг от друга. То есть, она разделяет территории с различным геологическим строением разрезы нижнего и, отчасти, среднего палеозоя. В Карабалтинской зоне основание каледонид не вскрыто. По характеру геофизических полей собственно каледонские образования представлены мощной (до 7000 м) толщей терригенных осадков ордовикского возраста [11].

Второй участок разлома, ожидаемой повышенной сейсмичности, находится на южном склоне вблизи осевой части Киргизского хребта (восточная часть Суусамырской впадины). Здесь в разрезе толщ нижнего-среднего карбона преобладают известняки.

***Важнейшая структурная линия Тянь-Шаня (5) – «линия Николаева».***

Рассматриваемый разлом разделяет каледониды Северного и Срединного Тянь-Шаня, являясь границей смены мощности и типов осадков, характера магматизма и рудопроявлений [12]. Эта зона крутопадающих и чешуйчато-надвинутых блоков с проявлениями расланцевания и повышенного метаморфизма пород. Разрыв по геофизическим данным выражен в магнитном поле вытянутыми аномалиями низкой и высокой интенсивности. Заложен в позднем докембрии; оживление его проявилось в байкальское, каледонское и герцинское время. По сейсмологическим данным [13] разрыв на глубине 40-50 км смещает кровлю верхней мантии. На Терскейском участке разлома соприкасаются площади, имеющие различные по составу и метаморфизму разрезы верхнего докембрия и нижнего палеозоя, свойственные соответственно Северному и Срединному Тянь-Шаню.

По простиранию с востока на запад в разломной зоне «линия Николаева» по степени повышенной сейсмичности выделены два отрезка - восточный и западный.

Восточный участок разлома проходит в пределах бассейнов рек Куйлю Западный и Восточный. Здесь выходят среднепалеозойские терригенно-карбонатные толщи с преобладанием известняков. В бассейнах рек Арчалы и Бурхан разлом в основном затрагивает выходы известняков среднего и верхнего карбона, которые способны аккумулировать сейсмическую энергию.

На западном фланге «линии Николаева» (бассейн р. Кокомерен и Присонкулье) «сейсмогенными» являются среднепалеозойские карбонатно-терригенно-вулканогенные породы.

В заключении, можно отметить, что выделение по геологическим признакам «сейсмоопасных» отрезков по простиранию единого разлома является предварительным поиском путей для проведения в будущем аргументированной сегментации домезозойских региональных разрывных нарушений Тянь-Шаня.

*Статья написана при поддержке гранта по проекту МНТЦ КР-2011.*

### Литература

1. Тектоническая карта Киргизской ССР. Масштаб 1:500000. Объяснительная записка. – Фрунзе: Илим, 1987, 86с.
2. Юдахин Ф.Н. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1983, 246с.
3. Пономарёв В.С. Путь парадоксов.// Природа, № 10, 1991, с. 72-81.
4. Есипов Ю.М. Северо-Киргизская разломная зона Тянь-Шаня. Советская геология, №7, 1969, с.122-125.
5. Гамбурцев Г.А. Особенности строения земной коры в районе Северного Тянь-Шаня и сопоставления с данными геологии, сейсмологии, гравиметрии.//Тр. АН СССР, 1960. с.
6. Сейсмическое районирование Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1979. с.
7. Грищенко В.А. Северо-Тяньшанский разлом.//Тектоника Памира и Тянь-Шаня. М.:Наука,1964, с.208-216.
8. Нурманбетов К., Джумабаева А.Б. Сейсмичность глубинных разрывов на примере Северо-Тяньшанского разлома и геологические признаки сейсмоопасности // Известия НАН КР, 2010, №2, с. 38-41.
9. Нурманбетов К. Сейсмический потенциал тектонических блоков домезозойского фундамента Кыргызского Тянь-Шаня. // Известия НАН КР, 2012, №1, с. 31-36.

10. Бакиров А.Б. К тектонике Кеминского синклинория. // Новые данные по стратиграфии Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1965, с. 200-215.
11. Опыт комплексного сейсмического районирования на примере Чуйской впадины. – Бишкек: Илим, 1975, 189 с.
12. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1982, 148с.
13. Бутовская Е.М. и др. Глубинное строение земной коры некоторых районов Средней Азии по данным сейсмологической съёмки.// Земная кора и верхняя мантия Средней Азии. – М.: Наука, 1977, с. 37-54.