

УДК 550.348

МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЗОНЕ ЛЕДНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Полешко Н.Н., Михайлова Н.Н.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

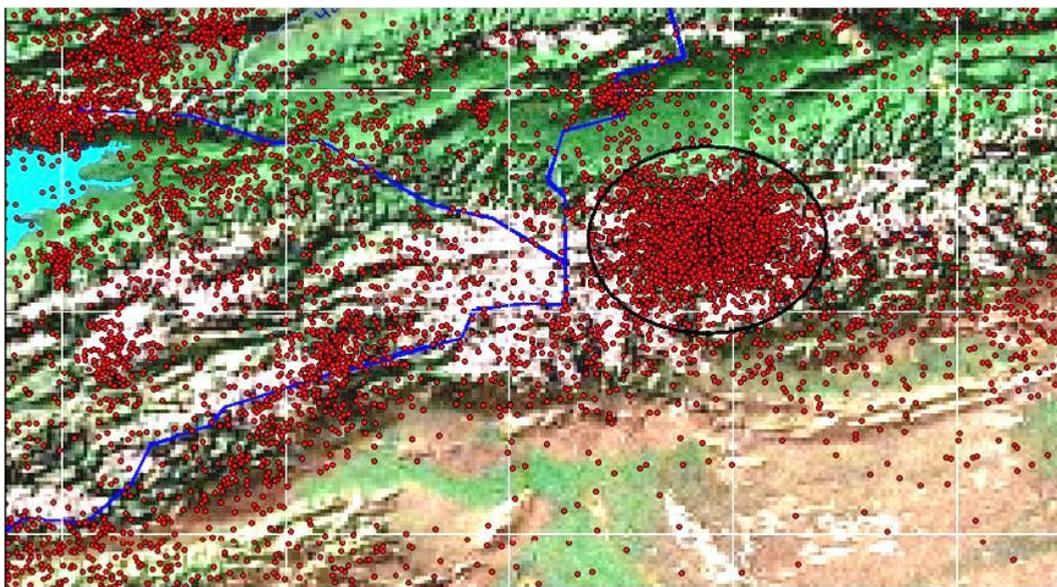
По анализу волновой картины записей событий из зоны высотного Тянь-Шаня установлено, что на исследуемой территории наблюдаются сейсмические события двух типов, имеющие различную природу. Первый тип – ледниковые землетрясения, источником которых являются трещины отрыва, возникающие в ледниковом покрове под действием растягивающих напряжений при понижении температуры воздуха. Ко второму типу событий, вероятнее всего, относятся тектонические землетрясения с очагами в земной коре. Не исключается возможность наличия среди толчков, происходящих в условиях действия двойной пары сил, ледовых ударов. Изучена сейсмо-тектоническая обстановка района по результатам определения механизмов очагов землетрясений второго типа.

В высотной части Центрального Тянь-Шаня, расположенной на территории Китая вблизи границ с Кыргызстаном и Казахстаном, происходит большое число слабых землетрясений, которые были исследованы [1] по записям ближайшей к рассматриваемой территории сейсмической группы PS23-Маканчи сети НЯЦ РК. Область максимальной концентрации эпицентров сейсмических событий занимает территорию между 42° – $42,5^{\circ}$ с.ш. и $80,5^{\circ}$ – 82° в.д. и приурочена к району постепенного уменьшения высот Тянь-Шаня. Значительную часть этой территории покрывают грандиозные высокогорные ледники Западного Китая (рисунок 1) [1].

Сейсмические события из этого района регистрировали также сейсмические станции сети Сейсмологической опытно-методической экспедиции (СОМЭ КН МОН РК). Ближайшими к этому району сейсмическими станциями сети СОМЭ являются Кетмень и Шалкаде, расположенные на расстоянии

порядка 200 км. Проведен анализ записей событий из исследуемого района, полученных этими станциями. По волновым формам записи могут быть разделены на два класса.

К первому классу относится подавляющее большинство событий, регистрируемых из рассматриваемого района. Преимущественно это события приповерхностные (практически нулевой глубины, 0-5км), слабые (энергетический диапазон $K=5-7$), приуроченные к области максимальной их концентрации в ледниковой области. Эти характеристики, а также специфика временных вариаций, особенности распределения событий по энергии, отмеченные в [1], позволяют считать исследуемые события связанными по своей природе с ледниками и процессами, происходящими в них. Пример стандартной волновой формы таких событий, зарегистрированной станцией Шалкаде, приведен на рисунке 2.



Овал – граница исследуемой группы эпицентров

Рисунок 1. Эпицентры землетрясений за 2004 – 2008 гг. на геоморфологической карте Центрального Тянь-Шаня (по данным оперативного бюллетеня Центра данных ИГИ НЯЦ РК)

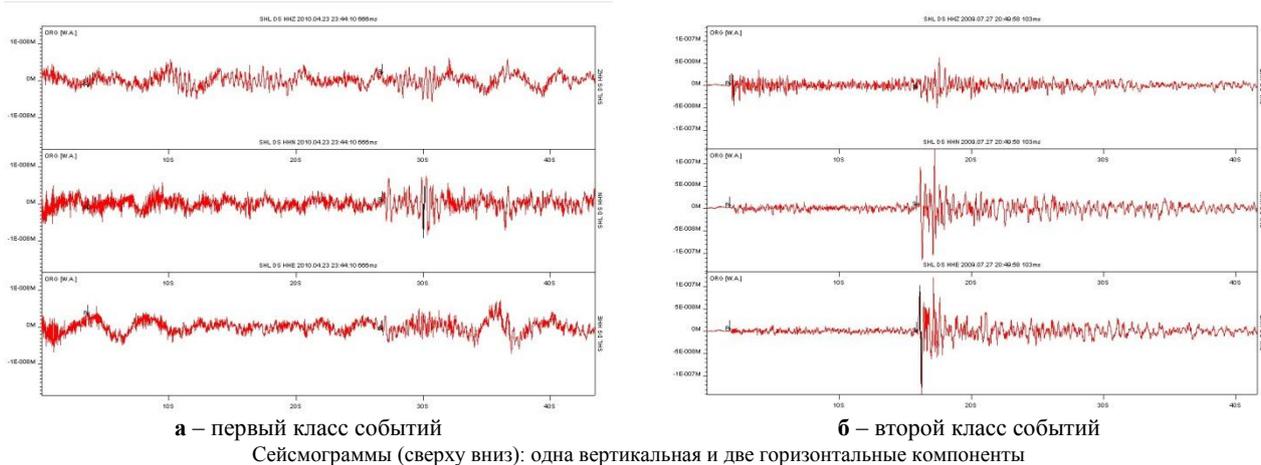


Рисунок 2. Волновые формы событий из района Центрального Тянь-Шаня. Станция Шалкаде

Несмотря на то, что станции на расстояниях порядка 200 км обычно регистрируют первые вступления прямых волн, для первого класса рассматриваемых событий выделение Р-волн остается проблематичным. Частотная фильтрация несколько улучшает четкость вступления только S-волны (также как на записях станции PS23-Маканчи). Отсутствие четких вступлений Р-волн не позволяет определить механизм очагов этого класса событий с использованием стандартной методики, основанной на анализе направления первых вступлений объемных волн. Возможный механизм сейсмических событий с подобным типом записи (рисунок 2а), приведен в ряде публикаций. Например, в [2] при исследовании ледников озера Байкал рост микросейсмичности в ночное время (как и в исследуемом районе высокогорных ледников Тянь-Шаня), авторы связывают с появлением многочисленных мелких трещин ледяного покрова при ночном понижении температуры воздуха. Как показано в [3], резкое понижение температуры в ночное время провоцировало в ряде районов морозобойные трещины на суше. В [4] приведен расчет параметров тензора момента волновых форм ледниковых событий, записанных плотной сейсмической сетью на леднике Горнер в Швейцарии, с использованием метода инверсии. В результате интерпретации полученных тензоров моментов авторы пришли к выводу, что многочисленные ледниковые сейсмические события, регистрируемые ежедневно, связаны с разрушением льда при растяжении - их источником является раскрытие трещин близ поверхности ледника. Подобие волновых форм первого класса сейсмических событий из исследуемого района ледников Тянь-Шаня и ледниковых событий, описанных в [2 - 4], а также аналогичные закономерности вариаций количества регистрируемых событий в зависимости от времени суток и сезона года, позволяют сделать вывод об одинаковой природе их источников. Это - трещины отрыва, возникающие под действием растяжения в ледниковом покрове. Трещины отрыва

генерируют слабые сейсмические сигналы ($K=5 - 7$) с нечеткими вступлениями сейсмических волн. При понижении температуры в ночное время суток и в зимние месяцы количество сигналов возрастает.

В [2] описан другой тип трещин - в ледяном покрове Байкала. В дневные часы при повышении температуры воздуха и прогреве льда солнечными лучами здесь активизируются трещины скалывания в виде взбросов, надвигов и поддвигов, создаваемых сжатием при тепловом расширении льда. Трещины проявляются как немногочисленные, но энергетически более мощные ледовые удары, энергетические параметры которых сопоставимы с тектоническими землетрясениями. Тип механизма при вспарывании этих трещин является характерным для тектонических сейсмических дислокаций. Подобный тип трещин обнаружен при исследованиях на леднике Горнер в Швейцарии [4]. Сейсмические сигналы от таких событий имеют другую волновую форму и квадрантное распределение знаков первых вступлений Р-волн. Анализ рассчитанных параметров полных и девиаторных тензоров моментов показал доминирование компонент двойной пары, что позволило прийти к выводу, что источником изучаемых редких сейсмических событий, регистрируемых в ледниках, является двойная пара сил (сжатия и растяжения). Сейсмические события с подобной волновой формой выявлены и в исследуемом районе высотного Тянь-Шаня. Типичная волновая форма этого, второго класса событий, существенно отличающаяся от формы событий первого класса, приведена на рисунке 2б. При одинаковых условиях регистрации с событиями первого класса - расстоянии от источника до наблюдательной станции, азимуте на источник, - на сейсмограммах второго класса событий отмечаются четкие вступления Р- и S- волн даже в случае самых слабых событий с $K=6 \div 7$. При этом первые смещения Р-волн, записанные сейсмическими станциями, имеют квадрантное распределение волн сжатия и растяжения, что типично для источника двойной пары сил (сжатие - растяжение). Следом за

вступлением S-волн часто регистрируется вступление более интенсивной волны, особенно ярко проявляющейся на двух горизонтальных компонентах. События второго класса (при одинаковом положении эпицентра с событиями первого класса) имеют глубину гипоцентра от 0 до 30 км, в большинстве случаев ~15 км (вместо 0 км для событий первого класса) и энергетический класс $K=7-11$, в большинстве случаев $K=7-8$ (вместо $K=5-7$ для событий первого класса). Наиболее сильные землетрясения с $K>9,6$ отмечены на глубине >10 км (рисунок 3).

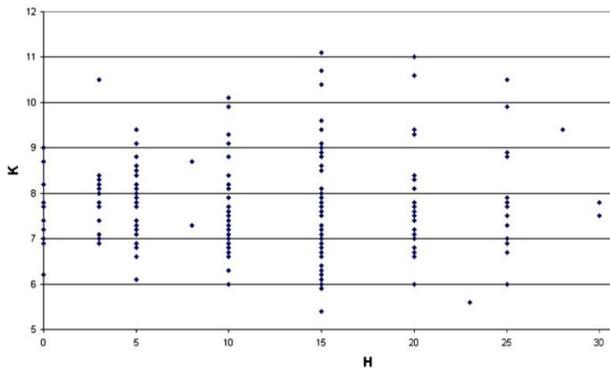


Рисунок 3. Распределение энергетических классов землетрясений в зависимости от глубины гипоцентра

Распределение событий второй группы по энергетическим классам, а также глубины гипоцентра в пределах земной коры, позволяют предположить, что регистрируемые события имеют тектоническое происхождение. Получено решение механизмов очагов по стандартной методике в рамках модели двойного диполя. Следует отметить, что удовлетворительное разделение волн сжатия и растяжения на квадранты нодальными плоскостями в подавляющем большинстве случаев получено именно при глубинах гипоцентров. Этот факт свидетельствует о том, что события второго класса являются коровыми, несмотря на определение глубин с большой ошибкой из-за одностороннего расположения сейсмических станций, как отмечалось в [1]. Среди событий с аналогичной волновой картиной, вероятно, имеются и ледовые удары, для которых характерны подобные закономерности в распределении знаков первых вступлений, но в этом случае их очаги находятся на меньших глубинах. Для таких событий также определены механизмы очагов. Доля ледовых ударов в общей выборке незначительна, и далее они рассмотрены совместно с механизмами очагов тектонических землетрясений. Smith [5] показал, что пространственные вариации в основной сейсмической активности могут быть связаны с изменениями подледниковых условий, таких, как деформация подстилающих отложений.

Дальнейший анализ проведен для исследования событий второго класса, происходящих в зоне ледников Центрального Тянь-Шаня, в частности, пара-

метров механизмов очагов землетрясений и особенностей напряженно-деформированного состояния.

Исследуемая зона относится к Кокшаальскому складчатому поясу, каледонские геосинклинальные формации которого сложены вулканогенно-осадочными породами кембрия и ордовика. Из структурной схемы подошвы земной коры и активной мантии, представленной в [6], следует, что здесь отмечается повышенная мощность земной коры (50-55 км) и пониженная глубина активной мантии. Сейсмогенный потенциал зоны оценивается магнитудой 7,0. Ориентация хребтов Кокшаал-Тау и важнейших (рельефообразующих) глубинных разрывных нарушений имеет северо-восточное направление. На севере структуры Кокшаальского складчатого пояса граничат с Баянкольским синклинорием, на юге – с Таримской предгорной впадиной. Границы между структурами проходят по продольным разломам северо-восточного простирания и осложнены серией поперечных разломов более высокого порядка, ориентированных в северо-западном направлении. В исследуемой зоне Тянь-Шаня, как отмечено в [1], сильных землетрясений практически не наблюдалось. Однако на состояние ледникового покрова и его сейсмический фон даже тектонические землетрясения средней силы могут оказывать мощное воздействие [2].

Характер подвижек в очагах землетрясений и условия напряженно-деформированного состояния земной коры, которые могут оказывать влияние на сейсмическую активность ледников, изучен по результатам определения механизмов очагов 210 землетрясений, зарегистрированных сетью станций Казахстана (СОМЭ МОН РК и ИГИ НЯЦ РК) и Кыргызстана. Определения механизмов очагов выполнены по стандартной методике на основе первых вступлений объемных волн [7]. Для наибольшего числа землетрясений (~80% случаев) выявлены механизмы очагов, в которых одна из плоскостей разрыва имеет промежуточные углы падения, направление плоскости разрыва согласуется с основными структурами северо-восточного простирания. В подвижке по этой плоскости преобладает сдвиговая компонента. Другая плоскость разрыва является близвертикальной, ориентирована в крест основных структур хребта Кокшаал-Тау и согласуется с поперечными разломами северо-западного направления. Тип подвижки по этой плоскости – крутой взброс или сброс. Число взбросовых и сбросовых подвижек по падению плоскостей разрывов в рассматриваемых землетрясениях примерно одинаково (таблица 1).

Таблица 1. Распределение землетрясений по типам подвижек в очагах

	Взбросы	Сбросы	Сдвиги
N	107	98	5
N%	51	47	2

Такое же соотношение типов механизмов очагов сохраняется во всем энергетическом диапазоне исследованных землетрясений и во всем интервале глубин их гипоцентров. Исключение составляют землетрясения с $K=11$, зарегистрированные на глу-

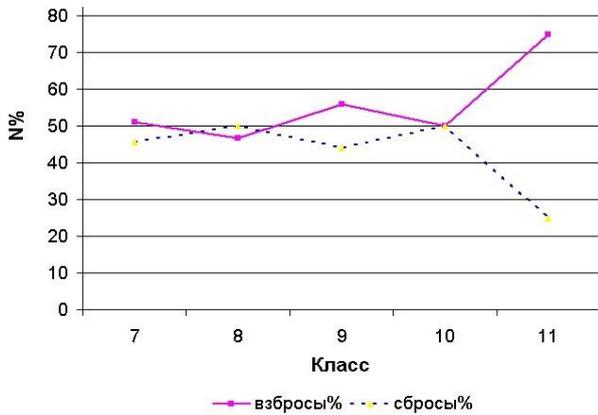


Рисунок 4. Распределение типов механизмов очагов в зависимости от энергетических классов

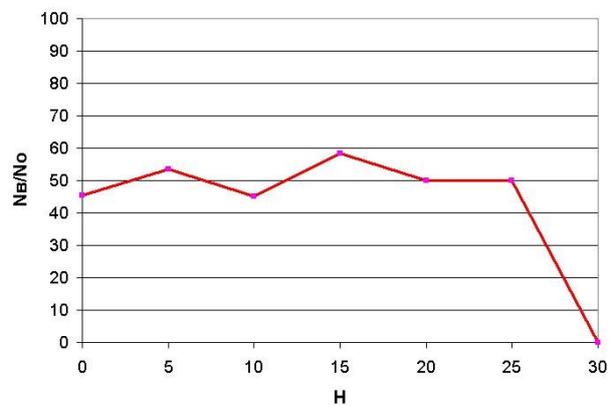
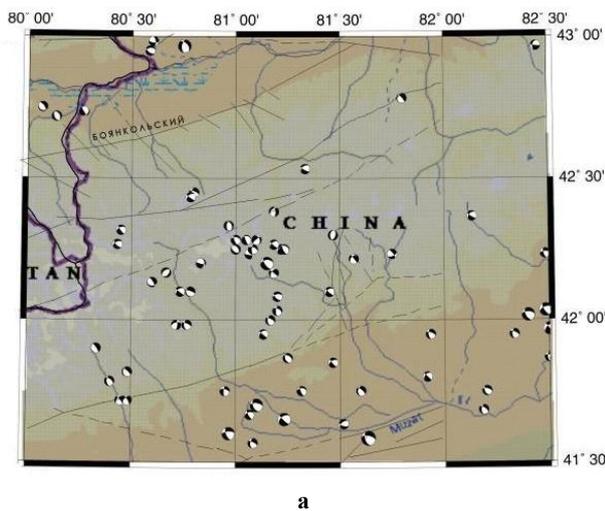
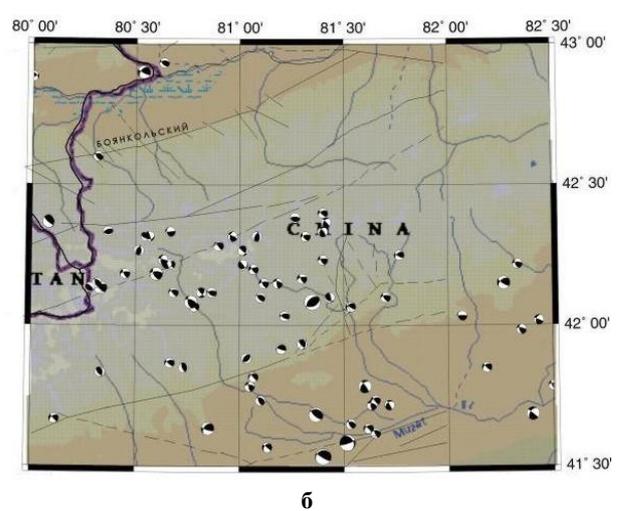


Рисунок 5. Распределение типов механизмов очагов в зависимости от глубин гипоцентров



а



б

Рисунок 6. Распределение по площади эпицентров землетрясений 2009 г. со сбросовыми (а) и взбросовыми (б) подвижками в очагах

Из рисунка 6 видно, что большинство эпицентров вытянуто в цепочки вдоль речных долин северо-восточного простирания. В этом же направлении ориентирована одна из плоскостей разрывов их очагов. Очаги большинства землетрясений сосредоточены вдоль речных долин северо-западного простирания, также ориентирована одна из нодальных плоскостей, что позволяет предположить, что эпицентры землетрясений трассируют сеть поперечных разломов северо-западного простирания. Возможно, именно по вертикальным плоскостям северо-западного простирания происходит «утряска» разнонаправленных напряжений, что проявляется в примерно одинакового количества взбросовых и сбросовых подвижек.

бине 30 км, что может быть связано с их малочисленностью (рисунки 4, 5).

На рисунке 6 показано площадное распределение эпицентров событий второго класса за 2009 г. для очагов с разными типами подвижек – сбросовых и взбросовых.

Проведен анализ сейсмотектонической обстановки в районе в сравнении с региональным полем сейсмотектонического деформирования (СТД) на основе каталога механизмов землетрясений Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона за 30-летний период. Расчет параметров СТД показал, что исследуемая зона является аномальной по значениям углов погружения осей напряжения сжатия (рисунок 7).

Из рисунка 7 видно, что характер изменения по площади угла погружения оси максимального сжатия очень устойчив. В регионе преобладают углы погружения оси сжатия 75 – 90°. То есть, региональное поле напряжений характеризуется близгоризонтальным сжатием.

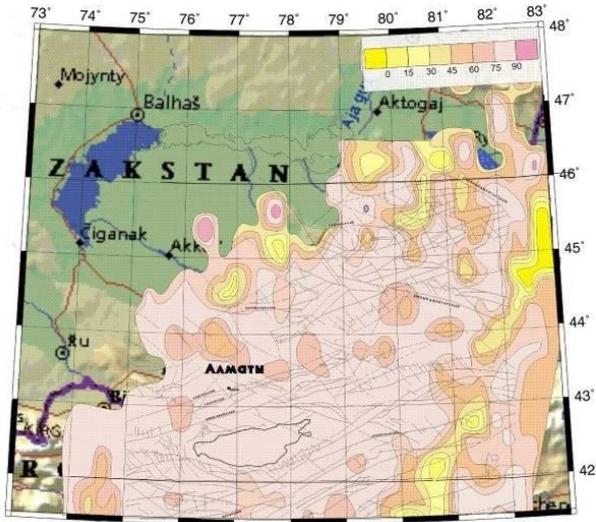


Рисунок 7. Площадное распределение угла погружения оси максимального сжатия

Однако этот характер поля напряжения отличается от регионального. Как можно видеть из рисунка 7, с юго-запада на северо-восток исследуемой территории протягивается область близвертикальных значений ($0 - 30^\circ$) этого довольно устойчивого параметра. Для получения более полного представления о геодинамической обстановке рассмотрены совместно совокупность параметров реконструируемого напряженно-деформированного состояния, включающую, кроме положения осей главных напряжений, коэффициент Лодэ-Надаи, характеризующий вид сейсмоструктурного деформирования земной коры. Изолинии значений коэффициента Лодэ-Надаи и распределение векторных линий максимального сжатия и растяжения приведены на рисунке 8.

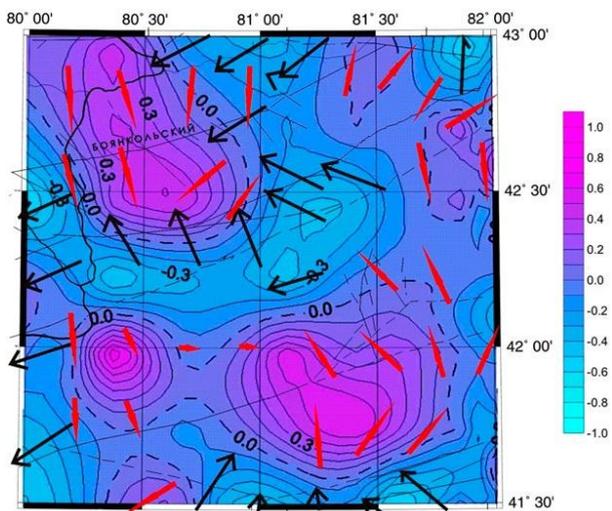


Рисунок 8. Площадное распределение коэффициента Лодэ-Надаи и векторных линий одноосного сжатия и одноосного растяжения

Значения коэффициента Лодэ-Надаи (μ) изменяются в пределах от -1 до $+1$, при этом, значения $\mu \geq 0,3$ соответствуют деформированному состоянию одноосного сжатия (направление показано красными стрелками); $\mu \leq -0,3$ – соответствуют одноосному растяжению (направление показано черными стрелками). Линейный размер стрелки соответствует синусу угла выхода оси с вертикалью, так что горизонтально ориентированная ось напряжения имеет максимальный размер ($\sin 90^\circ = 1$), вертикально ориентированная стрелка обращается в точку ($\sin 0^\circ = 0$). Как видно из рисунка 8, характер деформирования земной коры в исследуемой зоне сложный. Участок вдоль разлома, разделяющего Таримскую впадину от хребтов Тянь-Шаня, деформирован одноосным сжатием в северо-западном направлении, которое сменяется одноосным растяжением в зоне, вытянутой вдоль разлома по осевой части хребтов. Ориентация осей максимального растяжения изменяется от северо-западного направления (в центральной части зоны) до запад-юго-западного (на периферии) при близвертикальной ориентации максимального сжатия. На северо-западе территории тип деформирования снова изменяется на одноосное сжатие, но уже юго-восточного направления. Следует отметить, что ориентация максимального укорочения в зонах одноосного сжатия преимущественно близгоризонтальная и субмеридиональная, то есть совпадает с направлением регионального сжатия.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По имеющимся представлениям земная кора Средней Азии и Казахстана находится в условиях горизонтального сжатия [8 - 9]. Роль горизонтального сжатия в субмеридиональном направлении выявлена и на исследуемой территории в зонах одноосного сжатия, приуроченных к краевым частям поднятий. Однако большая часть территории находится в условиях горизонтального максимального растяжения и вертикального сжатия. Картина площадного распределения сейсмоструктурного деформирования оказалась очень сложной. На всей территории мозаично перемежаются области одноосного сжатия и одноосного растяжения. В центральной части хребтов Тянь-Шаня, где отмечается максимальная мощность земной коры, преобладает деформирование пород под действием одноосного растяжения, направление которого меняется от северо-западного (в центральной части) до запад-юго-западного (по мере удаления на север и юго-запад). Наблюдаемая мозаичность деформаций и аномальная для хребтов Тянь-Шаня вертикальная ориентация максимального сжатия, возможно, обусловлена ледниковым происхождением (ледовые удары), ошибочно интерпретируемая как тектонические землетрясения. Но, с другой стороны, выявленный характер деформирования в исследуемой зоне можно объяснить с точки зрения изостатического неравновесия блоков земной коры внутри геодинамической системы.

Как известно, в процессе горизонтального сжатия происходит торошение крупных блоков земной коры, которое приводит к тому, что блоки не находятся в состоянии изостатического равновесия: одни из них вдавлены, другие выдавлены. Исследованиями Артюшкова Е.В. [10] и Кучай В.К. [11] показано, что в тектонических поднятиях происходит сложение напряжения однородного общего сжатия горной системы и растягивающих горизонтальных напряжений, обусловленных утолщением земной коры в районах поднятий. В результате зоны с максимальным горизонтальным напряжением сжатия локализуются в краевых частях поднятий. В данном исследовании такие зоны выявлены на границе хребтов Кокшаал-Тау с Баянкольским синклиналием на севере и с Таримской предгорной впадиной – на юге. Наиболее сложное напряженное состояние присуще вдавленным и выдавленным блокам, к подошве земной коры которых приложена дополнительная нагрузка. Вдавленные блоки можно определить по повышенной глубине поверхности мантии и пониженному рельефу относительно соседних участков [11]. Центральная часть хребтов исследуемой зоны, характеризуемая относительно пониженным рельефом [1], повышенной мощностью земной коры и низким уровнем активной мантии, вполне вероятно, является вдавленным блоком. Ему вполне соответствует характер деформирования одноосным горизонтальным растяжением при вертикальном сжатии [12]. Во вдавленном блоке за счет перераспределения нагрузки по его подошве реализуется дополнительное сжимающее вертикальное напряжение, убывающее от подошвы земной коры к дневной поверхности. Кроме того, на глубинах, меньше половины мощности земной коры, появляются растягивающие горизонтальные напряжения, достигающие своего максимума у дневной поверхности. Такими являются деформации в диапазоне глубин 0 - 30 км, где реализуются землетрясения второго класса, наблюдаются вертикальная ориентация максимального укорочения и горизонтальная – максимального удлинения. Сопоставление карт площадного распределения сейсмических событий с площадным распределением типов сеймотектонического деформирования показывает, что концентрация эпицентров сейсмических событий, большая часть которых, является ледниковыми, приурочена к области, деформированной одноосным растяжением. Возможно, что горизонтальные растягивающие напряжения в зоне концентрации эпицентров, достигающие максимальных величин на дневной по-

верхности, являются одним из факторов, влияющих на сейсмическую активность ледникового покрова. Изменение напряженного состояния в одном из блоков, в том числе при подготовке сильных тектонических землетрясений, будет влиять на характер напряжений в соседних блоках, находящихся в состоянии изостатического неравновесия. И, вполне вероятно, что наиболее чувствительной к этому изменению будет наиболее тонкая и напряженная верхняя часть – ледяной покров, изменение сейсмической активности которого, возможно, и является индикатором подготовки сильного землетрясения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили установить, что на исследуемой территории высотного Тянь-Шаня наблюдаются сейсмические события разных классов. Первый из них – ледниковые события, источником которых являются трещины отрыва, возникающие в ледниковом покрове под действием растягивающих напряжений при понижении температуры воздуха. Второй класс событий реализуется под действием скальвающих сил, источником которых является двойной диполь. События этого типа могут быть как тектоническими землетрясениями, так и ледовыми ударами.

Характер распределения эпицентров тектонических землетрясений позволил предположить, что именно по плоскостям разрывов северо-западного простирания происходит утряска разнонаправленных напряжений в результате взбросовых и сбросовых дислокаций в очагах.

Земная кора исследуемой зоны разбита на мозаично перемежающиеся различно деформированные блоки. Большая часть территории деформирована близгоризонтальным одноосным растяжением при близвертикальной ориентации максимального сжатия. Особенности напряженно-деформированного состояния обусловлены изостатическим неравновесием блоков земной коры.

Концентрация эпицентров сейсмических событий ледникового происхождения приурочена к вдавленному блоку, деформированному одноосным горизонтальным растяжением, которое максимально у дневной поверхности. Это может быть еще одним фактором, влияющим на сейсмичность ледникового покрова. Изменение сейсмической активности ледников, возможно, является индикатором изменения напряженного состояния как при реализации, так и при подготовке сильных тектонических событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова, Н.Н. Ледниковые землетрясения Центрального Тянь-Шаня / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров / Вестник НЯЦ РК, 2009. – Вып.3. – С. 120 - 127.
2. Ружич, В.В. Деформации и сейсмические явления в ледяном покрове озера Байкал / В.В. Ружич [и др] // Геология и геофизика, 2009. – Т. 50, № 3. – С. 289 - 299.

3. Walter, F. Moment Tensor Inversions of Icequakes on Gornergletscher, Switzerland / F. Walter [et al] // Bulletin of the Seismological Society of America, 2009. – Vol. 99, No. 2A, – P. 852 – 870, doi: 10.1785/0120080110.
4. Никонов, А.А. Морозобойные сотрясения как особый класс сейсмических явлений (по материалам Восточно-Европейской платформы) / А. А. Никонов // Физика земли, 2010. – № 3. – С.79 - 96.
5. Smith, A. M. Microearthquakes and subglacial conditions / A. M. Smith // Geophys, 2006. – Res. Lett. 33, no. 24.
6. Сейсмическое районирование Республики Казахстан. - Алматы: Эверо, 2000. – С. 66 - 69, 172 - 173.
7. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. – М., 1969. – С.47-66.
8. Лукк, А. А. Механизм очагов землетрясений и особенности сейсмостектонического деформирования Средней Азии и Казахстана / А. А. Лукк [и др] // Землетрясения Средней Азии и Казахстана. – Душанбе: Дониш, 1985. – С. 26 - 42.
9. Михайлова, Н.Н. Поле сейсмостектонической деформации и параметры разрывообразования на Северном Тянь-Шане / Н. Н. Михайлова, А.А. Власова // Изв. АН Каз ССР, сер. Геол., 1991. – № 4 – С.87 - 92.
10. Артюшков, Е. В. Геодинамика / Е.В. Артюшков. - М: Наука, 1979. – 327 с.
11. Кучай, В.К. Сейсмостектоника орогенов в условиях сжатия и статистико-геодинамический прогноз места землетрясений / В.К. Кучай // Тектоника. Геология Альпид «тетисного» происхождения: Межд. геол. конгр., XXVI сессия. - М: Наука, 1980. – С. 78 - 86.
12. Кучай, В.К. Зонный орогенез и сейсмичность / В.К. Кучай. - М: Наука, 1981. – С. 36 - 45.

ОРТАЛЫҚ ТЯНЬ-ШАНЬНИҢ МҰЗДЫҚ ЗОНАСЫНДА ЖЕРСІЛКІНУЛЕР ОШАҚТАРЫНЫҢ МЕХАНИЗМДЕРІ

Полешко Н.Н., Михайлова Н.Н.

ҚР ҰЯО геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов. Қазақстан

Биік Тянь-Шань зонасынан оқиғалар жазбаларының толқындық суретін талдауымен бұл аумақта әр текті сейсмикалық оқиғалардың екі түрі байқалатыны анықталған. Бірінші түрі – ауа температурасы төмендеуінде созылу кернеу әсерінен пайда болатын мұздық қабатында үзілу жарықшақтары көзі болып табылатын мұздық жерсілкінулері. Оқиғалардың екінші түрі, ошақтары жер қыртысында орналасқан, тектоникалық жерсілкінулерімен байланысты болуы мүмкін. Оққылардың арасында, күштің қос жұп жағдайында болатын, мұздық соққылары болуы мүмкін. Екінші түріндегі жерсілкінулер ошақтарының механизмдері анықталған, бұл зерделенудегі ауданның сейсмостектоникалық жағдайын бағалауына мүмкіндік берген.

EARTHQUAKE FOCAL MECHANISMS IN THE AREA OF CENTRAL TIEN-SHAN GLACIERS

N.N. Poleshko, N.N. Mikhailova

Institute of Geophysical Research NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

Waveform analysis of the events from high Tien-Shan showed, that the nature of seismic events on this territory has two different types. The first type – glacier earthquakes, source of which are tensile cracks in ice sheet caused by tension stresses when air temperature drops. The second type is probably related to tectonic earthquakes originated in the earth crust. Ice quakes can also be included in the swarm of shocks occurring under double forces effect. Second type focal mechanisms were defined, what gave opportunity to estimate seismo-tectonic situation of the studied region.