



Горы

Тянь Шань

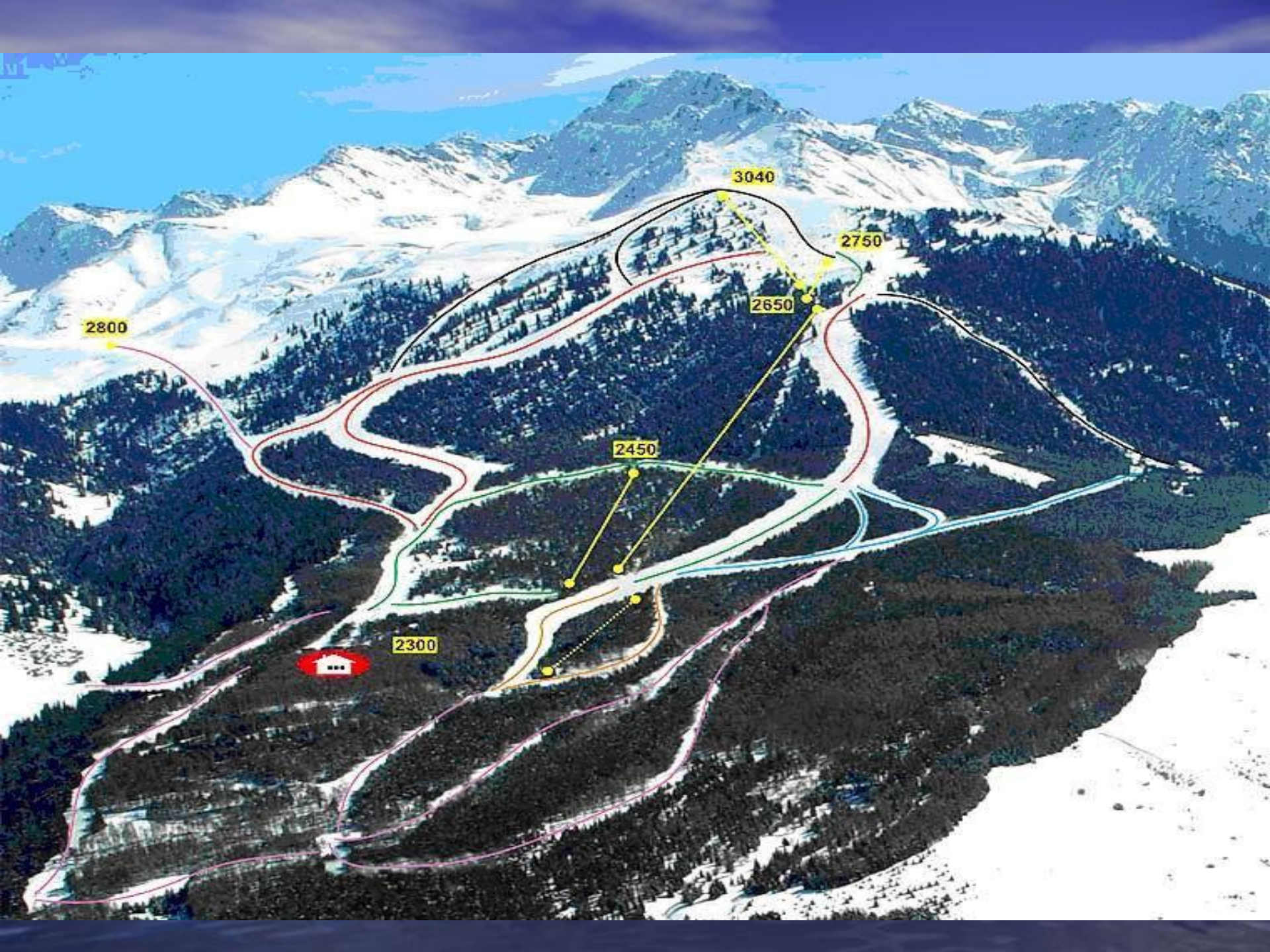
- Содержание Аннотация Введение Методика исследований Результаты Обсуждение результатов Заключение Благодарности Литература Аннотация
- Рассматривается Тянь-Шаньская орогеническая система, которая является крупнейшим геодинамическим и сейсмопрогностическим полигоном, где интенсивно ведутся исследования глубинного строения, новейшей тектоники и сейсмичности. В пределах казахстанской части рассматриваемого региона в нее входит ряд мегантиклиналей и важнейших активных разломов [Тимуш, 1999]. Предлагается количественная оценка сейсмической активности важнейших разломов и осей морфоструктур Тянь-Шаня, алгоритмы и методы построения растровых карт плотности распределения эпицентров землетрясений вдоль новейших морфоструктур и активных разломов. На основе этого исследования выявлены и проанализированы соотношения сейсмичности с новейшими морфоструктурами Тянь-Шаня.
- Введение
- Одной из актуальных задач сеймотектоники является исследование пространственно-временных соотношений сейсмичности с морфоструктурой, под которой понимают новейшую структурную форму, выраженную в рельефе [Чедия, 1986]. Автором предпринята попытка выявить такие соотношения в Тянь-Шаньском регионе, используя компьютерную технологию для совместного пространственно-временного анализа сейсмичности с новейшими морфоструктурами.
- Методика исследований
- Предложена количественная оценка сейсмической активности важнейших разломов и осей морфоструктур Тянь-Шаня, разработан аппарат количественной меры для оценки сейсмоактивности разломов и осей антиклинальных складок основания (новейших морфоструктур) Тянь-Шаня, алгоритмы и программы для вычисления таких мер. Освоены методики расчета меры плотности распределения эпицентров землетрясений вдоль новейших морфоструктур и построения на ее основе растровых карт распределения плотности эпицентров землетрясений. При исследовании использовались:

Горы Тянь-Шань



©АртЪ Город

- 1) Карта активных новейших разломов Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона (По данным дешифрирования космofотоснимков)
- 2) Схема расположения морфоструктур Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского Региона и профилей для измерения их геометрических параметров. [Тимуш, 1999].
- Рассматривались только наиболее крупные (рельефообразующие) разломы, а также новейшие морфоструктуры (складки основания) для территории исследования. Расчеты мер сейсмической активности проводились по разломам и осям антиклинальных складок основания, оцифрованных по проекциям на дневную поверхность тектонических структур и записанных в файлы. Точность определения эпицентров землетрясений по данным каталога плюс-минус 5 км. Рассматривая глобальную геодинамику новейших орогенов Центральной Азии, А.В. Тимуш [1997] отмечает, что сейсмичность находит объяснение в связи с парагенезами различных структур. Генетическая связь очагов землетрясений с крупными разломами почти никем не оспаривается. Тем не менее, это не решает проблему выделения сейсмогенерирующих зон. Этим во многом обусловлена данная работа, целью которой является попытка четко выделить и оценить с помощью количественных мер сейсмоактивность разломов региона и новейших морфоструктур. Исходим из следующих закономерностей [Тимуш, 1996]:
- - скопление очагов сильных и слабых землетрясений приурочены, в основном, к зонам деструкции взбросо-надвигового типа вдоль крутых крыльев складчато-блоковых вергентных (асимметричных) морфоструктур;
- - очаги землетрясений имеются также вдоль тех участков субтрансформных сдвигов, где по разные стороны шва наблюдается противоположная направленность векторов вергентности морфоструктур;
- - асейсмичными или слабо сейсмичными являются участки субтрансформных сдвигов с однонаправленными векторами



2800

3040

2750

2650

2450

2300

- вергентности по разные стороны шва, а также участки отсутствия вергентных структур по обе стороны шва, что свидетельствует о затухании телеколлизийных деформаций.
- Выявление соотношений сейсмичности с новейшими морфоструктурами осуществляется в несколько этапов с использованием методики оценки меры сейсмической активности разломов и осей антиклинальных складок, а также применения алгоритма построения растровых карт по плотности эпицентров землетрясений вдоль морфоструктур. Принимается следующий аппарат вычисления значения меры сейсмической активности. В первом случае это - минимальное удаление сейсмического события от структуры региона (в километрах); в другом - коэффициент корреляции сейсмических событий с элементами тектонических структур региона. Вводится количественная мера m_i , определенная на множестве всех сейсмических событий из Каталога землетрясений с 1960-2000 гг. и оцифрованных каталогов активных разломов и осей антиклинальных складок, составленных по карте морфоструктур и разломов. Затем фиксируется подмножество событий из множества сейсмических событий Каталога на выделенном временном промежутке (например, один год) и анализируются по отдельности электронные каталоги разломов и осей антиклинальных складок, куда входят все координаты разломов и осей. Мера m_i определяется для всех событий из выделенного подмножества согласно формуле:



- /
- где L_{\min} - минимальное расстояние события до элемента тектонической структуры (разлома или оси антиклинальной складки), L_{\max} - можно принять равной для вычислений 20 км (принадлежность землетрясения к тектонической структуре по обе стороны от нее). Например, для события, расположенного непосредственно на разломе или оси, принимается $m_i=1$, а для сейсмического события, попадающего на границу выделенной области, $m_i=0$. Из этого видно, что все значения меры m_i находятся в интервале от 0 до 1. Это мера подобия пространственного распределения сейсмических событий и конфигурации тектонических структур (Рис. 1).
- Для пространственного вычисления меры сейсмической активности основных морфоструктур региона расчет проводился в скользящем (по одному событию из каталога) окне с разными масштабами выборки по кластерному принципу - 16, 32, 64, 128 событий из каталога ; вычислялось минимальное расстояние каждого события до ближайшей тектонической структуры, суммировалось и относилось к масштабу выборки. (Рис. 2).
- В результате работы программ получены графики временных вариаций численных значений мер сейсмической активности основных тектонических элементов Тянь-Шаня с 1960-2000 гг. и 1980-2000 гг. для территории 42-44°N, 76-79°E.



- Показано, что вариации мер вдоль разломов и осей новейших морфоструктур Тянь-Шаня ведут себя по-разному. Из Рис. 2 можно предположить, что в разные интервалы времени происходили фазы активизации этих структур и активизация сейсмогенерирующих свойств в целом. Делается попытка оценить сейсмическую активность тектонических структур количественно.
- В свете выделения соотношений сейсмичности с новейшими морфоструктурами Тянь-Шаня, предложена методика построения растровых карт для исследования распределения плотности сейсмических событий на основных элементах сейсмогенерирующих тектонических структурах Тянь-Шаня. В результате получены карты, представленные на (Р
- Кратко остановимся на построении карт. Применяется скользящее окно размером 0.25×0.25 , которым сканируется вся территория исследования. В каждом таком окне рассчитывается плотность сейсмических событий, попавших в ячейку, по кластерному принципу [Казаков, Литовченко, др. 1997] ищется центр тяжести. Текущая ячейка, двигаясь с шагом 1 минута, проходит всю площадь заданной территории. Подсчитывается плотность событий, попавших в центр тяжести всех событий каждой ячейки. Запоминается значение плотности и затем на карту выносятся разным цветом распределение плотностей на сейсмогенерирующие тектонические структуры (См. обозначение на рис. 2 - меньше 5 землетрясений, 3 - меньше 10, 3 - меньше 20, т.д., 8 - меньше 60, 9 - больше 60). Результаты работы программ представлены на картах (Рис. 3, 4, 5). При сопоставлении карт распределения плотностей эпицентров землетрясений, визуально наблюдается лучшая коррелируемость с осями антиклинальных складок, чем с активными разломами. Более компактное распределение плотностей эпицентров отмечается вдоль осей в контурах складок с учетом направления движения осей. При встречном движении осей, плотность эпицентров больше, что показано разным цветом по цветовой шкале (2-9) на рисунках. Корреляция с разломами визуально также выделяется на карте. Это предположение может быть подкреплено и количественными оценками, проведенными выше. Но здесь требуется более подробный геолого-тектонический и статистический

- анализ.

- Результаты

- Произведенные расчеты мер сейсмической активности для основных элементов тектонических структур Тянь-Шаня дали возможность выделить соотношения сейсмичности с основными морфоструктурами Тянь-Шаня. Анализ полученных данных показывает, что вариации количественных характеристик мер сейсмической активности на активных разломах и осях антиклинальных складок Тянь-Шаня ведут себя по-разному. Выявлены разные значения меры для разломов и осей в разные временные интервалы. Как отмечалось в [Тимуш, 1999], в Тянь-Шаньском регионе преобладают субвертикальные складкообразовательные движения за счет тангенциального сжатия, что также приводит к развитию структур взбросового типа. В зависимости от них происходит активизация сейсмичности на новейших морфоструктурах Тянь-Шаня. Данное предположение подтверждается и представленными картами распределения плотности сейсмических событий на новейших морфоструктурах Тянь-Шаня, где учитывались направления движений осей антиклинальных складок.

- Обсуждение результатов

- Научным результатом в данном исследовании является выявление соотношений сейсмичности с новейшими морфоструктурами Тянь-Шаня. Аппарат количественной меры и алгоритмы вычислений могут быть модифицированы для других сейсмических параметров и сейсмоактивных регионов. Представляется, что выделенные соотношения сейсмичности с новейшими морфоструктурами Тянь-Шаня могут оказаться полезными в решении комплекса задач прогноза, оценки сейсмического риска региона. Пространственно-временной анализ сейсмичности позволяет учитывать механизмы формирования Тянь-Шаньской геодинамической системы в целом.

- Заключение

- В статье рассматривается Тянь-Шаньская орогеническая система. Выявлены соотношения сейсмичности с новейшими морфоструктурами в Тянь-Шаньском регионе, с использованием компьютерной технологии для совместного пространственно-временного анализа сейсмичности с новейшими морфоструктурами. Предложена количественная оценка сейсмической активности важнейших разломов и осей морфоструктур Тянь-Шаня, разработан аппарат количественной меры для оценки сейсмоактивности разломов и осей антиклинальных складок основания (новейших морфоструктур) Тянь-Шаня, алгоритмы и программы для вычисления таких мер. Построены карты распределения плотности землетрясений на различных тектонических структурах Тянь-Шаня.

- Литература

- Казаков В. В., Литовченко И. Н., Паршуков М. Ю. Рои землетрясений на Северном Тянь-Шане/ Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика (17-21 ноября 1997), Доклады международного симпозиума.-Алматы,

- 1997,сс.145-151
- Казаков В.В., Сыдыков А., Садыкова А.Б., Белослюдцев О.М., Курскеева Л.А., Литовченко И.Н. Среднесрочный прогноз сейсмической активности на Северном Тянь-Шане/Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика (17-21 ноября 1997), Доклады международного симпозиума сс.160-167, Алматы, 1997.
- Тимуш А.В. Напряженно-деформированное состояние новейших морфоструктур Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона. Алматы. 12 с., 1999.
- Тимуш А.В. Альпийская геодинамика сейсмоактивных орогенов Казахстана Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика. Алматы: Эверо, с.50-60, 1997.
- Тимуш А.В. Внутриконтинентальный орогенез и сейсмичность юго-восточного Казахстана //Теория и практика прогноза землетрясений на территории Тянь-Шаня (Тезисы 3-го Казахстанско-Китайского симпозиума). Алматы, с.113-114, 1996.
- Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим. 315 с., 1986
- Голенецкий С.И. В сб.: Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. Наука. Новосибирск, с.5-8, 1990.
- Рундквист Д.В., Соболев П.О., Ряховский В.М. Отражение различных типов разломов в сейсмичности Байкальской рифтовой зоны. Доклады Академии наук., Т.366.№6. с.823-82, 1999.
- Стаховский И.Р., Белоусов Т.П. Параметры локального самоподобия систем активных разломов и пространственное распределение сейсмичности//Доклады Академии Наук, Т.354.№4, с.545-548, 1997.

