

ЧУЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2003 ГОДА (M=7.5)

**С.В.Гольдин, В.С.Селезнёв, А.Ф.Еманов, А.Г.Филина, А.А.Еманов, И.С.Новиков,
А.С.Гибшер, Е.М.Высоцкий, А.Р.Агатова, П.Г.Дядьков, А.В.Фатеев, В.Н.Кашун,
В.Г.Подкорытова, Е.В.Лескова, В.В.Янкайтис, М.А.Ярыгина**

Опубликовано 30 октября 2003 г.

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/screp-7.pdf

© 2003 ОИФЗ РАН, ОНЗ РАН

Аннотация. Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 года – сильнейшее событие в Алтае-Саянской складчатой области за весь инструментальный период сейсмологических наблюдений. Оно произошло в долине реки Чуя и приурочено к горной перемычке между Чуйской и Курайской впадинами. В августе 2002 года в этом районе была сформирована локальная сеть цифровых сейсмологических станций. После землетрясения в эпицентральной зоне развернуты дополнительные наблюдения. В статье приводятся предварительные материалы их анализа и результаты макросейсмического обследования эпицентральной зоны.

Abstract. Chuyskoe earthquake of 27 September 2003 is the strongest event in the Altai-Sayan region during an observation period. The main shock and aftershocks of 27 September took place in a dyke between Chuy-skaya and Khurayskaya cavities. The geophysical ground with the center in stationary seismic station Aktash was created in August 2002. The network of temporary stations in the epicentral zone was developed straight after the main shock. The Using temporary network of seismic stations there was got refined data of epicentres and hypocenters of local earthquakes. Geotectonic and macroseismic investigations were carried out.

На территории Горного Алтая 27 сентября 2003 года в 11 часов 33 минуты 23.3 секунды по Гринвичу произошло землетрясение с магнитудой по шкале Рихтера 7.5 и с координатами 50.04 с.ш., 88.07 в.д. Землетрясение произошло в долине р.Чуя и приурочено к горной перемычке между Чуйской и Курайской впадинами. За инструментальный период сейсмологических наблюдений это самое крупное землетрясение на территории Алтае-Саянской складчатой области. Данное событие получило название «Чуйское землетрясение».

Целью данной публикации по Чуйскому землетрясению является ознакомление научной общественности с первыми представлениями об этом сейсмическом событии и охарактеризовать тот набор экспериментальных данных, который получен до и после землетрясения.

Мы рассмотрим следующие вопросы:

- 1.Насколько частое явление землетрясение подобного класса на Алтае?
- 2.Как проявляла себя эпицентральной зона в сейсмическом режиме до главного толчка?
- 3.Какими возможностями обладает сеть сейсмологических станций в эпицентральной зоне?
- 4.Какие эксперименты проводились в эпицентральной зоне до главного толчка?
5. Комплекс обследований эпицентральной зоны после главного толчка?

Вопрос о силе возможных землетрясений на территории Алтае-Саянской складчатой зоны и их возможной повторяемости является одним из важнейших для обеспечения сейсмобезопасности целого региона. Решение данной проблемы осуществляется с разных позиций: на основе данных инструментальных наблюдений [1]; на основе геологического изучения сейсмоактивных разломов [2]; на основе изучения палеосейсмодислокаций [3,4]; с использованием геотектонических моделей развития Алтае-Саянской области [5,6 и др.].

На рис.1 даны эпицентры наиболее крупных землетрясений за период существования сети сейсмологических станций в данном регионе [7]. В рассматриваемой зоне следует отметить три землетрясения слегка уступающих Чуйскому землетрясению по

энергии (отмечены на карте красным цветом). Это Урег-Нурское -16.05.1970 г. ($M=7.0$), Зайсанское -14.06.1990 г. ($M=6.9$) и Бусингольское -27.12.1991 г. ($M=6.5$) землетрясения. Каждое из отмеченных событий можно поставить в один ряд с произошедшим в 2003 году землетрясением. В работе [8] представлены сведения о землетрясениях начиная с 18 века. В данном каталоге представлены два Танну-Ольские землетрясения с $M=8.4$ и $M=8.7$, происшедших 9.07.1903 г. и 23.07.1903 г.. Если расширить взгляд на Алтай к югу от границ России, то среди сильнейших землетрясений Азии следует отметить ещё два события на Алтае это Фуюньское -1931 г. ($M=7.9$) и Гоби-Алтайское -1957 г. ($M=8.3$). Как мы видим, для Алтае-Саянской области крупные землетрясения по силе подобные Чуйскому не являются большой редкостью.

Кроме того, на рис.1 видно, что в акватории Чуйской и Курайской впадин за период инструментальных наблюдений не зарегистрировано землетрясений с $K \geq 13$. Центральная часть Горного Алтая последние 40 лет не проявляла себя как область концентрации крупных землетрясений и могло создаваться впечатление о меньшей силе возможных землетрясений в этой зоне. Однако изучение палеодислокаций древних землетрясений позволило авторам работы [4] утверждать, что в зоне Курайской и Чуйской впадин происходили землетрясения с $M \geq 7$. Первое из исторических событий в этой зоне Монгольское -9.12.1961 г. ($M=7.7 \pm 1$) с координатами $50.0^\circ \pm 2^\circ$ с.ш. и $90.0^\circ \pm 2^\circ$ в.д. [4]. Другие обосновываются по палеодислокациям, среди которых наиболее крупные землетрясения это событие 2500 лет назад с выходом очага на поверхность в зоне Чибитского активного разлома с образованием уступов. Магнитуда этого землетрясения оценивается в 7.5-8.0 [4]. Аналогичные события в данной зоне отмечаются 4600 лет назад и 8000 лет назад [4]. Трудно утверждать, что это полный список крупнейших землетрясений Чуйско-Курайской зоны, но ясно одно, что крупнейшие землетрясения закономерное явление для данного участка Алтая.

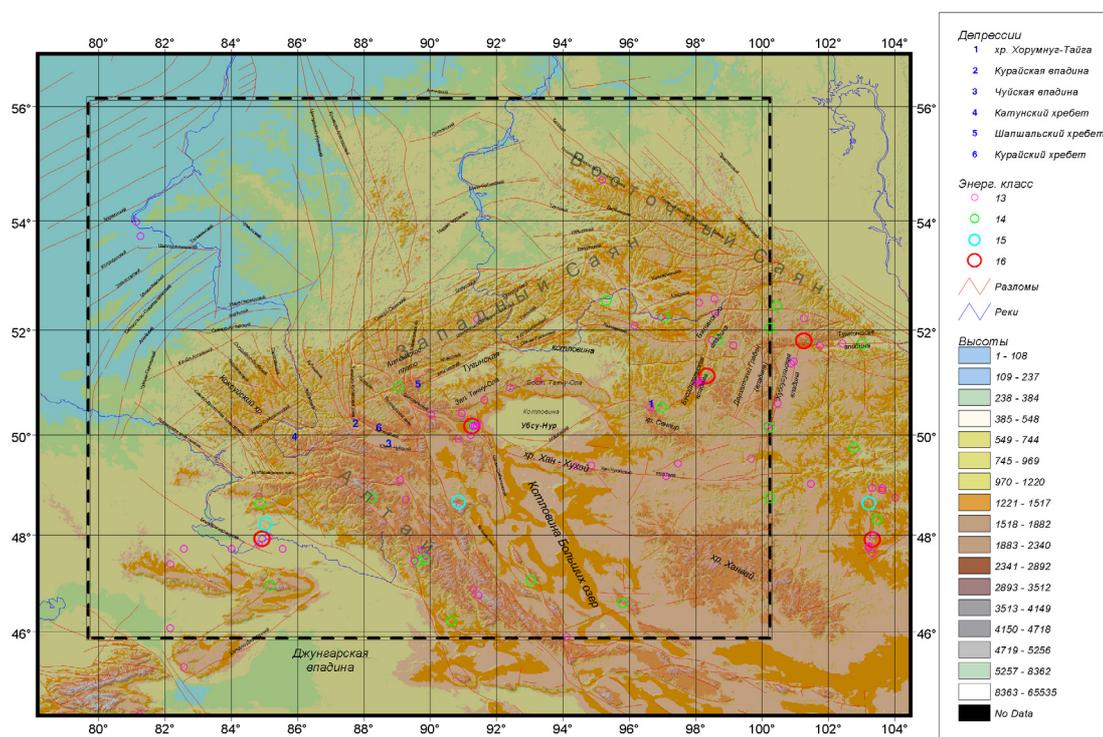


Рис.1 Карта крупных землетрясений Алтае-Саянской области в 1963-2000 гг.

Сеть сейсмологических станций на территории Горного Алтая как и в других районах Сибири в 90-е годы была весьма редка и состояла из трех сейсмологических станций: «Акташ», «Артыбаш», «Усть-Кан». Фактически обеспечивалась представительная регистрация землетрясений с $K=7$. Даже столь редкая сеть позволила нако-

пить за период 1963-2000 гг. весьма солидную информацию о сейсмичности региона. При этом выявлены основные сейсмогенные зоны Алтае-Саянской области и встал вопрос о развитии сети станций.

Новая стратегия исследований по прогнозу землетрясений [11,12] предполагала разворачивания сети экспериментальных полигонов в локальных сейсмоактивных зонах, обладающей высокой точностью и представительностью регистрации землетрясений, а так же целым комплексом геофизических режимных наблюдений. Первым пунктом стратегии прогноза землетрясений является утверждение об индивидуальности сценария развития землетрясения [12]. Понимание индивидуальности сценария землетрясения наталкивается на требование создать экспериментальные полигоны в различающихся геодинамических условиях. Алтае-Саянская складчатая область являлась регионом, где исследования по прогнозу землетрясений даже не замыслились.

В работе [10] обосновывается модель формирования деформаций земной коры Центральной Азии, когда множество микроплит (Таримская, Джунгарская и др.), представляющих собой жёсткие структуры, приводят к разрушению более мягких складчатых зон (Тянь-Шань, Алтай и т.п.). На более мелком уровне (в рамках Алтае-Саянской области) [7] впадины более мелкого уровня так же играют решающую роль в формировании сейсмичности. В рамках Алтае-Саянской области сейсмичность развивается вокруг впадин и котловин, являющихся монолитами об которые раздавливаются горные хребты [7].

Район Чуйской и Курайской впадин с их горным обрамлением был выбран для разворачивания Алтайского сейсмологического полигона. Летом 2002 года в этой зоне сформировалась локальная сеть цифровых сейсмологических станций (рис.2), которая была расширена в 2003 году. Кроме того, в летние периоды 2002-2003 гг. на территории полигона разворачивались сети временных станций для изучения землетрясений малых энергий в Чуйско-Курайской зоне.

К моменту Чуйского землетрясения сеть полигона насчитывала более десятка стационарных станций. Как следует из рис.2 в зоне формирования очага Чуйского землетрясения за год до его регистрации была обеспечена представительная регистрация землетрясений $K=4$, а в период летних экспериментов изучались землетрясения с $K=1$ и менее.

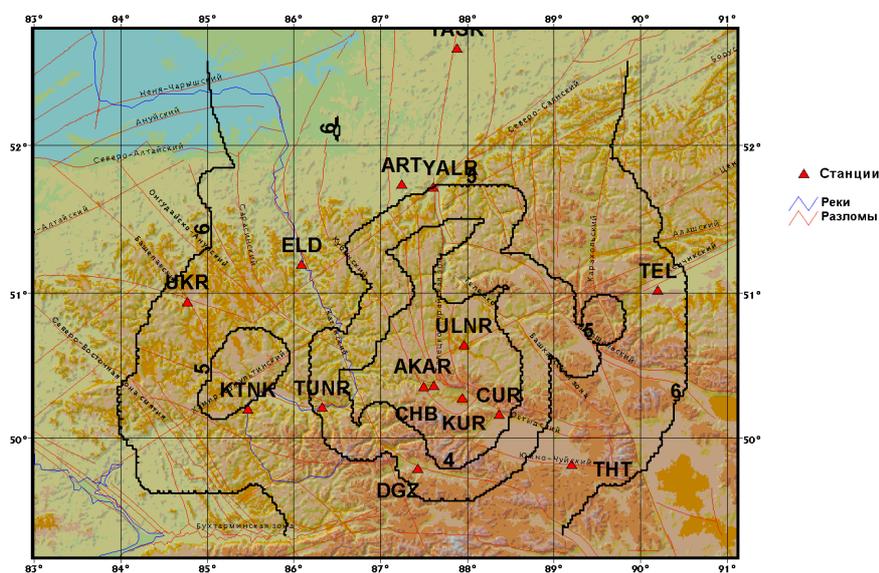


Рис.2 Алтайский сейсмологический полигон: сеть станций и представительность регистрации землетрясений. Цифрами при изолиниях показаны значения энергетического класса

В 2002 году зона будущего очага отличалась повышенной сейсмичностью относительно других районов Алтая [13], а вот в ближайшие месяцы до главного толчка зона относительно молчала. Регистрировались землетрясения максимум с $K=7$.

В момент главного толчка в зоне Алтайского полигона были нарушены линии электропередач и, соответственно, возникли перебои в работе части станций в близкой к очагу области. Через три дня работа сети станций была восстановлена и, кроме того, за несколько дней была развёрнута работа ещё восьми временных станций в этой зоне. На станциях «Акташ», «Эланда» и «Кайтонак» установлены спутниковые модемы, позволяющие в Новосибирск или Акташ скачивать по запросу сейсмограммы для обработки в службе срочных донесений. В пос. Акташ создан временный центр обработки локальной сети станций. Обработанная информация периодически отправляется в Новосибирск.

Карта с сетью станций и результаты предварительной обработки части сейсмического процесса представлены на рис.3. Результаты работы полевого центра по локальной сети. Следует отметить, что в процессе эпицентральных работ конфигурация сети временных станций менялась. В двух пунктах - «Бельтир» и «Актру» устанавливались линейные сейсмические группы, а в «Актру» в ходе эксперимента сформирована площадная группа станций с расстоянием между трёхкомпонентными датчиками 300 м. На рис.3 разным цветом представлены разные дни, что позволяет проследить динамику сейсмического процесса. Как мы видим, 27 сентября с.г. трещала со всех сторон горная перемычка между Чуйской и Курайской впадинами. В последующие дни землетрясения, в основном, локализовались вдоль линейной зоны около Северо-Чуйского хребта получив развитие в последующие дни в северо-западном и юго-восточном направлениях. К 20 октября с.г. мы фактически имели наиболее сильные толчки на концах одной линейной зоны, центр которой проявил свою активность раньше.

Представленные в прилагаемом каталоге данные являются предварительными и не полными. Вместе с тем, полученные экспериментальные материалы позволяют с высокой точностью изучить особенности формирования и протекания сейсмической активизации, вызванной Чуйским землетрясением.

Афтершоковый процесс при такого класса землетрясениях на Алтае может длиться годы и даже более десятилетия, как это имеет место после Бусингольского землетрясения. Поэтому весьма важно сохранить и существенно улучшить возможности сети станций, а также перейти на комплексные геофизические измерения в зоне полигона.

Начало электроразведочным работам было положено за месяц до события группой специалистов из Горного института УРО РАН, направленной А.А.Маловичко. Уже несколько лет в этом районе проводятся GPS-измерения сотрудниками Института геофизики СО РАН. Сразу после землетрясения заложены пункты тектономагнитных измерений.

Одновременно с инструментальными наблюдениями выполнено исследование сотрясаемости территории при Чуйском землетрясении. Результаты представлены на рис.4.

Землетрясение ощущалось на огромной территории и вызвало шок у населения больших городов. Раскачивание высотных зданий и наличие множества источников неверной информации привело к недоверию к официальным сообщениям. В результате был нанесён огромный моральный ущерб населению целого ряда областей и республик Западной Сибири.

В эпицентральных работах участвовал и отряд геологов. Проведено обследование эпицентральной области. Следует отметить в серии толчков три наиболее сильных. Это два землетрясения 27 сентября с.г. с магнитудой 7.5 и 6.6, а так же афтершок 1 октября с.г. с $M=6.9$. Их расположение можно увидеть на рис.3. Отмеченные землетрясения не могли не вызвать нарушений на «дневной поверхности Земли».

Основными нарушениями в рельефе, возникшими в результате землетрясения 2003 года и следы которых сохраняются долго даже по геологическим меркам, являются *крупные оползни, обвалы и трещины-микрорабены* в долинах Талдуры и Чагана, на стрелке водораздела этих рек ближе к правому борту долины Талдуры и на водоразделе Талдуры и Кызкынора.

Чуйское землетрясение и его афтершоки

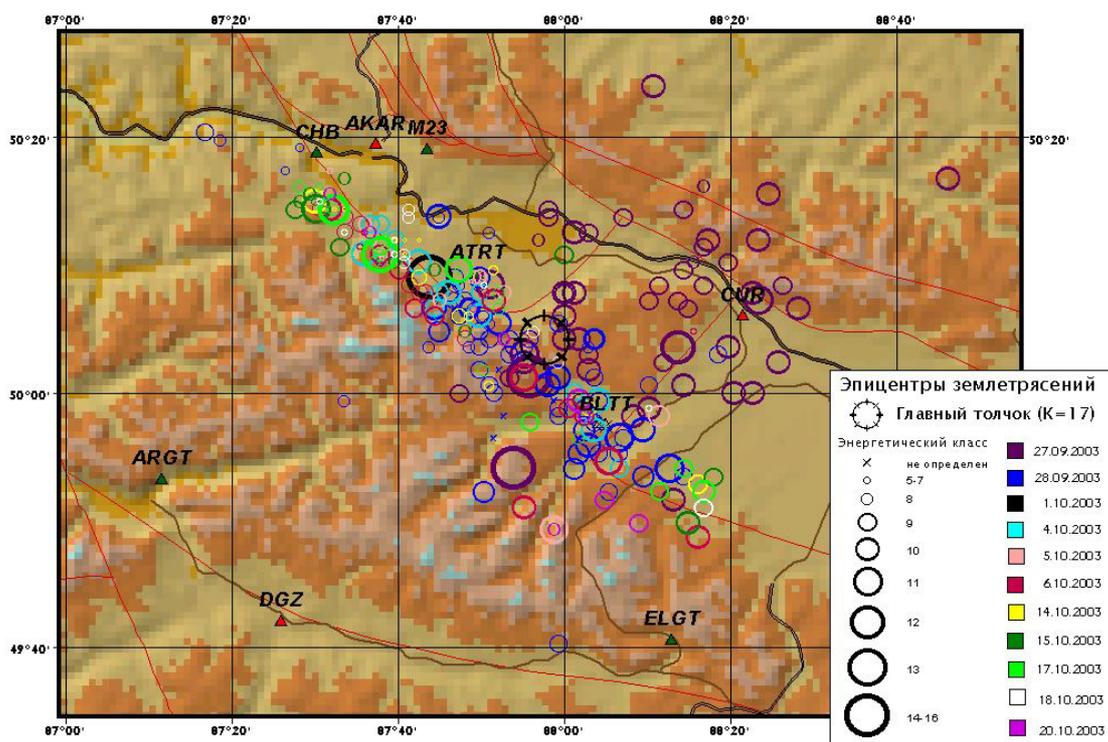


Рис.3



Интенсивность сотрясений при Чуйском землетрясении 27.09.2003 (M=7.5)

Рис.4

На рис.5 дан фотоснимок фрагмента оползня в эпицентральной зоне.



Рис.5

В приложении к настоящей публикации (также как к публикации специалистов Геофизической службы РАН о землетрясении на Алтае в этом номере электронного журнала «Вестник Отделения наук о Земле РАН») в формате pdf дан оперативный каталог землетрясений с магнитудой более 3 -

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/screp-7/chuiskoe_catalogue.pdf

а также его zip-файл -

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/screp-7/chuiskoe_catalogue.zip

Литература

Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. Сейсмичность и некоторые характеристики напряжённого состояния земной коры Алтае-Саянской области. // Геология и геофизика, 1995, т. 36, №10, с.20-30

Лукина Н.В. Активные разломы и сейсмичность Алтая. // Геология и геофизика, 1996, т.37, №11, с.71-74

Рейснер Г.И. О тектонике и сейсмичности Горного Алтая. // Изв. АН СССР. Физика Земли, 1971, №5, с. 18-31

Рогожин Е.А., Платонова С.Г. Очаговые зоны сильных землетрясений Горного Алтая в голоцене.-М.: ОИФЗ РАН, 2002. – 130 с.

Добрецов Н.Л., Берзин Н.А., Буслов М.М. и др. Общие проблемы эволюции Алтайского региона и взаимоотношения между строением фундамента и развитием неотектонической структуры. // Геология и геофизика, 1995, т. 36, №10, с.5-19

Новиков И.С. Кайнозойская сдвиговая структура Алтая. // Геология и геофизика, 2001, т.42, №9, с.1377-1388

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г. и др. Пространственно-временной анализ сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны. // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: Материалы междунар. геофиз. конф., г. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. - с. 73-86

Жалковский Н.Д., Мучная В.И. Каталог сильных землетрясений Алтае-Саянской области ($K \geq 12$, $M \geq 4 \frac{1}{2}$) // Сейсмичность Алтае-Саянской области., г. Новосибирск: Изд. ИГиГ СО РАН, 1975. – с. 15-27

Молнар П., Курушин Р.А., Баясгалан А., Хаднат К.В. Дислокации Гоби-Алтайского (Монголия) землетрясения 1957г. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 1998.- 148с.

Буслов М.М., Добрецов Н.Л. Пульсационная модель проявления деформаций земной коры Центральной Азии: Роль структуры основания и плюмов. //Напряжённо-деформированное состояние и сейсмичность литосферы: Труды Всерос. совещ., г.Иркутск , 26-29 авг.2003г.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003.-с.23 – 25

Алексеев А.С., Гольдин С.В., Дядьков П.Г. и др. Стратегия прогноза землетрясений на геодинамических полигонах.//Напряжённо-деформированное состояние и сейсмичность литосферы: Труды Всерос. совещ., г.Иркутск , 26-29 авг.2003г.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003.- с.11-15

Гольдин С.В., Дядьков П.Г., Селезнёв В.С., Шерман С.И. Некоторые результаты исследований в связи со среднесрочным прогнозом землетрясений на Южно-Байкальском прогностическом полигоне. // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: Материалы междунар. геофиз. конф., г. Новосибирск: Издательство СО РАН , 2003.- с.11-31

Еманов А.Ф., Колесников Ю.И., Еманов А.А. и др. Изучение землетрясений малых энергий на локальной сети Алтайского сейсмологического полигона.// Напряжённо-деформированное состояние и сейсмичность литосферы: Труды Всерос. совещ., г.Иркутск , 26-29 авг.2003г.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003.- с.324-327

Еманов А.Ф., Колесников Ю.И., Селезнёв В.С. и др. Алтайский сейсмологический полигон: начальный этап становления и первые результаты. // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: Материалы междунар. геофиз. конф., г. Новосибирск: Издательство СО РАН , 2003.- с.138-144