

УДК 550.34.55+551.432(238.222)

ПЛЕЙСТОСЕЙСТОВАЯ ОБЛАСТЬ И ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ОЧАГА ЧУЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 2003 г.

© 2004 г. Е. М. Высоцкий, И. С. Новиков, А. Р. Агатова, А. С. Гибшер

Представлено академиком Н.Л. Добрецовым 02.12.2003 г.

Поступило 19.12.2003 г.

Землетрясение, произошедшее 27.09.2003 г. в 11 ч 33 мин (по Гринвичу) в юго-восточной части Горного Алтая, было сильнейшим ($M = 7.5$) за все историческое время для всей территории. Соперничать с ним могло бы только Монгольское землетрясение 9 декабря 1761 г., магнитуда которого по макросейсмическим проявлениям оценивается в 7.7 [1]. Но эпицентр его определен достаточно грубо, и, возможно, оно произошло на территории Монголии, а не в пределах Горного Алтая. Толчки силой до 4 баллов ощущались 27 сентября 2003 г. во всех населенных пунктах Южной Сибири до Томска и Красноярска. До него для северной части Большого Алтая (Горный и Южный Алтай) было отмечено лишь два землетрясения с $M \geq 6.0$ [1, 2]. Это землетрясение, которое мы называем Чуйское-1 (21.09.1923; 49.8° с.ш., 87.7° в.д.; $M = 6.0$), и Зайсанское землетрясение (14.06.1990; 87.7° с.ш., 85.0° в.д.; $M = 6.6$) [3]. Для Монгольского и Гобийского Алтая в настоящее время имеются документальные свидетельства о 36 сейсмических событиях с $M \geq 6.0$.

Район Чуйского землетрясения и последовавшей за ним серии афтершоков в неотектоническом плане расположен на продолжении протягивающихся из Монголии крупных правосдвиговых зон северо-западного простирания, которые на территории Горного Алтая веерообразно расщепляются с формированием сложного тектонического рисунка [4].

В период с 27 сентября по 7 октября 2003 г. нами проведено обследование южного борта Курайской впадины (от долины Тюте до западного окончания урочища Ештыккель) и юго-западного фланга Чуйской впадины (низовья Чагана, Талтуры, Кызылчина), описаны основные типы поверхностных деформаций, сочетания и размеры которых отражают увеличение интенсивности сотрясений по мере приближения к эпицентральной

зоне. Основные землетрясения сентября–октября 2003 г. связаны с южными разломными границами рамповых Чуйской и Курайской межгорных впадин северо-западного простирания (рис. 1), в процессе участвуют также западная и восточная сдвиго-взбросовые границы Чаган-Узунского блока, имеющие северо-восточное простирание. В геолого-геоморфологических и геокриологических условиях Юго-Восточного Алтая, с учетом специфики его хозяйственного освоения, можно предложить следующие критерии оценки интенсивности сотрясений (по шкале MSK-64) в порядке возрастания.

5 баллов. Падают печные трубы, возникают трещины в штукатурке. Отдельные камнепады на скальных обрывах. Отмечено от Бельгибаша до Белого Бома после толчков 27.09.2003. Интенсивные камнепады отмечены вдоль Чуйского тракта, где при планировании дороги проводились взрывные работы и подсекание коллювиальных отложений на склонах – от Белого Бома до 813 км Чуйского тракта.

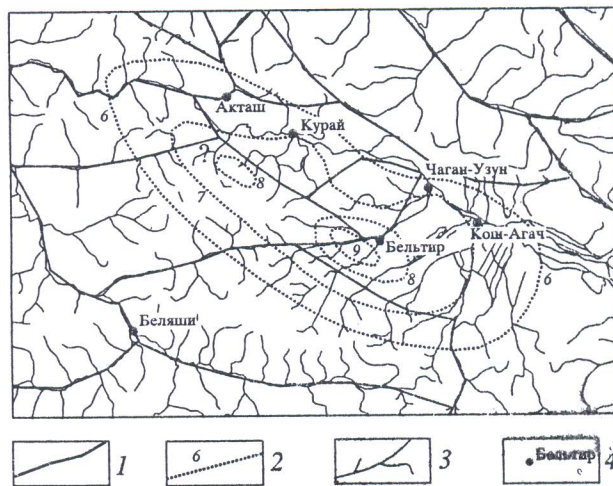


Рис. 1. Схема изосейст Чуйского землетрясения 2003 г. 1 – основные новейшие разломы; 2 – изосейсты, балльность сотрясений (по шкале MSK-64); 3 – гидросеть; 4 – населенные пункты; ? – предполагаемая область максимальных сотрясений для толчка 01.10.2003 г. ($M = 6.9$).

Институт геологии
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Новосибирск

6 б а л л о в. Происходит массовое разрушение печей, обваливание штукатурки, трещины в кирпичных и панельных сооружениях. Отдельные трещины в дорожных насыпях и покрытиях. Камнепады на крутых скальных склонах.

Практически полное разрушение печей в Акташе наблюдалось только из-за плохого качества их постройки, так как поблизости нет приемлемых глин; большие разрушения при этом произошли после толчка 01.10.2003 (01 ч 03 мин, $M = 6.9$), эпицентр которого, следовательно, находился ближе к Акташу. Трещины вдоль края дорожного полотна Чуйского тракта в 4 км выше Акташа также образовались 1 октября, длина трещин до 10–20 м, зияние до 1–2 см. В течение нескольких дней происходило увеличение количества и размеров трещин в результате гравитационного оползания, чему способствовали многочисленные мелкие сейсмические события.

7 б а л л о в. Возникают трещины в дорогах и искусственных насыпях, обваливание обрывов рыхлых отложений, небольшое фонтанирование грунтовых вод, маленькие грязевые вулканчики (грифоны). Каменные постройки частично приходят в негодность.

Многочисленные сейсмогравитационные трещины в насыпи и асфальтовом полотне Чуйского тракта отмечены от устьевой части Чуйской впадины на восток. Там же в пойме р. Чуя произошли выбросы грунтовых вод, отмеченные грифонами диаметром от 0.5 до 1.5 м, воронками диаметром до 20–30 см, трещинами с грязевой отбортовкой длиной до первых метров. Повышение уровня грунтовых вод отмечено также полноводностью р. Кызылчин (05.10.2003 г.), в то время как за два часа до первого толчка 27 сентября воды в этой реке практически не было, как обычно для этого времени года. Отдельные грифоны отмечены в ур. Ештыккель ($50^{\circ}11'37''$ с.ш., $87^{\circ}43'12''$ в.д.).

В покрытых рыхлыми отложениями склонах произошли многочисленные сейсмогравитационные оседания, срывы рыхлого материала; в скальных стенках отмечены обильные камнепады, подновление осыпей (низовья долин Тюте, Кызылчина). Отдельные трещины длиной до первых десятков метров и шириной до первых сантиметров образовались на плоских поверхностях (Курайская впадина, ур. Ештыккель). Серьезно повреждены кирпичные постройки в Курае, Кош-Агаче.

8 б а л л о в. Кирпичные и бетонные постройки приходят в негодность. Формируются разрывы поверхностных рыхлых отложений шириной до 0.5 м. Фонтанируют грунтовые воды со значительными выбросами глинистого материала (до 100 м^3). Происходят частые обвалы в рыхлых и скальных обрывах.

Возле обнажения ленточных глин по дороге Ортолык–Бельтир произошло отседание склона в виде нескольких ступеней шириной 0.5–1 м, многочисленные сейсмогравитационные дислокации на склонах морены. В результате просадки грунта сформировалась заполненная выброшенными грунтовыми водами котловина размером около 60×12 м. В поселке Бельтир сформировались многочисленные трещины, просадки по ним (шириной до 1–2 м), произошли выбросы грунтовых вод с глинистым материалом. Рубленные дома местных жителей устояли; одноэтажная кирпичная школа, хотя и не была разрушена, но восстановлению не подлежит.

9–10 б а л л о в. Обвалы происходят во всех скальных обрывах. Формируются оползни в толщах многолетнемерзлых пород размером до 1000 м в поперечнике и объемом до 30000000 м^3 . Разрывы рыхлых отложений пойм и террас шириной до 5 м и длиной до 125 м. Фонтанирование грунтовых вод с выбросом до 1000 м^3 глинистого материала. Выскакивание крупных валунов из горизонтальных участков морен и падение их со смещением до 1 м.

Зона сотрясений такой интенсивности имеет ширину около 5 км, при прослеженной длине более 7 км и вытянута в северо-западном направлении. Исходя из соотношения ширины и длины зон 6- и 7-балльных сотрясений как 1 : 4, ее длина может составлять до 20 км. Наибольшие деформации отмечены на бортах и в днищах долин Чагана и Талтуры в 6.5–7 км от пос. Бельтир. В долине Чагана ниже массива “бараньих лбов” в рыхлых отложениях плоского днища долины образовалась серия из трех трещин, самая крупная из которых 04.10.2003 г. имела длину 145 м, ширину до 6 м, глубину 2 м (простирается от 330° в южной части до 20° в северной). Две более мелкие трещины (длиной 36 и 27 м) имели простираемость 340° и 350° . Отмечены многочисленные мелкие трещины – следы выброса грунтовых вод, вокруг некоторых из них отмечены выбитые гидроударом куски дернины размером до 20–40 см, отлетевшие на расстояние в первые метры. В средней части долины образовалось изометричное компенсационное озеро размером до 200 м. Днище долины было покрыто слоем выброшенного грунтовыми водами глинистого материала, общий объем которого можно оценить в 1000 м^3 . В перегораживающем долину массиве “бараньих лбов” произошли многочисленные обвалы в скальных стенках, отмечено смещение, переворачивание отдельных валунов на плоских участках. Все формы расчленения ледниковых отложений (в виде гребней и “земляных пирамид”) в левом борту долины (“разрез Чаган”) практически полностью разрушены. Образовались многочисленные осыпные шлейфы, перекрывшие нижнюю часть разреза.

В правом борту долины Талтуры в 6 км выше устья в мерзлых отложениях морен и подстилающих их неогеновых озерных осадках сформировался оползень (восточный край – 49°57'30" с.ш., 88°04'52" в.д.). Оползень ротационного типа имеет овальную форму – при ширине в плане 800–850 м его длина достигает 1 км, стенка отрыва имеет высоту около 40–50 м. Видимая мощность блоков до 30–50 м. Общий объем оползня (по нижнему пределу) можно оценить в 30 млн. м³. Мерзлота в обнажившихся стенках блоков интенсивно деградирует. Ближе к пос. Бельтир (49°58'17" с.ш., 88°07'54" в.д.), также в правом борту долины, отмечен оползневой срыв без значительного смещения материала шириной по подножью до 100 м.

В километре выше большего оползня отмечена зона деформаций, протягивающаяся от подножья склона до поймы Талтуры. Зона представлена крупной трещиной (49°57'46" с.ш., 88°03'04" в.д., длина 50 м, ширина до 6 м, глубина 1.4 м, простирание по азимуту 350°), воронками диаметром до 2–4 м, кулисообразными зонами многочисленных трещин с зиянием в первые сантиметры и длиной в первые десятки метров, простирание трещин субмеридиональное. Трещиноватые валуны на плоских поверхностях разбиты, более массивные смещены на расстояние до 1 м.

Таким образом, предварительное обследование территории позволило определить зону максимальных сотрясений с центром примерно в 6.5 км к юго-западу от поселка Бельтир. Сотрясения в зоне максимальных разрушений можно оценить в 9 баллов. Уже в Бельтире они оцениваются не более чем в 8 баллов. Сотрясения в Мухор-Тархате и Ортолыке оцениваются нами в 7 баллов, в Акташе и Курае сотрясения от толчков 27 сентября были 5–6 баллов, а 1 октября достигли 6–7 баллов.

Предварительное полевое обследование плейстосейстовой области и результаты предшествующих работ позволяют сделать следующие выводы.

1. Сильные землетрясения 2003 г. подтвердили правильность интерпретации многочисленных оползней рыхлых толщ и обвалов скальных пород Юго-Восточного Алтая как сейсмогенных и прогнозов высокой сейсмической опасности в его пределах [5–7]. Нами обнаружена зона максимальных разрушений первого из трех сильных землетрясений сентября–октября 2003 г. Судя по характеру распределения зональности поверхностных сотрясений, второй толчок (27.09.2003) практически совпадает с первым и является типичным афтершоком, в то время как третий (01.10.2003) может оказаться самостоятельным землетрясением с зоной максимальных сотрясений в районе горного узла Биш-Иирду (Северо-Чуйский хребет), слабодоступного в момент проведения работ.

2. Полевое изучение блокового оползня 9–10-балльной зоны показало, что оползни такого масштаба в условиях мощной толщи многолетне-мерзлых пород могут развиваться только в результате сейсмических толчков. Прямо на наших глазах происходили деградация мерзлоты в блоках и преобразование блокового оползня в оползень-поток.

3. В рельефе и отложениях Юго-Восточного Алтая запечатлены недостаточно изученные сейсмические события значительно большей мощности. Исходя из масштабов древних сейсмообвалов, сейсмооползней и сейсморазрывов, вызвавшие их сотрясения можно оценить в 11–12 баллов. Следует отметить, что произошедшие сейсмические события 2003 г. находятся на пределе чувствительности сейсмогеологического метода. Через несколько лет все их следы, за исключением образований 9–10-балльной зоны, либо исчезнут, либо будут изменены до неузнаваемости.

4. Достоверных разрывов в коренных породах не обнаружено. Очевидна приуроченность всех наблюдаемых поверхностных разрывов, трассирующих зону сейсмогенерирующего разлома, к днищам долин и плоским водоразделам со значительной мощностью нелитифицированных отложений. В коренных склонах развиты исключительно сейсмогравитационные структуры. Поверхностные разрывы в рыхлых отложениях произошли в результате усиления сотрясений в результате гидроударов и других нелинейных эффектов. Они являются поверхностным отражением оперяющих основной разрыв зон растяжения. Поверхностные сейсморазрывы сосредоточены в зонах новейших нарушений, ограничивающих с северо-востока Северо-Чуйский и Южно-Чуйский блоки. За вычетом сейсмогравитационных разрывов все зоны растяжения косо ориентированы к линиям неотектонических нарушений, что подтверждает правосдвиговый характер смещения по сейсмогенерирующему разрыву.

5. 27 сентября 2003 г. линия главного разрыва не вышла на поверхность в виде непрерывного нарушения, а состоит из последовательности отдельных разрывов. По данным Алтае-Саянской опытно-методической сейсмологической экспедиции (<http://gs.uiggm.nsc.ru>), в первый день активизации наиболее сильные толчки произошли на границе между Чаган-Узунским и Северо-Чуйским блоками, серия более мелких толчков – по трем остальным границам Чаган-Узунского блока и даже в зоне Курайского разлома – на границе Курайского и Башкаусского блока. Начиная с 28.09.2003 г., определилась главная сейсмогенерирующая зона, представленная кулисообразно расположенными северо-восточными ограничениями Северо-Чуйского и Южно-Чуйского блоков, которая начала последовательно вспарываться.

ваться в северо-западном (до 70 км) и в юго-восточном направлениях (до 30 км) от центра эпицентральной области землетрясений 27.09.2003 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР (с древнейших времен до 1975 г.) / Под ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебалина. М.: Наука, 1977. 535 с.
2. Молнар П., Курушин Р.А., Кочетков В.М. и др. В сб.: Глубинное строение и геодинамика Монголо-Сибирского региона. Новосибирск, 1995. С. 5–55.
3. Нурмагамбетов А., Садыков А., Тимуш А.В. и др. В сб.: Землетрясения в СССР в 1990 г. М.: ОИФЗ РАН, 1996. С. 54–60.
4. Новиков И.С. // Геоморфология. 2003. № 3. С. 10–25.
5. Новиков И.С. // Геоморфология. 1998. № 1. С. 82–91.
6. Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Нечаев Ю.В. и др. // Геоморфология. 1999. № 1. С. 82–102.
7. Рогожин Е.А., Платонова С.Г. Очаговые зоны сильных землетрясений Горного Алтая в голоцене. М.: ОИФЗ РАН, 2002. 130 с.