

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
КЕМЕРОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ

С.Г. Платонова, В.В. Скрипко

**ГОРНО-АЛТАЙСКОЕ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2003 года:**
причины, последствия и прогнозы



КЕМЕРОВО
КРЭОО «Ирбис»
2004

УДК
ББК

Платонова С.Г., Скрипко В.В.

Горно-Алтайское землетрясение 2003 года: причины, последствия и прогнозы. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2004. 32 стр.
ISBN

Эта книга — первая публикация о сильнейшем землетрясении, которое случилось 27 сентября в Республике Горный Алтай. По результатам полевых исследований ученых-геологов, посетивших эпицентр землетрясения вскоре после этого события, дан обзор катастрофических последствий, объяснены причины землетрясения в этом районе, приведены факты аномального поведения животных накануне этого события. Кроме того, в книге объяснены основные научные понятия, которыми описываются землетрясения, представлена таблица оценки интенсивности движения земной поверхности (ГОСТ 6249-52), а также инструкция жителям городов о первоочередных действиях по спасению во время землетрясения. Книга богато иллюстрирована оригинальными фотографиями.

Для широкого круга читателей, стремящихся полнее узнать природу землетрясений и получить достоверную научную информацию о последнем из них, Горно-Алтайском землетрясении.

РЕЦЕНЗЕНТЫ

кандидат географических наук *В.И. Овденко*
кандидат технических наук *Е.Л. Счастливец*

Утверждено к печати

Ученым Советом Института угля и углехимии СО РАН

ISBN

© Платонова С.Г., Скрипко В.В. Текст, 2004.
© Институт угля и углехимии СО РАН. Текст, 2004.
© КРЭОО «Ирбис». Оформление, 2004.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Предисловие | 4 |
| Введение | 5 |
| 1. Некоторые понятия, применяемые при характеристике землетрясений | 6 |
| 2. Характеристика сейсмичности Алтайского региона..... | 9 |
| 3. Землетрясение 27 сентября 2003 г. | 24 |
| 4. Предвестники землетрясения | 28 |
| Список литературы | 30 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Читатель, в твоих руках книга, в которой впервые рассказывается о сильнейшем землетрясении, случившемся 27 сентября этого года в Республике Алтай. Движение земной поверхности не характерно для Западной Сибири. В его основе чаще всего лежат причины техногенного свойства, будь то ядерные испытания на Семипалатинском полигоне или производственные (технологические) взрывы на многочисленных карьерах Кузбасса. Но даже несильные толчки всегда наводили на все население панический страх.

Горно-Алтайское землетрясение, пожалуй, самое мощное из всех происшедших здесь за последние несколько сотен лет. В пос. Бельгир, где интенсивность землетрясения достигла 9 баллов, полностью разрушено около 100 домов. Урон от стихии мог быть и больше, но к счастью в этом районе нет промышленных объектов и крупных населенных пунктов. Сейсмические волны разошлись далеко по округе, достигнув весьма удаленных от эпицентра районов Казахстана, Монголии и Западной Сибири (вплоть до Нижневартовска), где наблюдались толчки силой от 2 до 6 баллов.

Землетрясения, несмотря на то, что известны человечеству с давних пор, все еще остаются явлением загадочным и непредсказуемым. Наука пока не в состоянии определить точное время и силу землетрясений, и поэтому очень трудно своевременно предупредить людей об опасности, принять меры по их спасению, а также защитить наиболее значимые и уязвимые хозяйственные объекты.

Эта книга написана учеными-геологами, которые выехали на место природной катастрофы сразу после сообщений в СМИ. В результате полевых исследований по «горячим следам» собран уникальный материал о характере катастрофы, геоморфологических изменениях, биологических предвестниках.

Интересно, что именно аномальное поведение диких и домашних животных накануне подземных толчков не только на Алтае, но и в других сейсмоопасных регионах планеты, может послужить достоверным индикатором надвигающейся опасности. Поэтому в этом направлении необходимо проводить детальные научные исследования. Открытие сверхчувствительных биологических предвестников, позволит прогнозировать грядущую природную катастрофу, что чрезвычайно важно не только для сейсмических районов, но и у нас в Кузбассе, где в результате массовой добычи многих полезных ископаемых, генерируются многочисленные ударные волны подчас не уступающие по силе природным.

В.И. Овденко

*Зам. Председателя Президиума
КемНИЦ СО РАН, канд. геогр. наук*

ВВЕДЕНИЕ

О землетрясениях написано огромное количество книг, среди которых имеются серьёзные исследования и научно-популярные очерки. Интерес к этому природному явлению неудивителен. Почти половина человечества живёт в сейсмоопасных районах. Ежегодно в мире от землетрясений гибнет в среднем десять тысяч человек. Отдельные катастрофические землетрясения уносят сотни тысяч жизни как, например, в Китае, где от сильного сейсмического толчка 24 января 1956 года погибло 830 000 человек (Кукал, 1985).

Современная наука не может пока надёжно предсказывать место, время и силу землетрясений, и наша оценка вероятности будущих толчков, особенно сильных, во многих регионах оказывается далека от реальности. Изучение каждого сильного землетрясения – это возможность на один шаг приблизиться к пониманию грозного природного явления.

Горный Алтай, расположенный в западной части Алтае-Саяно-Монгольской орогенной области, является регионом, обладающим высоким сейсмическим потенциалом. Накопленный к началу XXI века теоретический и полевой материал позволял говорить о том, что сильнейшие землетрясения неоднократно происходили здесь последние 10000 лет геологической истории. Район долгое время проявлял себя относительно спокойным в сейсмическом отношении, и, тем не менее, землетрясение, случившееся 27 сентября 2003 г. с эпицентром недалеко от пос. Бельтир в Кош-Агачском районе, явилось закономерным событием в ряду сейсмических событий этой части горной области.

В представляемой работе делается обзор известных сильных сейсмических катастроф, имевших место в Горном Алтае. Особое внимание уделено описанию последствий землетрясения 27 сентября 2003 г.

Авторы выражают искреннюю признательность А.Н. Куприянову, оказавшему дружескую поддержку и предоставившему возможности для публикации материалов; А.М. Беспоместных, М.С. Достовалой, В.Е. Кац, Г.А. Шергиной, Г. Винокуровой – коллегам при проведении полевых исследований в эпицентральной зоне землетрясения 27 сентября.

Часть полевых работ была выполнена при поддержке ФЦП “Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы” (проект № Э 0179/939).

1. НЕКОТОРЫЕ ПОНЯТИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Прежде, чем рассказать о землетрясениях Горного Алтая, нужно определить, что собой представляет это стихийное бедствие, и какие понятия употребляются при характеристике землетрясений.

Под **землетрясением** в современной науке понимают мощные динамические воздействия – разрывы сплошности материала Земли, произошедшие под действием накопленных в очаге землетрясения тектонических напряжений (Короновский, 1997). Накопление сейсмогенерирующих напряжений обусловлено непрерывно действующими в земной коре эндогенными (глубинными, внутренними) процессами. Предполагается, что эти процессы в определённых геодинамических условиях имеют квазипериодический, направленный и сравнительно долговременный характер (Белоусов, 1975).

Землетрясения возникают в определённом соответствии с геологической структурой, и, прежде всего, с особенностями разломной тектоники и приурочены к зонам крупных разломов. С нарастанием энергии землетрясения становятся всё более сложными структурно. То есть в природе существуют сравнительно просто устроенные очаги, приуроченные к плоскостям крупных разломов и очень сложные, характеризующиеся объёмной структурой очагов вдоль границ крупных блоков земной коры и даже относящиеся межплитному типу (Рогожин, 2000).

Пространство (объём), внутри которого происходит разрыв, является **очагом** землетрясения. Участок внутри очага – место начального вспарывания разрыва – называют **фокусом** или **гипоцентром**, а некую условную точку на поверхности непосредственно над гипоцентром называют **эпицентром**. Выделенная при разрыве энергия распространяется из гипоцентра толчка во все стороны со скоростями от сотен метров до нескольких километров в секунду в виде энергии **упругих волн напряжений**.

Расстояние от гипоцентра до поверхности земли характеризует величина **“глубина очага”**. Глубина очага очень важна с точки зрения силы, а значит, и последствий землетрясения: ведь сейсмические волны затухают с расстоянием от источника, однако величина накопленных напряжений обычно заметно возрастает с глубиной. Неглубокий толчок может ощущаться как сильный на небольшой площади, а на больших расстояниях от эпицентра его последствия будут незначительны. Глубокий же толчок может вызвать умеренные сотрясения, но на гораздо большей территории.

Примерно две трети всех произошедших на нашей планете землетрясений неглубокие (менее 70 км), и лишь несколько процентов толч-

ков были отмечены на глубинах более 450 км (Эйби, 1982). Наиболее же сейсмичные районы, где происходит около 140 сильных землетрясений ежегодно, сосредоточены у границ литосферных плит и составляют порядка 10% площади Земли (Вознесенский, 1998).

При характеристике землетрясений используют понятия “интенсивность” и “магнитуда”. **Интенсивностью** называют меру разрушений или проявлений, вызванных землетрясением на поверхности. Интенсивность определяется в баллах. **Магнитуда** – это мера интенсивности, величина, пропорциональная выделенной при землетрясении энергии сейсмических волн. Она определяется как десятичный логарифм амплитуды наибольшего колебания грунта (по отношению к некоему стандартному колебанию) и является величиной безразмерной.

Для их выражения используют различные шкалы. Для определения интенсивности в России традиционно используют международную **шкалу MSK-64** (по начальным буквам фамилий её создателей С.В. Медведева, В. Шпонхойера и В. Карника и году её принятия). Шкала MSK-64 подразделяет все землетрясения на 12 баллов (I – XII), оценка которых производится по степени повреждений различных групп зданий, по остаточным явлениям в грунтах и прочим признакам, включающих ощущение людей, звон оконных стёкол, по степени покачивания подвешенных предметов и т.д. (прил. 1). Согласно этой шкале все сейсмические события условно подразделяются на слабые (I – IV баллов), сильные (V – VII) и сильнейшие (разрушительные) (VIII баллов и выше).

Для определения магнитуды используется **шкала Рихтера**, названная в честь изобретателя первой магнитудной шкалы американского профессора Ч. Рихтера. Максимальное зафиксированное значение магнитуды – 8,9 имели землетрясения в Колумбии и Эквадоре (1906 г.) и Санрико в Японии (1933 г.) (Вознесенский, 1998).

Соотношение между интенсивностью и магнитудой зависит от расстояния между гипоцентром и эпицентром. Чем меньше глубина очага, тем больше интенсивность сотрясений, при одной и той же магнитуде (*табл. 1*).

Сильные землетрясения часто сопровождаются толчками меньшей энергии: **форшоками** и **афтершоками**. Появление форшоков – предшествующих главному толчку ударов – свидетельствует о резкой активизации сейсмического процесса на конкретной территории и служит предупреждением о готовящемся сильном толчке. Метод регистрации форшоков является одним из основных методов прогноза землетрясений. Афтершоки – последующие за основным ударом сейсмические толчки завершают разрушения, произведённые главным толчком. Афтершоки обычно многочисленны, их количество может достигать тысячи.

Любое сильное землетрясение оставляет в рельефе следы, условно называемые **первичными** и **вторичными сейсмодислокациями (сейсмодетформациями)**. (Условность понятий исходит из того, что в любом случае, первичные деформации образуются именно в очаге, а на поверхности все проявления вторичны).

Значение магнитуды и интенсивности в зависимости от глубины очага землетрясения (по Н. В. Шебалину, 1974)

| Магнитуда землетрясения по шкале Рихтера | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--|-----|--------|------|-----|---------|----------|------|---------|------|------|
| Глубина очага землетрясения, км | 3 | 5...10 | 5 | 10 | 10 | 20 | 15 | 30 | 25 | 40 |
| Интенсивность землетрясения по шкале MSK-64, баллы | VII | VI | VIII | VII | VIII-IX | VII-VIII | IX-X | VIII-IX | X-XI | IX-X |

К первичным сейсмодеформациям относятся **зияющие трещины** и **сейсморазрывы**. Ко вторичным – **сейсмогенные обвалы** и **оползни**, **масовые гравитационные склоновые нарушения поверхности**; **явления просадки** и **разжижения грунтов**, возникающие, как результат смещения горных масс под влиянием силы тяжести и вибрации (Солоненко, 1973).

Крупные сейсмогенные обвалы и оползни сами по себе могут стать еще одной причиной жертв и разрушений. Оползни срываются вниз вместе с расположенными на них сооружениями, сметая все на своем пути, и могут похоронить целые поселки и даже города. Так, при Хаитском землетрясении 1949 года с магнитудой $M = 8,0$ в Таджикистане 25 тыс. человек погибли под обвалами и оползнями. С ними была связана гибель людей при землетрясениях в Гансю в 1920 году и в Перу в 1970 году (Вознесенский, 1998).

В момент сильных толчков при прохождении упругих волн через рыхлые увлажненные грунты (пески, глины, суглинки) может в несколько раз снижаться прочность грунта, а стоящее на нем сооружение может осесть вглубь, перекошиться или опрокинуться. Суть такого эффекта заключается в следующем. Названные грунты состоят из мелких и мельчайших (до сотых и тысячных долей миллиметра) минеральных частиц, в промежутках (порах) между которыми находятся вода и газы. Все сопротивление такого грунта внешней нагрузке, например весу стоящего на нем здания, осуществляется за счет огромного числа контактов между этими частицами, многие из которых очень слабые. При прохождении упругой волны возбуждаются колебания частиц грунта с разными скоростями и часть контактов (тем большая, чем выше энергия волны) разрывается.

Некоторые водонасыщенные отложения (в особенности мелкие рыхлые пески) могут даже разжижаться при достаточно сильном сейс-

мическом воздействии. При исчезновении непосредственного контакта между песчаными зёрнами они в какой-то момент оказываются как бы взвешенными во вмещающей их воде. Вода при этом стремится отжаться, но процесс этот требует некоторого времени, поскольку ограничивается водопроницаемостью грунта. В результате сейсмическое разжижение грунтов сопровождается выбросами разжиженного грунта на поверхность с образованием песчаных кратеров, которые называют также **грифонами**.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЙСМИЧНОСТИ АЛТАЙСКОГО РЕГИОНА

Землетрясения на Алтае известны с давних времён. Первые сведения о сейсмичности, характере проявления, закономерностях сейсмического процесса содержатся в легендах и сказаниях населяющих регион народов.

А. А. Никонов в своей книге «Землетрясения... (Прошлое, современность, прогноз)» (1984) приводит несколько легенд, записанных учёными-путешественниками XVII-XVIII столетий со слов жителей, населявших Южную Сибирь. Одна из них рассказывает *“о живущем под землёй и производящем при неосторожных движениях землетрясения чудище, чьи кости нередко находят вдоль рек”* на левобережье р. Оби в предгорной части.

Другая, поведанная жителями Западного Алтая, рассказывает о том, что время от времени земля покачивается. Качание земли при этом представлено совершенно естественным периодическим процессом, потому что *“...земля держится на воде, и, чтобы её укрепить, бог сотворил трёх китов величины чрезвычайной, на которой и поместил землю. Когда киты утомляются тяжестью земли и меняются местами, она слегка качается”* (А. А. Никонов, 1984).

Однако кроме процесса “слегка покачивания” ещё в конце девятнадцатого века на Западном Алтае бытовали сказания о землетрясениях-катастрофах с интенсивностью не менее 9–10 баллов, проявившихся в обваливании скал и образовании новых водоёмов. Вот одно из них со времён язычества. *“Бог жил на одной из величественных гор за облаками, далеко от людского жилья. Он запретил приводить на место жертвоприношения женщин и собак. Как-то одной женщине вздумалось следовать за своим мужем на место священного жертвоприношения и наблюдать за всем, что происходило. Раздался трубный голос всемогущего бога, велик был гнев владыки: вся гора сотряслась до основания, и последовал приговор, расторгнувший союз бога с земнородными”* (Никонов А. А., 1984).

В краеведческом музее села Мендур-Соккон, расположенного в 20 км от с. Усть-Кана, в экспозиции присутствует сюжет формирования

© С. Платонова



Заросшие сейсморвы древнего сильного землетрясения.
Восточная часть урочища Узюк

© С. Платонова



Древние сейсморвы, заполненные палеопочвой в стенке современного разрыва. Древние дислокации представлены надвигами.

Восточная часть урочища Узюк



© Ю. Овчинников

Сейсморазрыв.
Урочище Узюк
(Кош-Агачский район
Республики Алтай)



© Ю. Овчинников

Сейсморов.
Урочище Узюк
(Кош-Агачский район
Республики Алтай).

гигантских зияющих трещин от землетрясений. В основе сюжета лежит сказание, записанное директором музея Н.А. Шадовым со слов стариков.

Информация из легенд и сказаний, согласно которой Горный Алтай является территорией сейсмически активной, получила подтверждение после проведения специализированных работ. Полученные палеосейсмологические материалы и радиоуглеродные датировки позволили выявить местоположение очагов сильнейших землетрясений во многих районах Горного Алтая (рис. 1) и восстановить сейсмическую историю голоцена (последних десяти тысяч лет) (Рогожин, Платонова, 2002).

В наиболее хорошо изученном районе Горного Алтая – Чуйско-Курайской зоне межгорных впадин (здесь использовано более 30 радиоуглеродных датировок – табл. 2) определено, что сильные сейсмические события, вызвавшие формирование сейсморазрывов и гравитационных структур, произошли примерно 8000, 4600, 2500, 1000, и 230 лет назад и имели период повторяемости около 1000-3000 лет. Непосредственно к югу от изученного района на территории Северо-Западного Китая в очаговой зоне Монголо-Алтайского (Фуюньюского) землетрясения 1931 г. (с магнитудой 8,3) китайские сейсмогеологи (Ge Shumo и др., 1996) получили результаты сопоставимые с полученными данными для Горного Алтая.

Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Горного Алтая
(Составлена на основе геологической карты 1973 г. М 1:500000,
тектонической карты 1978 г. М 1:600000).

Структурно-формационные зоны: 1 – Рудно-Алтайская, 2 – Чарышская, 3 – Талицкая, 4 – Ануйско-Чуйская, 5 – Бийско-Катунская, 6 – Уйменско-Лебедская, 7 – Кондомская, 8 – Восточно-Алтайская, 9 – Холзунско-Чуйская, 10 – Саяно-Шапшальская. Зоны глубинных разломов: 11 – каледонского заложения, 12 – герцинского заложения (Л-К – Локтёвско-Караиртышский, Ч-Т – Чарышско-Теректинский, Б – Бацелаковский, А – Алтайский, ТЛ – Телецкий, К – Курайский, БР – Берельский, А-С – Алейско-Саянский, С-Т – Семипалатинско-Тувинский, К-К – Кызыловско-Курайский); 13 – межгорные новейшие впадины (I – Канская, II – Еловская, III – Урскульская, IV – Яломанская, V – Абайская, VI – Уймонская, VII – Катандинская, VIII – Сарулукольская, IX – Улаганская, X – Сайгоньшская, XI – Джулукульская, XII – Курайская, XIII – Чуйская, XIV – Тархатинская, XV – Самахинская, XVI – Бертекская); Эпицентры землетрясений с магнитудой, равной: 14 – 3,5, 15 – 4,0-4,9, 16 – более 5,0; 17 – палеосейсмодислокации (1-3 – Центрально-Курайские, Менский сейсморазрыв, 4 – Сарыачинский, 5 – Ештыккельский, 6 – Акбульский, 7 – Тюньский, 8 – Ак-Алахинский, 9 – Уймонский, 10 – Канский, 11 – Щепетинский, 12 – Басконский, 13 – Тевенёвский).



Кратеры от излияния
грязевых потоков во дворе
дома в пос. Бельгир.



Сейсморов провального
типа на улице Москанова
в пос. Бельгир

© Ю. Обвинников



Кратеры от излияния грязевых потоков.

Данные радиоуглеродного анализа ^{14}C
(по Рогожину Е.А., Платоновой С.Г., 2002)

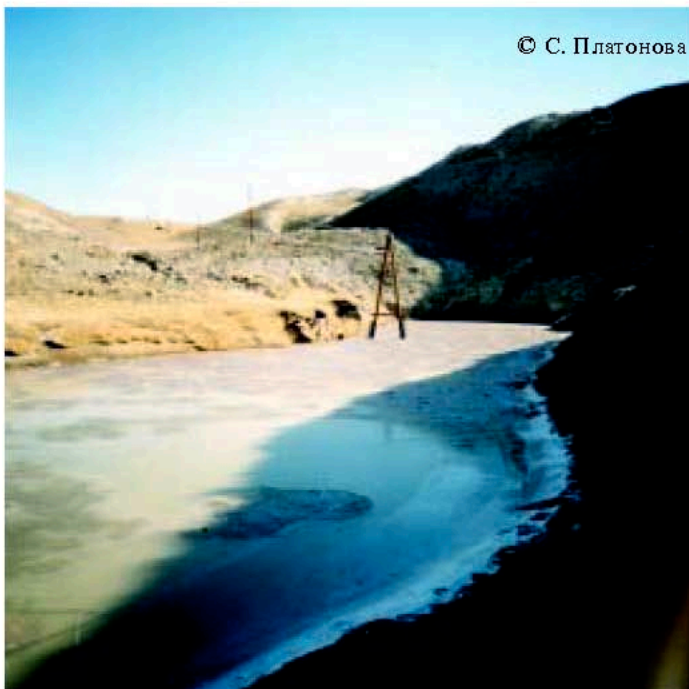
| № проб | Географическая привязка | Абсолютный возраст, годы | Характеристика материала |
|-----------|---|--------------------------|---|
| ИГАН-1702 | Курайская впадина. 2 км западнее с. Курай, южное обрамление ЦКАГ, траншея №1 | 345±30 | Древесный уголь из горизонта торфа |
| ИГАН-1692 | Там же | 324±30 | Щепки из горизонта торфа |
| ИГАН-1700 | 6 км на восток – северо-восток от пос. Акташ. Менский сейсморазрыв | 2440±140 | Карман палеопочвы в опущенном крыле эскарпа сейсмогенного сброса |
| ИГАН-1689 | Южная окраина оз. Чайбеккель. | 2098±100 | Древесные угли в теле сейсмогенного обвала, подпруживающего озеро |
| ИГАН-1706 | Курайская впадина. 2 км западнее с.Курай, подножие южного склона ЦКАГ | 4613±100 | Погребенная почва из-под обвала |
| ИГАН-1705 | Р-н устья р. Куэхтанар, в.о. 1736 м | 238±30 | Органические остатки в озерных отложениях. Интервал: 0-15 см |
| ИГАН-1701 | Там же | 1226±160 | Там же. Инт. 29-34 см |
| ИГАН-1695 | Там же | 1067±160 | Там же. Инт. 51-63 см |
| ИГАН-1704 | Там же | 1620±92 | Там же. Инт. 94-107 см |
| ИГАН-1698 | 1 км восточнее устья р. Куэхтанар | 213±11 | Погребенная почва из-под обвала |
| ГИН-9085 | Курайская впадина. Северный склон ЦКАГ, Траншея № 2 | 7820±140 | Почва из коллювиального клина |
| ГИН-9081 | Там же | 2850±110 | Почва из коллювиального клина |
| ГИН-9082 | Там же | 1040±80 | Почва из коллювиального клина |
| ГИН-9084 | Чуйский тракт, отрезок Иня – Кош-Агач | 4090±50 | Погребенная почва из рыжевато-коллювиально-делювиальных отложений |
| ГИН-9090 | Западная часть Чуйской впадины, Ортолыкский форберг | Ок. 100-150 | Палеопочва с корнями сгнившей травы в отложениях высохшего запрудного озера |
| ГИН-9083 | 756 км Чуйского тракта, отрезок Иня–Кош-Агач | 170±40 | Современная почва, перекрытая обвалом |
| ГИН-9086 | 756 км Чуйского тракта, отрезок Иня-Кош-Агач | 220±50 | Современная почва, перекрытая обвалом. Древесина в почве |
| ГИН-9089 | Там же | 1880±70 | Там же Угли |

| №№ проб | Географическая привязка | Абсолютный возраст, годы | Характеристика материала |
|-----------|---|--------------------------|--|
| ГИН-9088 | Там же 50 м к востоку от точки взятия пробы ГИН-9089 | 1900±50 | Суглинки древней озерной террасы, перекрытые коллювиально-делювиальными отложениями. Угли. |
| ГИН-9087 | Там же | 1880±40 | Там же. Дерево |
| ГИН-9451 | Уймонская впадина – “Вал Обручева” | 850±40 | Палеопочва |
| ИГАН-1936 | Окраина с. Джасатор | 230±60 | Древесина в песке палеозера |
| ИГАН-1929 | Джасатор, Тюньский сейсморазрыв | 910±70 | Древесина в террасе реки. |
| ИГАН-1935 | Телецкое озеро, Чир, Басконская сейсмодислокация | 1640± 80 | Почва в коллювиальном клине |

Первые известные в данном списке сейсмические события с магнитудой 7,2-7,6 (интенсивностью выше 8 баллов) произошли примерно 8000 и 6400 лет назад. Сильные толчки привели к образованию в долине р. Чуи обвалов и обвально-подпрудных озёр (Бутвиловский, 1993).

Сейсмическое событие, происшедшее приблизительно 4600 лет назад, вызвало сейсмогенный обвал с погребением коллювиальными массами горизонта палеопочвы на южном склоне Центрально-Курайской антиклинальной гряды недалеко от пос. Курай и изменение характера аллювиального сноса р. Курайки. Параметры этого сильного землетрясения до сих пор не определены.

Землетрясение, происшедшее около 2500 лет назад, сопровождалось выходом очага на поверхность на протяжении почти 80 км. Деформации в рельефе сохранились в виде уступов в зоне Чибитского активного разлома северо-западного простирания с карманом аномально мощной древней почвы в сухом, брошенном русле к юго-востоку от пос. Акташ (Менский сейсморазрыв). Тогда же произошло формирование встречных сейсмообвалов в зоне Чайбеккольского активного разлома, перегородивших р. Чибитку и послуживших причиной образования оз. Чайбекколь; изменилась динамика аллювиального осадконакопления р. Курайки (Бутвиловский, 1993). Здесь же, в долине р. Чуи, в районе устья её правого притока – р. Куэхтанар произошёл грандиозный Сукорский обвал, который способствовал образованию подпруженного естественного водохранилища в верхней части Чаган-Узунской теснины Чуи. Возможно, в это же время на флангах этого разрыва произошло формирование Сарыачинской и Ештык-Кельской сейсмодислокаций в долинах приток реки Чуи – рек Сарыачик и Машей, соответственно (см. рис. 1).



© С. Платонова

Озера, образовавшиеся во время землетрясения 27.09.2003 г.
Окрестности пос. Бельтир.



© Ю. Овчинников

© С. Платонова



Характер разрушения в школе пос. Бельтир
после землетрясения

© Ю. Овчинников



Разрушение дорожного полотна в эпицентре землетрясения

Около 1000 лет назад произошло ещё одно сильное землетрясение или ряд землетрясений с силой, соответствовавшей, видимо, магнитуде 7,2-7,6 (интенсивности 8-9 баллов), проявившиеся на большой территории в разных зонах Горного Алтая. В долине р. Чуи сейсмическое событие реализовалось в древней очаговой зоне землетрясения, происшедшего 8000 лет назад. Эти два сильнейших землетрясения сформировали двухметровый уступ на северном склоне Центрально-Курайской гряды. В пределах Чарышской зоны в Уймонской впадине и долине р. Джасатор произошло образование сейсморазрывов.

Первые точные исторические сведения о землетрясениях региона появились в 1761 году. Именно тогда, 9 декабря 1761 г. на восточных склонах Монгольского Алтая, в пределах крупного северо-западного разлома Ар-Хутел произошло знаменитое Монгольское землетрясение с магнитудой 8 и интенсивностью порядка 11 баллов (Новый каталог, 1977). “Отголоски” этого сильного сейсмического события (6-7 баллов) были документально зафиксированы в расположенных за сотни километров к северу от эпицентра Семипалатинске, Усть-Каменогорске, Барнауле и на Колывано-Воскресенских рудниках (Мушкетов, 1891, с. 328).

Макросейсмические проявления Монгольского землетрясения были обнаружены в 1996 году в западной части Курайской межгорной впадины Горного Алтая (Рогожин и др., 1996). Это сейсмическое событие произошло в том же очаге, что и землетрясение, бывшее 4600 лет назад. В результате серии сейсморазрывов (трёх-четырёх крутых и пологих взбросов) в рельефе образовался полутораметровый уступ (эскарп), обрамляющих с юга Центрально-Курайскую антиклинальную гряду (ЦКАГ).

Сильный толчок послужил причиной образования ряда крупных обвалов в долине р. Чуи на участке от устья р. Дейлюгем до пос. Чибит и на северном борту долины Чуи между Чуйской и Курайской впадинами, а также, по-видимому, способствовало спуску длительно существовавшего обвально-подпрудного озера в районе р. Куэхтанар.

Уровень сейсмической активности региона с середины девятнадцатого до середины двадцатого века характеризовали землетрясения с интенсивностью 4-6 балла, происшедшие в Прииртышье и Колыванском районе (1774, 1824, 1825, 1887, 1901, 1902, 1911 гг.), в Каменско-Барнаульском Приобье (1785, 1829, 1893, 1914 гг.), на Салаирском кряже (1898 г.) (Горшков, 1948, с. 80-85).

Что касается землетрясений – гигантов этого периода, то они имели место на территориях Монголии и Китая, прилегающих к Горному Алтаю. В течение этого периода здесь произошло три сильнейших землетрясения с магнитудами 8 и более (интенсивностью 9-11 баллов). Это Цэцэрлэгское землетрясение 1905 года с магнитудой 8,2, Монголо-Алтайское 1931 года с магнитудой 8,0 и Гоби-Алтайское 1957 года с магнитудой 8,1 (рис. 2) (Новый каталог., 1977).

Начиная с середины двадцатого века, все сейсмические события с

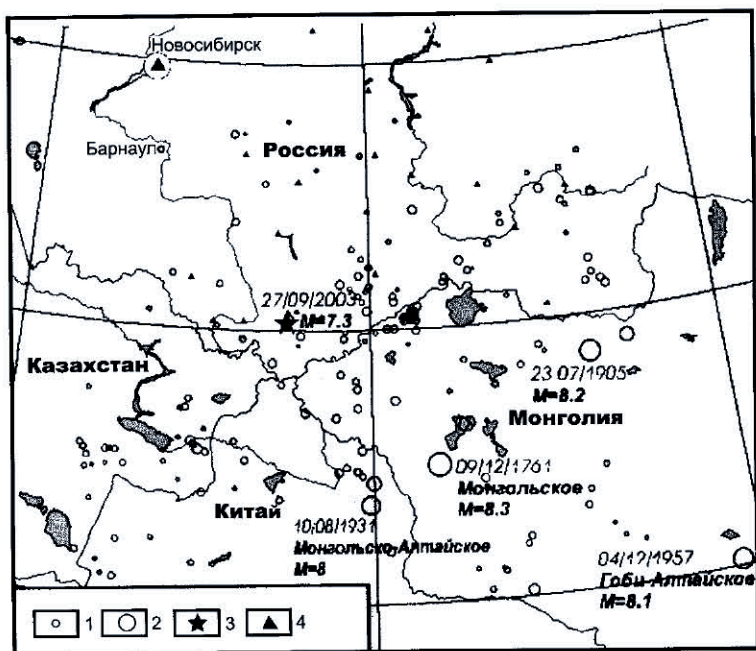


Рис. 2. Расположение эпицентров исторических землетрясений западной части Алтае-Саянско-Монгольской области.

- 1 – эпицентры землетрясений с магнитудой $M < 5$;
 2 – эпицентры землетрясений с магнитудой $M > 8$; 3 – эпицентр Горно-Алтайского землетрясения 27.09.2003; 4 – сейсмостанции

магнитудой $M \geq 3,5$ стали регистрироваться с помощью приборов. Именно тогда, в 1959-60 гг., Институтом геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР совместно с Институтом Физики Земли АН СССР была организована сейсмогеологическая экспедиция с сетью временных станций, которая в 1962 г. была заменена стационарной сетью.

На основании данных этих станций были сделаны выводы, что подавляющее большинство землетрясений в пределах Алтае-Саянской области зарождается в верхних горизонтах земной коры на глубинах до 20-25 км. Причём максимум плотностей распределения приходится на глубины около 10-15 км. Новосибирскими учёными были выявлены основные сейсмогенерирующие структуры горной части региона, основные геофизические параметры очагов современных землетрясений (Жалковский и др., 1995, с. 24).

Землетрясение 27 сентября 2003 года стало последним в списке сильных землетрясений Алтае-Саянско-Монгольской горной области и Горного Алтая и подтвердило представление об Алтае, как о регионе с высоким сейсмическим потенциалом.

© Ю. Овчинников



Сейсмогенный оползень на правом берегу р. Талгуры в 7 км к западу от пос. Бельтир
(Кош-Агачский район Республики Алтай).

© А. Королук



3. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 27 СЕНТЯБРЯ 2003 ГОДА

Сильное землетрясение 27 сентября 2003 года в науке получило собственное название – “*Горно-Алтайское*”. Оно произошло в 15 час. 33 мин. московского времени и характеризовалось магнитудой $M=7,3$ (что соответствует интенсивности в эпицентре 9 баллов).

Эпицентр главного толчка имел координаты 49,97 град. с. ш. и 87,77 в. д. Наиболее сильный афтершок, происшедший в 22 час 52 мин. московского времени 27.09.2003 года (с магнитудой $M=6,7$), имел координаты 50.16 град. с. ш. и 87.66 в. д. (данные МЧС РФ и РСЦ Алтае-Саянской ОМСП СО РАН).

Сейсмические толчки были зарегистрированы на обширной территории России (в республиках Алтай, Хакасия, Бурятия, в Алтайском Красноярском краях, в Новосибирской и Кемеровской областях), в Казахстане, Монголии и Китае. По данным ГС РАН землетрясение ощущалось в Бельтире силой 8-9 баллов; Акташе – 6-7 баллов; Тапшаголе – 6 баллов; Прокопьевске – 5-6 баллов; Барнауле, Новосибирске, Усть-Каменогорске, Семипалатинске – 4 балла; Абакане – 3-4 балла; Красноярске, Зайсане, Кемерово – 3 балла; Талды-Кургане, Астане – 2-3 балла. Максимальные разрушения отмечались в пос. Бельтир (Кызыл-Мань) Кош-Агачского района Республики Алтай. В момент главного толчка выделившаяся энергия имела величину, соответствующую примерно величине энергии от взрыва 50 мегатонн (мегатонная бомба выделяет около 5×10^{22} эрг).

С точки зрения физических параметров землетрясение произошло в условиях как сжимающих напряжений, ориентированных на север, так и растягивающих напряжений в направлении запад-восток. В качестве сейсмогенерирующих структур проявились разломы, ориентированные в северо-восточном – юго-западном субширотном направлениях. Движение по обеим плоскостям происходило по закону правого сдвига (Информационное сообщение..., 2003).

В структурном отношении эпицентр главного толчка был приурочен к субширотной восточной ветви Чарышско-Теректинского разлома (рабочее название – Карагемский разлом). Затем афтершоки стали проявляться в зоне Северо-Чуйского северо-западного разлома, мигрируя на север. Количество афтершоков за полтора последующих месяца составило более 600.

Остаточные нарушения земной поверхности (сейсмодислокации), возникшие в результате землетрясения, были изучены в пределах Курайской и Чуйской межгорных впадин и на склонах Южно-Чуйского и Северо-Чуйского хребтов. Они представлены первичными деформациями – сейсморазрывами и вторичными: оползнями, горными обвалами, осыпями и камнепадами, сейсмогравитационными отседаниями склонов, выбросами разжиженного песчано-глинистого материала и компенсационными проседания земной поверхности.

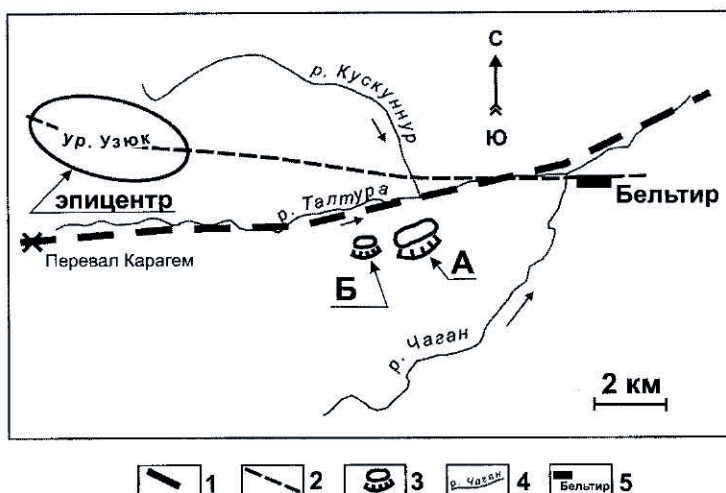


Рис. 3. Схема расположения оползней в очаговой зоне землетрясения 27 сентября 2003 г.

Наиболее значительные макросейсмические проявления отмечались в 13,0–15,0 км к западу от пос. Бельтир (Кызыл-Мань) на водоразделе рек Кускуннур – Талтура, в урочище Узюк в зоне запад – северо-западного (Аз. прост. $110-290^\circ$) разлома, выделяемый по данным геофизики (рис. 3).

Сейсморазрыв здесь представлен крутопадающим (угол падения $70-75^\circ$) на юг правосторонним сдвигом с амплитудой смещения порядка 1,0–1,5 м. В эпицентральной зоне вскрыта система кулисообразно расположенных зияющих сейсморов в полосе примерно 200–250 м на участке расширения приподнятой части водораздела на протяжении 2,5–3,0 км. Ширина полосы разрывов в вершинной части окружающих вершин сужается до 10–20 м.

Отдельные сейсморвы имеют длину до 50 м, ширину от 0,5 до 5 м (до 10 м с участками нарушенного грунта) и видимую глубину до 10–12 м. В пределах расширенной части зоны разлома густота рвов от 1,0 м до 10,0–20,0 м. Часть нарушенных грунтов уже обвалилась на дно рвов, достаточной большей частью подвешена в виде козырьков.

С субширотными сейсморазрывами, которые являются структурами растяжения, парагенетически связаны структуры сжатия – поперечные разрывы субширотного простирания. На поверхности они характеризуются вспучиванием грунтов и напознанием почвы (рис. 4).

Переходя на склоны седловины, сейсморазрывы разветвляются на две ветви, которые зажимают между собой просевшие блоки (микрограбены). На восточном борту седловины ширина такого микрограбена составляет

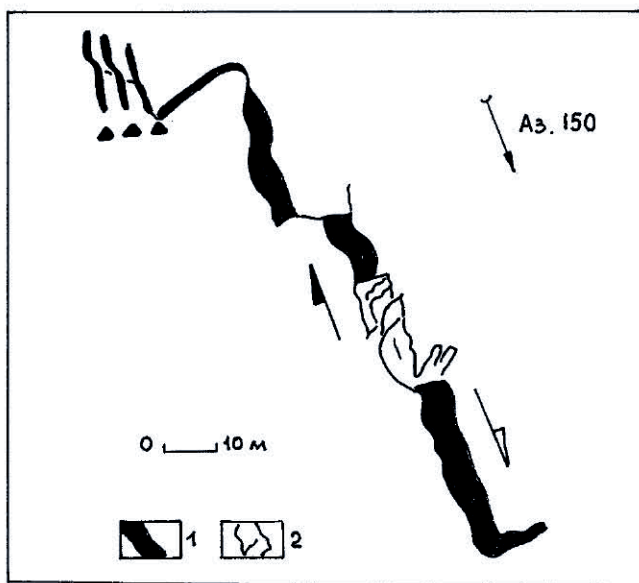


Рис. 4. Схема строения участка сопряжения структур сжатия и растяжения. Урочище Узюк.

- 1 – участки растяжения (сейсморвы);
2 – структуры сжатия (бугры выпирания).

25-30 м, а амплитуда опускания 0,5-1 м. Разрывы отчетливо выражены в рельефе в виде уступов ограничивающих пологие днища седловин сложенных рыхлыми отложениями. Направленность движения по закону правого сдвига отмечалась по смещениям дороги, элементов отдельных рвов и штриховки, отчетливо проявленной в пределах зоны.

В рельефе заметно, что сейсморазрывы в основном наследует местоположение очага более раннего сильного землетрясения, смещаясь от того места, где проходил более древний сейсморов к северу несколько десятков метров. Они выражены в виде депрессий — древних надвигов, заполненных палеопочвой сейсморов. Сместители этих надвигов падают на юг (Аз. пд. 165е) 8 имеют амплитуду смещения до 2 м (рис. 4).

Строение зоны сейсморазрывов на разных участках различно. На юго-восточном окончании (плоский водораздел рек Чаган и Елангаш) разрыв разветвляется на две основных трещины субмеридионального простирания, которые отстоят друг от друга на 200 м и через 700 м смыкаются, подставляясь трещинами СЗ ориентировки. Далее сейсморазрыв прослеживается в виде протяженного рва шириной до 1,5 м, спускаясь в долину р. Чаган. Здесь разрыв помимо растяжения демонстрирует и правосдвиговое смещение с амплитудой до 0,5 м, определенной по смещению

отдельных микроформ рельефа. На водоразделе рек Чаган и Талдура выход очага образован системой сейсморовов (трещин отрыва) раскрытыми на 1-3 м и длиной до 100 м. Рвы здесь имеют северо-западную ориентировку (Аз. 320°), при этом кулисообразно подставляя друг друга выстраиваются в зону простиранием 300-310°. В днище долины р. Талдура эшелонированная система сейсморазрывов имеет ориентировку 290-300°. Здесь аллювиальные отложения рассечены рвами шириной до 2 м и длиной до 50 м и закрытыми трещинами того же простирания (320-3300) с амплитудой правого сдвига 0,1-0,2 м (Геодаков и др., 2003).

Вторичные сейсмодислокации представлены многочисленными проявлениями склоновых процессов, о которых сказано выше. Но наиболее впечатляющим является гигантский оползень озёрно-ледниковых отложений, произошедший в месте сочленения субширотного и северо-западного разломов, в 7 км к западу от пос. Бельтир на правом берегу р. Талдуры. Оползень имеет ширину около 1 км. Высота тела оползня достигает 15-20 м, объём — около 20 млн³ (по расчётам М. С. Достоваловой). Вся поверхность его разбита сетью трещин шириной 1-3 м и глубиной до 10 м.

Кроме деформаций на поверхности значительные разрушения отмечались в населённых пунктах. В эпицентральной зоне, куда попали пос. Бельтир (пострадал наиболее сильно), Курай и Акташ Кош-Агач, отмечались разрушение печей, вывалы участков стен и углов шлакоблочных зданий. Деревянные дома пострадали не так значительно: повреждены лишь частично, отдельными фрагментами; разрушения здесь свелись в основном к смещению брёвен и частичному разрушению крыш.

Сильно пострадали внутренние части домов — многократно (после основного толчка и афтершоков) разрушались печки, падали дымовые трубы.

В наиболее близкорасположенном к эпицентру населённом пункте — пос. Бельтир образовались сейсморовы (провального типа). Один из которых прошёл под улицей Москанова, значительно повредив дома, которые попали на линию проявления сейсморовы. Длина этого разрыва достигает 500 м, ширина — 3 м, глубина проседания грунта — от 0,5 м до 1,0 м.

Одними из самых удивительных следствий этого землетрясения являются выбросы и разливы разжиженных песка и грязи в виде грифонов или грязевых вулканчиков. Приурочены они в основном к низменным, кое-где заболоченным участкам, в геологическом строении которых принимают участие тонкодисперсные водонасыщенные рыхлые породы (глины, суглинки, пески пылеватые), способные при динамических воздействиях, в частности при землетрясениях 7 и более баллов, разжижаться до текучего состояния и изливаться на поверхность. При этом образуются характерные конические или воронкообразные формы песчанно-глинистых грязевых “вулканчиков”, трещины со следами излияния песчанно-глинистой грязевой массы и компенсационные проседа-

ния земной поверхности. Этот процесс имеет приповерхностный характер и обычно развивается на глубине не более 20-30 м. В данном случае нижней границей развития указанного процесса является верхняя граница вечной мерзлоты.

Площадные разливы разжиженного песка из протяженных (до 50 м) сейсмовибрационных открытых трещин имели место в пойме р. Талдура. Массовые выбросы и излияния грязевой массы кроме того произошли в поймах рек Чуя, Чаган-Узун; локальные в Курайской степи а также в непосредственной близости от сейсморазрывов в поймах рек Талдура, Кускуннур и Чаган-Узун. Интересно, что в долине р Кускуннур из открытых трещин связанных с отседанием склона местами был выброшен менее пластичный материал, а именно гравийно-галечные речные осадки (Геодаков и др., 2003).

Огромная энергия в виде тепла, выделенная при землетрясении, привели в движение надмерзлотные и подмерзлотные воды и растопила какое-то количество ледяных линз льда. (Кровля мерзлоты в этом регионе фиксируется на глубине 6-10 м, мощность – от 45-75 м до 400 м). В результате их выброса в районе Бельтира образовались грязевые озера площадью 6,5 тыс. м² (у школьной мастерской) и 10,4 тыс. м² (на стадионе). Мощность наносов в центре достигает 0,8 м (данные М.С. Достоваловой). Появление третьего озера отмечалось в 4 км от п. Бельтир.

Поднятие воды наблюдалось и в уже бывших водоёмах. Повсеместно в плейстосейстовой области были залиты старицы и поймы. Правда, уже через две недели после самого сильного толчка уровень воды существенно понизился.

4. ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Следует отметить, что признаки готовящегося землетрясения наблюдались задолго до 27 сентября. Обобщение этих знаний позволит сделать нам ещё один шаг в решении проблемы прогноза крупных землетрясений.

Прежде чем дать характеристику предвестников Горно-Алтайского землетрясения, необходимо заметить, очаг землетрясения 27.09.2003 года располагается в зоне известного геологам Чарышско-Теректинского разлома. Это глубинный разлом наблюдается на протяжении почти 400 км и проходит с севера на юг через всю территорию Горного Алтая. Прослеживается он и в Западной Монголии.

Чарышско-Теректинский разлом проявляет активность почти 500 миллионов лет своей геологической истории (по мнению В.А. Кузнецова (1967), он имеет кембрийское заложение).

Признаки грядущего землетрясения отмечались в зоне разлома по

геологическим подвижкам, изменению активности радона, уровня и состава подземных вод, и за день-два — по геофизическим, биологическим и метеорологическим предвестникам.

Признаки многократной современной активности этого разлома широко представлены по историческим данным и имеют выраженность в рельефе. Непосредственно в эпицентральной зоне землетрясения 27 сентября 2003 года в двадцатом веке произошло два сейсмических толчка: 14 сентября 1923 года с $M=6,0$ и 20 сентября 1960 с $M=5,1$, макросейсмические проявления которых не известны (Информационное сообщение..., 2003). Следы более ранних сейсмических событий широко представлены и в пределах как долин рек Талтура. Недалеко от тела нового оползня в 4–5 км от Бельтира по правому борту долины р. Талтура в зоне разлома видны стенка отрыва и аккумулятивное тело древнего оползня, по всем признакам — сейсмогенного, объёмом сопоставимым с современным оползнем (см. рис. 3).

Кроме того, вдоль Чарышско-Теректинского разлома, начиная с 1998 г. отмечались признаки увеличения скоростей геологических подвижек. Они отражались по отрицательным аномалиям скоростей поднятия Чуйского тракта в районе Ортолыка в графиках по данным повторного нивелирования (Рогожин, Платонова, 2002).

Авторами, начиная с 1998 г., вдоль разлома отмечались проявления аномальных склоновых процессов в долине правого притока р. Аргут – р. Карагем. Последнее выражалось в наблюдаемых нами в массовых площадных склоновых смещениях грунта (в устье р. Карагем).

Активизация оползней отмечалась и в другой части зоны Чарышско-теректинского разлома — в долине р. Чаган-Узун (левого притока р. Чуи) и проявлялась в активизации древних и появлении новых оползневых деформаций (по данным А.Н. Куприянова, И.А. Хрусталевой, 1998 и М.С. Достоваловой, 2001–2003).

Предвестником землетрясения явилось также изменение уровня и состава подземных вод (зарегистрированы “Алтайгео” и НИХЭЛ), появление за несколько месяцев до землетрясения вариаций объёмной активности радона (зарегистрированы радиологической лабораторией Рес-ЦГСЭН). Также в день землетрясения был отмечен сильный туман в районе эпицентра и, по словам местных жителей, “заревело” оз. Огырак-Кель в Бельтире, что, видимо, связано с сильным газовыделением из-за динамического поджатия горных пород (Шитов, 2003).

Самым впечатляющим признаком, предупреждающим надвигающуюся катастрофу, было поведение животных.

Со слов жителей с. Белтир сибирский горный козел мигрировал с мест землетрясения примерно за месяц. Отмечались выходы серого (алтайского) сурка из спячки в середине сентября, хотя залег он в нее в первых числах сентября. Был замечен спуск рыбы по рекам за два дня до землетрясения. Как оказалось, рыба в день землетрясения вела себя спокойно даже на большом отдалении от эпицентра. Так, в Солтонском

районе Алтайского края рыбаками был отмечен небывалый улов 27 сентября, “рыба металась” (Шитов, 2003). По сведениям, предоставленным М.С. Достоваловой со слов местных жителей, в пос. Джасатор Кош-Агачского района перед землетрясением приходили волки.

Все эти данные в скором времени будут серьёзно проанализированы и на основании их будут выработаны комплексные критерии прогноза потенциальных землетрясений Горного Алтая. И в этом плане, землетрясение 27.09.2003 г. предоставило уникальный материал для изучения и анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вознесенский. Е.А. Землетрясение и динамика грунтов //Соросовский Образовательный Журнал. 1998. № 2. – С. 101-108.
2. Белоусов В.В. Основы геотектоники. М.: Недра, 1975.
3. Бутвиловский В.В. Палеогеография позднего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. –Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 252 с.
4. Геодаков А.Р., Овсяченко А.Н., Платонова С.Г., Рогожин Е.А. Материалы предварительного изучения сильного землетрясения 2003 г. на Горном Алтае //Вестник отделения наук о Земле РАН (Электронный научно-информационный журнал). № 1 (21), 2003. 22 с.
5. Горшков Г.П. Землетрясения на территории Советского Союза. М.: Госуд. изд-во географической литературы, 1948. 120 с.
6. 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.
7. Информационное сообщение об Алтайском землетрясении 27 сентября 2003 года //http://www.ceme.gsras.ru. 2003-09-30.
8. Короновский Н.В. Напряженное состояние земной коры //Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 1. С. 51-56.
9. Кузнецов В. А. Тектоника Западной Сибири. Горный Алтай //Геология СССР. Западная Сибирь. М.: Недра, 1967. Т.ХІУ. Ч.1. С. 438-551.
10. Кукал З. Природные катастрофы. Пер с чешск. М.: Знание, 1985.
11. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи //Записки Русского Географического о-ва. Петербург, 1893. Т. XXVI. 592 с.
12. Никонов А.А. Землетрясения... (Прошлое, современность, прогноз). М: Знание, 1984. 192 с.
13. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. М.: Наука, 1977. 535 с.
14. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И. Типизация земной коры: фундаментальные и прикладные проблемы //Результаты комплексного изучения тектоносферы. М.: ОИФЗ РАН, 1993. С. 6-21.

15. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И. Оценка сейсмического потенциала Алтая с применением внерегионального сеймотектонического метода // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. Инф.-анал. бюллетень. М.: ОИФЗ РАН, 1996. Т 3. № 1-2.

16. Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Иогансон Л.И., Рейснер Г.И., Баясгалан А.Н., Кочетков В.М., Курушин Р.А. Опыт выделения и прослеживания сейсмогенерирующих зон методами геолого-тектонического анализа на территории Западной Монголии и Зайсано-Алтайской складчатой области // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М.: ОИФЗ РАН, 1995. Вып. 2-3. С. 132-152.

17. Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Нечаев Ю.В., Платонова С.Г., Чичагов В.П. Неизвестные сильные землетрясения Горного Алтая // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. Информационно-аналитический бюллетень. М.: ОИФЗ РАН, 1996. Т. 3. № 1-2. С. 96-106.

18. Рогожин Е.А. Тектоника очаговых зон сильных землетрясений Северной Евразии конца XX столетия // Российский журнал наук о Земле, 2000. Т 2. № 1.

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

20. Солоненко В.П. Палеосейсмология // Физика Земли, 1973. № 9. С. 3-16.

21. Шебалин Н.В. Сейсмология — наука о землетрясениях. М.: Знание. 1974.

22. Шитов А. В., Гвоздарев А.Ю., Долговых С.В., Драчев С.С., Кочеева Н.А., Машошина И.А., Сухова М.Г., Трифанова С.В., Шевченко Г.А. Отчёт об экспедиции (9-14 октября 2003 г.) в район эпицентра Алтайского землетрясения. Горно-Алтайск, 2003. 35 с.

23. Эйби Дж.А. Землетрясения: пер. с англ. М.: Недра. 1982. 263 с.

24. Ge Shumo, Bo Meixiang, Zheng Fuwan, Luo Fuzhong. The Koktogay-Ertai Fault, Xinjiang, China // Journal of Earthquake Prediction Research, 1996. V.5. No. 4. P. 470-504.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

С.Г. Платонова
В.В. Скрипко

ГОРНО-АЛТАЙСКОЕ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2003 года:
причины, последствия и прогнозы

Редактор *Ю.А. Манаков*
Технический редактор *С.А. Скобликов*
Верстка *С.Ф. Рысяева*
Корректор *Н.В. Скобликова*

Сдано в набор . Подписано в печать
Формат Бумага офсетная. Гарнитура
Печать офсетная. Усл. п.л. Тираж . Заказ

Издательская группа
Кемеровской региональной экологической
общественной организации «ИРБИС»

г. Кемерово, ул. Рукавишниковая, 21.
Тел.: (384-2) 28-72-89, эл. адрес: kuzbs@kemnet.ru

Отпечатано в типографии
ФГУИПП «Кузбасс»
г. Кемерово, пр. Октябрьский

Шкала интенсивности землетрясений
(ГОСТ 6249-52 для строительных организаций,
созданный на основе MSK-64)

| Интенсивность землетрясений, в баллах | Характер проявления |
|--|---|
| 1 балл (незаметное) | Повреждений зданий и нарушений в почве и в режиме вод нет; людьми не ощущается, регистрируется лишь сейсмографами. |
| 2 балла (очень слабое) | Повреждений и нарушений нет; землетрясение ощущается очень чуткими людьми, находящимися в покое. |
| 3 балла (слабое) | Повреждений и нарушений нет; ощущается немногим людьми, находящимися в покое. Спокойно раскачиваются висючие лампы и открытые двери. |
| 4 балла (умеренное) | Повреждений зданий не наблюдается; возможны отдельные трещины в сырых грунтах. Ощущается большинством людей, находящихся в зданиях; колеблются жидкости в сосудах. |
| 5 баллов (довольно сильное) | Легкие повреждения зданий, звон стекол. Тонкие трещины в почве; волнение воды в закрытых водоемах, из наполненных до краев сосудов жидкость выплескивается. Неустойчивые украшения на полках опрокидываются. |
| 6 баллов (сильное) | В постройках из самана и сырцового кирпича (здания группы А) и кирпича (группа В) возникают легкие повреждения, в отдельных постройках группы А наблюдаются значительные повреждения. Иногда образуются трещины шириной до 1 см на дорогах и в сырых грунтах. Небольшие изменения в расходах источников. |
| 7 баллов (очень сильное) | В большинстве зданий группы А значительные повреждения, в отдельных – разрушения. Во многих каменных зданиях появляются трещины. В зданиях деревянных (группа В) легкие повреждения. Оползни на крутых насыпях дорог и в горах; изменяются расходы источников, возникают новые источники или исчезают старые. В сырых грунтах многочисленные трещины; легкая мебель передвигается, падают книги из шкафов, люди с ужасом покидают жилища. |
| 8 баллов (разрушительное) | Отдельные здания группы А обваливаются, памятники и статуи сдвигаются; в каменных и деревянных зданиях чаще легкие повреждения. Оползни и трещины шириной в несколько сантиметров на склонах гор. Вода в водоемах становится мутной. Исчезают действующие ранее источники и появляются новые. |
| 9 баллов (опустошительное) | Многие здания группы А и отдельные группы В обваливаются, в зданиях группы В серьезные повреждения, трубопроводы разрываются, искривляются, в грунтах образуются трещины шириной 10 см и более; обвалы, осыпи и оползни в горах. Небольшие грязевые вулканы. Мебель опрокидывается. |
| 10 баллов (уничтожающее) | Многие здания группы В и отдельные группы В разваливаются. Памятники, башни, трубы падают. Ломаются ветви и старые деревья. В грунте образуются трещины в несколько сантиметров шириной (15–20); возникают за счет завалов речных долин озера. |
| 11 баллов (катастрофа) | Общее разрушение зданий, многочисленные трещины в земле и вертикальные перемещения по ним слоев; над трещинами развиваются грязевые и пылевые конусы. Обвалы и оползни. Железнодорожные пути изгибаются. |
| 12 баллов (сильная катастрофа) | Общее разрушение зданий и сооружений. Огромные обвалы, оползни. Значительные горизонтальные и вертикальные разрывы и перемещение по ним пластов, изменяются русла рек, образуются водопады и озера. От обвалов, оползней и разрушений построек гибнут люди, животные и растения. |

ЭТО ВАЖНО ЗНАТЬ И ВЫПОЛНЯТЬ,
*чтобы не оказаться в безвыходном положении
при землетрясении*

- регулярно проверять состояние электропроводки, водопроводных и газовых труб;
- знать где и как отключается электричество, газ и вода в вашей квартире, а по возможности во всем подъезде или доме;
- подготовить самые необходимые вещи (предметы) на случай эвакуации и хранить их в местах известных и доступных всем совершеннолетним членам семьи (личные документы, паспорт и сертификаты на жилье, запасную карточку для сотового телефона, спички, радиоприемник, настроенный на местное и федеральное вещание, электрический фонарь и аптечку с двойным запасом перевязочных материалов и набором лекарств);
- найдите место в доме для хранения огнетушителя;
- мебель следует расставить или закрепить таким образом, чтобы она не смогла упасть на спальные места;
- заранее определить и освободить наиболее безопасные места, где можно переждать толчки (проёмы капитальных внутренних стен, углы, образованные внутренними капитальными стенами, места у колонн и ванные комнаты);
- знайте, что защититься от осколков, обломков, падающих предметов Вы сможете в самых безопасных комнатах, дополнительно укрывшись под мебелью (кроватью, столом, партой и т.п.);
- наиболее опасными местами являются наружные окна, угловые комнаты, лестницы, двери легких перегородок, печные трубы, отопительные водяные батареи, лифт.
- заранее определите безопасное место вне дома, как правило это площади, широкие улицы или пустыри.

При землетрясении необходимо четко выполнить следующие действия:

- взять документы, деньги, необходимые вещи и теплую одежду;
- отключить газ, воду, электричество, потушить огонь в печи;
- собраться самому и помочь остальным членам семьи, в особенности детям и пожилым людям.
- быстро и организованно покинуть квартиру и выходить из дома, не пользуясь лифтом.
- вне дома, стремитесь выйти на наиболее открытое место.