

УДК 551: 550.34

ПАЛЕОЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

© 2010 г. Е.А. Рогожин, С.С. Новиков, С.Н. Родина

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

На Корякском нагорье в ходе сеймотектонических полевых работ в зоне сильнейшего Олюторского землетрясения 2006 г. был выявлен ряд первичных палеосейсмодислокаций – древних сейсморазрывов. Смещения, идентифицированные нами как результат сильнейших не известных ранее доисторических землетрясений, носили сейсмогенный характер, о чем говорит формирование древних коллювиальных клиньев вдоль палеоуступов и захороненных горизонтов палеопочв. Магнитуда доисторических землетрясений оценивалась по амплитуде сейсмогенной подвижки и размерам области соответствующих палеосейсмодислокаций, возраст – по радиоуглеродным датировкам. Был оценен сейсмический режим региона для большей части голоцена с использованием сведений о современных сильных сейсмических событиях и землетрясениях инструментального исторического периода наблюдений. Средний долговременный сейсмический режим территории отображен графиком повторяемости землетрясений, построенным способом ортогональной регрессии. Полученные результаты хорошо коррелируют между собой, о чем свидетельствует прямолинейность графика повторяемости, позволяющая говорить об устойчивом сейсмическом режиме в исследованном регионе на позднечетвертичном этапе его развития.

Ключевые слова: сеймотектоника, разрыв, эпицентральная область, палеосейсмодислокация, радиоуглеродный метод, сейсмический режим, график повторяемости землетрясений.

Введение

21 апреля 2006 г. в 12 ч 25 мин по местному времени (20 апреля в 23 ч 25 мин по Гринвичу) на территории Олюторского района Корякского автономного округа Камчатской области произошло сильнейшее за всю историю наблюдений в этом регионе землетрясение с магнитудой $M_S=7.8$ ($M_W=7.6$). Эпицентральная область располагалась в зоне Пылгинского и Ветвейского хребтов Корякского нагорья. В ходе сеймотектонического обследования очаговой зоны на поверхности земли был обнаружен выход сейсмического очага, имеющий вид системы сейсморазрывов общей протяженностью около 140 км. При детальном изучении сейсморазрывов в пройденных траншеях и на стенках расчищенных обнажений были обнаружены следы древних, не известных ранее сильных землетрясений, по которым была оценена магнитуда и установлено время сейсмических активизаций в прошлом. Палеосейсмогеологические материалы вместе со сведениями о современных сильных сейсмических событиях, изученных в конце XX – начале XXI вв., и землетрясениях инструментального исторического периода сейсмологических наблюдений дали возможность оценить сейсмический режим региона на протяжении большей части голоцена. Средний долговременный сейсмический режим территории отображен статистической функцией распределения частоты возникновения землетрясений по магнитуде – графиком повторяемости землетрясений, рассчитанным для региона Корякского нагорья способом ортогональной регрессии.

Настоящая статья посвящена уточнению сейсмического режима области Хаилинского (1990 г.) и Олюторского (2006 г.) землетрясений на протяжении последних 7 тыс. лет.

Результаты сеймотектонического обследования зоны землетрясения

Как уже было отмечено, при сеймотектоническом обследовании эпицентральной области обнаружен выход на поверхность сейсмического очага, имеющего вид протяженной системы сейсморазрывов, ориентированной в основном в северо-восточном направлении; общая длина около 140 км [Рогожин и др., 2009]. По результатам детального картирования в системе сейсморазрывов выявлены три основных сегмента с разной внутренней структурой, морфотектонической позицией и кинематикой смещений – юго-западный, центральный и северо-восточный (рис. 1).

На рисунке показано положение эпицентра главного толчка (данные ГС РАН и Камчатского филиала ГС РАН) и афтершоков с $M_S \geq 4.0$, зафиксированных до начала августа 2007 г. (данные ГС РАН), а также представлены их механизмы – для главного толчка по данным ГС РАН и *NEIC*, для афтершоков по данным *NEIC*.

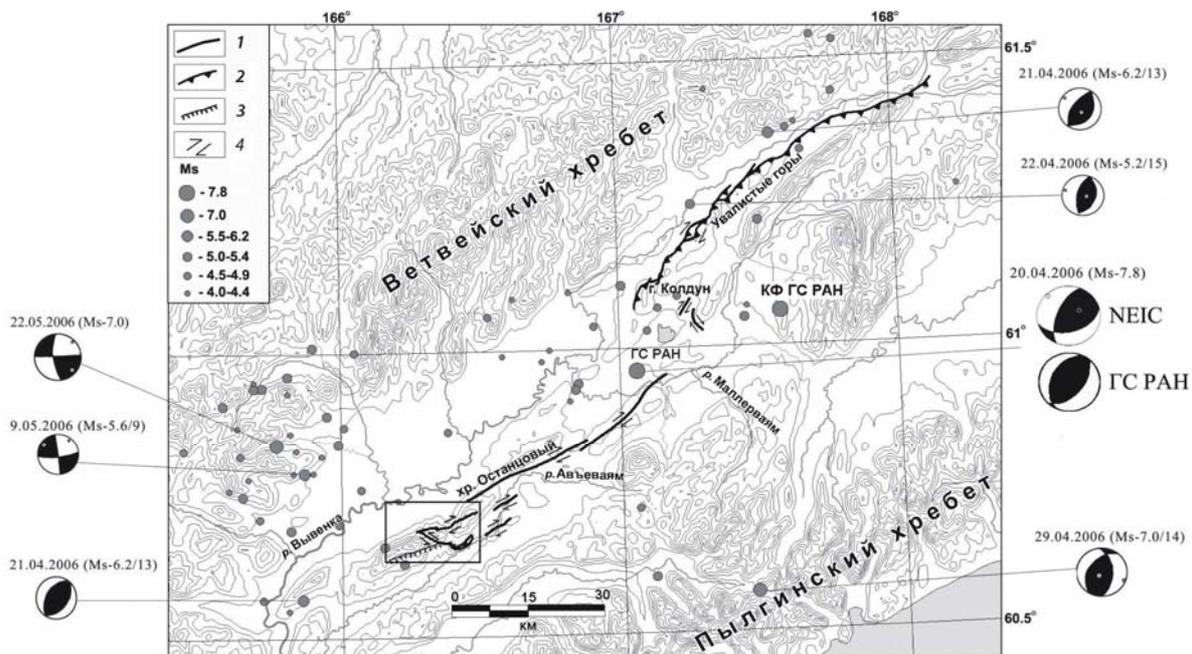


Рис. 1. Положение сейсморазрыва и механизмы очагов главного толчка и сильнейших афтершоков Олюторского землетрясения (20(21).01.2006 г.).

1 – разрывные нарушения (в основном сдвиги); 2 – взбросо-надвиги (бергштрихи направлены в сторону поднятого крыла); 3 – сейсмогравитационные дислокации, прослеживающиеся в виде уступа в подножии гряды (бергштрихи направлены в сторону опущенного крыла); 4 – направление сдвигового перемещения. Сечение изолиний рельефа – 100 м. Прямоугольный контур – границы рассматриваемого ниже юго-западного сегмента. Кружки разного диаметра – эпицентры событий разной магнитуды. Слева и справа от схемы – механизмы очагов событий с указанием даты и магнитуды

Юго-западный сегмент зоны сеймотектонических нарушений представляет собой систему разрывов длиной около 16 км, вспоровшую земную поверхность в правом борту долины р. Авъеваям (рис. 2). При полевых работах и дешифрировании космofотоснимка *QuickBird* обнаружены две ветви сейсморазрыва, располагающиеся под острым углом друг к другу. Южная ветвь сейсморазрыва в пределах рассматриваемого сегмента имеет левосдвиговую кинематику и запад–северо-западное простирание. Амплитуда сдвига, установленная по смещению разорванных корней кедрового стланика, составляет местами 1.3–1.8 м.

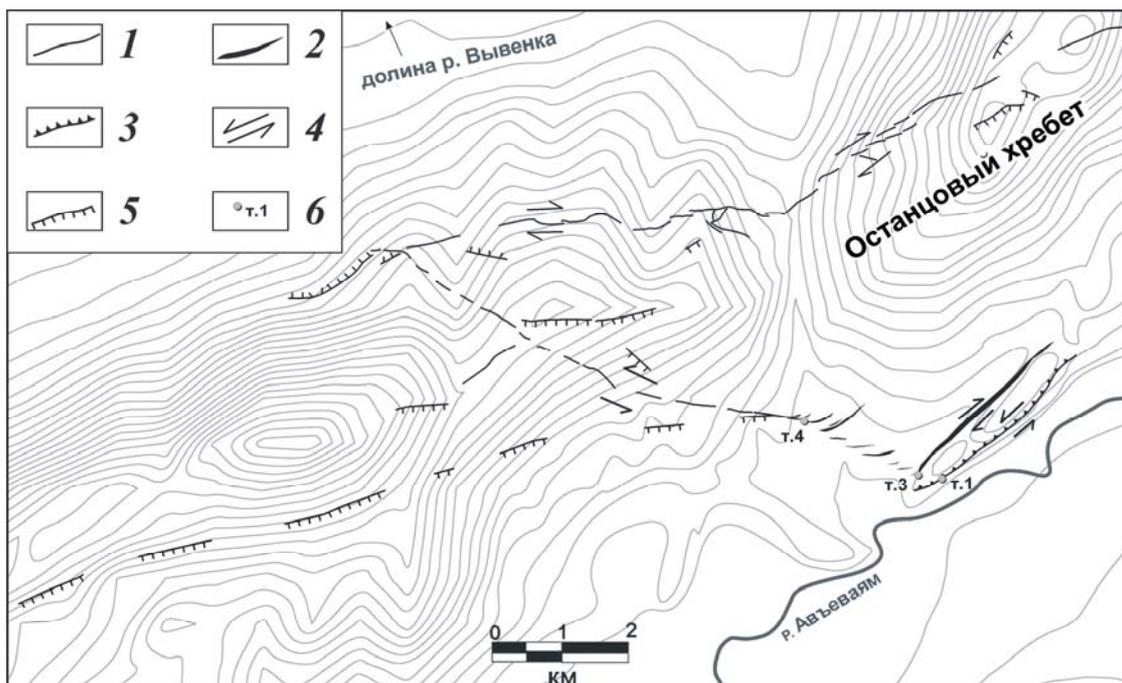


Рис. 2. Схема строения юго-западного сегмента зоны сеймотектонических нарушений

1 – разрыв сдвиговой кинематики; 2 – раздвиги (трещины растяжения); 3 – взброс (бергштрихи направлены в сторону поднятого крыла); 4 – направление горизонтального смещения по сдвигам; 5 – сейсмогравитационные дислокации (прослеживающиеся в виде уступа в подножии гряды и в виде отдельных сейсмогравитационных трещины неясной морфологии; бергштрихи направлены в сторону опущенного крыла); 6 – точки наблюдения. Сечение изолиний рельефа – 25 м

Восточное замыкание описываемого сегмента представляет собой два отдельных разрыва – левосторонний взбросо-сдвиг и правосторонний сбросо-сдвиг, – обрамляющие вытянутую вдоль склона основного водораздела Останцового хребта предгорную гряду. Северная ветвь данного сегмента зоны сеймотектонических дислокаций выражена эшелонированной системой зияющих трещин, отвечающих правостороннему смещению по сбросо-сдвигу; юго-восточное крыло приподнято. Простираение этой ветви – восток–северо-восточное. Ветви сходятся на северном склоне Останцового хребта (на левом борту р. Вывенка).

В пределах *центрального сегмента*, расположенного к северо-востоку от описанного участка между средним течением р. Авъеваям и устьем р. Маллерваям, сейморазрыв образовал эшелонированную систему отдельных разрывных нарушений общей протяженностью около 45 км (см. рис. 1). Все отрезки нарушений имеют правосдвиговую кинематику смещений и ориентированы в восток–северо-восточном направлении. Самый протяженный отрезок сейморазрыва сегмента приурочен к юго-восточному подножию Останцового хребта и характеризуется амплитудой правого сдвига 1.3 м. В его строении основную роль играют трещины растяжения длиной до 50 м и шириной до 2 м, сопряженные между собой валами вспучивания высотой до 1.5 м.

Северо-восточный сегмент приурочен к подножию уступа, проходящего вдоль долины р. Вывенки, массива г. Колдун и Увалистых гор (см. рис. 1). Длина сегмента около 75 км. Вблизи г. Колдун разрыв часто разделен на 2–3 параллельные ветви. При пересечении долин рек разрыв, как правило, представляет собой единую зону шириной до 5 м. Амплитуда правосдвигового смещения, измеренная по деформациям русел водотоков, не превышает 1 м. Доминирующей является взбросо-надвиговая составляющая, особенно ярко выраженная на участках меридионального или северо-восточного

простираения разрыва. Юго-восточное крыло разрыва в сегменте приподнято относительно северо-западного на 2–3 м. Сокращение поверхности в пределах этих участков составляет 1–1.5 м. Часто зона разрывов разделяется на ветви с преимущественно сдвиговой или взбросово-надвиговой кинематикой. Однако для всех ветвей характерно преобладание либо взбросо-сдвигов, либо антиклинальных валов, сопряженных со структурами растяжения – рвами, ширина которых обычно не превышает 1 м. Амплитуда вертикального смещения валов достигает 2 м, горизонтального сокращения – 1–1.5 м. Сдвиговая компонента деформаций наиболее ярко представлена в пределах эшелонированных систем трещин растяжения (рвов), осложняющих в целом взбросо-надвиговой по кинематике разрыв. Морфология северо-восточного сегмента сейсморазрыва в целом свидетельствует о пологом (20° – 30°) падении на юг–юго-восток плоскости сместителя.

Результаты палеосейсмогеологических исследований в эпицентральной области

Исследования зоны сейсморазрыва Олюторского землетрясения 2006 г., проведенные с использованием геоморфологических, морфотектонических и палеосейсмогеологических методов, позволили проследить длительную историю развития рассматриваемой очаговой зоны и зафиксировать следы неоднократных сильных сейсмических событий, происходивших в ее пределах в прошлом [Рогожин и др., 2009]. Следы древних землетрясений выражены многочисленными деформированными элементами рельефа, а также древними сеймотектоническими структурами, часто прослеживаемыми в разрезах современных сейсмодислокаций.

Характеристики пяти событий (I–V) с указанием возрастной и географической привязки представлены на рис. 3. Их возраст установлен по результатам выполненного в Институте географии РАН (ИГАН) радиоуглеродного анализа погребенных в зонах палеосейсмодислокаций древних почв.

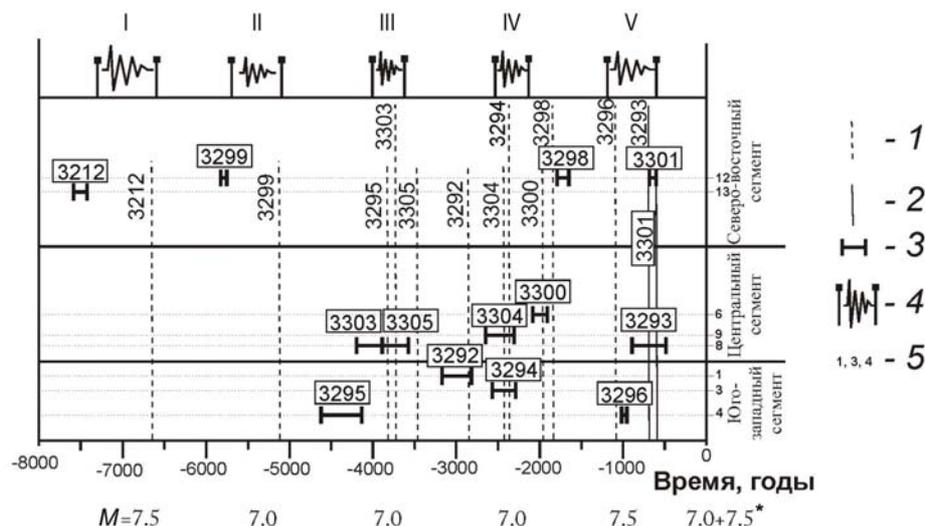


Рис. 3. Реконструированные сильные сейсмические события и их проявление во времени

1 – радиоуглеродный возраст погребенных палеопочв и номера образцов ИГАН; 2 – радиоуглеродный возраст нижней части современного почвенного профиля; 3 – интервал калиброванного возраста (в рамке – номера образцов ИГАН); 4 – реконструированные сильные сейсмические события I–V; 5 – номера точек отбора почвенных проб (положение точек на рисунке схематично соответствует их размещению на профиле сейсморазрыва). 0 временной шкалы соответствует настоящему времени. Под горизонтальной шкалой M – магнитуды реконструированных сейсмических событий (* – современные события)

Согласно проведенной реконструкции событие I произошло примерно 7000–6000 лет назад и сопровождалось образованием вала сжатия, по разные стороны от которого накопился слой светло-серого суглинка. В суглинке захоронена палеопочва, радиоуглеродный возраст которой составляет 6640 ± 60 лет (калиброванный возраст 7480–7573, ИГАН 3212). Эта палеосейсмодислокация обнаружена на северо-восточном отрезке системы сейсморазрывов 2006 г. недалеко от г. Колдун.

Событие II довольно уверенно ложится на интервал между –5700 г. и –5100 г. Оно, по всей видимости, сопровождалось взбросовыми подвижками, о чем можно судить по закономерному увеличению мощности горизонта пробоотбора в местах, где он пересекается с разрывными нарушениями. Отложения рассматриваемого слоя представлены торфяниками, возраст которых составляет 5120 ± 60 лет (калиброванный возраст 5877–5804, ИГАН 3299). Структура была обнаружена и выделена в траншее пройденной вкрест простирания эскарпа на северо-восточном сегменте магистрального сейсморазрыва землетрясения 2006 г.

Событие III по радиоуглеродным датировкам локализуется в интервале между –3720 г. (ИГАН 3303) и –3470 г. (ИГАН 3305). Эти датировки соответствуют возрасту палеопочв, разделенных клинообразной линзой суглинисто-галечного материала в разрезе многократно обновлявшегося вала сжатия (на центральном сегменте системы сейсморазрывов землетрясения 2006 г.). Близкий возраст имеет и палеопочва, погребенная, видимо, при образовании древнего сейсморва (образец ИГАН 3295, радиоуглеродный возраст 3820 ± 80 лет, калиброванный 4092–4299) в пределах южной ветви юго-западного сегмента сейсморазрыва Олюторского землетрясения.

Четвертое палеоземлетрясение (событие IV) выделяется как произошедшее примерно 2500–2000 лет назад – на этом временном интервале, по-видимому, у юго-восточного окончания южной ветви юго-западного сегмента современного сейсморазрыва образовались сейсморвы, в которых оказались захороненными палеопочвы с радиоуглеродным возрастом 2370 ± 110 лет (ИГАН 3294, калиброванный 2314–2543). В близкий период времени (-2420 ± 80 лет) возникла палеосейсмодислокация в юго-западной половине центрального сегмента системы сейсморазрывов землетрясения 2006 г. (ИГАН 3304, калиброванный 2350–2696). Возможно, тогда же произошло обновление взбросового разрыва на юго-восточном склоне предгорной гряды в правом борту р. Авъеваям, (область сочленения юго-западного и центрального сегментов системы сейсморазрывов 2006 г.). Радиоуглеродный возраст деформированной этим разрывом палеопочвы составляет 2860 ± 110 лет (ИГАН 3292, калиброванный 2854–3145). На центральном сегменте современного разрыва восстановлено образование древнего сейсморва, в котором захоронена палеопочва с радиоуглеродным возрастом 1980 ± 70 лет (ИГАН 3300, калиброванный 1862–2002).

Последнее из реконструированных палеособытий V локализуется в интервале примерно от –600 г. до –1000 г. С этим событием ассоциируется образование разрыва на северо-восточном сегменте магистрального сейсморазрыва землетрясения 2006 г. (600–700 лет, ИГАН 3301). Здесь через зону обновленного уступа была пройдена траншея, вскрывшая остатки древнего эскарпа со смещенным горизонтом палеопочвы. На центральном сегменте в составе молодого вала вспучивания обнаружены остатки обновленного в 2006 г. древнего вала. Из верхнего горизонта палеопочвы, перекрывающего наиболее молодую линзу коллювиального материала, был отобран образец, для которого радиоуглеродным датированием установлен возраст 690 ± 290 лет (радиоуглеродной возраст нижней части современного почвенного профиля, образец ИГАН 3293, калиброванный возраст 432–935). Таким образом, можно полагать, что смещение по разрыву верхней коллювиальной линзы произошло не позже 1000 лет назад. На юго-западном сегменте системы сейсморазрывов Олюторского землетрясения в пределах левосдвиго-

вой ветви в пройденной траншее вскрыт разрез современного вала вспучивания. В разрезе болотных торфяников на глубине 0.6 м обнаружен горизонт черного углефицированного торфа, перекрытый горизонтом серого, возможно, вулканического пепла; возраст торфа 1090 ± 50 (ИГАН 3296, калиброванный 940–941). В толщу торфа вдавлена, видимо, в результате разжижения грунта, линза суглинистого материала.

Таким образом, установлены приблизительные временные рамки реконструированных древних землетрясений: – 7000...–6000 (I), –5700...–5100 (II), –3700...–3500 (III), –2500...–2000 (IV) и –1000...–600 (V) лет. Период повторяемости событий, включая Олюторское землетрясение 2006 г., составляет в среднем около 1200–1500 лет. Данные, приведенные на рис. 3, явно свидетельствуют, что два палеоземлетрясения – V (–600...–1000 лет) и IV (около –2000...–2500 лет) – проявились в формировании палеосейсмодислокаций во всех трех сегментах зоны сейсморазрыва, активизировавшегося в 2006 г., а сейсмическое событие III, датированное временем примерно –3500...–3700 лет, – только в юго-западном и центральном сегментах. Самое древнее землетрясение, произошедшее 7000–6000 лет назад (I), а также событие, попадающее во временной интервал –5700...–5100 лет (II), оставили следы в виде палеосейсмодислокаций только на наиболее протяженном северо-восточном отрезке системы первичных нарушений 2006 г.

По выявленным в ходе палеосейсмогеологических исследований амплитудам смещений с учетом протяженности активизировавшихся сейсморазрывов оценена магнитуда реконструированных землетрясений. Так, первое из них имело, по-видимому, $M=7.5$, второе – $M=7.0$, третье – $M=7.0$, четвертое – $M=7.0$ и, наконец, пятое – $M=7.5$ (см. рис. 3). Полученные представления о периодах повторяемости и магнитуде древних толчков могут быть интерпретированы следующим образом: за 7000 лет произошло три землетрясения с $M=7.5$ (включая Олюторское 2006 г.), за 5500 – четыре землетрясения с $M=7.0$ (включая Хаилинское 1990 г.). Эти сведения могут быть использованы для реконструкции долговременного сейсмического режима района Корякского нагорья, как это было сделано ранее для зоны Алтайского землетрясения 2003 г. [Захарова, Рогожин, 2004].

Реконструкция долговременного сейсмического режима

Представление о среднем долговременном сейсмическом режиме можно получить известным методом по графику повторяемости – статистической функции распределения частоты возникновения землетрясений по магнитуде:

$$\lg(N/T) = a - bM,$$

где N – число землетрясений определенной магнитуды M ; T – период наблюдений в годах; a и b – уровень и наклон при $M=0$ [Ризниченко, 1958].

Предполагается, что график линейный и обычно экстраполируется в область больших магнитуд, так как время наблюдений сильных сейсмических событий сравнительно коротко и не обеспечивает соответствующей статистики [http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm#tops; Новый каталог..., 1977].

Впервые графики повторяемости с использованием результатов палеосейсмогеологических исследований были построены для Горного Алтая и Сахалина [Рогожин, Захарова, 2003а,б]. Авторы настоящей работы применили ту же методику к построению графика для зоны Олюторского землетрясения 2006 г.

Первый график (в статье не приводится) для территории, ограниченной координатами $56\text{--}64^\circ$ с.ш. и $160\text{--}178^\circ$ в.д., был рассчитан по сейсмологическим наблюдениям, включающим как инструментальные, так и исторические данные [<http://data.emsd.iks.ru/>

dbquaketxt_min/index_r.htm#tops; Новый каталог..., 1977]. Исходные данные, использованные для этого расчета, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета графика повторяемости землетрясений по инструментальным и историческим наблюдениям

Магнитуда, M	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
Число событий с данной магнитудой, N	623	519	183	54	16	8	10	3
Период наблюдений, T , г.	20	48	48	85	85	250	250	250

При расчетах графика был использован метод ортогональной регрессии. Решение получено в виде:

$$\lg(N/T) = (5.61 \pm 0.56) - (1.03 \pm 0.70)M \quad \text{при коэффициенте корреляции } R = -0.986. \quad (1)$$

Затем данные, использованные для получения решения (1), были дополнены результатами выполненных на той же территории полевых палеосейсмогеологических работ [Рогожин и др., 2009], в ходе которых были выявлены два события с $M=7.5$ для периода 7000 лет и три с $M=7.0$ для периода 5100 лет. График повторяемости землетрясений в регионе, приведенный на рис. 4, построен по суммарным исходным данным (табл. 2). Этому общему графику соответствует следующее уравнение:

$$\lg(N/T) = (7.22 \pm 0.54) - (1.36 \pm 0.06)M \quad \text{при коэффициенте корреляции } R = -0.993.$$

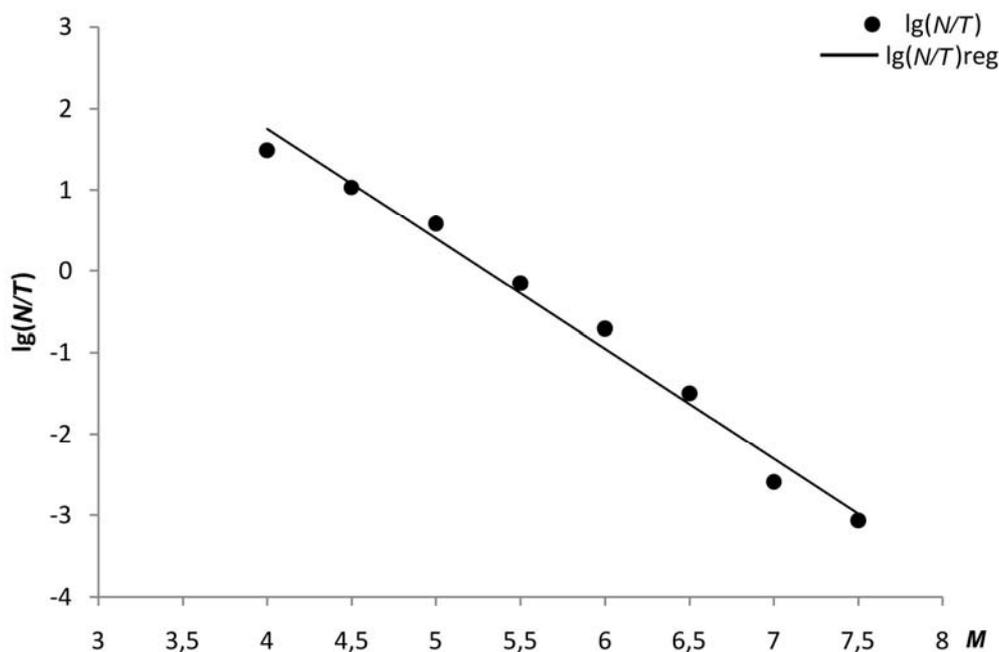


Рис. 4. График повторяемости в Олюторской очаговой зоне землетрясений с $M=4.0-7.5$, построенный по суммарным исходным данным (табл. 2)

Таблица 2. Исходные данные для расчета общего графика повторяемости по сейсмологическим, историческим и палеосейсмогеологическим сведениям

Магнитуда, M	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
Число событий с данной магнитудой, N	623	519	183	54	16	8	13	5
Период наблюдений, T , г.	20	48	48	85	85	250	5100	7000

После добавления палеосейсмогеологических данных наклон графика повторяемости b изменился с -1.03 до -1.36 , что увеличивает средний период повторяемости сильных событий. Следует отметить улучшение общей согласованности между магнитудами землетрясений M и логарифмом частоты N/T их повторения, о чем свидетельствует увеличение коэффициента корреляции R с -0.986 до -0.993 .

Заключение

Палеосейсмогеологические материалы вместе со сведениями о землетрясениях инструментального и исторического периодов сейсмологических наблюдений, а также о современных сильных сейсмических событиях, изученных в конце XX – начале XXI веков, дали возможность оценить сейсмический режим региона на протяжении почти 7000 лет, т.е. для большей части голоцена. Средний долговременный сейсмический режим территории представлен в виде графика повторяемости землетрясений. Полученные результаты могут свидетельствовать о прямолинейности графика в исследованной зоне Северо-востока России. Это, по-видимому, означает, что сейсмический режим на позднечетвертичном этапе геологической истории, отвечающем большей части голоцена, оставался практически неизменным.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 4 и Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 08-05-00103).

Литература

- Захарова А.И., Рогожин Е.А. Сейсмический режим Горного Алтая и сильное землетрясение 2003 г. // Сильное землетрясение на Алтае 27 сентября 2004 г.: Материалы предварительного изучения. М.: ИФЗ РАН, 2004. С.50–54.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. 535 с.
- Ризниченко Ю.В. Об изучении сейсмического режима // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 9. С.1057–1074.
- Рогожин Е.А., Захарова А.И. Палеоземлетрясения и сейсмический режим Горного Алтая в голоцене // Докл. РАН. 2003а. Т. 388, № 6. С.809–811.
- Рогожин Е.А., Захарова А.И. Палеоземлетрясения и сейсмический режим подвижных систем Северной Евразии // Напряженно-деформированное состояние и сейсмичность литосферы: Тр. Всероссийского совещания “Напряженно-деформированное состояние литосферы, ее

деформация и сейсмичность”, Иркутск, ИЗК СО РАН, 26-29 августа 2003 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2003б. С.150–153.

Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В., Новиков С.С. Тектоническая позиция и геологические проявления Олюторского землетрясения 2006 г. в Корякии // Геотектоника. 2009. № 6. С.3–23.

http://data.emsd.iks.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm#tops (Каталог землетрясений Камчатской Опытной-методической сейсмологической партии Геофизической службы РАН).

Сведения об авторах

РОГОЖИН Евгений Александрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заместитель директора. Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: (499) 254-87-15. E-mail: eurog@ifz.ru

НОВИКОВ Сергей Сергеевич – научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: (499) 254-90-15. E-mail: sergeich@ifz.ru

РОДИНА Светлана Николаевна – аспирант, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: (499) 254-87-25. E-mail: rodina@ifz.ru

PALEO-EARTHQUAKES AND LONG-TERM SEISMIC MODE OF THE KORYAK UPLAND REGION

E.A. Rogozhin, S.S. Novikov, S.N. Rodina

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. In a zone of the major Olyutor earthquake of 2006 on Koryak upland region in the result of seismotectonic works we have identified a number primary paleoseismic ruptures – ancient seismic faults. Displacement (as overthrust, normal faults and strike-slip) carried seismogenic character. About seismic origin of the ruptures speaks formation of ancient colluvium wedges along paleo-ledges and the buried horizons of paleo-soil. This pulse can be identified with the strongest unknown earlier prehistoric earthquakes. The magnitude of these shocks was estimated by amplitude of a seismic motion and the sizes of corresponding paleoseismic ruptures area. The age of events was estimated by a radio carbon dating. Paleoseismic data have given the chance to estimate a seismic mode of the region throughout for most of the Holocene. For an estimation of a seismic mode, data on earthquakes of the instrumental historical periods of seismological observations and on modern strong seismic events have been used also. The average long-term seismic mode of territory is displayed by statistical function of distribution of frequency of earthquakes occurrence on magnitude, i.e. the schedule of recurrence of the earthquakes which calculations were spent by way of orthogonal regress. Results correlate well among themselves, as shown in this recurrence plot linearity. This allows to conclude that seismic mode on the Holocene stage of evolution of the region was stable.

Keywords: seismotectonics, rupture, epicentral area, paleoseismic rupture, radio carbon method, seismic mode, earthquake recurrence plot.