

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ИСТОРИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ: НОВЫЕ ДАННЫЕ

Я.Б. Радзиминович, А.А. Щетников

Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

Рассматриваются новые материалы о сейсмических проявлениях на юге Сибирской платформы в историческом прошлом, полученные в процессе поиска информации в региональной периодической печати. Магнитуда выявленных сейсмических событий колеблется в пределах от 2.5 до 4.2. Местоположение эпицентров землетрясений, определенных по макросейсмическим данным, в целом хорошо согласуется с разломной тектоникой региона. Полученные данные служат дополнительным свидетельством сейсмической активности района исследований и могут быть использованы в оценках сейсмической опасности региона.

Историческая сейсмичность, землетрясение, Сибирская платформа.

HISTORICAL SEISMICITY ON THE SOUTHERN MARGIN OF THE SIBERIAN CRATON: NEW DATA

Ya.B. Radziminovich and A.A. Shchetnikov

We discuss evidence for historical seismicity on the southern margin of the Siberian craton collected from old local newspapers. The reported earthquakes vary in magnitude from $M = 2.5$ to 4.5, and their macroseismic locations agree well with the regional tectonic framework. The new data prove seismic activity in the area and can be used in seismic risk assessment.

Historical seismicity, earthquake, Siberian craton

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы сейсмичности стабильных в тектоническом отношении областей в последнее время вызывают все более пристальный интерес, пересматривается оценка сейсмической опасности платформенных территорий. В многочисленных публикациях на эту тему рассматриваются как отдельные сильные землетрясения с очагами в пределах слабоактивных районов [Голенецкий, 1998; Tatevossian et al., 2002; Никонов, 2002, 2005б, 2005в; Husebye, Mäntyniemi, 2005; Gregersen et al., 2007], так и сейсмичность древних платформ в целом [Ананьин, 1991; Agrawal, Pandey, 1999; Никонов и др., 2001; Голенецкий, 2001; Семинский и др., 2006; Семинский, Радзиминович, 2007]. Неоднократно высказывалось мнение о значительной ценности сведений о сейсмических проявлениях на платформах в историческом прошлом [Ананьин, 1991; Татевосян, Мокрушина, 2003; Никонов, 2005в]. Связано это прежде всего с ограниченностью инструментальных данных.

Сибирская платформа в этом аспекте не является исключением и представляет собой малопроработанный и весьма перспективный объект. Ощутимые землетрясения с очагами в ее пределах — сравнительно редкое явление. По инструментальным данным, проанализированным С.И. Голенецким [2001], с 1960 г. насчитывается менее 30 событий, выделяющихся достаточно высоким уровнем энергии ($K_p \geq 10$) (рис. 1) и теоретически способных вызвать макросейсмические эффекты в близко расположенных населенных пунктах. Фактически же ощущавшиеся землетрясения были зарегистрированы лишь в последнее десятилетие. К их числу относятся события в районе Братского водохранилища 26 февраля 1996 г. ($K_p = 11.6$) [Голенецкий, 1998] и 9 августа 2002 г. ($K_p = 11.2$) [Оперативный каталог..., 2002], вызывавшие ощутимые сотрясения как в близлежащих, так и в некоторых отдаленных населенных пунктах. Последнее на данный момент платформенное землетрясение с относительно высоким для этой территории энергетическим классом ($K_p = 11.2$) произошло 15 декабря 2005 г. Его эпицентр, по данным Байкальского филиала ГС СО РАН [Оперативный каталог..., 2005], располагался в 10—15 км от пос. Урункуй Куйтунского района Иркутской области, где интенсивность сотрясений оценивается в 4 балла.

Исследования исторической сейсмичности Сибирской платформы ранее уже предпринимались А.В. Чипизубовым [1997] и С.И. Голенецким [1999, 2001], однако общее число публикаций на эту тему сравнительно невелико. В частности, С.И. Голенецким [1999] представлена наиболее полная сводка макросейсмических данных об уже известных событиях, очаги которых по тем или иным критериям можно локализовать в пределах платформы.

В последние годы на южной периферии платформы проводились интенсивные исследования позднечетвертичных тектонических деформаций, в результате которых был обнаружен ряд ранее неизвестных разрывных нарушений [Чипизубов и др., 2001; Гладков, Лунина, 2004; Аржанникова, Аржанников, 2005;

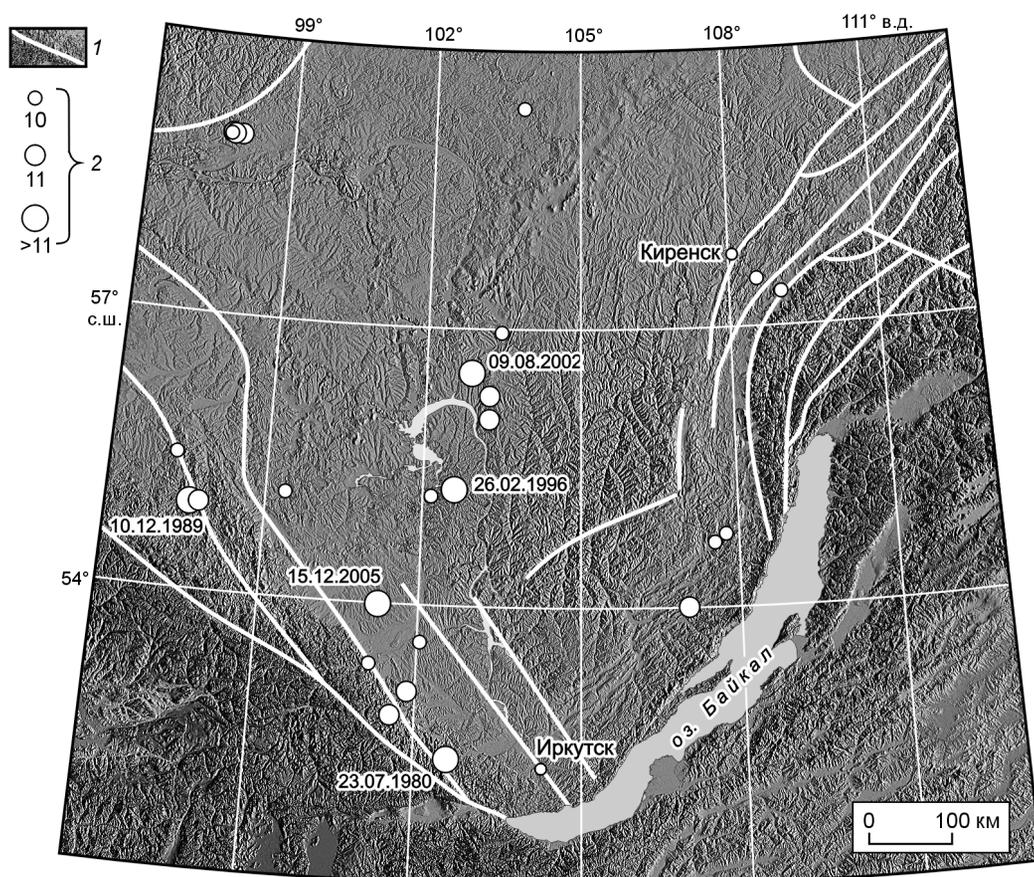


Рис. 1. Цифровая модель рельефа района исследований.

1 — элементы разломной тектоники юга Сибирской платформы; 2 — эпицентры землетрясений с $K_p \geq 10$ по инструментальным данным за период с 1960 по 2005 г. (по материалам Байкальского филиала ГС СО РАН).

Аржанникова и др., 2006; Саньков и др., 2006; Семинский и др., 2006; Овсяченко и др., 2007, Саньков и др., 2008]. А.В. Аржанникова с соавторами выполнили реконструкцию очертаний подпороного палеозера, образование которого связывается со сходом гигантского оползня, перегордившего течение Ангары в районе современного г. Усть-Илимск. В качестве наиболее вероятной причины, спровоцировавшей оползень, называется сильное местное землетрясение [Аржанникова и др., 2008].

Наибольший интерес в этих исследованиях, помимо собственно фактов сейсмической активизации платформы, представляет оценка магнитуды палеоземлетрясений. Согласно материалам А.В. Чипизубова с соавторами [2001] и А.Н. Овсяченко с коллегами [2007], некоторые палеособытия могли характеризоваться значениями магнитуд порядка 6.0—6.5. Ранее А.В. Чипизубовым [2001] было высказано мнение, согласно которому палеосейсмогеологические данные могут свидетельствовать о более высоком уровне сейсмической активности в прошлом. Результаты указанных выше работ в целом подтверждают справедливость этого суждения.

Вместе с тем, даже учитывая все выполненные до сих пор исследования, мы можем констатировать явный дефицит интересующих нас сведений, прежде всего, на историческом отрезке времени. Целью настоящей работы является представление новых материалов, касающихся исторической сейсмичности Сибирской платформы.

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Материалы, приведенные в предыдущих сводках [Чипизубов, 1997; Голенецкий, 1999], в подавляющем большинстве публиковались ранее в различных сейсмических каталогах и бюллетенях. Поиск же новых исторических сведений о землетрясениях Восточной Сибири, не попадавших в поле зрения сейсмологов, сопряжен с известными трудностями. Основной проблемой является весьма ограниченный круг источников информации, откуда подобные сведения могли бы быть почерпнуты. В связи с этим мы попытались отыскать дополнительные свидетельства сейсмических проявлений на Сибирской платформе

в региональной периодической печати второй половины XIX—начала XX в. Хотя сибирская пресса и использовалась при составлении первых российских каталогов землетрясений [Орлов, 1872; Мушкетов, Орлов, 1893], в эти сводки вошли далеко не все публиковавшиеся в газетах материалы. Интересно отметить, что газетные сообщения достаточно широко использовались в работе над «Новым каталогом...» [1977] при уточнении данных почти для всех сейсмоактивных районов СССР. Восточная Сибирь в этом плане выглядит скорее исключением, поскольку материалы периодической печати XIX—начала XX в. здесь почти не были задействованы. Вместе с тем, как следует из результатов многочисленных исследований в области исторической сейсмичности различных областей Земли [Agnew, Sieh, 1978; Musson, 1986, 1995; Татевосян, Мокрушина, 2003; McCue, 2004; Downes, 2004; Vogt, 2004; Никонов, 2005а; и др.], местные (региональные) газетные публикации можно рассматривать как надежные и достоверные первоисточники данных. Поиск информации осуществлялся нами методом сплошного просмотра годовых комплектов газет за весь период их издания.

В исследованиях исторической сейсмичности особое внимание уделяется качеству исходной информации, равно как и «прозрачности» оценок параметров сейсмического события [Ambraseys et al., 1983; Musson, 1998; Татевосян, Мокрушина, 2003; Ambraseys, 2004; Tatevossian, 2004; и др.]. В связи с этим мы считаем необходимым привести в настоящей статье полные тексты исходных корреспонденций, если они целиком посвящены описанию сейсмического события. В случае же тематически разноплановой корреспонденции цитируются фрагменты, непосредственно характеризующие землетрясение. Необходимость публикации полных версий исходных материалов представляется нам вполне очевидной еще и по причине труднодоступности подавляющего большинства изданий XIX в., в особенности региональных. Это и их ветхое состояние и, как следствие, ограниченные возможности работы с ними, неполнота комплектов периодической печати во многих библиотеках, и многое другое. С течением времени число подобных ограничений, безусловно, будет увеличиваться. В связи с этим дословное цитирование оригинальных сообщений из редких источников в рамках научных публикаций по исторической сейсмичности представляется нам практически единственным способом сделать эту информацию доступной для широкого круга специалистов. В качестве примера реализации подобного подхода мы можем привести исключительно ценную работу Э.В. Демина «Антология Провала» [2005], содержащую первичные материалы по катастрофическому Цаганскому землетрясению 12 января 1862 г.

Найденные нами материалы, за единичными частичными исключениями, не фигурируют в известных на данный момент компиляциях. Что же касается представительности сейсмологической информации на страницах региональной печати, то мы можем констатировать весьма подробное освещение этого вопроса, хотя и не без исключений. Редакции некоторых газет вообще проявляли определенный интерес к такого рода сведениям, и, поощряемые руководством Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества, поддерживали публикацию сейсмических наблюдений. Достаточно широко была представлена и география сообщений — корреспонденции, содержащие сведения о землетрясениях, поступали даже из отдаленных и малозаселенных (на то время) мест.

ФАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные нами поиски позволили обнаружить несколько сообщений о землетрясениях, эпицентры которых с большой степенью уверенности можно локализовать в пределах Сибирской платформы. Необходимо заранее отметить, что наши попытки определить параметры сейсмических событий базируются, кроме фактических данных, также и на некоторых допущениях, касающихся зон осязчивости, потенциального наличия информации в различных источниках и др. Естественно, что использование подобных допущений требует осторожности и внимательности, равно как и индивидуального подхода к каждому случаю. Эти вопросы детально обсуждаются, в частности, в очень интересной работе Р. Массона [Musson, 1998]. С целью избежать возможных недоразумений, при описании каждого землетрясения мы постарались указать цепь рассуждений, приведшую нас к тем или иным выводам.

Ниже мы приводим обнаруженные нами сообщения в хронологическом порядке и в дословном виде (набрано курсивом) с сохранением оригинального стиля и пунктуации; орфография заменена на современную. Даты землетрясений в подзаголовках указаны по старому и новому (в скобках) стилю. Фрагменты публикаций, не относящиеся к рассматриваемому вопросу, в тексте опущены и обозначены знаком «(...)». Для удобства восприятия материалов использованные газетные источники с указанием точных выходных данных представлены отдельным списком (табл. 1).

Землетрясение 24 октября (5 ноября) 1868 г. Сведения о нем в виде корреспонденции, подписанной Г. Царегородцевым, поступили из Киренска и были помещены в газете «Иркутские губернские ведомости» (см. табл. 1, № 1). В заметке указывается, в частности, следующее: «*Киренск. 23 ноября 1868 г. (Корреспонденция) (...) В Киренске, 24 октября, в шестом часу по полудни было очень чувствительное землетрясение, продолжавшееся около пяти секунд*». Оценка интенсивности сотрясений по столь скудным данным весьма затруднительна, однако, фраза «*очень чувствительное землетрясение*» позволяет

Таблица 1. Список источников, содержащих сведения по исторической сейсмичности Сибирской платформы

№	Наименование источника	Выходные данные	Место издания
1	«Иркутские губернские ведомости»	1869, 18 января. № 3. Неофициальная часть, с. 7—8	Иркутск
2	«Сибирь»	1884, 12 февраля, № 7, с. 5	»
3	«Сибирская газета»	1884, 26 февраля, № 9, с. 230	Томск
4	«Сибирь»	1884, 25 марта, № 13, с. 7	Иркутск
5	»	1884, 25 марта, № 13, с. 5	»
6	»	1884, 8 апреля, № 15, с. 3	»
7	»	1886, 11 мая, № 19, с. 5	»
8	»	1887, 24 мая, № 21, с. 3	»
9	»	1887, 24 мая, № 21, с. 4	»
10	»	1887, 31 мая, № 22, с. 4	»
11	«Восточное обозрение»	1888, 23 октября, № 42, с. 5	»
12	»	1902, 18 июня, № 140, с. 2	»

предположить с учетом ограниченности информации, что макросейсмические эффекты соответствовали 4—5(± 0.5) баллам (здесь и далее — по шкале MSK-64).

Землетрясение 12 (24) января 1884 г. Нами обнаружено два сообщения о землетрясении в указанный день в Киренске, помещенных в газете «Сибирь». Первое из них (см. табл. 1, № 2) представляет собой краткое упоминание о землетрясении в рамках стандартной корреспонденции: «Киренск. (...) На 13 января около полуночи было чувствительное землетрясение, продолжавшееся около минуты». Второе сообщение из Киренска с описанием этого же события было опубликовано месяц спустя (см. табл. 1, № 4) и содержала уже более подробные данные: «Киренск. (...) Теперь обратимся к фактам обыденной жизни. В 11 ч. и 35 минут ночи на 13 января произошло здесь землетрясение; оно сопровождалось легким волнением нашего острова, продолжавшимся секунды четыре; всем, сидевшим и стоявшим в это время, довелось качнуться из стороны в сторону раза два, лампадки пред образами стали качаться по направлению почти прямо с Ю на С, делая размахи приблизительно 1—5 вершк. Все однако обошлось благополучно: никаких повреждений не произошло и скоро жители успокоились». Корреспонденции, безусловно, принадлежат перу разных авторов; этим объясняется, в частности, различие в оценке продолжительности колебаний. Описание наблюдавшихся эффектов позволяет оценить интенсивность сотрясений в Киренске в 4—5(± 0.5) баллов.

Дальнейшие поиски позволили обнаружить еще одно сообщение, касающееся этого землетрясения, но уже из другого пункта. В издававшейся в Томске «Сибирской газете» (см. табл. 1, № 3) была размещена небольшая корреспонденция из с. Витим, где среди прочего говорится: «Из Витима нам пишут... (...) На 13 января в 3 часу ночи было легкое землетрясение». Указание на то, что землетрясение было «легким» и отсутствие каких-либо подробностей позволяют оценить интенсивность сотрясений в с. Витим не более чем в 3(± 0.5) балла (рис. 2).

Следует признать, что сохранившиеся сведения о землетрясениях 24 октября (5 ноября) 1868 г. и 12 (24) января 1884 г. нельзя назвать основательными. Естественно возникает вопрос: не являются ли эти землетрясения транзитными при условии расположения их эпицентров в пределах северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны? Первоначально подобные сомнения возникли и у нас, поскольку полностью исключить такую возможность при анализе исторического

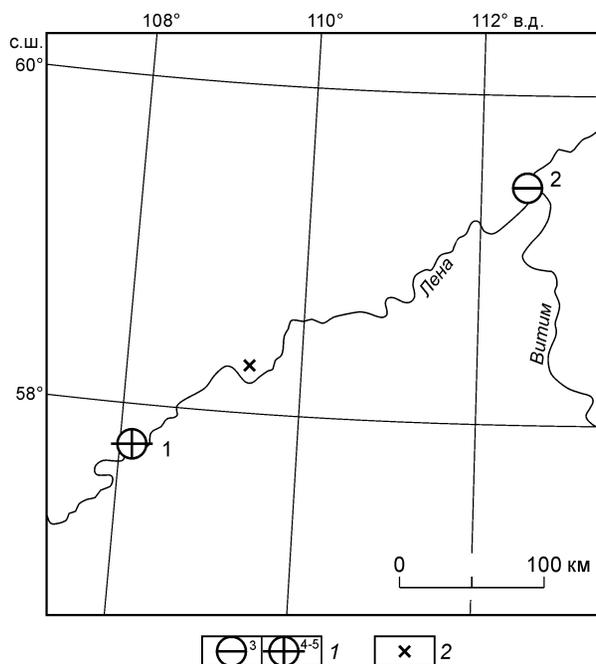


Рис. 2. Макросейсмические проявления землетрясения 12 (24) января 1884 г.

1 — интенсивность сотрясений по шкале MSK-64; 2 — эпицентр по макросейсмическим данным. Цифрами на рисунке обозначены пункты Киренск (1) и Витим (2).

события нельзя. В связи с этим мы попытались провести параллель между историческими землетрясениями и инструментально зарегистрированными современными событиями. Как свидетельствует статистика, накопленная за инструментальный период наблюдений, заметные, значимые для населения эффекты в районе Киренска вызывают лишь достаточно сильные удаленные землетрясения. В частности, с интенсивностью 4—5 баллов за последние 50 лет в Киренске ощущались только два события — Муйское землетрясение 27 июня 1957 г. ($M_{LH} = 7.6$, $\Delta = 530$ км) [Солоненко и др., 1958] и землетрясение 26 октября 1990 г. ($M_S = 5.1$, $\Delta = 240$ км) [Голенецкий и др., 1996]. Эти материалы приводят нас к следующим выводам.

Сейсмические события, подобные Муйскому землетрясению, с высокими значениями магнитуды (>7.0) и с эпицентрами на северо-восточном фланге БРЗ, безусловно, должны были бы ощущаться на огромной площади, причем не только на севере Иркутской губернии, но и в Забайкалье, в частности в Чите, а также в Баргузинской долине, откуда корреспонденции поступали достаточно регулярно. Однако в процессе наших поисков нам не удалось обнаружить в региональной прессе никаких упоминаний об ощутимых землетрясениях в указанные даты где-либо в Восточной Сибири, кроме г. Киренск и с. Витим. Не содержат таких сведений и известные каталоги и сводки. Следовательно, нет достаточных оснований считать, что землетрясения 1868 и 1884 гг. характеризовались высокой магнитудой, а их очаги располагались в пределах северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны.

Что же касается землетрясения 26 октября 1990 г. [Голенецкий и др., 1996], то, с учетом умеренного значения магнитуды ($M_S = 5.1$) и гипотенузы расстояния (240 км), интенсивность сотрясений в Киренске (4—5 баллов) выглядят аномально высокой. Расчет по региональному варианту макросейсмического уравнения [Новый каталог..., 1977] с использованием указанных параметров дает для Киренска результат лишь в 2—3 балла. Впрочем, можно предположить, что на общую оценку интенсивности сотрясений в этом случае повлияла информация о более значительных эффектах на верхних этажах зданий. Во второй же половине XIX в. Киренск был застроен типичными для Сибири рублеными деревянными одноэтажными домами, реакция которых на сейсмические колебания менее заметна, чем у современных многоэтажных домов. Если исходить из закономерностей затухания интенсивности сотрясений, то становится ясно, что землетрясение с магнитудой 5.0—5.5 и с эпицентром в районе северной оконечности оз. Байкал (т.е. в районе ближайших к Киренску сейсмоактивных зон Байкальского рифта) не могло вызвать в Киренске значительных эффектов. В случае же более высокой магнитуды землетрясения в районе Северного Байкала мы должны были бы располагать сведениями из других пунктов Прибайкалья и Забайкалья, чего в действительности нет.

Таким образом, мы можем сделать заключение о вероятном платформенном характере землетрясений 5 ноября 1868 г. и 24 января 1884 г. Очаги этих двух событий, очевидно, следует приурочить к Киренско-Джербинскому разлому — ближайшей к Киренску структуре, проявляющей сейсмическую активность [Новый каталог..., 1977].

Землетрясение 14 (26) марта 1884 г. Сведения об этом землетрясении, ощущавшемся в с. Грановское (современное название — Грановщина), присутствуют в «Каталоге землетрясений Российской империи» [Мушкетов, Орлов, 1893], где в качестве источника указана газета «Московские ведомости», № 125 за 1884 г. В «Московских ведомостях» эта информация была перепечатана, без сомнения, из местной прессы. Первоисточником, по-видимому, следует считать иркутскую газету «Сибирь» (см. табл. 1, № 5), где мы находим следующую заметку: «*14 марта, в десятом часу вечера в селении Грановском, в 23 верстах от Иркутска по якутскому тракту, был ощутительный толчок землетрясения*». Далее, в одном из следующих номеров «Сибирь» (см. табл. 1, № 6) помещено отсутствующее в каких-либо известных сводках сообщение о землетрясении в дер. Горохово: «*15 числа марта, в 9^{1/2} часов вечера, в деревне Гороховой, Уриковской волости, было легкое землетрясение, ограничившееся моментальным толчком*». В обеих заметках речь идет, по-видимому, об одном и том же событии. Разница в датах в 1 день может объясняться как случайной ошибкой автора сообщения, так и ошибкой редактора или же наборщика в типографии при публикации материала. В пользу одного землетрясения говорит также и совпадение событий по времени суток — «*в десятом часу вечера*» и «*в 9^{1/2} часов вечера*». Интенсивность сотрясений в обоих селениях с учетом недостаточности данных можно оценить в 3—4 (± 0.5) балла (рис. 3). Эти два пункта расположены недалеко от Иркутска, однако в городе землетрясение в этот день замечено не было. Во всяком случае, при тщательном просмотре региональных газет того времени мы не смогли найти какую-либо информацию на этот счет, хотя в конце XIX в. любые сколько-нибудь заметные сейсмические проявления в Иркутске находили на страницах местной печати достаточно полное отражение. Вместе с тем обе деревни находятся всего лишь в 45 км друг от друга. В этом случае, при отсутствии сведений из Иркутска, область распространения сотрясений выглядит сравнительно небольшой. Все вышесказанное, в свою очередь, не дает оснований предполагать расположение очага землетрясения в пределах соседних с Сибирской платформой сейсмоактивных зон, поскольку в этом случае землетрясение должно было бы быть достаточно сильным и в Иркутске наблюдалось бы, пусть даже в слабой степени, почти гарантиро-

Рис. 3. Макросейсмические проявления землетрясения 14 (26) марта 1884 г.

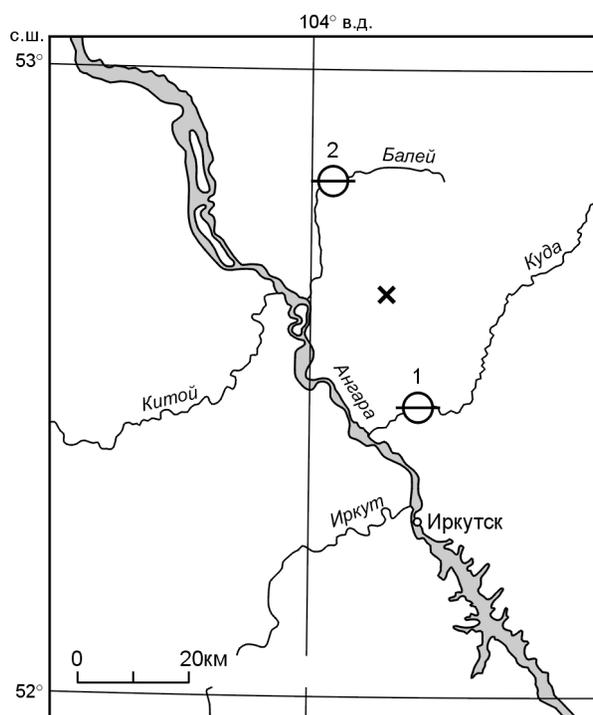
Усл. обозн. см. на рис. 2. Цифрами на рисунке обозначены пункты Грановщина (1) и Горохово (2).

ванно. Следовательно, землетрясение 14 (26) марта 1884 г. можно интерпретировать как платформенное с эпицентром, расположенным приблизительно между селениями Грановщина и Горохово.

Землетрясение 14 (26) мая 1887 г. Сведения об ощутимости этого землетрясения в Иркутске впервые попали в поле зрения специалистов [Голенецкий, 1997; Леви и др., 2003] после выхода в свет «Летописи города Иркутска» Н.С. Романова [1993]. В указанном источнике за май 1887 г. имеется информация о трех(!) землетрясениях, ощущавшихся в Иркутске 14, 15 и 26 мая. Даты событий в «Летописи» Н.С. Романова приводятся по старому стилю. Соответственно, эти три землетрясения вошли в сводки С.И. Голенецкого [1997] и К.Г. Леви с соавторами [2003]. С учетом того, что подавляющее большинство сведений о землетрясениях заимствовалось Н.С. Романовым из региональной прессы, мы попытались найти оригинальные сообщения и в двух случаях нам это удалось. В частности, информация о землетрясении в Иркутске 26 мая 1887 г. была помещена в виде краткой заметки в газете «Сибирь» от 24 мая 1887 г. (см. табл. 1, № 8): «26-го мая (нового стиля) в 5 часов 15 минут было землетрясение: один не очень сильный толчок, направление с ЮЗ на СВ». Особо подчеркнем, что в оригинальном сообщении дата указана именно по новому стилю, что в целом нехарактерно для того времени. Таким образом, речь идет о землетрясении 14 мая (старого стиля). Совершенно очевидно, что Н.С. Романов использовал сообщение без коррекции стиля даты, а это, в свою очередь, привело к «дублированию» одного и того же землетрясения. Что касается землетрясения 15 мая (по старому стилю), то в номере газеты «Сибирь» от 31 мая 1887 г. (см. табл. 1, № 10) содержится следующая информация: «Землетрясение, 15 мая, слышно было и в окрестностях Иркутска, в 25 в.; некоторые слышали легкое сотрясение и около пяти час. вечера». Эти сведения также можно отнести к событию 14 (26) мая, если предположить, что в сообщении неверно указана дата. В пользу этого говорит и формулировка сообщения: «...слышно было и в окрестностях Иркутска...». Место наблюдения неизвестно, но, безусловно, это одна из деревень, расположенных поблизости от Иркутска. Ссылка на первоисточник записи о землетрясении 14 мая в «Летописи» Н.С. Романова отсутствует. В газете «Иркутские губернские ведомости» сообщений о землетрясениях в Иркутске за этот период также нет.

Исходя из вышеизложенных соображений, мы можем сделать вывод, что в действительности имели место не три, а только одно землетрясение, произошедшее 14 (26) мая 1887 г. около 5 ч утра по местному времени и ощущавшееся в Иркутске и его окрестностях. Дублирование событий в «Летописи» Н.С. Романова достаточно просто объясняется небрежным обращением с датами, указанными в первоисточниках.

Вывод о платформенном характере сейсмического события из наблюдений только в Иркутске сделать вряд ли возможно. Все же нам удалось найти дополнительные данные в номере газеты «Сибирь» от 24 мая 1887 г. (см. табл. 1, № 9), где была опубликована корреспонденция из Ново-Александровского винокуренного завода, содержащая описание ощутимого землетрясения. Необходимо отметить, что это описание составлено по одному из первых в России вариантов «опросного листа», который был предложен членом Восточно-Сибирского отдела РГО П.И. Раевским и опубликован в 1886 г. в одном из номеров «Сибири» (см. табл. 1, № 7). Учитывая это обстоятельство, а также и то, что корреспонденция содержит весьма детальную информацию, мы позволим себе привести ее текст почти полностью: «В праздник Вознесения Господня, 14 мая, на заводе чувствовалось легкое землетрясение. По программе для собирания сведений о землетрясениях, напечатанной в № 19 «Сибири» за 1886 год, ответы выражаются в таком виде: 1-е) землетрясение последовало в 5 часов 17 минут утра; 2-е) сотрясение земли было толчковое; 3-е) направление колебания — с юго-запада на северо-восток; 4-е) продолжительность сотрясения — несколько секунд; 5-е) удар один; 6-е) особые звуковые явления: перед моментом удара слышалось жужжание, точно завывание бури; 7-е) последствий землетрясения — не замечено; 8-е) местность, в которой находится завод, низкая долина речки Балея, по местному «падь», а почва жидкая — наносный



ил; 9-е) во время сотрясения небо было облачное, термометр Реомюра показывал $+6\frac{1}{2}^{\circ}$ и состояние воздуха — дул едва заметный восточный ветер и 10-е) особые явления — вследствие толчка постройки всколыхнулись, причем стены слегка затрепали и стоявшие в зданиях предметы — мебель и т. п. — пришли в дрожание, отчего, в одном из зданий отворилась неплотно запертая дверка у шкафа. Из спавших в это время людей одни проснулись, другие же нет и ничего не слышали; из людей бодрствовавших, кто был на ногах или слабо слышал или же вовсе ничего не заметил; сидевшие и лежавшие слышали отчетливо. Состояние погоды накануне, 13 мая: утром, при $+3^{\circ}$ по Реомюру, ясно, едва заметный восточный ветер, а днем, при постепенном повышении термометра от $+3^{\circ}$ до $+18^{\circ}$ в тени, и к вечеру при обратном понижении, переменнo ясно и облачно, сначала восточный, потом южный, а затем вновь восточный ветер. Почти аналогично с вышеописанным, землетрясение 14 мая, в то же время, утром, было наблюдаемо в Александровском селении, отстоящем от Ново-Александровского завода по тракту в 20, а по прямому направлению верстах в 10 на запад. В одном из казенных домов при александровской тюрьме, перед землетрясением на диване спала собака, которая в момент удара немедленно вскочила и спрыгнула на пол; в пазу стены, вымазанной глиной и выбеленной известью, оказались трещины. Слышно было это землетрясение и в Быковском селении, отстоящем от завода в 7 верстах на юг».

Процитированное сообщение свидетельствует, что землетрясение 14(26) мая 1887 г., кроме Иркутска, ощущалось и в пунктах, расположенных к северо-западу от города: в Ново-Александровском заводе, селах Александровское и Быковское. Отсутствие каких-либо подробностей в описании землетрясения в Иркутске и его ближайших окрестностях, кроме констатации факта события, дает основание считать, что в городе оно проявилось несколько слабее, чем в с. Александровское и прилегающих к нему пунктах. Интенсивность сотрясений в Александровском, исходя из приведенного описания, может быть оценена в $4-5(\pm 0.5)$ баллов (трещины в глине в пазу стены), в Ново-Александровском заводе и с. Быковское — $4(\pm 0.5)$ балла, в Иркутске — $3-4(\pm 0.5)$ балла (рис. 4).

Характер землетрясения («сотрясение земли ... толчковое», «не очень сильный толчок») позволяет предположить не слишком большую удаленность эпицентра от пунктов наблюдения. В принципе, существует определенная вероятность того, что описанные макросейсмические эффекты могли быть вызваны землетрясением с эпицентром в зоне Главного Саянского разлома или же в Тункинской системе впадин. В пользу такого предположения говорит направление толчка, одинаковое в Ново-Александровском заводе и в Иркутске, конечно, при условии, что оно было определено правильно. Однако при таком расположении эпицентра землетрясение может считаться удаленным по отношению к рассматриваемым населенным пунктам, и в этом случае наблюдались бы скорее колебательные, волнообразные сотрясения. Кроме того, в такой ситуации магнитуда землетрясения и, соответственно, площадь осязательности были бы весьма значительными, и мы могли бы ожидать большего резонанса в местной прессе. На деле все известные на данный момент материалы ограничиваются приведенными выше сообщениями. Нет сообщений о землетрясении, например, в Тунке (Тункинская система впадин) или Култукте (юго-западная оконечность оз. Байкал), хотя корреспонденции из этих пунктов с описаниями малозначительных фактов местной жизни поступали регулярно. Следовательно, мы можем рассматривать землетрясение 14 (26) мая 1887 г. как платформенное с неменьшими основаниями, чем в случае Бельского землетрясения 14 (25) января 1786 г. [Чипизубов, 1997; Голенецкий, 1999]. С учетом разницы во времени между Иркутском и Гринвичем, окончательно дату события следует определить как 25 мая 1887 г., время — 22 ч 17 мин.

Землетрясение 13 (25) октября 1888 г. Информация об этом землетрясении, обнаруженная нами в газете «Восточное обозрение» (см. табл. 1, № 11), представляет собой очень короткую заметку: «13-го октября в 9 $\frac{1}{2}$ ч. утра слышно было землетрясение

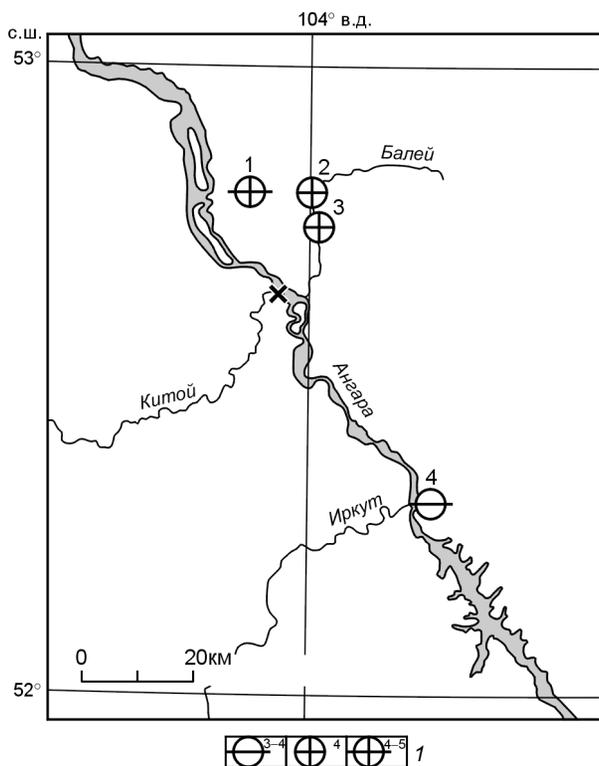


Рис. 4. Макросейсмические проявления землетрясения 14 (26) мая 1887 г.

1 — интенсивность сотрясений по шкале MSK-64. Цифрами на рисунке обозначены пункты Александровское (1), Ново-Александровский винокурный завод (2), Быково (3) и Иркутск (4).

Рис. 5. Макросейсмические проявления землетрясений 13 (25) октября 1888 г. и 22 мая (4 июня) 1902 г.

Усл. обозн. см. на рис. 2. Цифрами на рисунке обозначены пункты Грановщина (1) и Коты (2).

в с. Грановском». Каких-либо дополнительных подробностей сообщение не содержит, поэтому интенсивность сотрясений в Грановском можно лишь ориентировочно оценить в 3—4(± 0.5) балла (рис. 5). В известных компиляциях, охватывающих последние два десятилетия XIX в., в частности, в «Каталоге землетрясений Российской империи» [Мушкетов, Орлов, 1893] и в «Материалах для изучения землетрясений в России» [1891, 1899] упоминания о землетрясении в этот день где-либо в Сибири отсутствуют. Не дал результатов и поиск информации в последующих номерах «Восточного обозрения». В связи с этим землетрясение 13 (25) октября 1888 г. можно считать проявлением активности локального очага, расположенного в непосредственной близости от места наблюдения. Не исключено, что в данном случае активизировалась та же сейсмогенерирующая структура, что и при событии 14 (26) марта 1884 г.

Землетрясение 22 мая (4 июня) 1902 г. В газете «Восточное обозрение» от 18 июня 1902 г. (см. табл. 1, № 12) нами обнаружена следующая заметка: «Село Котенское. В 10 часов 11 мин. вечера 22-го мая с. г. я почувствовал два одновременных подземных толчка, сопровождавшиеся легким треском стен дома. Священник Николай Успенский». Интенсивность сотрясений в с. Котенское (современное название — Коты) по этим данным можно оценить в 3—4(± 0.5) балла (см. рис. 5). Надо сказать, что автор заметки Н. Успенский фактически являлся постоянным корреспондентом сейсмической станции «Иркутск» и его сообщения об ощущавшихся в с. Котенское землетрясениях неоднократно публиковались в специализированных сейсмологических сводках того времени. Однако информации о землетрясении 22 мая (4 июня) 1902 г. в с. Котенское нет ни в «Бюллетене Постоянной центральной сейсмической комиссии» [Бюллетень..., 1903], ни в «Списке землетрясений по наблюдениям Иркутской обсерватории» [Вознесенский, 1903] за соответствующий период. Возможно, это объясняется тем, что сейсмическая станция «Иркутск» начала свою работу лишь за полгода до описываемого события и сотрудничество с Н. Успенским еще не было налажено, а газетное сообщение могло остаться незамеченным директором сейсмостанции А.В. Вознесенским, хотя впоследствии материалы периодической печати использовались им довольно широко. Данные о проявлениях землетрясения 22 мая (4 июня) где-либо еще в Сибири, в том числе в районе Южного Байкала и в Иркутске, также отсутствуют. Следовательно, в данном случае мы имеем дело с местными сейсмическими проявлениями в краевой части Сибирской платформы. Интересно отметить, что локальные землетрясения в селах Коты и Грановщина, судя по материалам С.И. Голенецкого [1999], ощущались неоднократно. Данное обстоятельство, наряду с небольшим расстоянием (17 км), разделяющим эти два села, позволяет предполагать в этом районе наличие самостоятельной сейсмоактивной структуры, время от времени генерирующей слабые землетрясения.

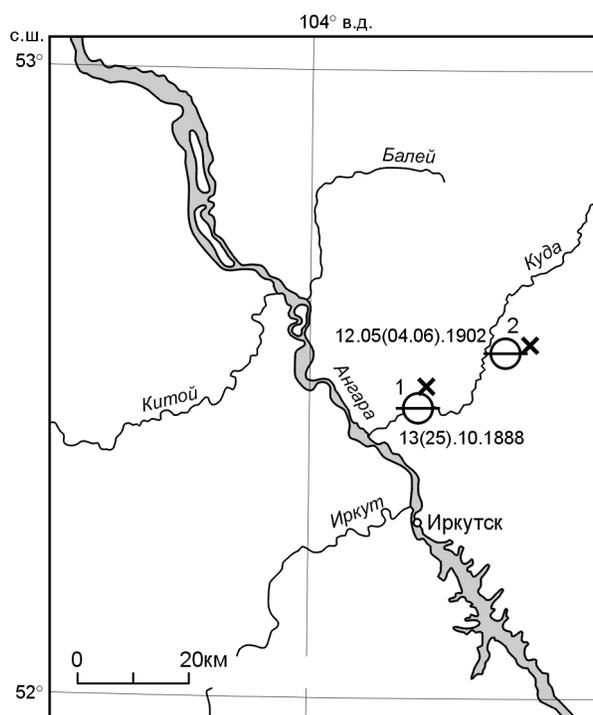


Таблица 2. Основные параметры выявленных исторических землетрясений Сибирской платформы

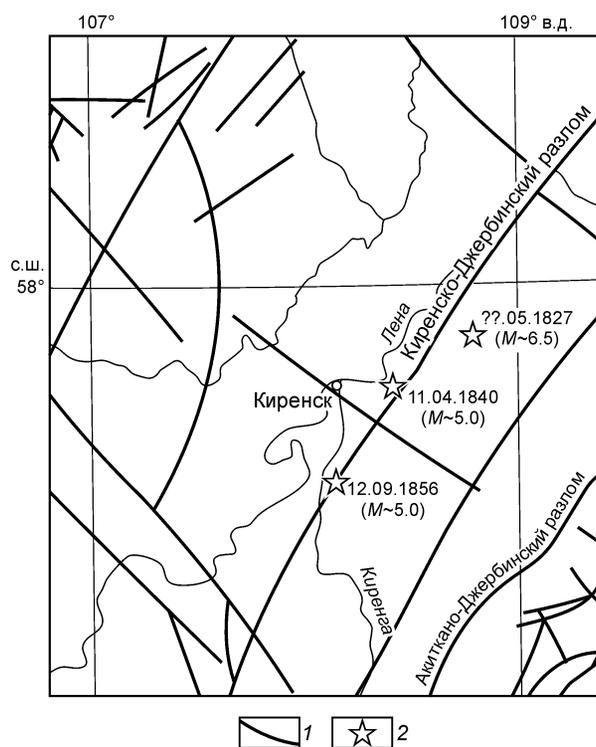
Дата, год, мес., день	Время, ч, мин	Эпицентр		Глубина очага, км	Магнитуда (M)	Интенсивность в эпицентре, баллы
		φ° , с.ш.	λ° , в.д.			
1868 11 06	10.00	57.7 ± 0.2	108.3 ± 0.5	5—30	4.0 ± 0.3	5.5 ± 1.5
1884 01 24	16.35	58.3 ± 0.7	109.3 ± 0.7	5—30	5.5 ± 0.5	7.5 ± 1.5
1884 03 26	14.30	52.6 ± 0.3	104.2 ± 0.3	5—30	3.1 ± 0.3	4.5 ± 1.5
1887 05 25	22.17	52.6 ± 0.3	103.9 ± 0.3	5—30	4.2 ± 0.2	6.0 ± 1.5
1888 10 25	02.30	52.5 ± 0.2	104.3 ± 0.2	5—20	2.5 ± 0.3	4 ± 1
1902 06 04	15.11	52.5 ± 0.2	104.6 ± 0.2	5—20	2.5 ± 0.3	4 ± 1

Для оценки основных параметров выявленных нами землетрясений мы воспользовались методом, разработанным для Прибайкалья С.И. Голенецким и изложенным в методическом разделе «Нового каталога...» [1977, с. 32], а также способом одновременного определения местоположения эпицентра и магнитуды по неполным макросейсмическим данным, предложенным Н.В. Шебалиным [2003, с. 157]. Магнитуда землетрясений определялась с учетом регионального макросейсмического уравнения по соответствующей номограмме, приведенной в [Новый каталог..., 1977]. В расчетах использовались глубины очагов в диапазоне от 5 до 30 км при среднем значении ~15 км. Полученные в результате основные параметры землетрясений представлены в табл. 2, даты указаны по новому стилю, время — по Гринвичу. Естественно, что вследствие дефицита исходных данных о высокой точности определения параметров говорить не приходится, поэтому эти оценки следует считать ориентировочными.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ ЭПИЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ РАССМОТРЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Привязка исторического землетрясения к определенной тектонической структуре вызывает известные затруднения. Вместе с тем ранее публиковавшиеся работы [Семинский и др., 2001; Чипизубов и др., 2001; Гладков, Лунина, 2004; Аржанникова и др., 2006], касающиеся разломной тектоники в пределах южной окраины Сибирской платформы, позволяют сделать такую попытку.

Наибольшие сложности возникают с тектонической привязкой Киренских землетрясений 1868 и 1884 гг. Территория, прилегающая к Киренску, уже рассматривалась в качестве самостоятельного сейсмоактивного района С.И. Голенецким [1999, 2001]; несколько раньше здесь была выделена Ачитканская зона возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) [Леви и др., 1996; Комплект карт..., 1999]. Неоднократно отмечалось, что эта территория находится в зоне динамического влияния байкальского рифтогенеза [Золотарев, 1985; Семинский и др., 2006; Саньков и др., 2006]. Интенсивность этого влияния усиливается по мере приближения к горному поясу. Как видно на схеме (рис. 6), разломы рассматриваемой площади образуют достаточно густую сеть, кроме того, сам г. Киренск также расположен непосредственно в зоне разлома. Следует отметить, что данная схема составлена с использованием одной из наиболее детальных из существующих на сегодняшний день карты разломов юга Восточной Сибири [Карта..., 1988], но и на ней показаны далеко не все реально существующие в этом районе активные дизъюнктивы, как это следует из работы [Саньков и др., 2006]. Эпицентры ощущавшихся в Киренске исторических землетрясений 1827, 1840 и 1856 гг., для которых оказалось возможным определить основные параметры очага [Новый каталог..., 1977], тяготеют к зоне протяженного Киренско-Джербинского разлома [Карта..., 1988]. Этот разлом протягивается параллельно Ачитканской зоне ВОЗ, сейсмический потенциал которой определяется магнитудой $M \sim 6.1 - 6.5$ [Леви и др., 1996]. Как мы уже говорили, есть основания связать очаги землетрясений 5 ноября 1868 г. и 24 января 1884 г. именно с этой структурой.



Менее проблематично выглядит привязка землетрясений, ощущавшихся в пунктах, прилегающих к долине р. Ангара. Плотность населения здесь во все времена была наиболее высокой в Восточной Сибири, соответственно, объем сохранившейся макросейсмической информации намного полнее, чем для северных районов Иркутской губернии. Основной структурой в этом районе является Ангарский разлом, заложение которого датируется докембрием [Карта..., 1988]. Интерес специалистов к этому протяженному платформенному дизъюнктиву резко возрос в последние годы, когда во все большем числе работ стали приводиться сведения о различных проявлениях его новейшей тектонической активности [Levi et al., 1997; Семинский и др., 2001; Гладков, Лунина, 2004; Семинский и др., 2005; Аржанникова и др., 2006]. Согласно [Семинский и др., 2001], на поверхности разлом выражен широкой (до 20 км) зоной дест-

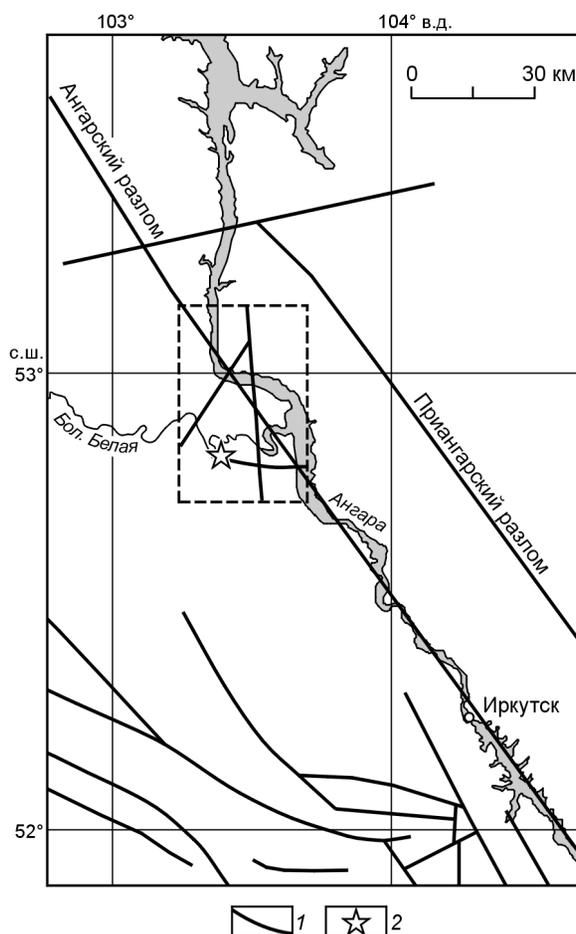
Рис. 6. Схема расположения разломов в районе Киренска, по [Карта..., 1988].

1 — разломы; 2 — эпицентры исторических землетрясений, по [Новый каталог..., 1977].

Рис. 7. Схема разломов в районе долины Ангары, по [Карта..., 1988] с добавлениями по данным А.С. Гладкова и О.В. Луниной [2004] (очерчено штриховой линией).

1 — разломы; 2 — местоположение погребенной палеосейсмодислокации по материалам А.В. Чипизубова и др. [2001].

рукции и не имеет единого магистрального сместителя. Это находит свое отражение и в эпицентральном поле инструментально зарегистрированных землетрясений [Голенецкий, 2001]. К.Ж. Семинский с соавторами [2001] особо подчеркивают влияние на развитие Ангарского разлома геодинамических процессов, происходящих в сопряженных с платформой участках Саяно-Байкальского мобильного пояса. Необходимо отметить, что кроме Ангарского разлома за возникновение очагов землетрясений в данном районе могут быть ответственны и другие близко-расположенные структуры. В частности, интересным является то обстоятельство, что эпицентр землетрясения 25 мая 1887 г. (см. табл. 2) располагается вблизи пересечения трех разломов: Ангарского и двух безымянных, выявленных в результате исследований трещин в позднекайнозойских отложениях [Гладков, Лунина, 2004] (рис. 7). Возможно, что очаг указанного землетрясения был приурочен к этому разломному узлу. Что касается землетрясений 14(26) марта 1884 г., 13(25) октября 1888 г. и 22 мая (4 июня) 1902 г., то их очаги, в принципе, могли быть связаны как с Ангарским, так и с протягивающимся параллельно ему Приангарским разломом [Карта..., 1988]. В частности, для землетрясения 22 мая (4 июня) 1902 г. в с. Коты последний вариант наиболее вероятен, поскольку село расположено в непосредственной близости к Приангарскому разлому и слабое землетрясение, приуроченное к этой структуре, вполне могло ощущаться на ограниченной площади, захватывая указанный населенный пункт. Надо сказать, что весь комплекс имеющихся на сегодняшний день данных позволяет говорить о выделении на южной окраине Сибирской платформы вдоль долины Ангары самостоятельной зоны ВОЗ. Сейсмический потенциал этой зоны следует определить магнитудой не менее 4.2, а с учетом результатов, полученных А.В. Чипизубовым с соавторами [2001], значение магнитуды может быть увеличено до 6.1—6.5.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе мы представили новые, обнаруженные в региональной печати материалы о землетрясениях с вероятным местоположением эпицентров в пределах Сибирской платформы. Как отмечалось в исследованиях С.И. Голенецкого [1999, 2001], сейсмическая активность Сибирской платформы тяготеет к краевому поясу, ширина которого, согласно работам К.Ж. Семинского с соавторами [Семинский и др., 2006; Семинский, Радзиминович, 2007], варьирует в пределах 150—300 км. Именно к периферийным участкам платформы приурочены и очаги выявленных нами землетрясений. Это обстоятельство вкупе с высказанными выше соображениями по каждому событию позволяет нам связать рассмотренные землетрясения с активными платформенными структурами, изучение которых в последнее время становится одним из перспективных направлений [Гладков, Лунина, 2004; Аржанникова и др., 2006; Семинский и др., 2006; Саньков и др., 2006]. Магнитуда рассмотренных нами исторических землетрясений не превышает 5.5 на севере и 4.2 на юге района исследований. Эти оценки заметно ниже определений, сделанных по палеосейсмогеологическим данным для сейсмических событий верхнего плейстоцена—голоцена. В целом это не должно вызывать удивления, поскольку, как уже отмечалось, есть основания считать уровень сейсмической активности в позднем плейстоцене и раннем голоцене более высоким, чем в настоящее время [Чипизубов и др., 2001]. Повышенная активность, безусловно, должна была выражаться как в энергетическом уровне землетрясений, так и в частоте их повторения. Кроме того, мы располагаем историческими данными о сейсмических проявлениях в Прибайкалье за период длительностью всего лишь около 300 лет. Это слишком короткое время, чтобы в условиях платформы могли неоднократно

проявиться сейсмические события с максимально возможной магнитудой. Здесь уместно вспомнить, что в мае 1827 г. в районе Киренска все же было отмечено землетрясение, магнитуда которого по историческим сведениям оценивается значением 6.5(±1.0) [Новый каталог..., 1977]. Таким образом, по совокупности имеющихся на сегодняшний день исторических и сейсмогеологических данных, значение магнитуды 6.0—6.5 в качестве сейсмического потенциала южной окраины Сибирской платформы выглядит, на наш взгляд, вполне реальным.

Представленные данные являются дополнительным свидетельством современной тектонической активности Сибирской платформы и могут быть использованы при оценках сейсмической опасности ее южных районов и, возможно, в целях сейсмического микрорайонирования расположенных здесь населенных пунктов.

В заключение отметим, что в рамках рассмотренной тематики необходимы интенсивные дальнейшие исследования как в аспекте поиска дополнительных исторических материалов, так и в аспекте обнаружения новых палеосейсмодислокаций и их датирования. Подобные работы выглядят особенно привлекательными в связи с тем, что в последнее время интерес к сейсмичности платформенных областей неуклонно растет, и эта тенденция, по всей видимости, в ближайшем будущем сохранится.

Авторы выражают искреннюю признательность двум рецензентам, чьи конструктивные замечания и комментарии позволили более четко обозначить наши выводы и улучшить содержание статьи в целом.

Работа выполнена при поддержке СО РАН (проект Лаврентьевского конкурса № 134), РФФИ (гранты 06-05-64111 и 07-05-00967) и Совета по грантам Президента РФ (проект МК-2761.2007.5).

ЛИТЕРАТУРА

Ананьин И.В. Сейсмоактивные зоны Восточно-Европейской платформы и Урала // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 32. М., Наука, 1991, с. 106—121.

Аржанникова А.В., Аржанников С.Г. Проявления новейших тектонических деформаций на юге Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2005, т. 46 (3), с. 273—279.

Аржанникова А.В., Бердникова Н.Е., Воробьева Г.А., Аржанников С.Г. Результаты изучения деформаций рыхлых отложений на геoarхеологических объектах Зиминского и Усольского районов // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Вып. 5. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2006, с. 75—84.

Аржанникова А.В., Аржанников С.Г., Акулова В.В. Следы подпорного палеозера в рельефе и осадках главных речных долин юга Иркутского амфитеатра // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (2), с. 161—170.

Бюллетень Постоянной центральной сейсмической комиссии. 1902. Январь—июнь // Известия Постоянной центральной сейсмической комиссии, т. 1, вып. II. СПб., Типография Императорской АН, 1903, с. 1—104.

Вознесенский А.В. Список землетрясений по наблюдениям Иркутской магнитно-метеорологической обсерватории № 2 // Известия Восточно-Сибирского отдела Императорского русского географического общества, 1902, т. 33, № 2. Иркутск, Паровая типо-литография П.И. Макушина и В.М. Посохина, 1903, с. 1—40.

Гладков А.С., Лунина О.В. Трещины в позднекайнозойских отложениях: новые возможности для структурного анализа // Докл. РАН, 2004, т. 398, № 6, с. 782—785.

Голенецкий С.И. Землетрясения в Иркутске. Иркутск, «Имя», 1997, 96 с.

Голенецкий С.И. Редкое землетрясение на юге Сибирской платформы // Докл. РАН, 1998, т. 363, № 3, с. 392—395.

Голенецкий С.И. Сводка макросейсмических данных о землетрясениях на юге Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (8), с. 1245—1250.

Голенецкий С.И. Землетрясения юга Сибирской платформы по инструментальным сейсмологическим наблюдениям // Вулканология и сейсмология, 2001, № 6, с. 68—77.

Голенецкий С.И., Белоусов О.В., Дреннова Г.Ф., Аржанников С.Г., Баскаков В.С., Чипизубов А.В. Землетрясение 26(27) октября 1990 г. в районе Северного Байкала // Землетрясения в СССР в 1990 году. М., ОИФЗ РАН, 1996, с. 67—71.

Демин Э.В. Антология Провала: исторические материалы о катастрофическом Цаганском землетрясении 1862 г. — Провале на Байкале. Улан-Удэ, 2005, 296 с.

Золотарев А.Г. Перигороженные зоны территории Советского Союза // География и природные ресурсы, 1985, № 3, с. 3—14.

Карта разломов юга Восточной Сибири. М-б 1:1500000 / Ред. П.М. Хренов. Л., 1988.

Комплект карт сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. 1:8000000. Объяснительная записка / Ред. В.Н. Страхов, В.И. Уломов. М., Изд-во ОИФЗ, 1999, 57 с.

Леви К.Г., Хромовских В.С., Кочетков В.М., Николаев В.В., Семенов Р.М., Серебrenни-ков С.П., Чипизубов А.В., Демьянович М.Г., Аржаников С.Г., Дельянский Е.А., Смекалин О.П., Ружич В.В., Буддо В.Ю., Масальский О.К., Потапов В.А., Бержинский Ю.А., Радзиминович Я.Б. Современная геодинамика: сейсмотектоника, прогноз землетрясений, сейсмический риск (фундаментальные и прикладные аспекты) (статья II) // Литосфера Центральной Азии / Ред. Н.А. Логачев. Новосибирск, Наука, 1996, с. 150—182.

Леви К.Г., Задонина Н.В., Бердникова Н.Е., Воронин В.И., Глызин А.В., Язев С.А., Баасанджав Б., Нижбадгар С., Балжинням Б., Буддо В.Ю. Современная геодинамика и гелиогеодинамика. 500-летняя хронология аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии. Иркутск, Изд-во ИрГТУ, 2003, 383 с.

Материалы для изучения землетрясений России. Вып. 1 / Ред. И.В. Мушкетов // Известия Императорского русского географического общества, 1891, т. 27, вып. 5. СПб., Типография А.С. Суворина, 1891, с. 1—62.

Материалы для изучения землетрясений России. Вып. 2. / Ред. И.В. Мушкетов. СПб., Типография В. Безобразова и Комп., 1899, 106 с.

Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи // Записки Императорского русского географического общества по общей географии, т. 26. СПб., Типография Императорской АН, 1893, 582 с.

Никонов А.А. Осмуссаарское землетрясение 25.10.1976 г.: макросейсмика, сейсмотектоника, механизм очага // Физика Земли, 2002, № 8, с. 74—88.

Никонов А.А. О сильнейших исторических землетрясениях и сейсмическом потенциале Горного Алтая // Физика Земли, 2005а, № 1, с. 36—50.

Никонов А.А. По следам Калининградского землетрясения // Природа, 2005б, № 3, с. 47—53.

Никонов А.А. Восточно-Ладожское землетрясение 30 ноября 1921 года // Физика Земли, 2005в, № 7, с. 15—19.

Никонов А.А., Белоусов Т.П., Энман С.В. Землетрясения юга Восточно-Европейской платформы и их структурная позиция // Физика Земли, 2001, № 5, с. 30—44.

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.

Овсяченко А.Н., Шварев С.В., Мараханов А.В. Голоценовая геологическая активность разломов центральной части Иркутского амфитеатра // Проблемы современной сейсмогеологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии: Материалы совещания, т. 2. Иркутск, Институт земной коры СО РАН, 2007, с. 60—67.

Оперативный каталог землетрясений Прибайкалья // INTERNET: <http://seis-bykl.ru>. 1994—2007.

Орлов А.П. О землетрясениях вообще и землетрясениях Южной Сибири и Туркестанской области в особенности. Вып. 1 // Труды Общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете, т. 3, № 1. Казань, Лито- и типография К.А. Тилли, 1872, 78 с.

Романов Н.С. Летопись города Иркутска за 1881—1901 гг. Иркутск, Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1993, 544 с.

Саньков В.А., Парфеев А.В., Мирошниченко А.И., Бызов Л.М., Бурчевская М.А. Кинематика разломов и позднекайнозойское поле напряжений восточной части Иркутского амфитеатра // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Вып. 5. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2006, с. 49—62.

Саньков В.А., Парфеев А.В., Мирошниченко А.И., Бызов Л.М., Лебедева М.А. О сопряженности позднекайнозойского разломообразования краевой части Сибирской платформы и Байкальского рифтогенеза // Докл. РАН, 2008, т. 419, № 6, с. 799—803.

Семинский К.Ж., Радзиминович Я.Б. Сейсмичность юга Сибирской платформы: пространственно-временная характеристика и генезис // Физика Земли, 2007, № 9, с. 18—30.

Семинский К.Ж., Гладков А.С., Лунина О.В. Тектонофизическая характеристика зоны Ангарского разлома (юг Сибирской платформы) // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (8), с. 1260—1270.

Семинский К.Ж., Гладков А.С., Лунина О.В., Тугарина М.А. Внутренняя структура континентальных разломных зон. Прикладной аспект. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005, 293 с.

Семинский К.Ж., Гладков А.С., Черемных А.В., Радзиминович Я.Б., Бобров А.А. Особенности проявления активных разломов на юге Сибирской платформы // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Вып. 5. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2006, с. 63—74.

Солоненко В.П., Тресков А.А., Флоренсов Н.А., Пучков С.В. Муйское землетрясение 27 июня 1957 г. // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1958, с. 29—43.

Татевосян Р.Э., Мокрушина Н.Г. Историческая сейсмичность Среднего Поволжья // Физика Земли, 2003, № 3, с. 13—41.

Чипизубов А.В. Сильные исторические землетрясения юга Сибирской платформы // Геологическая среда и сейсмический процесс. Иркутск, ИЗК СО РАН, 1997, с. 168—169.

Чипизубов А.В., Аржанникова А.В., Воробьева Г.А., Бердникова Н.Е. Погребенные палеосейсмодислокации на юге Сибирской платформы // Докл. РАН, 2001, т. 379, № 1, с. 101—103.

Шебалин Н.В. Количественная макросейсмика (фрагменты незавершенной монографии) // Вычислительная сейсмология. Вып. 34. М., ГЕОС, 2003, с. 57—200.

Agnew D.C., Sieh K.E. A documentary study of the felt effects of the great California earthquake of 1857 // Bull. Seismol. Soc. Amer., 1978, v. 68, № 6, p. 1717—1729.

Agrawal P.K., Pandey O.P. Relevance of hot underlying asthenosphere to the occurrence of Latur earthquake and Indian peninsular shield seismicity // J. Geodyn., 1999, v. 28, № 2—3, p. 303—316.

Ambraseys N.N. The state-of-the-art and practice of long-term seismicity // Ann. Geophys., 2004, v. 47, № 2—3, p. 335—338.

Ambraseys N.N., Banda E., Irving J., Mallard D., Melville C., Morse T., Muir-Wood R., Munoz D., Serva L., Shilston D., Surinach E., Vogt J. Notes on historical seismicity // Bull. Seismol. Soc. Amer., 1983, v. 73, № 6, p. 1917—1920.

Downes G.L. Procedures and tools used in the investigation of New Zealand's historical earthquakes // Ann. Geophys., 2004, v. 47, № 2—3, p. 399—419.

Gregersen S., Wiejacz P., Dębski W., Domanski B., Assinovskaya B., Guterch B., Mäntyniemi P., Nikulin V.G., Pacesa A., Puura V., Aronov A.G., Aronova T.I., Grünthal G., Husebye E.S., Sliupa S. The exceptional earthquakes in Kaliningrad district, Russia on September 21, 2004 // Phys. Earth Planet. Inter., 2007, v. 164, № 1—2, p. 63—74.

Husebye E.S., Mäntyniemi P. The Kaliningrad, West Russia earthquakes on the 21st of September 2004 — Surprise events in a very low-seismicity area // Phys. Earth Planet. Inter., 2005, v. 153, № 4, p. 227—236.

Levi K.G., Miroshnichenko A.I., San'kov V.A., Babushkin S.M., Larkin G.V., Badardinov A.A., Wong H.K., Colman S., Delvaux D. Active faults of the Baikal depression // Bull. Centre Rech. Elf. Explor. Prod., 1997, v. 21, № 2, p. 399—434.

McCue K. Australia: historical earthquake studies // Ann. Geophys., 2004, v. 47, № 2—3, p. 387—397.

Musson R.M.W. The use of newspaper data in historical earthquake studies // Disasters, 1986, v. 10, № 3, p. 217—223.

Musson R.M.W. Historical seismicity of South China from European sources: example of the Hong Kong newspaper press // Acta Seismol. Sinica, 1995, v. 8, № 3, p. 487—490.

Musson R.M.W. Inference and assumption in historical seismology // Surv. Geophys., 1998, v. 19, № 2, p. 189—203.

Tatevossian R. History of earthquake studies in Russia // Ann. Geophys., 2004, v. 47, № 2—3, p. 811—830.

Tatevossian R.E., Arefiev S.S., Pletnev K.G. Macro seismic survey of Salsk (Russian platform) earthquake of 22 May 2001 // Russian J. Earth Sci., 2002, v. 4, № 2, p. 163—169.

Vogt J. A glimpse at the historical seismology of the West Indies // Ann. Geophys., 2004, v. 47, № 2—3, p. 465—476.

*Рекомендована к печати 26 декабря 2007 г.
М.И. Эповым*

*Поступила в редакцию
21 мая 2007 г.*