

# ДЕСТРУКТИВНЫЕ ЗОНЫ ЛИТОСФЕРЫ КАК ТЕРРИТОРИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

*Шерман С.И.* (Институт земной коры СО РАН, Иркутск)

Поверхность нашей Земли не столь тверда и целостна, как это может представиться неискушенному в геологии человеку. Она разбита густой сетью разломов, роль которых в контроле целой серии процессов и структур в литосфере Земли и на её поверхности чрезвычайно велика (табл.). Среди них одно из важнейших значений имеют те, которые оказывают серьёзное влияние на социальную сферу человека. Практическая значимость исследований разрывных структур литосферы приобрела ещё большую ценность, когда стало известно,

что ансамбли разломных систем могут формировать в структуре литосферы более высокие иерархические таксоны – деструктивные зоны литосферы (Шерман, 1996). Деструктивные зоны литосферы – области её повышенной раздробленности, интенсивного напряженного состояния, высоких скоростей деформирования среды и контрастных вариаций значений геофизических полей. Такие зоны являются наиболее нестабильными областями земной поверхности и представляют собой территории потенциальных природно-техногенных катастроф

## ДЕСТРУКТИВНЫЕ ЗОНЫ ЛИТОСФЕРЫ

### РАЗЛОМЫ

#### Основные процессы, контролируемые разломами

Вулканизм и дегазация	Формирование рудных полей и месторождений	Сейсмичность	Инженерно-геологические явления и процессы	Гидрогеологические процессы	Другие процессы
-----------------------	---	--------------	--	-----------------------------	-----------------

#### Социальные следствия процессов

Повреждения и/или разрушения промышленных и гражданских объектов	Обвалы и оползни	Снижение устойчивости горных пород и их прочностных параметров	Отрицательное влияние на здоровье людей и продолжительность жизни	Другие катастрофические процессы и бедствия
--	------------------	--	---	---

Рассмотрим факторы, определяющие нестабильность геологического субстрата в деструктивных зонах, отдельных крупных разломах и областях их динамического влияния. Под последними следует понимать часть окружающего разлом пространства во всех трёх измерениях, на котором проявляются остаточные и/или временные деформации, связанные с развитием или наличием разлома (Шерман и др., 1983). Уже из принятого определения следует, что околоразломное пространство может существенно отличаться от среды, окружающей осевую линию

разлома на определенном удалении от неё. Эти отличия и определяют широкую гамму геолого-геофизических причин, в разной степени способствующих нестабильности в областях динамического влияния деструктивных зон и разломов различных иерархических уровней. Тема прямого или косвенного влияния разломной тектоники и катастрофические явления обсуждена в ряд опубликованных работ, среди которых прямое отношение к рассматриваемой ситуации имеют публикации Р.М. Любацкой и Г.Л. Коффа (1997), А.Л. Ревзона и А.П. Камь-

шева (2001), И.В. Калиберда (2002), а также исследования А.Б. Эпова (1994), Е.С. Дзекера (1994), В.И.Осипова (1993, 1997), В.Г. Трифонова и др. (1989) и др.

**Геолого-геофизические факторы нестабильности геологического субстрата и их следствия.** Основные факторы, определяющие нестабильность земной коры и в целом верхней, упругой части литосферы, достаточно многочисленны и разнообразны. По затрагиваемому в статье вопросу они могут быть сгруппированы в следующие 4 группы.

1. Повышенная плотность локальных разломов и региональной трещиноватости. Наиболее значимым структурным процессом в областях динамического влияния разломов является повышенное раздробление пород и, следовательно, ослабление общей прочности среды. Оно ведет к повышению её неустойчивости, подвижности, увеличению способностей к тепломассопереносу, в свою очередь снижающему прочностные характеристики.

2. Относительно высокие скорости движений коры, причем часто различные в разных крыльях разломов. Их следствием являются динамическая неустойчивость субстрата и повышение вероятности экзогенных процессов на склонах.

3. Повышенная сейсмическая активность. Этот фактор существен для тектонически активных регионов. Его следствием являются высокие плотности очагов землетрясений в зонах современной деструкции литосферы, тенденция локализации сильных землетрясений вдоль осевой линии деструктивных зон, а в их границах – вдоль плоскостей сместителей крупных разломов.

4. Крип, развивающийся благодаря весьма интенсивной зоне дробления и милонитизации, практически всегда наличествующей в плоскостях сместителей. Милонитизированные и раздробленные породы существенно снижают сухое трение вдоль крыльев разломов и берегов крупных трещин. Подобный процесс ведет к снижению квазивязкости приразломной среды, что, в свою очередь, способствует крипу даже при несущественных тектонических напряжениях или локальных нагрузках на среду.

Следствием этих природных закономерностей, зависящих от условий напряженного состояния среды и соответствующих стадий разломообразования в ней, является широкий комплекс экзогенных процессов. Среди них к наиболее серьезным следует относить сейсмичность, вулканизм, дегазацию, а также процессы, косвенно связанные с разломообразованием: обвалы, оползни, реже лавины (Лобацкая, Кофф, 1997; Резвон, Камышев, 2001; и др.).

По объему негативных социальных следствий сейсмичность является наиболее распространенным ущербным процессом в деструктивных зонах и областях динамического влияния разломов. Огромный ущерб связан с человеческими жертвами, разрушениями или частичными повреждениями промышленных и гражданских объектов, образованием необратимых деформаций в земной коре с многочисленной группой следствий (крупные зияющие трещины, нарушения в устойчивом режиме подземных вод, появление или исчезновение источников подземных вод и др.), возбуждением схода лавин, обвалов и оползней. Каждое из вторичных, наведенных сейсмичностью, явлений способно привести к новым дополнительным негативным последствиям.

Подобное сложное мультикомплексное влияние разломов на эндогенные и экзогенные процессы в сочетании с ответной реакцией среды Р.М.Лобацкая и Г.Л. Кофф (1997) назвали структурно-динамической системой. Она находится в состоянии неустойчивого равновесия, нарушение которого может вызвать развитие одного или нескольких взаимосвязанных процессов. Более того, по мнению цитируемых авторов, человеческая деятельность может способствовать введению в систему еще одного – антропогенного – фактора. И тогда «Система приобретает вид: «разломная зона – сейсмический процесс – техногенный процесс – сейсмический процесс – разломная зона (в сейсмических областях)» или «разломная зона – техногенный комплекс – сейсмический процесс – разломная зона (в асейсмических областях)» и характеризуется устойчивыми прямыми и обратными связями в каждой из звеньев этой цепи» (Лобацкая, Кофф, 1997, с.59).

Таким образом, геолого-геофизические факторы нестабильности геолого-геофизического субстрата определяются его неустойчивым динамическим состоянием в областях динамического влияния разломов и/или в более широком плане – деструктивных зон литосферы.

Сочетания разломов и трещин различных иерархических уровней осложняют ситуацию и увеличивают степень относительной неустойчивости геологического субстрата. Особенно опасны места сгущений разрывов различных иерархических уровней или места их пересечений – разломные узлы. Картированию подобных мест придаётся чрезвычайно большое практическое значение. В этом плане небезынтересно обратить внимание на методику оценки вероятности опасных природных процессов (ОПП) в зависимости от степени тектонической раздробленности, предложенную в ряде работ А.Л. Ревзона и обобщенную в книге А.В. Ревзона, А.П. Камышева (2001). Для оценки степени тектонической раздробленности при дешифрировании космоснимков (а также специальных структурных карт разломов и тектонической трещиноватости – С.Ш.) предлагается использовать три показателя: а) плотность линеаментов  $k_1 = n_1/S$ , где  $n_1$  – общее количество линеаментов;  $S$  – площадь; б) площадную суммарную длину линеаментов  $k_2 = \sum L/S$ , где  $L$  – длина линеаментов; в) плотность узлов пересечения линеаментов  $k_3 = n_2/S$ , где  $n_2$  – общее количество узлов пересечения линеаментов. Для оценки неоднородности значений коэффициентов  $k_1$ ;  $k_2$ ;  $k_3$  по площади и их ранжирования используются приёмы математической статистики по расчёту коэффициента вариации обобщённого показателя тектонической раздробленности, определённого на основе дисперсий значений  $k$ . Количественная оценка поражённости территории ОПП проводится на основе коэффициента поражённости  $k_p = S_p/S_c$ , где  $S_p$  – площадь, поражённая формами проявления ОПП в пределах территории определенной категории тектонической раздробленности, площадь которой –  $S_c$ . Далее по методике А.В. Ревзона, А.П. Камышева (2001) может проводиться районирование территории по показателям степени тектонической раздробленности

и значениям вероятностей их развития на территории ОПП. Методика цитируемых авторов направлена, прежде всего, на расширение методов дистанционного анализа, опирающегося на снимки различной детальности, отражающие проявление разломов в рельефе. Как правило, на подобных снимках действительно хорошо выражены активные разломы.

Полностью соглашаясь с авторами о возможностях районирования территорий по степени относительной тектонической раздробленности, необходимо заметить, что даже в сейсмоактивных областях можно выделить отдельные практически асейсмичные разломы. Они вместе с активными разломами влияют на тектоническую раздробленность территорий, но не представляют сейсмической опасности. Задача сводится к более точной градации и вычленению активных в период жизнедеятельности человека разломов от таких же разломов, активизация которых затрагивает более длинные отрезки геологического времени, например, голоцен.

*Экзогенные факторы нестабильности на земной поверхности и их следствия.* Эндеогенные геолого-геофизические процессы не только взаимосвязаны между собой, но и в ряде случаев оказывают существенное влияние и на экзогенные, определяющие структуру земной поверхности и развитие вторичных процессов. К последним, наиболее распространенным в областях динамического влияния разломов, следует отнести оползни, обвалы, карст, суффозию, просадочные процессы и явления, разбухание и пучение грунтов и некоторые другие. Все они представляют собой группу инженерно-геологических факторов, каждый из которых становится особо чувствительным к минимальным нарушениям динамического равновесия окружающей среды и легко ускоряет своё развитие. Толчком к последнему также могут быть климатические и/или конкретные метеорологические условия (длительные дожди, большой объём снегового покрова и т.п.). Их следствия определяются объёмами смещенных масс субстрата и вызванными нарушениями. Эти неприятные ситуации не всегда предсказуемы, хотя, безус-

ловно, должны учитываться при общем анализе социального риска для территорий.

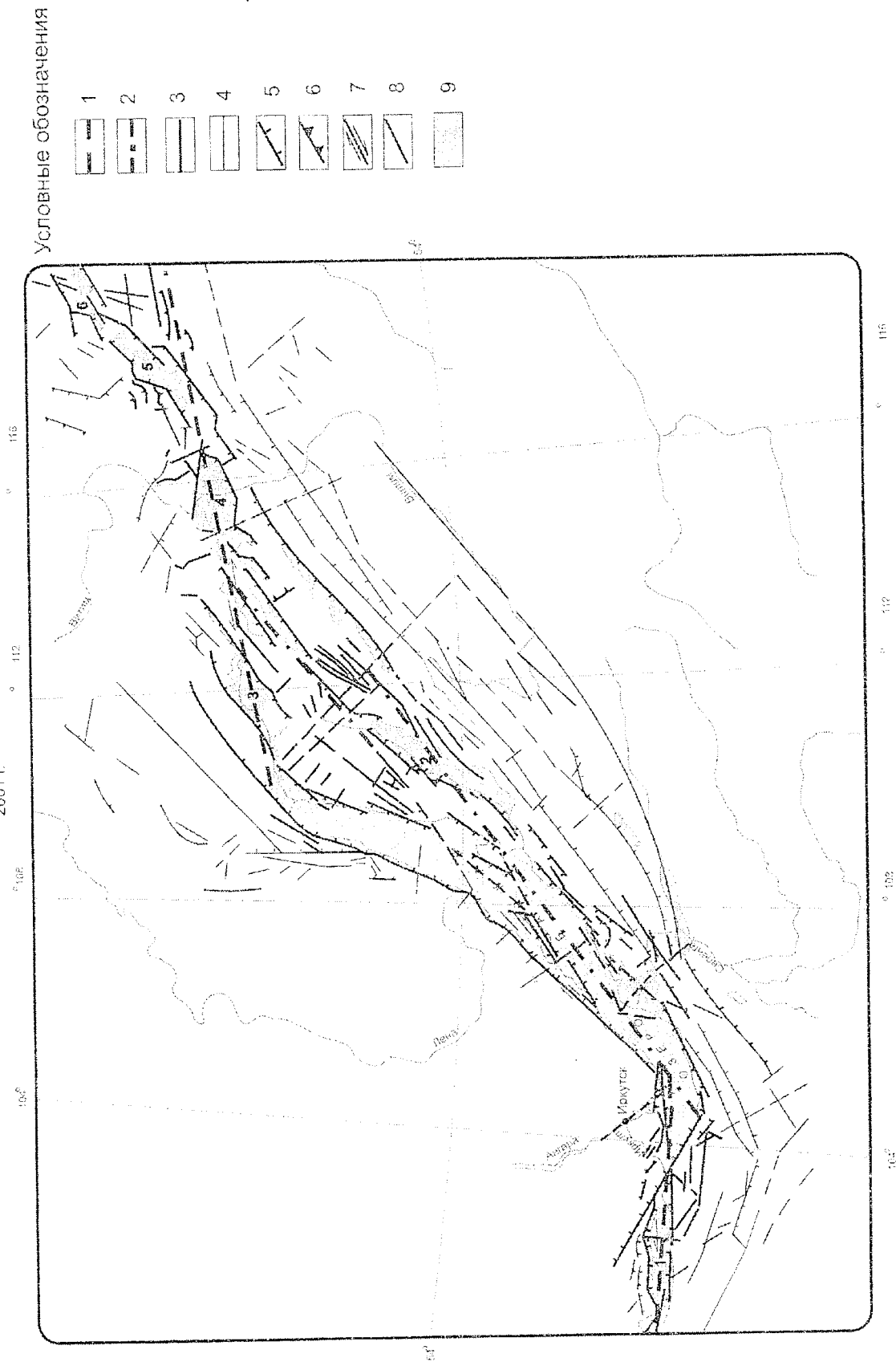
**Антропогенные факторы и их следствия.** В настоящее время деятельность человека оказывает весьма существенное влияние на интенсификацию некоторых природных процессов. Факторы, связанные с деятельностью человека и оказывающие или способные оказывать существенное влияние на нарушения динамического равновесия в земной коре, часто называют антропогенно-техногенными или техногенными. Среди них особо значимыми следует считать наведенную сейсмичность, стимулирование обвалов при работах вблизи круглых склонов, наледей и подъема уровней грунтовых вод при строительных и других разработках, связанных с проходкой капав и других форм горных выработок. Следствия техногенной деятельности человека, по сравнению со следствиями двух предыдущих групп процессов, не столь ущербны. Их можно и необходимо предвидеть еще на ранних стадиях «освоения» территорий. Сделать это легче, чем бороться с ними или ликвидировать следствия.

Совершенно естественно, что анализу каждой из групп факторов может быть посвящено специальное исследование. Рассмотрим более детально сейсмический процесс в зоне современной деструкции литосферы Байкальской рифтовой системы, процесс, связанный с разломообразованием, способствующий увеличению плотности разрывов, провоцирующий серию экзогенных процессов, способный повлечь за собой и человеческие жертвы.

**Сейсмический процесс в зоне современной деструкции литосферы Байкальской рифтовой системы и его возможные следствия.** Байкальская рифтовая система (БРС), в границы которой территориально входит Прибайкалье, является одной из наиболее сейсмически активных и в то же время социально значимых территорий России. Проблема анализа современного сейсмического процесса и прогноза землетрясений для региона Прибайкалья объединяет фундаментальную и практическую важность исследований. Сейсмичность

территории обусловлена структурной позицией БРС в литосфере Центральной Азии. Большая по протяженности часть БРС контролируется структурным швом литосферы между Сибирским и Амурским мегаблоками Евразийской плиты, начало формирования которого относится к раннему протерозою и который на протяжении всей фанерозойской истории региона разделял блоки литосферы существенно разного строения и развития (Мац и др., 2001). Долгоживущий шов определяет и современный общий S-образный структурный план БРС, характеризующийся относительно закономерной сеткой разломов (Шерман, 1977; Levi et al., 1997; и мн. др.). Разломы БРС формировались в течение всей истории ее геологического развития – от раннего палеозоя до кайнозоя включительно. В процессе рифтогенеза они контролировали положение рифтовых впадин и функционировали как сбросы в центральной части БРС и как сдвиго-сбросы на ее флангах. Большая часть разломов являются активными в кайнозое разрывами (рис. 1). Однако эпицентральное поле землетрясений БРС не всегда согласуется с известной разломно-блоковой структурой региона. Найти объяснение такой несогласованности разломной тектоники и сейсмичности не всегда просто. Нельзя и нет оснований пренебрегать сложившимися к настоящему времени аргументированными представлениями о том, что очаг землетрясения – суть трещина (Соболев, 1993; и мн. др.). Несогласованность в ряде случаев необходимой пространственной общности в распределении очагов землетрясений и тектонических разломов и блоков в БРС можно рассматривать как сигнал о том, что закартированные геологическими и геолого-геофизическими методами разломы не полностью отражают современный деструктивный процесс в литосфере БРС. Активное развитие разломов прерывисто, хотя общий процесс разломообразования и формирования отдельных крупных разломов непрерывно длится десятки и сотни миллионов лет в полном соответствии с неизменным и длительно существующим типом напряженного состояния литосферы. Фиксируемая же инструментальными наблюдениями в наше время сейсмичность свидетельствует о продолжающемся разломо

20 0 25 30 75 км  
2001 г.



**Рис. 1.** Карта основных активных разломов Байкальской рифтовой системы. Составил С.И. Шерман. Использованы материалы С.И.Шермана, К.Г. Леви, В.А. Санькова, А.С. Гладкова и др., «Карта разломов юга Восточной Сибири» (1982), геофизические и сейсмологические данные. Условные обозначения: 1 — зона современной деструкции литосферы, включающая трансформные разломы; 2 — зона современной трансформные разломы; 3 — сейсмически активные разломы; 4 — активные разломы со слабовыраженной сейсмичностью или с непрямолинейной сейсмичностью; 5 — сбросы и взбросы и надвиги; 6 — сбросы; 7 — сдвиги; 8 — разломы с неустановленным типом смещений; 9 — впадины байкальского типа. 1 — Гункинская, 2 — Баргузинская, 3 — Верхне-Ангарская, 4 — Муйская, 5 — Чарская, 6 — Токкинская.

образовании и современной деструкции верхней, упругой части литосферы и, следовательно, не всегда может или должна корреспондировать с относительно консервативной по отношению к сейсмическому процессу известной на основе геологических карт разломно-блоковой структурой региона. Не все «молодые» разрывы успевают приобрести комплекс признаков, хорошо выраженных и картируемых геологическими методами. Следовательно, а priori можно ожидать проявление сейсмических событий в «монокристаллической» литосфере. Оценим «монокристаллическость» литосферы через сейсмический процесс. При некоторых начальных допущениях рассмотрим сейсмичность как независимый от крупных разломов процесс, способствующий современной деструкции литосферы. Воспользуемся распределением эпицентрального поля землетрясений для выделения активных в настоящее время разломов и зон современной деструкции литосферы.

Для выделения области современной деструкции литосферы разработан алгоритм обработки сейсмологических данных (Шерман и др., 2002; Шерман, Демьянович, 2002). По их многолетней и многотысячной базе выделены районы относительно устойчивой во времени и пространстве концентрации очагов землетрясений, отражающие долговременную пространственную локализацию процесса деструкции. Критерием пространственно-временной устойчивости сейсмического процесса послужили концентрации эпицентров землетрясений, значения плотностей которых превышали два среднеквадратических отклонения  $\sigma_B$  от среднего фонового значения распределения эпицентров в пределах БРС (Шерман, Демьянович, 2002). По принятому алгоритму в границах БРС, по совокупности из 30000 землетрясений с 8-го по 17-й энергетические классы ( $2.5 \leq M_{LN} \leq 7.7$ ) за 1961 - 1999 гг. (Использован каталог землетрясений Байкальской опытно-методической сейсмологической экспедиции, Институт земной коры СО РАН), были оценены плотности эпицентров на единицу площади по сетке  $0.2^\circ \times 0.3^\circ$  соответственно по широте и долготе. Обработка данных велась по специальной программе методом скользя-

щего окна, шаг которого равнялся его размеру.

Построена карта, на которой показаны площади с плотностями эпицентров землетрясений, превышающими их среднее фоновое значение (рис. 2). Расположение участков с высокой плотностью эпицентров землетрясений можно рассматривать как интегрированную величину сейсмического состояния в конкретных координатах пространства, которая отражает активно протекающий в литосфере деструктивный процесс. Он локализуется в центральной части БРС, пространственно образуя S-образно вытянутую зону современной деструкции литосферы. Ее осевая линия на флангах БРС совпадает с трансформными разломами, в центральной же части – отражает пока не показанную на геологических картах современную активную крупную геотектоническую структуру, объединяющую хорошо известные здесь сближенные в пространстве генеральные и региональные разломы. Восстановлена по дополнительным данным карта плотности локальных разрывов (рис. 3), на которой их максимальным плотностям соответствует интегральная характеристика максимальной плотности эпицентров – зона современной деструкции литосферы. Наметки этой структуры были выделены ранее и определены как развивающийся Байкало-Чарский разлом (Шерман, 1977). Таким образом, выделяемая зона современной деструкции литосферы включает и объединяет известные на флангах БРС трансформные разломы (Шерман, Леви, 1978) с развивающимся Байкало-Чарским разломом в единую современно-активную и протяженную деструктивную зону (Шерман и др., 2002), к оси которой оказались приуроченными все известные в БРС сильные землетрясения (см. рис. 2). Деструктивная зона может рассматриваться как самостоятельная геотектоническая разрывная структура, а область ее динамического влияния определяет современную сейсмическую активность БРС и потенциально опасную в сейсмическом и сопутствующих процессах территорию.

Различная плотность разрывных нарушений по простиранию деструктивной зоны литосферы (см. рис. 3) хорошо корреспондирует с различной плотностью эпи-

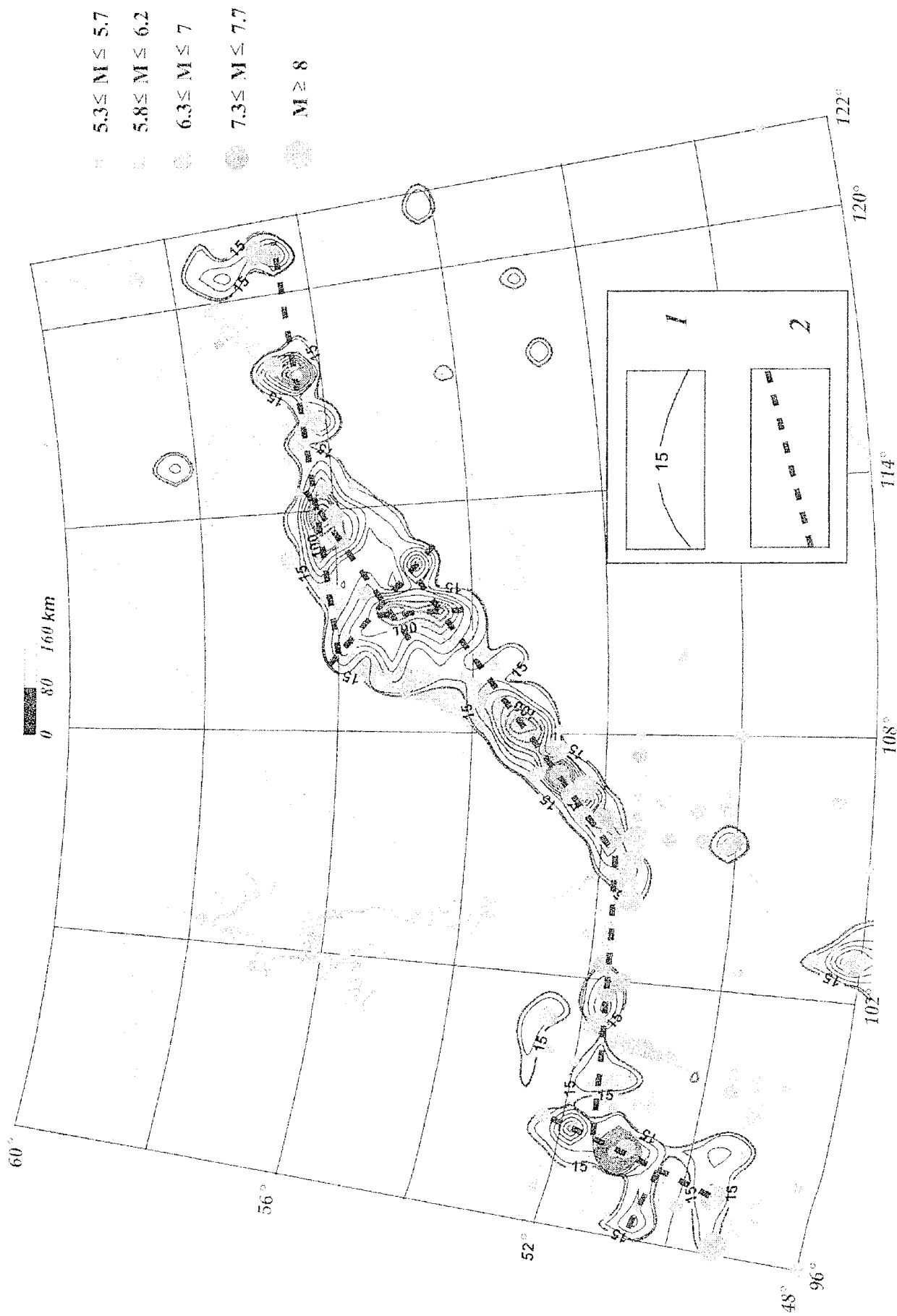


Рис.2. Карта плотности эпицентров землетрясений в Байкальской рифтовой системе (1961-1999 гг.). 1 - изолинии плотности эпицентров с шагом 20 событий; первая изолиния 15 соответствует фону; утолщенные изолинии соответствуют ареалам, у которых повышенная плотность эпицентров превышает фоновое значение + 2σ; 2 - ось деструктивной зоны литосферы; справа от рисунка - очаги землетрясений соответствующих магнитуд (1760-1999 гг.).

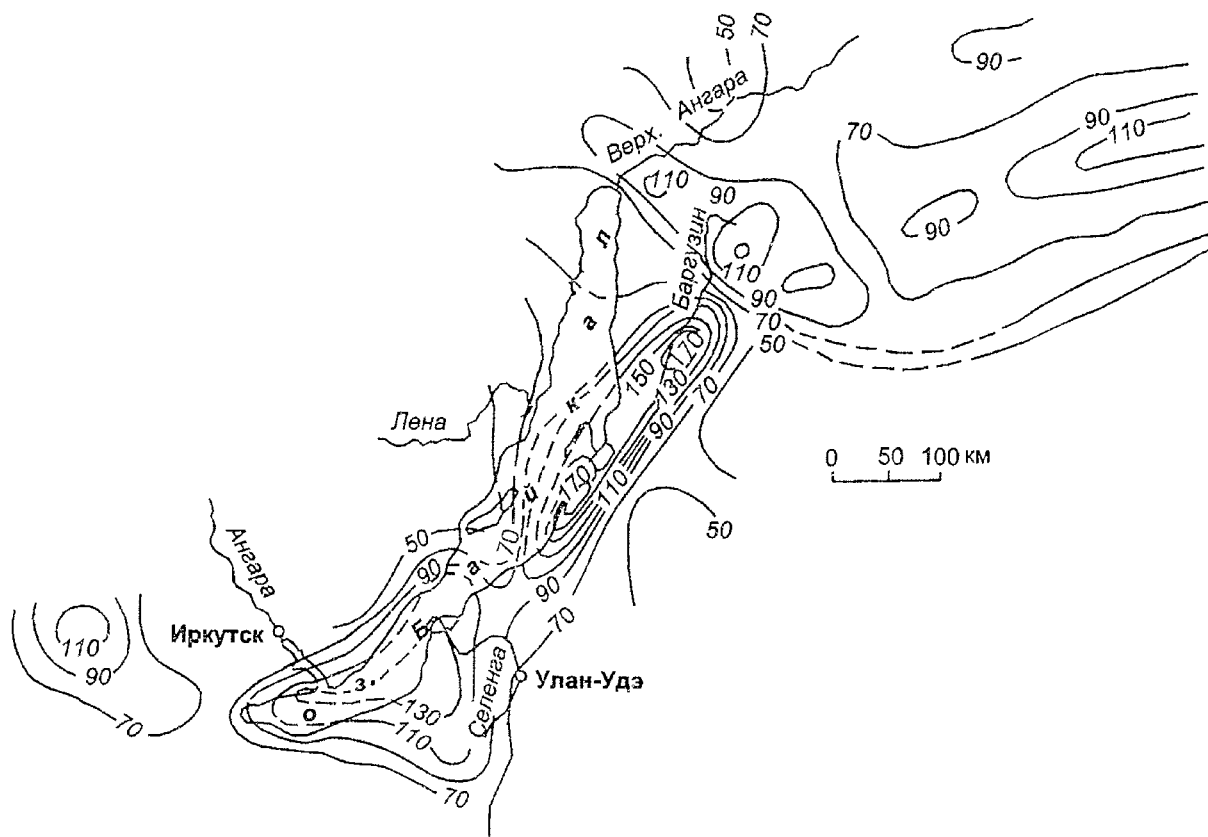


Рис. 3. Карта плотности разломов БРС. Изолинии проведены через 20 ед./пл.

центров землетрясений. Это, с одной стороны, свидетельствует в пользу методических разработок А.Л. Ревзона и А.П. Камышева (2001), с другой, - деструктивная зона литосферы – надразломная структура, определяющая пространственное развитие сейсмичности рассматриваемой территории. При этом региональные и локальные разломы, как структурные составляющие деструктивной зоны, не в одинаковой степени оказываются вовлеченными в активный деструктивный процесс. Пока окончательно не выяснена «сила втягивания» в процесс активизации отдельных разломов. Намечается следующая тенденция: чем ближе разлом к оси деструктивной зоны литосферы, тем он более сейсмически активен. Иными словами, сейсмическая активность территории усиливается от латеральных границ БРС к её центру. Не столь однозначна ситуация по простиранию всей деструктивной зоны литосферы. В работе (Шерман, Демьянович, 2002) показана приуроченность очагов сильных землетрясений к оси деструктивной зоны и их маятниковая миграция вдоль неё во времени. Это говорит о том, что опасность катастроф, непосредственно связанных с сейсмичностью или стимулированных ею, во времени не является стабильно высо-

кой для всей территории. Как она – опасность катастроф - изменяется в пространстве и времени? Рассмотрим некоторые закономерности сейсмического процесса в деструктивной зоне на примере южной части Прибайкалья – одного из наиболее социально значимых регионов Восточной Сибири. При этом исключим из рассмотрения редкие события с  $M > 7.0$  и рассмотрим две группы землетрясений:  $6.0 \leq M_{LN} \leq 7.0$  и  $3.5 \leq M_{LN} \leq 4.5$ .

*Сейсмический процесс на юго-западном фланге Байкальской рифтовой системы.* Деструктивная зона литосферы здесь развивается по хорошо известному Тункинскому трансформному разлому (Шерман, Леви, 1978). Его длина около **500 км**. Ширина области динамического влияния разлома, в центре которой проведена показанная на карте (см. рис.1 и 2) осевая линия, принята **15 км**. На рис. 4 представлено распределение сейсмических событий с  $M_{LN} = 6.0 \div 7.0$  вдоль осевой линии с запада на восток. При построении графика использованы палеосейсмогеологические и исторические данные начиная с **1760 г.** (Голенецкий и др., 1993). Судя по графику, хорошо выражена миграция сильных событий вдоль



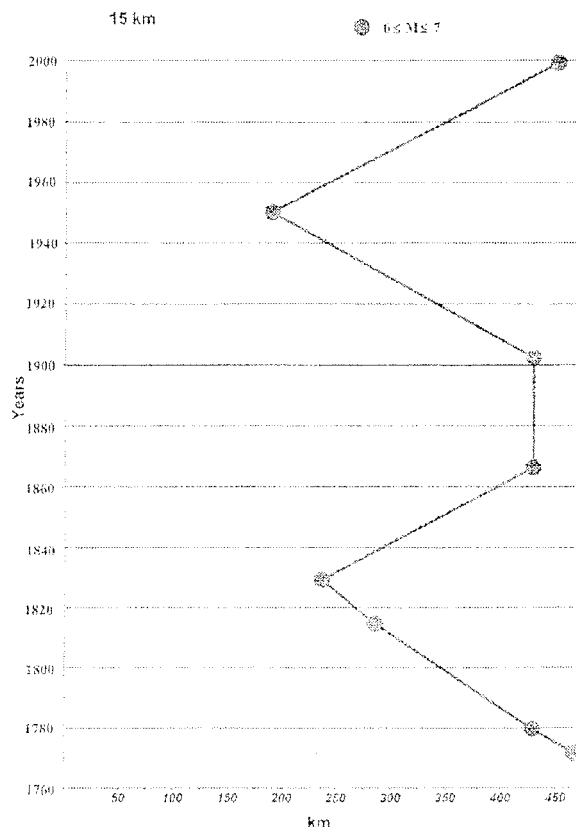


Рис. 4. Распределение сейсмических событий с  $M_{LH} = 6.0 \div 7.0$  на ЮЗ фланге БРС.

осевой линии Тункинского трансформного разлома, который на этом фланге БРС контролирует деструктивную зону. Как показывают более детальные исследования, региональные разломы, в частности Тункинский, ограничивающий с севера Тункинскую рифтовую впадину, вовлечены в процесс современной активизации, но характеризуются относительно меньшей плотностью сейсмических событий. Еще реже сейсмические события происходят на Южно-Тункинском разломе, ограничивающем описываемую впадину с юга, хотя не подвергается сомнению его голоценовая тектоническая активность.

Для этого же фланга проанализировано распределение во времени и пространстве землетрясений с  $3.5 \leq M_{LH} \leq 4.5$  для двух вариантов ширины области динамического влияния соответствующего фрагмента деструктивной зоны. На рис. 5 (а, б), при построении которого использованы только инструментальные данные за последние 40 лет, приведены графические результаты анализа при принятых двух значениях ширины зоны влияния: 15 и 30 км. Принципиально графики не отличаются друг от друга и дают основание для следующих выводов. Сейсмические события с  $M_{LH} \sim 3.5 \div 4.5$  из года в

год сосредоточиваются в пределах определенных сегментов деструктивной зоны. Их длина около 50-100 км. В границах сегментов фиксируется отчетливая продольно-поперечная (поперечная не показана читателю) «маятниковая» миграция эпицентров землетрясений, максимальная амплитуда которой не превышает 50 км по простиранию. Такие сейсмически активные сегменты деструктивной зоны чередуются с менее активными отрезками длиной около 200 км. В результате вся сейсмически активная деструктивная зона на юго-западном фланге БРС разделяется на чередующиеся не равные по длине и степени сейсмической активности сегменты. В тектоническом плане это означает, что, безусловно, активный в голоцене Тункинский трансформный разлом при более детальном картировании и использовании данных сейсмичности может быть разделен на участки относительно высокой и относительно пониженной современной тектонической активности с вытекающими отсюда следствиями по безопасности.

Таким образом, фрагменты деструктивной зоны литосферы контролируют более слабые, соответствующие своему иерархическому уровню, сейсмические события, сохраняя при этом вдоль оси ту же

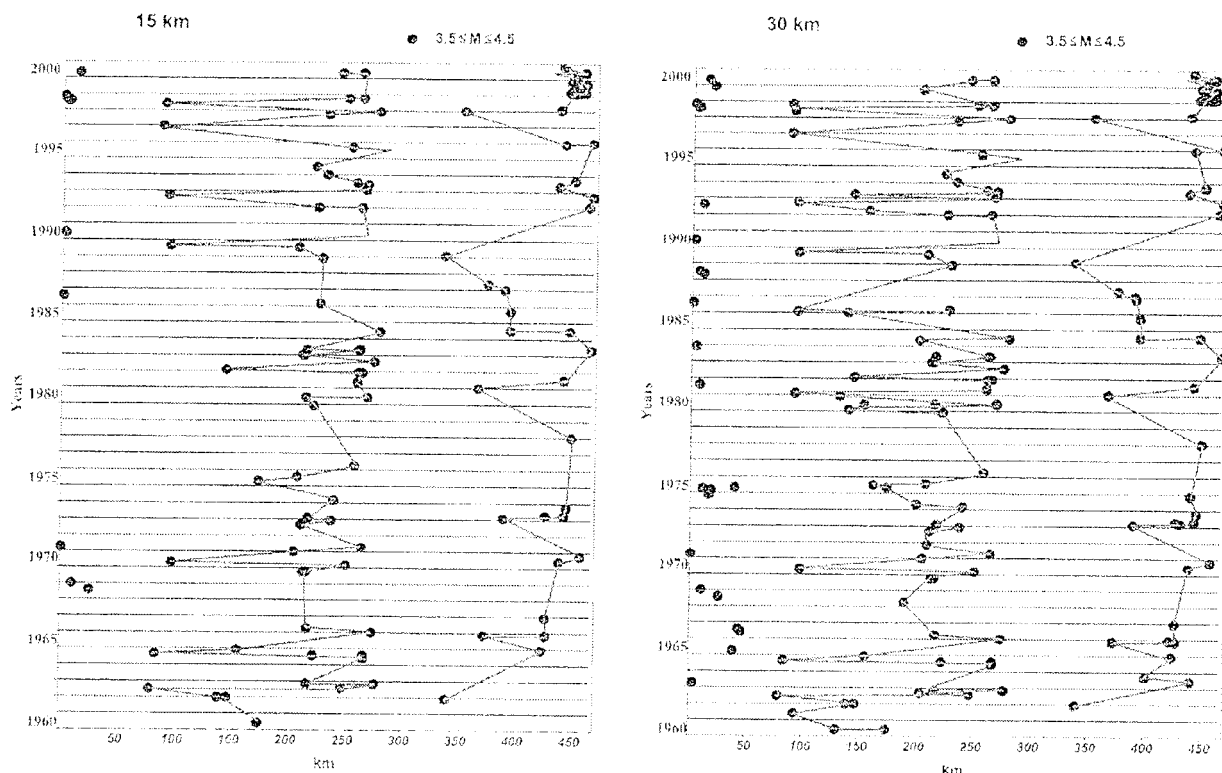


Рис. 5. Распределение сейсмических событий с  $3.5 \leq M_{LH} \leq 4.5$  на ЮЗ фланге БРС. При ширине области динамического влияния: а - 15 км; б - 30 км.

пространственно-временную маятниковую, возвратно-поступательную закономерность в последовательности событий, свойственную всей зоне в целом. Более того, для известного **40-летнего** периода инструментальных наблюдений, что статистически обеспечено для событий слабых магнитуд, выявлены участки невысокой сейсмической интенсивности. Используя для комплекса наблюдений правила экстраполяции, можно сделать прогноз о вероятных опасных эндогенных и экзогенных природных катаклизмах в локальных местах рассматриваемого региона. Очень важно четко себе представлять, что потенциально опасный по вероятным природным катастрофам регион не является целостной в этом плане структурой и может быть дополнительно районирован по степени относительной природно-техногенной опасности.

### Заключение

Деструктивные зоны литосферы существенно повышают вероятность возникновения природно-техногенных катастроф, обусловленных влиянием разломной тектоники различных иерархических уровней. Интенсивное дробление земной коры в зонах динамического влияния разломов, подвижки и значительные по амплитудам

смещения, вызывающие, в свою очередь, нарушения равновесия в среде и серию экзогенных склоновых и приразломных процессов, - все эти факторы стимулируют природно-антропогенные опасные или катастрофические процессы. В дополнение к сказанному, в зависимости от геодинамического режима развития территории, её инженерно-геологических и гидрогеологических условий, климатических и других особенностей, а также степени антропогенного воздействия каждой конкретной местности наиболее типичны свои сочетания опасных и катастрофических природно-антропогенных процессов. В разных сочетаниях они могут воздействовать на всевозможные социальные объекты, реакция которых также будет многообразной. На новом витке наших знаний все это требует дополнительного изучения деструктивных зон литосферы и их прямого или косвенного влияния на природно-антропогенные процессы.

Работа выполнена при поддержке проектов ИГ СО РАН 101/2003, Минобразования (Е02-8-45); гранта РФФИ 04-05-64348, ФЦП «Интеграция», проект Б0009.

### ЛИТЕРАТУРА

Голенецкий С.И., Демьянович В.М., Дреннова Г.Ф. и др. Каталог землетрясений Южной

Сибири и Монголии // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. -М., 1993. -С. 80-82.

*Дзекер Е.С.* Методологические аспекты проблемы геологической опасности и риска // Геоэкология. -1994. -№ 3. -С. 3-10.

*Калиберда И.В.* Оценка параметров внешних воздействий природного и техногенного происхождения. -М.: Изд-во «Логос», 2002. -544 с.

*Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л.* Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. - М.: Российское экологическое федеральное информационное агентство, 1997. -196 с.

*Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др.* Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Строение и геологическая история. -Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «ГЕО», -2001. -252 с.

*Осинов В.И.* Методика оценки опасности природных катастроф // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып.10. - М.: ВИНТИ, 1993. - С. 23-38.

*Осинов В.И.* Природные катастрофы и устойчивое развитие // Геоэкология. -1997.-№ 2.-С.5-18.

*Ревзон А.Л., Камышев А.И.* Природа и сооружения в критических ситуациях. -М.: Изд-во «Триада, Лтд», 2001. -207 с.

*Соболев Г.А.* Основы прогноза землетрясений. -М.: Наука, 1993. -313 с.

*Трифонов В.Г., Караханян А.С., Кожурин А.И.* Активные разломы и сейсмичность // Природа. -1989. -№ 12. -С. 32-38.

*Шерман С.И.* Деструктивные зоны литосферы, их напряженное состояние и сейсмичность // Неотектоника и современная геодинамика континентов и океанов. -М.: РАН, МТК, 1996. -С. 157-158.

*Шерман С.И.* Физические закономерности развития разломов земной коры. -Новосибирск: Наука, 1977. -102 с.

*Шерман С.И., Борняков С.А., Буддо В.Ю.* Области динамического влияния разломов (результаты моделирования). -Новосибирск: Наука, 1983. -110 с.

*Шерман С.И., Демьянович В.М.* Разломная тектоника и пространственно-временная концентрация эпицентров землетрясений в Байкальской рифтовой зоне // Физические основы прогнозирования разрушения горных пород. Мат.1-й Межд. Школы-семинара. -Красноярск: Сиб. гос. Аэрокосмический университет, 2002. -С.236-245.

*Шерман С.И., Демьянович В.М., Лысак С.В.* Новые данные о современной деструкции литосферы в Байкальской рифтовой зоне // ДАН. -2002. -Т. 387, -№ 4. -С.533-536.

*Шерман С.И., Леви К.Г.* Трансформные разломы Байкальской рифтовой зоны и сейсмичность ее флангов // Тектоника и сейсмичность континентальных рифтовых зон. - М.: Наука, 1978. -С.7-18.

*Этов А.Б.* Аварии, катастрофы и стихийные бедствия в России. - М.: «Финиздат», 1994. -341 с.

*Levi K.G., Miroshnichenko A.I., San'kov V.A., et al.* Active faults of the Baikal depression // Elf exploration production, -F-64018. -1997. -P.400-434.