



УДК 55:504.4(571.5-13)

ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ДОИЗУЧЕНИЮ

А. Г. Кичигин*, С. М. Торопов*

Приведены основные характеристики опасных геологических процессов в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории и краткие сведения об их геологической изученности. Предложены и обоснованы мероприятия по геологическому доизучению и мониторингу опасных геологических процессов при планируемом туристско-рекреационном и хозяйственном ее освоении.

Ключевые слова: Байкал, Байкальская природная территория, Центральная экологическая зона, опасные геологические процессы, доизучение, мониторинг.

DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES IN THE CENTRAL ECOLOGICAL ZONE OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY: GENERAL DESCRIPTION AND SUGGESTIONS ON ADDITIONAL APPRAISAL

A. G. Kichigin, S. M. Toropov

The main characteristics of dangerous geological processes in the Central ecological zone of the Baikal natural territory and brief review of their previous geological studies are given. Measures on geological additional appraisal and monitoring of dangerous ecological processes in the time of its planned tourist-recreational and economic development are put forward and substantiated.

Key words: Lake Baikal, the Baikal natural territory, the Central ecological zone, dangerous ecological processes, additional appraisal, monitoring.

Геологические причины – основа всех природных процессов на Байкале от образования собственно котловины озера до наших дней. Неслучайно ЮНЕСКО при включении Байкала в перечень объектов всемирного природного наследия в первую очередь была отмечена его геологическая уникальность, как выдающегося примера **геологической истории** (первый критерий ЮНЕСКО), выдающегося примера непрерывных **геологических процессов**, биологической эволюции и взаимодействия человека с окружающей средой (второй), а затем уже как района исключительной природной красоты (третий) и места обитания исчезающих видов животных и растений (четвертый).

Геологические условия в значительной степени определяют экологическое состояние Байкала и Центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ). При ее хозяйственном и туристско-рекреационном освоении первоочередная задача – сохранить Байкал для потомков. Но необходимо также обязательно учитывать риски, которые связаны с существующими здесь опасными геологическими процессами и факторами:

– эндогенными геологическими процессами (землетрясениями и современными тектоническими движениями);

– экзогенными геологическими процессами (сесями, обвалами, оползнями, образованием

карстовых форм наледей, криогенным пучением, абразией, эрозией, эоловыми процессами и др.);

– процессами, связанными с углеводородными объектами (выходами газа и нефти со дна Байкала, грязевыми вулканами, наличием газогидратов и др.);

– естественной радиоактивностью и радоноопасностью;

– природными аномалиями содержания токсичных редких элементов в компонентах окружающей среды (горных породах, почвах, донных отложениях, поверхностных и подземных водах).

Общая характеристика опасности

Наиболее опасны землетрясения. Сильные землетрясения в Прибайкалье происходят один раз в 20–23 года. В 1862 г. при 10-балльном землетрясении в районе дельты р. Селенга ушел под воду участок суши площадью 200 км², при этом образовался залив Провал глубиной до 3–7 м. В августе 1959 г. при Среднебайкальском землетрясении участок дна Байкала между м. Облом и устьем р. Анга опустился на 15–20 м [6]. Последние сильные землетрясения в ЦЭЗ БПТ происходили в 1999, 2003, 2008 гг. На рис. 1 показаны последствия 8-балльного землетрясения на юге Байкала 27.08.2008 в г. Слюдянке и пос. Култук.

Весьма опасны в Прибайкалье некоторые экзогенные геологические процессы, и более всего сели. Бурные селевые потоки регулярно причиняют ущерб, повреждают здания и сооружения. Катастрофические селевые паводки на реках юж-

*Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», Иркутск



Рис. 1. Последствия 8-балльного (по шкале MSK-64) землетрясения на юге Байкала 27.08.2008 в г. Слюдянке и пос. Култук. Фото с сайта Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН (<http://www.seis-bykl.ru>)

ного Байкала наблюдались в 1927, 1932, 1934, 1938, 1960, 1962 гг. В 1971 г. сели уничтожили целую улицу в г. Слюдянке, повредили несколько железнодорожных и автомобильных мостов [2] (рис. 2).

Опасные склоновые процессы широко распространены в предгорьях и горных районах. Обвалы стали настоящим несчастьем при строительстве и эксплуатации западного участка Кругобайкальской железной дороги (КБЖД). Только с 1932 по 1947 гг. здесь из-за них произошло 18 крушений поездов. Установлено, что за период эксплуатации западного участка КБЖД с железнодорожного полотна было убрано примерно столько же обвального грунта, сколько при строительстве дороги [3]. На рис. 3 приведено историческое фото крушения поезда в мае 1941 г., когда из-за обвала несколько вагонов товарного состава ушли под откос в оз. Байкал. Возможно, остатки именно этого поезда были обнаружены глубокowodными аппаратами «Мир» при проведении международной экспедиции «„Миры“ на Байкале».

На нескольких участках Восточно-Сибирской железной дороги от пос. Танхой до г. Бабушкина железнодорожная насыпь подвержена воздействию оползневых процессов. В настоящее время на этих участках ведутся регулярные защитные противооползневые мероприятия [8]. При сходе



Рис. 2. Последствия схода селевого потока в июле 2001 г. на 117-м км западного участка КБЖД (<http://www.transsib.ru>)

снежных лавин в горах Прибайкалья ежегодно гибнут туристы, горнолыжники, сноубордисты.

В ЦЭЗ БПТ имеются карстоопасные районы. Например, в 1994 г. в результате карстовых просядков в районе Тажеранских степей Приольхонья под воду ушел 250-метровый участок автодороги Еланцы–Черноруд. Пришлось строить 11-километровый объезд. Сейчас дорога на Малое Море проходит по берегу озера, которого 16 лет назад еще не было [8] (рис. 4).



Рис. 3. Последствия обвала в мае 1941 г. у восточного портала тоннеля № 5 (87-й км КБЖД) (<http://www.transsib.ru>)

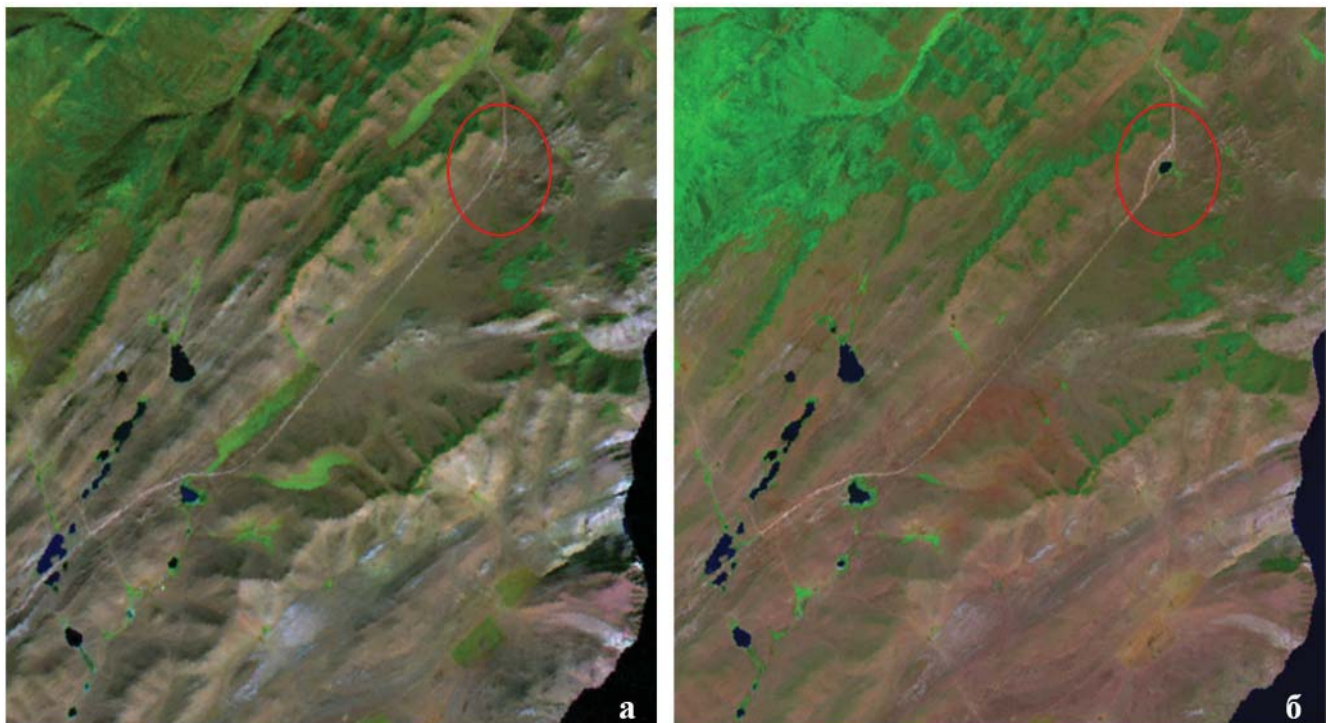


Рис. 4. Образование озера в результате карстовых просадок в районе Тажеранских степей на оз. Байкал (Приольхонье) на космоснимках со спутников: а – Landsat-4 (29.09.1989), б – Landsat-7 (23.06.2000)

Повсеместно в Прибайкалье распространена овражная эрозия. Во многих случаях ее активизации способствует антропогенное воздействие [8], например, в последние годы на участках побережья Малого моря и о. Ольхон ее вызывает хаотическое движение автотранспорта по принципу «где хочу, там и еду».

Опасны и существующие на Байкале углеводородные объекты и миграция углеводородов. Яркий пример – «пропарины» во льду, которые об-

разуются в местах выхода метановых газов со дна Байкала [1]. Каждую зиму они становятся причиной затопления автотранспорта и гибели людей. Подводные выбросы метановых газов иногда вызывают массовый замор рыбы.

Байкал – единственное место в мире, где в пресной воде обнаружены газовые гидраты [7]. Их слой на дне озера играет важную экологическую роль: он экранирует водную толщу от проникновения метана из многокилометровой толщи

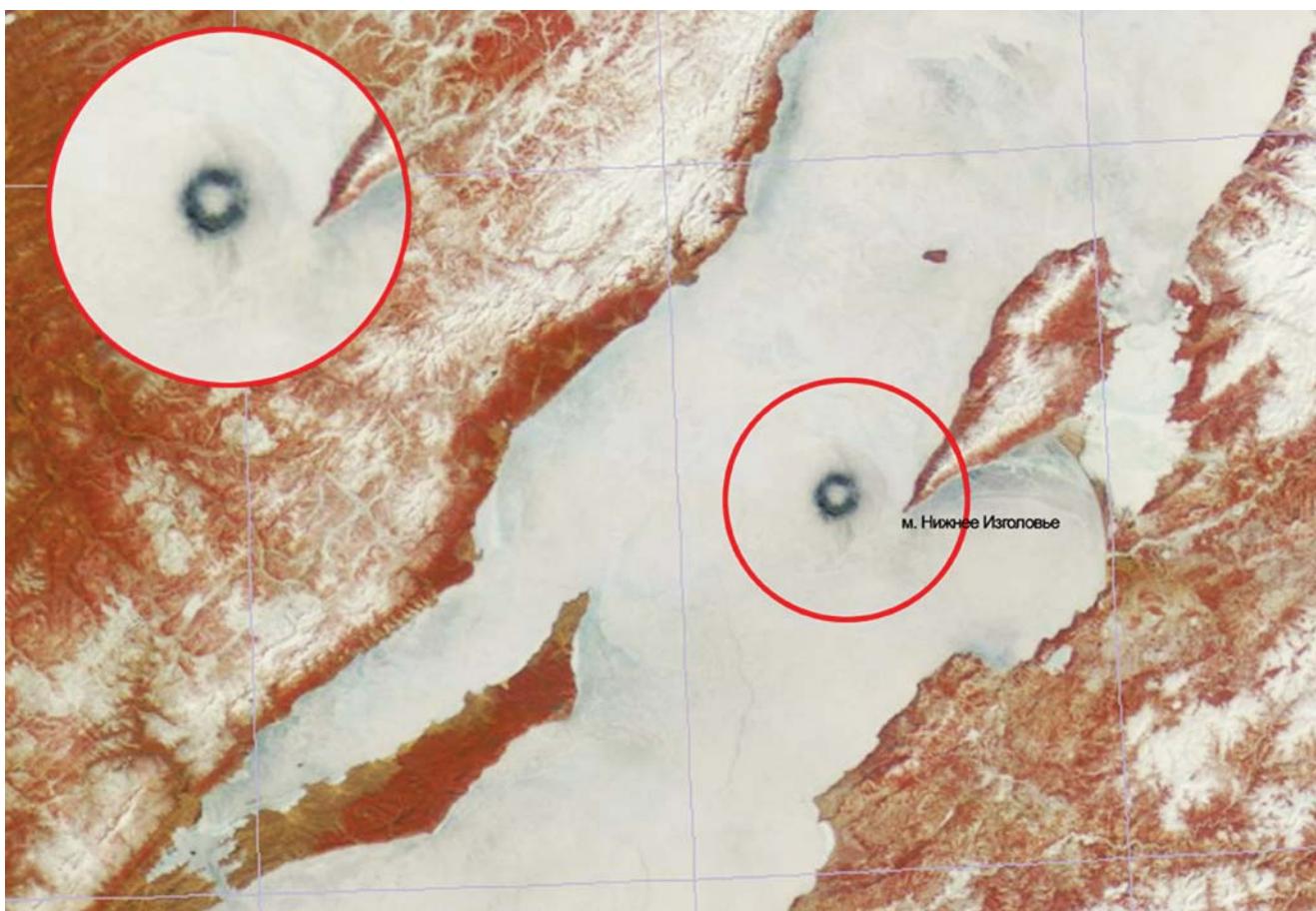


Рис. 5. Космоснимок с кольцевым явлением на льду Байкала со спутника TERRA, радиометр MODIS 15.04.2009. Район м. Нижнее Изголовье п-ова Святой Нос ([http:// www.sputnik.irk.ru](http://www.sputnik.irk.ru))

осадков. Нарушение газогидратного слоя может вызвать масштабные выбросы метана в воду, что приведет к экологической катастрофе. По этой причине добыча газогидратов и метана со дна озера очень опасны. Необходимо изучить степень их устойчивости и принять все возможные меры для их сохранения в ненарушенном состоянии. Предположительно с крупными выбросами метановых газов со дна Байкала связано образование кольцевых явлений на льду, которые обнаруживаются на космических снимках (рис. 5).

Определенную опасность представляют собой естественная радиоактивность и радоноопасность. Около 5 % площади региона сложено высокорadioактивными горными породами, имеются участки с аномальным содержанием радона в почвах, в подвалах жилых домов, а также в скважинах на воду [4, 5].

Краткие сведения об изученности

Изученность опасных геологических процессов в ЦЭЗ БПТ в настоящее время недостаточна. Имеющиеся данные инженерно-геологических, гидрогеологических и геолого-экологических съемок требуют актуализации. Опасные геологические процессы нуждаются в доизучении современными методами и средствами; при планировании необходимо в полном объеме использовать материалы Российского федерального геологического фонда.

На официальном сайте Минприроды России «Охрана озера Байкал», доступна интернет-версия каталога фондовой геологической информации по ЦЭЗ БПТ ([http:// www.geol.irk.ru/cez](http://www.geol.irk.ru/cez)). В него вошли сведения о 2364 работах по геологическому изучению недр ЦЭЗ БПТ, выполненных с конца XIX в. до настоящего времени. Из рис. 6 видно, что с начала 1990-х гг. наблюдается спад геолого-разведочных работ на изучаемой территории.

С использованием интернет-каталога можно сформировать запрос необходимой информации и получить краткую характеристику выполненной работы, которая содержится в учетной карточке изученности, и посмотреть контур изученной площади на интерактивной карте.

Предложения по геологическому доизучению

В 2008–2009 г. по заказу Минприроды России Сибирский филиал Росгеолфонда с участием ведущих профильных специалистов выполнил научно-исследовательскую работу, основной целью которой являлось научное обоснование и разработка мероприятий по геологическому доизучению и мониторингу опасных геологических процессов в ЦЭЗ БПТ. Результаты исследований сводятся к следующему.

1. Выполнены обзор и оценка информативности и эффективности использования для изучения и мониторинга опасных геологических процес-

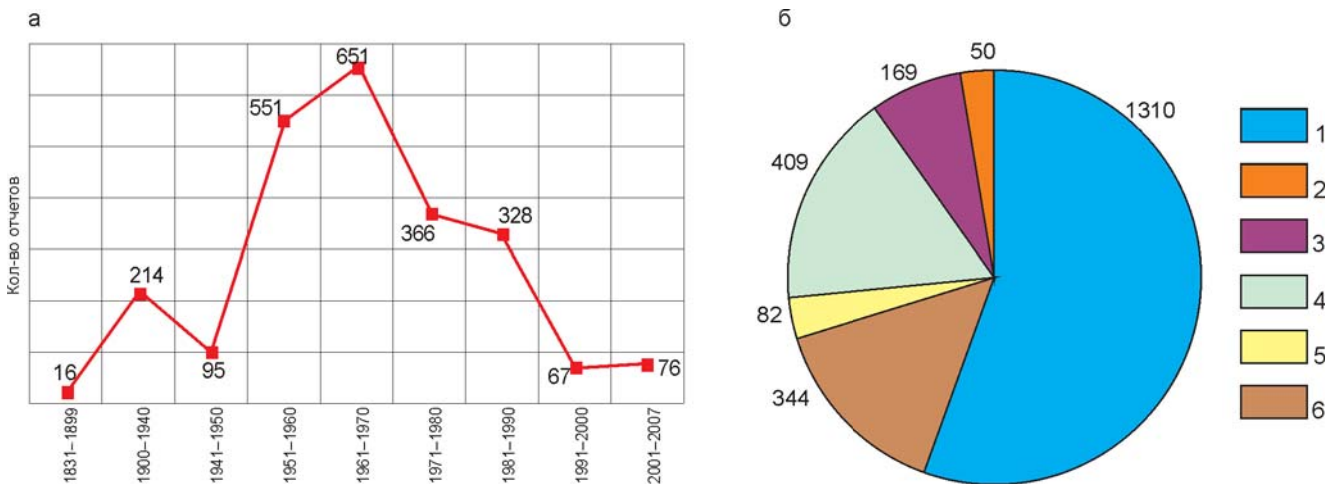


Рис. 6. Распределение количества отчетов о геологическом изучении недр ЦЭЗ БПТ: а – по периодам изучения; б – по видам изученности (1 – геологическая, 2 – эколого-геологическая, 3 – инженерно-геологическая, 4 – гидрогеологическая, 5 – геохимическая, 6 – геофизическая)

сов таких современных технико-технологических средств:

- авиационных и космических (спектрозональных, радиолокационных, лазерной локации, аэрогеофизических измерений);
- судовых измерительных комплексов (гидрохимических и гидрофизических анализаторов, гидролокаторов бокового обзора, эхолотов, профилографов и др.);
- наземных полевых измерительных комплексов (лазерных сканеров, средств GPS-геодезии, широкополосных сейсмостанций и др.);
- лабораторных аналитических приборов;
- информационных технологий мониторинга и компьютерного моделирования.

2. Разработаны реестр и картограммы размещения наблюдавшихся в ЦЭЗ БПТ катастрофических и аномальных проявлений геологических процессов. При составлении использованы сведения из различных источников: архивных и исторических материалов, научных публикаций, публикаций в средствах массовой информации (газеты, журналы, интернет-сайты), а также сообщения очевидцев. Временной ряд описываемых явлений охватывает данные 1675–2009 гг. Не учитывались материалы о палеосейсмодислокациях доисторического периода. Реестр включает 703 записи, в том числе 438 – о геологических процессах, 265 – о других взаимосвязанных опасных природных процессах и явлениях. Реестр можно применять при территориальной оценке и прогнозе опасности геологических процессов в регионе. С его помощью перед началом хозяйственного освоения конкретной территории можно осуществлять углубленный анализ основных прогнозных характеристик:

- пространственной приуроченности катастрофических явлений;
- временной повторяемости катастрофических явлений с учетом интенсивности;
- взаимосвязи катастрофических и аномальных явлений различных генетических видов;

– зависимости катастрофичности проявления определенного геологического процесса от продолжительности и интенсивности других природных процессов, которые обуславливают или характеризуют его развитие.

На рис. 7 приведена диаграмма распределения сведений реестра по генетическим видам процессов.

3. Составлены перечень и карта размещения участков ЦЭЗ БПТ, нуждающихся в геологическом доизучении и мониторинге, разработанные на основе анализа:

- каталога имеющейся фондовой геологической информации;
- реестра катастрофических и аномальных явлений и картограмм их размещения в рассматриваемом регионе;

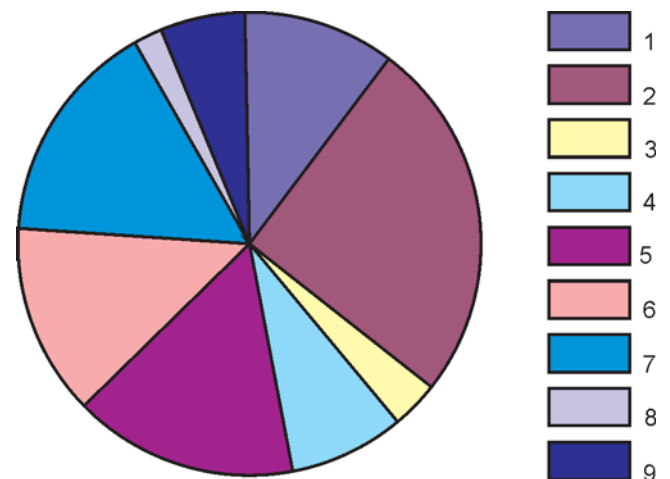


Рис. 7. Распределение сведений, содержащихся в реестре катастрофических и аномальных проявлений опасных природных процессов и факторов на территории ЦЭЗ БПТ, по генетическим видам процессов: 1 – эндогенные геологические, 2 – экзогенные геологические, 3 – миграция УВ, 4 – радиоактивность и радоноопасность, 5 – токсичные редкие элементы, 6 – атмосферные, 7 – гидрологические, 8 – космогенные, 9 – метеогенно-биогенные



– предрасположенности территорий планируемого хозяйственного освоения (в том числе планируемых особых экономических зон туристско-рекреационного типа) к проявлению опасных геологических процессов.

Всего в ЦЭЗ БПТ выделен 101 участок, на которых прогнозируется повторение или сохранение возможности проявления опасных геологических процессов и факторов (эндогенных геологических – 15 участков, экзогенных геологических – 10, углеводородных объектов – 20, радиоактивность и радоноопасность – 25, аномальное природное содержание токсичных редких элементов – 16, экология подземных вод – 15).

4. Подготовлены предложения по программам геологического доизучения и мониторинга опасных геологических процессов на конкретных подверженных риску территориях ЦЭЗ БПТ, в том числе:

- схемы покрытия ЦЭЗ БПТ картографическими материалами, результирующими доизучение;
- рекомендации по реконструкции и расширению существующей сети наблюдательных пунктов мониторинга;
- рекомендации по программам проведения судового, аэрокосмического и наземного мониторинга.

Выводы

Предлагаемые мероприятия по геологическому доизучению и мониторингу опасных геологических процессов в ЦЭЗ БПТ могут использоваться Минприроды России и Роснедра при реализации своих полномочий, в том числе:

- при формировании государственного заказа на работы по геологическому доизучению и мониторингу;
- при формировании и реализации государственной политики в области геологического изучения недр в части учета рекомендаций по использованию новых методов, технологий и технических средств, предложенных для использования на территории ЦЭЗ БПТ;
- при подготовке и актуализации программных документов развития геологической отрасли до 2030 г.

Доизучение и мониторинг современных опасных геологических процессов позволит минимизировать риски и ущербы при планируемом туристско-рекреационном и хозяйственном освоении Центральной экологической зоны Байкальской природной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Исаев, В. П.** Природные газы Байкала [Текст] / В. П. Исаев, Н. Г. Коновалова, П. В. Михеев // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43, № 7. – С. 638–643.
2. **Лапердин, В. К.** Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна [Текст] / В. К. Лапердин, Ю. Б. Тржцинский. – Новосибирск : Наука, 1977. – 103 с.
3. **Литвин, В. М.** Региональная инженерно-геологическая оценка ЭГП юга Восточной Сибири : Автореф. дис. ... к. г.-м. н. [Текст] / В. М. Литвин. – Иркутск : ИЗК СО АН СССР, 1989.
4. **Медведев, В. И.** Радиационное воздействие Семипалатинского ядерного полигона на Южную Сибирь (Опыт многолетних исследований по Восточной и Средней Сибири и сопоставление результатов с материалами по Западной Сибири) [Текст] / В. И. Медведев, Л. Г. Коршунов, Б. П. Черняго // Сибирский экологический журнал. – 2005. – Т. 12, № 6. – С. 1055–1071.
5. **Непомнящих, А. И.** Радоновая проблема на территории Прибайкалья. Региональные особенности [Текст] / А. И. Непомнящих, Б. П. Черняго, Г. И. Калиновский // Матер. II Междунар. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск : ИД «Тандем-Арт», 2004. – С. 433–435.
6. **Новый** каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. [Текст] // Под ред. Н. В. Кондорской, Н. В. Шебалина. – М. : Наука, 1977. – 536 с.
7. **Первая** находка газогидратов в осадочной толще озера Байкал [Текст] / М. И. Кузьмин, Г. В. Калмычков [и др.] // Докл. РАН. – 1998. – Т. 362, № 4. – С. 541–543.
8. **Современная** экзогеодинамика юга Сибирского региона [Текст] / Ю. Б. Тржцинский, Е. А. Козырева, О. А. Мазаева, В. А. Хак. – Иркутск : ИЗК СО РАН, 2007. – 155 с.