

УДК 550.8.014

Опасные геологические процессы в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории: общая характеристика и предложения по доизучению^{*}

А.Г.Кичигин, С.М.Торопов (Сибирский филиал ФГУНПП "Росгеолфонд", Иркутск)

Приведены основные характеристики опасных геологических процессов, которые существуют 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 освоении Центральной экологической зоны Байкальской природной территории.

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



Андрей Геннадьевич КИЧИГИН,
заместитель директора



Сергей Миронович ТОРОПОВ,
директор

Особенности геологического строения Байкальской природной территории – основа всех природных процессов, которые происходили и происходят на Байкале – от образования собственно котловины озера до наших дней. Не случайно 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 критерий), а затем уже как "район исключительной природной

красоты" (третий критерий) и "место обитания исчезающих видов животных и растений" (четвертый критерий).

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

эндогенные геологические процессы (землетрясения и современные тектонические движения);

экзогенные геологические процессы (сели, обвалы, оползни, карст, наледи, абразия, эрозия, криогенное пучение, золотые процессы и др.);

процессы, связанные с углеводородными системами (выходы газа и нефти со дна Байкала, грязевые вулканы, газогидраты);

естественная радиоактивность и радоноопасность;

природные аномалии содержания токсичных редких элементов в компонентах окружающей среды – горных породах, почвах, донных отложениях, поверхностных и подземных водах.

Общая характеристика опасности

Наибольшую опасность в Прибайкалье представляют землетрясения. Установлено, что сильные землетрясения происходят здесь с периодичностью 1 раз в 20-23 года. В 1862 г. при землетрясении в районе дельты р.Селенга ушел под воду участок суши площадью 200 км² и 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 [1]. Последние сильные землетрясения в ЦЭЗ БПТ происходи-

^{*} Статья перепечатана из журнала "Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири". – 2011. – № 3(7). – С. 66-71 (с незначительной редактурой).

Рис. 1. Последствия 8-балльного землетрясения на юге Байкала 27 августа 2008 г. в г.Слюдянка и пос.Култук



Фото с сайта Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН

ли в 1999, 2003, 2008 гг. На рис. 1 приведены последствия 8-балльного землетрясения на юге Байкала 27 августа 2008 г. в г.Слюдянка и пос.Култук [www.seis-bykl.ru].

Большую опасность в Прибайкалье представляют экзогенные геологические процессы, прежде всего сели. Бурные селевые потоки регулярно причиняют ущерб, повреждаю

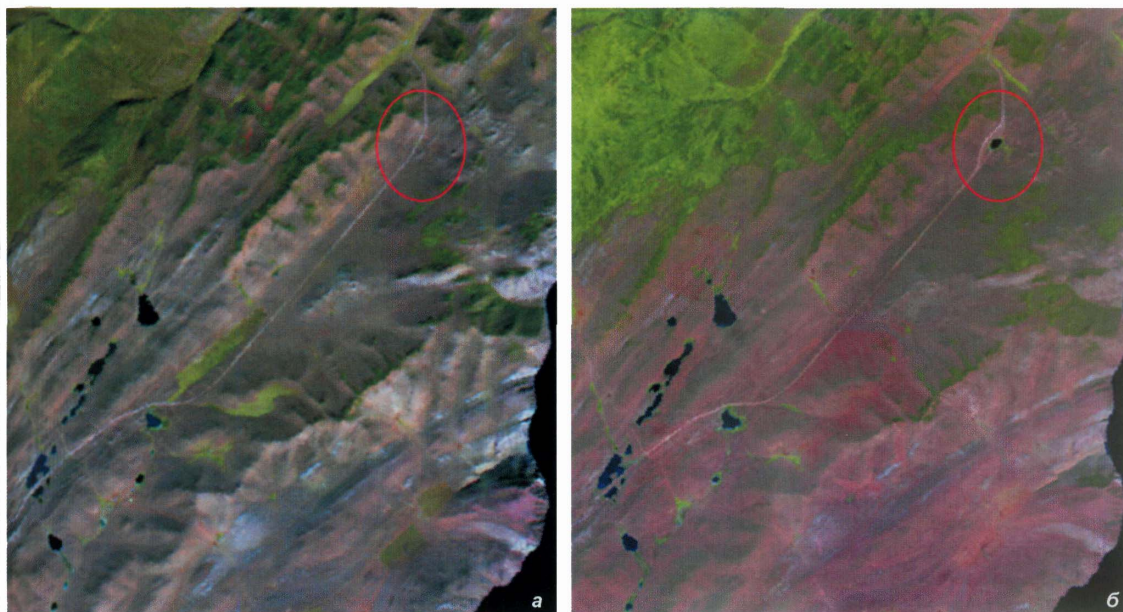
Рис. 2. Последствия схода селевого потока в июле 2001 г. на 117-м километре западного участка КБЖД



Рис. 3. Последствия обвала в мае 1941 г. у восточного портала тоннеля № 5 (87-й км КБЖД)



Рис. 4. Образование озера в результате карстовых просадок в районе Тажеранских степей на озере Байкал (Приольхонье)



а – космоснимок спутника Landsat-4, дата съемки 29.09.1989 г.; б – космоснимок спутника Landsat-7, дата съемки 23.06.2000 г.

здания и сооружения. Катастрофические селевые паводки на реках Южного Байкала наблюдались в 1927, 1932, 1934, 1938, 1960, 1962 гг. В 1971 г. сели уничтожили целую улицу в г. Слюдянка, повредили несколько железнодорожных и автомобильных мостов [2]. На рис. 2 иллюстрируются последствия схода селевого потока в июле 2001 г. на 117-м км западного участка Кругобайкальской железной дороги (КБЖД) [www.transsib.ru].

Опасные склоновые процессы широко распространены в предгорьях и горных районах. Обвалы стали настоящим несчастьем при строительстве и эксплуатации западного участка КБЖД. Установлено, что за период его эксплуатации с железнодорожного полотна было убрано обвального грунта примерно столько же, сколько при строительстве дороги [3]. Только с 1932 по 1947 г. здесь из-за обвалов произошло 18 крушений поездов. Например, в мае 1941 г. у восточного портала тоннеля № 5 в районе 87-го км КБЖД из-за обвала несколько вагонов товарного состава ушли под откос в озеро Байкал (рис. 3). Возможно, остатки этого состава были обнаружены глубоководными аппаратами "Мир" при проведении Международной экспедиции "Миры на Байкале".

На нескольких участках Восточно-Сибирской железной дороги от пос. Танхой до г. Бабушкин железнодорожная насыпь подвержена воздействию оползневых процессов. В настоящее время на этих участках ведутся регулярные защитные противооползневые мероприятия [4]. При сходе снежных лавин в горах Прибайкалья ежегодно гибнут люди – туристы, горнолыжники, сноубордисты.

В ЦЭЗ БПТ имеются карстоопасные районы. Например, в 1994 г. в результате просадок грунта в районе Тажеранских

степей Приольхонья образовалось озеро и под воду ушел 250-метровый участок автодороги Еланцы – Черноруд. Для восстановления движения автотранспорта пришлось строить 11-километровый объезд. Сейчас дорога на Малое Море проходит по берегу этого озера [4] (рис. 4).

Повсеместно в Прибайкалье распространена овражная эрозия. Во многих случаях активизации овражной эрозии способствует антропогенное воздействие [4]. Например, в последние годы активизацию овражной эрозии на степных участках побережья Малого Моря и о-ва Ольхон вызывает хаотическое движение автотранспорта по принципу "где хочешь – там и еду".

Опасность представляют и существующие на Байкале углеводородные системы и миграция углеводородов. Ярким примером опасности являются "пропарины" во льду, которые образуются в местах выхода метановых газов со дна Байкала [5]. Каждую зиму такие пропарины 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 [6].

Существующий на дне озера слой газогидратов играет важную экологическую роль. Он экранирует водную толщу Байкала от проникновения метана из многокилометровой толщи осадков озера. Нарушение газогидратного слоя может вызвать масштабные выбросы метана, что приведет к экологической катастрофе. По этой причине добыча газогидратов и метана со дна озера очень опасна. Необходимо изучить степень устойчивости газогидратов на дне Байкала и принять все возможные меры для их сохранения в не-

Рис. 5. Пример космоснимка с кольцевым явлением на льду Байкала



нарушенном состоянии. Предположительно с крупными выбросами метановых газов со дна озера связано образование кольцевых явлений на льду, которые обнаруживаются на космических снимках [www.sputnik.irk.ru]. На рис. 5 приведен пример космоснимка с кольцевым явлением на льду Байкала.

Определенную опасность в ЦЭЗ БПТ представляют естественная радиоактивность и радоноопасность. Около 5 % площади региона составляют радиоактивные горные породы. Имеются участки с аномальным содержанием радона в почвах, в подвалах жилых домов, а также в скважинах на воду [7, 8].

Краткие сведения об изученности

Достигнутый к настоящему времени уровень изученности опасных геологических процессов, характерных для ЦЭЗ БПТ, следует считать недостаточным. Имеющиеся данные инженерно-геологических, гидрогеологических и геолого-экологических съемок требуют актуализации. Опасные геологические процессы нуждаются в доизучении современными методами и средствами. При планировании доизучения необходимо в полном объеме использовать накопленную фондовую геологическую информацию. Такая информация имеется в ФГУНПП "Росгеолфонд".

В настоящее время на официальном сайте Минприроды России "Охрана озера Байкал" доступна Интернет-версия Каталога фондовой геологической информации по ЦЭЗ БПТ [www.geol.irk.ru/cez/]. В каталог вошли сведения о 2364 работах по геологическому изучению недр ЦЭЗ БПТ, которые выполнены за период с конца XIX в. до настоящего времени.

На рис. 6 приведены диаграммы распределения числа отчетов о геологическом изучении недр по видам изученности и по периодам изучения. Нетрудно заметить, что с начала 1990-х гг. наблюдается сокращение объемов геолого-разведочных работ в ЦЭЗ БПТ.

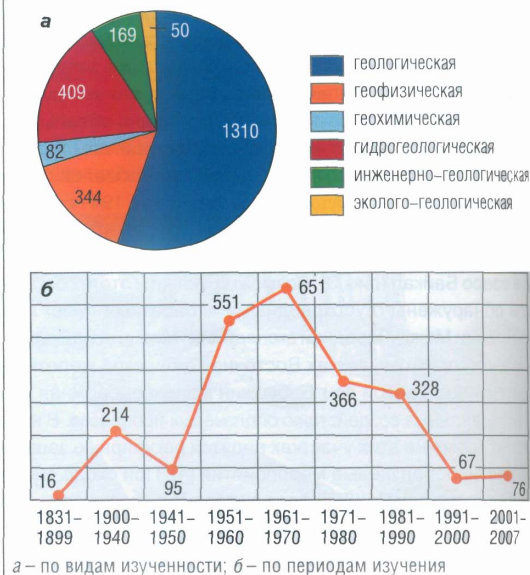
С использованием Интернет-каталога можно сформировать запрос необходимой информации и получить краткую характеристику выполненной работы, которая содержится в учетной карточке изученности, и посмотреть контур изученной площади на интерактивной карте.

Предложения по геологическому доизучению

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

1. Выполнены обзор и оценка информативности и эффективности использования для изучения и мониторинга опасных геологических процессов на основе использования современных технико-технологических средств: авиационных и космических (спектрозональных, радиолокационных, средств лазерной локации, аэрогеофизических измерений); судовых измерительных комплексов (гидрохимические и гидрофизические анализаторы, гидролокаторы бокового обзора, эхолоты, профилографы и др.); наземных полевых измерительных комплексов (лазерные сканеры, средства GPS-геодезии, широкополосные сейсмомостанции и др.); лабораторных аналитических приборов; информационных технологий мониторинга и компьютерного моделирования.

Рис. 6. Распределение числа отчетов о геологическом изучении недр ЦЭЗ БПТ



2. Разработаны реестр и картограммы размещения наблюдавшихся в ЦЭЗ БПТ катастрофических и аномальных проявлений опасных геологических процессов. При составлении реестра были 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 в реестре катастрофических и аномальных явлений в ЦЭЗ БПТ охватывает период 1675-2009 гг. Не учитывались материалы о палеосейсмодислокациях доисторического периода. Реестр включает 703 записи, в том числе 438 записей о геологических процессах, 265 записей о других взаимосвязанных опасных природных процессах и явлениях. Реестр можно применять при территориальной оценке и прогнозе опасности геологических процессов, существующих в ЦЭЗ БПТ. С его помощью перед началом хозяйственного освоения конкретной территории может выполняться углубленный анализ следующих основных прогнозных характеристик:

пространственная приуроченность катастрофических явлений;

временная повторяемость катастрофических явлений с учетом интенсивности;

взаимосвязь катастрофических и аномальных явлений различных генетических видов;

зависимость 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 на рассматриваемом регионе;

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 котором прогнозируется повторение или сохранение риска проявления опасных геологических процессов и факторов:

эндогенные – 15 участков;

экзогенные – 10 участков;

углеводородные системы – 20 участков;

радиоактивность и радоноопасность – 25 участков;

аномальное природное содержание токсичных редких элементов – 16 участков;

экология подземных вод – 15 участков.

4. Подготовлены предложения по разработке специальных схем и рекомендаций в рамках программ 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.

* * *

Предлагаемые мероприятия по геологическому доизучению и мониторингу опасных геологических процессов, существующих 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.;

при планировании мероприятий в рамках ФЦП "Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы".

Доизучение и мониторинг современных опасных геологических процессов позволят минимизировать риски и ущербы при планируемом туристско-рекреационном и хозяйственном освоении ЦЭЗ БПТ.

Литература

1. *Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.* / Под ред. Н.В.Кондорской, Н.В.Шебалина. – М.: Наука, 1977. – 536 с.

2. *Лапердин В.К.* Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна / В.К.Лапердин, Ю.Б.Тржцинский. – Новосибирск: Наука, 1977. – 103 с.

3. *Литвин В.М.* Региональная инженерно-геологическая оценка ЭГП юга Восточной Сибири // Дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Иркутск, ИЗК СО АН СССР, 1989. – 234 с.

Рис. 7. Распределение числа сведений, содержащихся в реестре катастрофических и аномальных проявлений опасных природных процессов и факторов на территории ЦЭЗ БПТ по генетическим видам процессов



4. *Тржцинский Ю.Б.* Современная экзогеодинамика юга Сибирского региона / Ю.Б.Тржцинский, Е.А.Козырева, О.А.Мазаева, В.А.Хак. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2007. – 155 с.

5. *Исаев В.П.* Природные газы Байкала / В.П.Исаев, Н.Г.Коновалова, П.В.Михеев // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43, № 7. – С.638-643 (спец. выпуск: Тр. 6 Межд. конф. "Газы в морских осадках").

6. *Кузьмин М.И.* Первая находка газогидратов в осадочной толще озера Байкал / М.И.Кузьмин, Г.В.Калмычков и др. // Докл. Российской академии наук. – 1998. – Т. 362, № 4. – С. 541-543.

7. *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 Си-

бири) / В.И.Медведев, Л.Г.Коршунов, Б.П.Черняго // Сибирский экологический журнал. – 2005. – Т. 12, № 6. – С. 1055-1071.

8. *Непомнящих А.И.* Радоновая проблема на территории Прибайкалья. Региональные особенности / А.И.Непомнящих, Б.П.Черняго, Г.И.Калиновский // Материалы II международной конференции "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". – Томск: ИД "Тандем-Арт", 2004. – С. 433-435.

© А.Г.Кичигин, С.М.Торопов, 2012

Кичигин Андрей Геннадьевич,
kag@geol.irk.ru

Торопов Сергей Миронович,
geol@irk.ru

DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES IN THE CENTRAL ECOLOGICAL ZONE OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY: GENERAL CHARACTERISTIC AND PROPOSALS ON ADDITIONAL EXPLORATION

A.G. Kichigin, S.M. Toropov (Rosgeolfond FGUNPP, Siberian Branch, Irkutsk)

Main characteristics of dangerous geological processes in the Central ecological zone of the Baikal natural territory and brief data on their exploration maturity have been provided. Measures on their additional exploration and monitoring of dangerous geological processes in view of the forthcoming tourist/recreational and economic development of the Central ecological zone in the Baikal natural territory have been proposed and substantiated.

Key words: Baikal; Baikal natural territory; Central ecological zone; dangerous geological processes; additional exploration monitoring.