

1.2.2. Недра

1.2.2.1. Эндогенные геологические процессы и геофизические поля

Сейсмичность Байкальской природной территории

(Байкальский филиал Учреждения Российской академии наук Геофизической службы Сибирского отделения РАН)

Впадина озера Байкал является центральным звеном Байкальской рифтовой зоны, которая развивается одновременно с другими рифтовыми системами Мира. Высокий сейсмический потенциал Байкальской рифтовой зоны подтверждается сохранившимися здесь следами землетрясений, которые произошли в доисторические времена, сведениями о сильных землетрясениях, которые сохранились в исторических документах, а также информацией о сотнях тысяч сейсмических событий, которые зарегистрированы здесь после начала инструментальных наблюдений, которые ведутся в Прибайкалье с 1902 года. С 1950 года здесь отмечено несколько мощных ($I_0 = 9-10$ баллов, $M = 7,0-7,8$)¹ и целый ряд сильных землетрясений (I_0 до 8 баллов, M до 5,5–6,5). События последнего времени также подтверждают высокий уровень сейсмической опасности территории: Южно-Байкальское землетрясение 25.02.1999 ($M = 6,0$); Кичерское 21.03.1999 ($M = 5,8$); Куморское 16.09.2003 ($M = 5,8$) и Култукское 27.08.2008 ($M = 6,2$).

Наличие на сейсмоопасной территории Прибайкалья гражданских и промышленных объектов, в том числе экологически опасных производств, приводит к необходимости проведения мониторинга сейсмического процесса в связи с возможными социально-экономическими последствиями от сильных землетрясений.

Наблюдения ведутся Байкальским филиалом Геофизической службы Сибирского отделения Российской академии наук (ГС СО РАН) на специально оборудованных наблюдательных пунктах, образующих Байкальскую региональную сеть сейсмических станций (международный код ВУКЛ), которая входит в глобальную международную систему наблюдений за сейсмическим процессом. Региональным центром сбора и обработки результатов наблюдений является сейсмическая наблюдательная станция «Иркутск» (г. Иркутск) Сведения о количестве и расположении наблюдательных станций Байкальской региональной сейсмической сети приведены в докладах за 2003-2011 годы.

Действующая региональная система наблюдений и передачи данных позволяет зарегистрировать на контролируемой территории любое сейсмическое событие с магнитудой $M \geq 3,0$, в течение одного часа произвести сводную обработку данных всех сейсмических станций и передать основные параметры землетрясения (время в очаге, координаты эпицентра, магнитуду, энергетический класс, расчетную интенсивность в эпицентре, интенсивность проявления в населенных пунктах) федеральным и региональным органам МЧС России, дежурным администраций Иркутской области. Также не позднее часа с момента землетрясения информация о нем появляется на Интернет-сайте Байкальского филиала ГС СО РАН: www.seis-bykl.ru.

¹ Для характеристики силы землетрясений используются такие понятия, как **магнитуда (М)**, **энергетический класс (К)** и **интенсивность (I)**. Магнитуда и энергетический класс - инструментально регистрируемые величины, характеризующие энергию в очаге землетрясения. Интенсивность характеризует силу сейсмических сотрясений в пункте наблюдения и зависит не только от силы сейсмических волн, излученных из очага землетрясения, но и от удаления пункта наблюдения от эпицентра землетрясения, глубины очага, а также от геологических особенностей местности. Интенсивность землетрясения оценивается в баллах по описательной шкале MSK-64.

В последние годы в Прибайкалье в пределах зоны, контролируемой сейсмостанциями Байкальского филиала ГС СО РАН, регистрируется более 8–9 тысяч слабых и сильных землетрясений в год. Большинство эпицентров землетрясений БПТ сосредоточено в пределах узкой полосы Байкальского рифта, совпадающей с центральной экологической зоной БПТ.

2012 год характеризуется слабой сейсмической активностью. Не зарегистрировано землетрясений с $K > 11.9$, интенсивность сотрясений не превысила 4 баллов. Отметим, что все пять наиболее сильных землетрясений энергетических классов $K = 11.6–11.9$ произошли в пределах центральной экологической зоны БПТ. Наиболее активно сейсмический процесс продолжался в районах двух крупных сейсмических активизации прошлых лет: в Баргузинском хребте (истоки р. Томпуды) с 2006–2007 гг. и в районе Среднего Байкала – Максимихинская последовательность землетрясений, не затухающая с 2008 года.

За последние двадцать лет 2012 год превосходит по выделившейся суммарной сейсмической энергии только 1998 год, а уступает максимальной активности, зафиксированной в 2008 году более чем в 1000 раз.

Сведения о наиболее сильных землетрясениях 2012 года ($K > 10.5$, магнитуда > 3.6), эпицентры которых были локализованы в пределах БПТ, приведены на рисунке 1.2.2.1.1 и в таблице 1.2.2.1.1.

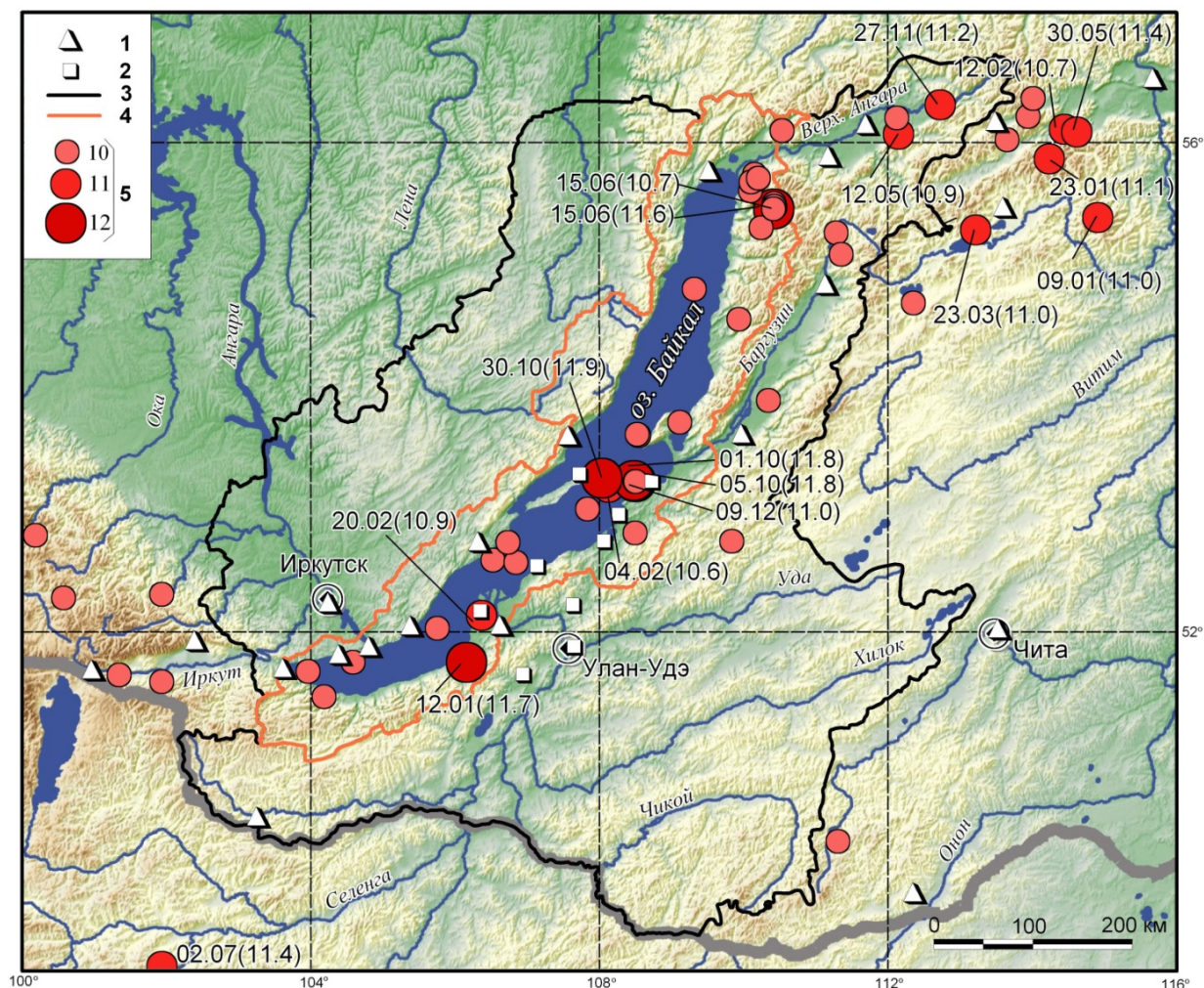


Рис. 1.2.2.1.1. Карта эпицентров землетрясений произошедших на Байкальской природной территории в 2012 году. 1 - сейсмические станции Байкальского филиала ГС СО РАН; 2 - сейсмические станции Бурятского филиала ГС СО РАН; 3 - граница БПТ; 4 - граница ЦЭЗ БПТ; 5 – энергетический класс, K .

Таблица 1.2.2.1.2

**Землетрясения энергетического класса (К) свыше или равных 10.5,
зарегистрированные в пределах БПТ региональной сетью сейсмических станций в 2012 году**

Местонахождение	Дата (2012)	Время, чч:мм по Гринвичу	Координаты		Энергетический класс, К	Проявления. Интенсивность сотрясений в баллах шкалы MSK-64	Характеристики
			° с.ш.	° в.д.			
В 22 км к востоку от п. Бабушкин, Кабанский район Республики Бурятия.	12.01	04:45	51.75	106.16	11.7*	Боярский, Мантуриха, Бабушкин, Посольское 4 балла; Посольская ст., Ключевка, Ивановка, Каменск, Борки, Творогово, Шигаево, Мурзино 3-4 балла; Гусиноозерск, Селенгинск, Улан-Удэ, Тырган, Петрова, Еланцы 3 балла; Листвянка, Иркутск, Малая Топка 2-3 балла; Ангарские Хутора, Шелехов, Ангарск 2 балла.	Зарегистрировано 12-13 января три слабых афтершока с К=6.2–6.7
В 20–28 км к юго-востоку от с. Узур на о. Ольхон. Иркутская область, Ольхонский район.	04.02	05:18	53.23	108.13	10.6*	Нет сведений	В составе группы из 30 землетрясений с К=5.6–8.5 в течение февраля
	30.10	10:11	53.31	108.04	11.9	Онгурен 3 балла	Форшоки и афтершоки с К≥9.5 не отмечены
Дельта р. Селенги. В 23 км северо-западнее п. Кабанск Кабанского р-на Республики Бурятия.	20.02	03:27	52.15	106.37	10.9*	Попова, Петрова, Тырган, Еланцы 2-3 балла; Иркутск, Ангарск 2 балла.	Усилением слабой сейсмичности не сопровождалось
В 25 км к востоку от п. Уоян Северо-Байкальского р-на Республики Бурятия.	12.05	19:17	56.07	112.15	10.9*	Нет сведений	В составе группы из 6 землетрясений 8-12 мая с К=5.9–10.9
Баргузинский хребет, в районе истока р. Томпуды. Северо-Байкальский р-он Республики Бурятия.	15.06	11:46	55.49	110.42	11.6*	Нет сведений	Продолжение долгоживущего роя. В 2012 году К _{МАХ} =11.6. Слабых землетрясений с К>5.5 за период с 01.01 по 30.09.12 зарегистрировано более 280.
	15.06	18:05	55.49	110.43	10.7*	Нет сведений	
В 16 км западнее п. Максимиха, Баргузинский р-он Республики Бурятия.	01.10	17:48	53.28	108.50	11.8	Онгурен 2 балла	В составе Максимихинской последовательности (начало в 2008 году). В 2012 году более 100 землетрясений с К=5.6–11.8.
	05.10	23:04	53.29	108.48	11.8	Онгурен 2 балла	
	09.12	08:48	53.26	108.51	11.0	Нет сведений	
Вблизи с. Янчукан, Северо-Байкальский р-н Республики Бурятия.	27.11	21:32	56.30	112.73	11.2	Нет сведений	Форшоки и афтершоки с К≥9.5 не отмечены

* - данные детальной сводной обработки.

Геолого-геофизические работы по прогнозу землетрясений (ФГУНПП «Иркутскгеофизика»)

По современным научным представлениям аномалии состояния гидрогеодеформационного (ГГД), газгидрохимического (ГГХ) и геофизических (ЕИЭМПЗ) полей могут интерпретироваться как краткосрочные предвестники землетрясений. В Прибайкалье мониторинг таких предвестников землетрясений осуществляется на специально оборудованном Байкальском геофизическом полигоне. Исполнителем работ является ФГУНПП «Иркутскгеофизика», заказчиком - Федеральное агентство по недропользованию. Сведения о количестве, оборудовании, специализации и расположении наблюдательных стационаров Байкальского геофизического полигона приведены в докладах за 2007-2011 годы.

В 2012 году на Байкальском геофизическом полигоне мониторинг ГГД поля велся на 11-ти наблюдательных пунктах, из которых 6 расположены в пределах БПТ и 2 (Талая, Онгурены) - в Центральной экологической зоне БПТ. Мониторинг ГГХ поля велся на 2-ух пунктах, расположенных в г. Иркутск и пос. Зеленый Мыс, мониторинг ЕИЭМПЗ поля - на 2-ух пунктах, расположенных в пос. Тырган и Энхалук.

В скважинах, оборудованных для наблюдения за ГГД-полем, велись ежечасные измерения температуры и электропроводимости подземных вод, а также атмосферного давления. В скважинах, оборудованных для наблюдения за ГГХ-полем, выполнялись ежедневные замеры концентрации гелия и радона в подземных водах. Также во всех скважинах, оборудованных для наблюдения за ГГД и ГГХ полями, выполнялись ежечасные измерения уровня подземных вод. Результаты всех выполняемых измерений по каналам сотовой и спутниковой связи передавались в центр обработки и анализа данных ФГУГП «Гидроспецгеология» (г. Москва).

Как и в прежние годы, в течение 5-12 дней до землетрясения по картам ГГД-поля наблюдались направленные смещения областей растяжения и сжатия, направленные в сторону будущего эпицентра землетрясения. Предвестники землетрясений по электромагнитному и газгидрогеохимическому полям проявлялись за 3-5 суток до землетрясения в виде пульсации интенсивности ГГХ-поля (радон). По данным ЕИЭМПЗ перед землетрясениями наблюдались краткосрочные (за 2-5 суток) аномальные всплески потока электромагнитных импульсов.

По комплексным показателям в 2012 году ГГД-, ГГХ- и ЕИЭМПЗ динамика состояния геологической среды в Байкальском регионе в начале года (январь-апрель) определялась как интенсивная, в остальной период (май – декабрь) как средней интенсивности. Характер динамики ГГД-поля и сейсмичности в середине года, предопределил увеличение интенсивности сейсмогеодинамических процессов в октябре-ноябре, когда происходила разрядка напряжений в виде нескольких серий толчков с эпицентром в центральной части Байкала. Максимальная интенсивность толчков не превышала уровня 11,9 энергетического класса.

В результате проводимых наблюдений установлено, что в Байкальском регионе в 2012 году преобладали напряжения растяжения. Анализ результатов проводимых наблюдений позволил прогнозировать малую вероятность сейсмических событий ($M > 5,5$, $K > 13,9$) в течение 2012 года. Результаты прогноза подтвердились. Однако, мониторинг ГГД-поля Байкальского региона позволил выявить процессы перехода напряжений сжатия-растяжения (деформационной волны) направленные со стороны оз. Байкал к области Каа-Хемского очага (восточнее г. Кызыл), где в феврале 2012 года произошло землетрясение с $M=6,5$.

В 2012 году ФГУНПП «Иркутскгеофизика» подготовило и направило в Федеральный центр государственного мониторинга состояния недр (ФГУП «Гидроспецгеология») предложения по расширению сети гидрогеологического и геофизического мониторинга Байкальского региона в целях совершенствования оценки сейсмического состояния недр. По территории Иркутской области предложено организовать 10 новых пунктов наблюдений за ГГД – полем (увеличение в 1,9 раз), 10 новых пунктов ГГХ – мониторинга (увеличение в 6 раз) и 10 новых пунктов наблюдения за геофизическим полем (ЕИЭМПЗ) - увеличение в 6 раз. Общая стоимость работ по расширению сети мониторинга – 71 млн. рублей. Из предлагаемых новых пунктов наблюдений в Центральную экологическую зону Байкальской природной территории попадают 3 пункта мониторинга ГГД-поля (Бугульдейка, Мурино и Выдрино), 1 пункт мониторинга ГГХ – поля (Бурдугуз) и 3 пункта мониторинга ЕИЭМПЗ-поля (Онгурёны, Талая и Зелёный Мыс).

В Федеральной целевой программе «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы», утвержденной постановлением Правительства РФ от 21 августа 2012 г. № 847 в период с 2015 по 2020 годы предусмотрено выполнение мероприятия № 54 «Геологическое доизучение и мониторинг опасных эндогенных геологических процессов в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории», в рамках которого планируется: открытие 15 пунктов наблюдения за опасными эндогенными геологическими процессами, оборудованных современными автоматизированными комплексами; разработка программы мониторинга опасных эндогенных геологических процессов; создание баз данных; составление декадных карт активизации опасных эндогенных процессов с прогнозом возможной активизации на конкретный период. Для этих целей в программе предусмотрено 250 млн. рублей.

Выводы

1. Сейсмическая активность в Прибайкалье в 2012 году была на низком уровне. За последние двадцать лет 2012 год превосходит по выделившейся суммарной сейсмической энергии только 1998 год, а уступает максимальной активности, зафиксированной в 2008 году более чем в 1000 раз.

2. Для осуществления прогноза землетрясений в Прибайкалье выполнялся мониторинг сейсмической активности, мониторинг современных тектонических движений средствами GPS-геодезии, мониторинг гидрогеодеформационного (ГГД) газгидрохимического (ГГХ) и геофизического (ЕИЭМПЗ) полей. Существующая система мониторинга опасных эндогенных процессов нуждается в совершенствовании и развитии.

3. Для обеспечения взаимодействия между организациями, выполняющими мониторинг, и получателями информации необходимо развивать региональные, муниципальные и локальные системы оповещения об угрозе или начале землетрясений.