

## 1.2.2. Недра

### 1.2.2.1. Эндогенные геологические процессы и геофизические поля

#### Сейсмичность Байкальской природной территории

*(Байкальский филиал Федерального государственного Бюджетного учреждения науки Геофизической службы Сибирского отделения Российской академии наук, БФ ГС СО 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,  $M=7,0-7,8$ )<sup>1)</sup> 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.*

*Сведения об организациях, выполняющих наблюдения, количестве и расположении наблюдательных станций, приведены в докладах за 2003-2012 годы.*

*Действующая региональная система наблюдений и передачи данных позволяет регистрировать на контролируемой территории любое сейсмическое событие с магнитудой  $M \geq 3,0$ , в течение 15-20 минут 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](http://www.seis-bykl.ru).*

В последние годы в Прибайкалье в пределах зоны, контролируемой сеймостанциями 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.

---

<sup>1)</sup> 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.

**2014 год характеризуется умеренной сейсмической активностью.** В течение года землетрясений с  $K$  больше 13.3 на территории БПТ не зарегистрировано, интенсивность сотрясений не превысила 5 баллов.

Наиболее сильные землетрясения произошли на северо-востоке БПТ. Максимальным в 2014 году в пределах БПТ стало землетрясение с эпицентром в Баргузинской долине 27 апреля с энергетическим классом  $K=13.3$  ( $M=4.9$ ), сопровождавшееся афтершоками. Следующее по силе событие, зарегистрированное 12 августа ( $K=12.5$ ) произошло в Баргузинском хребте в 60 км к западу от первого, также сопровождалось значительной последовательностью менее сильных толчков. Территория Южного и Северного Байкала в 2014 году слабо сейсмична, энергетический класс немногочисленных землетрясений не превысил значение  $K=10.5$ . Несколько большая активность отмечена в Среднем Байкале, в районе между с. Максимиха и с. Горячинск (радиус 20 км) зарегистрировано три значительных землетрясения 22 декабря с  $K=12.2$ , 7 июля с  $K=11.3$  и 24 октября с  $K=10.9$ .

В 2014 году БПТ по выделившейся суммарной сейсмической энергии на порядок уступает окружающей её территории, более удаленной от Байкала, где в 35 км северо-восточнее границы БПТ в Северомуйском районе Байкальской рифтовой зоны мощная сейсмическая активизация из сотен землетрясений началась 23 мая сильным землетрясением с  $K=14.3$  ( $M=5.4$ ).

Сведения о наиболее сильных землетрясениях 2014 года ( $K>10.5$ , магнитуда  $>3.6$ ), эпицентры которых были локализованы в Байкальском регионе, приведены на рисунке 1.2.2.1.1 и в таблице 1.2.2.1.1.

#### **Геолого-геофизические работы по прогнозу землетрясений (ОАО «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 ФГУГНПП «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 2014 году на Байкальском геофизическом полигоне мониторинг ГГД поля велся на 11-ти наблюдательных пунктах, из которых 6 расположены в пределах БПТ, в том числе 2 (Талая, Онгурены) – в Центральной экологической зоне БПТ. Мониторинг ГГХ поля велся на 2 пунктах, расположенных в г. Иркутск и пос. Зеленый Мыс, мониторинг ЕИЭМПЗ поля – на 2-ух пунктах, расположенных в пос. Тырган и Энхалук.

По скважинам ГГД и ГГХ-мониторинга оценивалось состояние уровня воды юрско-го, среднекембрийского, ниже-среднекембрийского водоносных комплексов и архей-протерозойской водоносной зоны трещиноватости. Наблюдения ГГД-поля велись телеметрическими приборами «Кедр-ДМ» и «Кедр-ДС». Ежечасная информация (температура, уровень и электропроводимость подземных вод, атмосферное давление) поступала по сотовой и спутниковой связям на электронный адрес основного исполнителя работ (ФГУГП «Гидроспецгеология», г. Москва) для обработки и анализа данных.

Данные газгидрогеохимических наблюдений по концентрации гелия и радона в воде фонтанирующих скважин оценивались ежедневно.

В Байкальском регионе в 2014 году динамика сейсмогеодинамических процессов и связанного с ними гидрогеодинамического поля (ГГД-поля) была в основном средней интенсивности. Отдельные периоды наиболее интенсивных перестроений ГГД-поля наблюдались в апреле-мае и июле-августе года, когда происходило увеличение площадей аномалий сжатия в северо-восточном направлении от Иркутска. Это предопределяло увеличение сейсмогеодинамических процессов, когда происходила разрядка напряжений в виде

нескольких серий толчков с эпицентрами в северной части Байкала и Байкальской рифтовой зоны.

По результатам анализа наиболее ощутимое сейсмособытие в Байкальском регионе произошло в мае 2014 году вне границ БПТ, что подтвердилось достаточно насыщенной по интенсивности сейсмической активностью в границах БПТ (27.04.). Также, мониторинг ГГД-поля Байкальского региона позволял «видеть» переход напряжений сжатия-растяжения (деформационной волны) от озера Байкал к областям Алтае-Саянского региона. Однако, неустойчивый волнообразный характер проявления предвестниковых признаков по ГГД-полю и данным геодинамических полигонов в Алтае-Саянском регионе, начиная с декабря 2013 года, был связан с подготовкой удаленного сильного землетрясения в Китае. Как и в прежние годы, перед землетрясениями, в течение 5 - 12 дней до сейсмособытий, 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 2014 году ГГД-, ГГХ- и ЕИЭМПЗ динамика состояния геологической среды в Байкальском регионе в апреле-мае и июле-августе определялась как интенсивная, в остальной период как средней интенсивности. Характер динамики ГГД-поля и сейсмичности в эти периоды предопределили увеличение интенсивности сейсмогеодинамических процессов в мае и августе, когда происходила разрядка напряжений в виде нескольких серий толчков с эпицентром в северной части Байкальского рифта. Максимальная интенсивность толчков не превышала 14,3 энергетического класса (в сравнении с 12,7 ЭК в 2013 г. и 11,9 ЭК в 2012 г.) вне границ БПТ, 13,3 – в границах БПТ.

ОАО «Иркутскгеофизика» подготовило и направило в федеральный центр государственного мониторинга состояния недр (ФГУГП «Гидроспецгеология») предложения для существенного расширения сети гидрогеологического и геофизического мониторинга Байкальского региона в целях совершенствования оценки сейсмического состояния недр. 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.

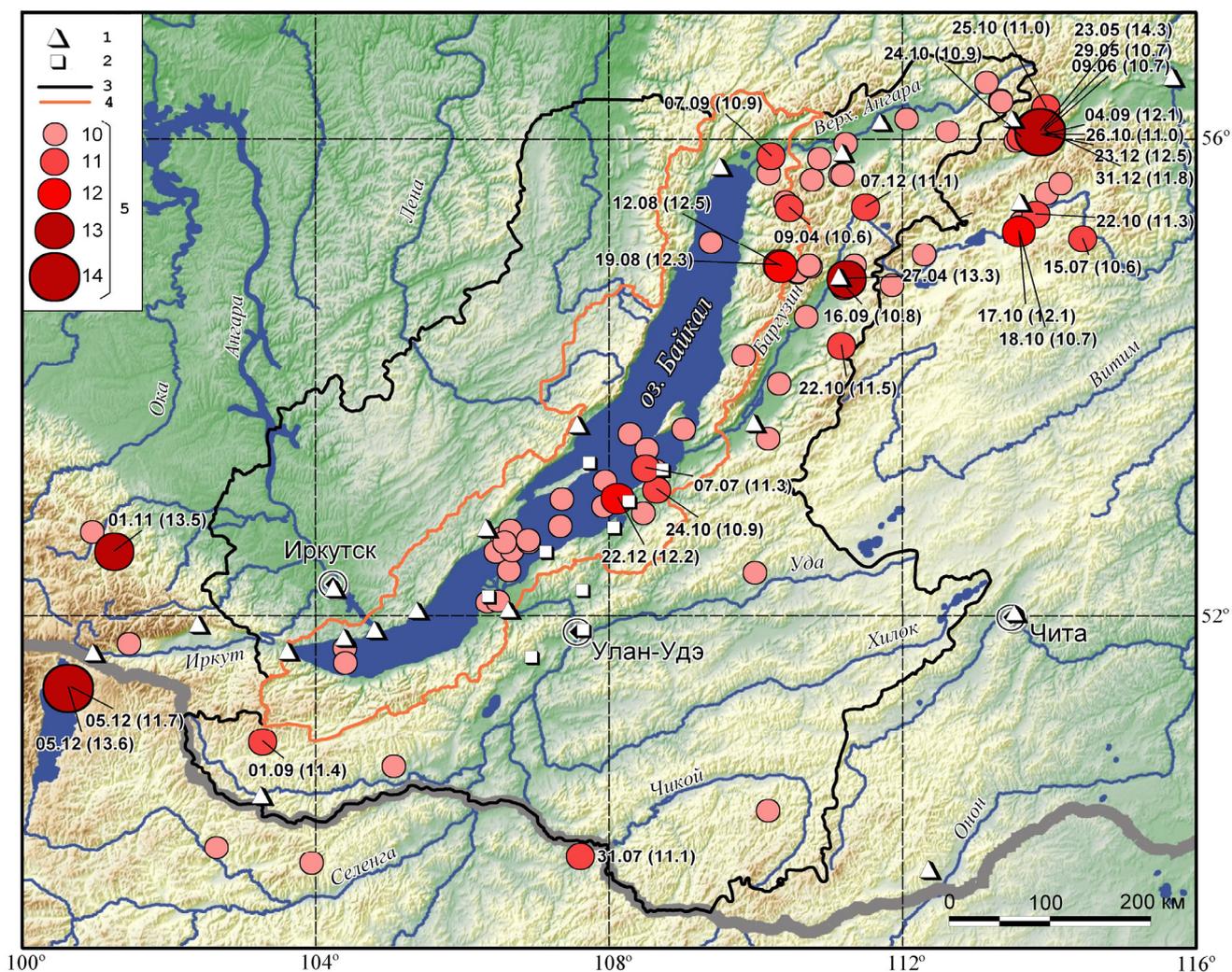
Таблица 1.2.2.1.1

**Землетрясения энергетического класса (К) свыше или равных 10.5,  
зарегистрированные в пределах БПТ региональной сетью сейсмических станций в 2014 году**

| Местонахождение  | Дата (2014) | Время, чч:мм по Гринвичу | Координаты |        | Энергетический класс, К | Проявления. Интенсивность сотрясений в баллах шкалы MSK-64  | Характеристики   |
|--|-------------|--------------------------|------------|--------|-------------------------|---|--|
|  |             |                          | ° с.ш.     | ° в.д. |                         |   |  |
| <b>Хребет Хамар-Дабан</b> , в 90 км к юго-западу от Южной оконечности Байкала.   | 1.09        | 20:10                    | 50.88      | 103.28 | 11.4                    | Закаменск 4–5 баллов; Холтосон 4 балла.   | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |
| <b>Средний Байкал</b> , в 16 км от пос. Максимиха Баргузинского района Республики Бурятия.                             | 07.07       | 22:41                    | 53.29      | 108.50 | 11.3*                   | Нет сведений.   | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |
| <b>Восточное побережье Среднего Байкала</b> , в 18 км к югу от пос. Максимиха Баргузинского района Республики Бурятия. | 24.10       | 10:43                    | 53.10      | 108.65 | 10.9                    | Нет сведений.   | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |
| <b>Средний Байкал</b> , в 15 км северо-западнее пос. Турка Баргузинского района Республики Бурятия.                    | 22.12       | 03:05                    | 53.03      | 108.12 | 12.2                    | Селенгинск 3 балла, Улан-Удэ 2-3 балла, Иркутск, Ангарск 2 балла.   | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |
| <b>Баргузинский хребет</b> , в 40 км северо-западнее пос. Алла Курумканского района Республики Бурятия.                | 12.08       | 04:10                    | 54.97      | 110.35 | 12.5*                   | Улонхан 3–4 балла.  | Усиление слабой сейсмичности. Четыре землетрясения с $K=9.5 - 10.4$ в июле-августе.                            |
|  | 19.08       | 04:11                    | 54.98      | 110.33 | 12.3*                   | Нет сведений.   |  |
| <b>Баргузинская долина</b> , в 5 км к юго-востоку от ст. Улонхан Курумканского района Республики Бурятия.              | 27.04       | 15:13                    | 54.87      | 111.24 | 13.3*<br>M=4.9          | Улонхан, Кучигер 5 баллов. Майский, Арзгун, Могойто, Сахули, Кумора, Верхняя займка, Ночный Уоян – 4 балла. | Афтершоковая последовательность за месяц после главного толчка 27.04 содержит 50 землетрясений с $K=5.6-9.8$ . |
|  | 16.09       | 03:07                    | 54.81      | 111.21 | 10.8                    | Улонхан 3-4 б.  | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |
| 22.10  | 06:12       | 54.32                    | 111.17     | 11.5   | Нет сведений.           |   |  |
| <b>Икатский хребет</b> , в ~30 км к юго-востоку от с. Арзгун Курумканского района Республики Бурятия.                  | 07.09       | 00:13                    | 55.87      | 110.21 | 10.9                    | Нет сведений.   | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.   |

| Местонахождение  | Дата (2014) | Время,<br>чч:мм<br>по<br>Грин-<br>вичу | Координаты |        | Энергетический класс, К | Проявления.<br>Интенсивность сотрясений в баллах шкалы<br>MSK-64 | Характеристики  |
|--|-------------|--|------------|--------|-------------------------|--|---|
|  |             |  | ° с.ш.     | ° в.д. |                         |  |   |
| <b>Баргузинский хребет</b> , истоки р. Томпуды Северо-Байкальского района Республики Бурятия.                                | 09.04       | 13:43                                  | 55.45      | 110.46 | 10.6*                   | Нет сведений.  | В составе роевой последовательности из ~90 землетрясений с K=5.6 – 10.6 за период февраль - июнь. |
| <b>Предгорья Северо-Муйского хребта</b> , в ~50 км к юго-востоку от с. Кумора Северо-Байкальского района Республики Бурятия. | 07.12       | 13:53                                  | 55.46      | 111.50 | 11.1                    | Нет сведений.  | Активизация слабой сейсмичности не отмечена.  |

\* - данные детальной сводной обработки.



**Рис. 1.2.2.1.1. Карта эпицентров землетрясений произошедших на Байкальской природной территории в 2014 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, К**

## Выводы

1. Активность опасных эндогенных геологических процессов в Прибайкалье в 2014 году была на низком уровне - год был немного более насыщен в сравнении с предыдущим.

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.