

## 1.2.2.1. Эндеогенные геологические процессы и геофизические поля

### Сейсмичность Байкальской природной территории

(Байкальский филиал Геофизической службы СО РАН)

*Впадина озера Байкал является центральным звеном Байкальской рифтовой системы, которая развивается одновременно с другими рифтовыми системами Мира. Прибайкалье характеризуется высоким уровнем сейсмической опасности территории. Мощные землетрясения силой<sup>1</sup> до 9–10 баллов, происходят здесь раз в 20–23 года. В 1862 г. при 10-балльном землетрясении в районе дельты Селенги ушел под воду участок суши площадью 200 кв. км, образовав залив Провал глубиной до 3–7 м. В августе 1959 г. при крупнейшем в XX веке Среднебайкальском землетрясении силой 9,5 баллов участок дна Байкала в эпицентре (52,68 с.ш., 106,98 в.д. – район между м. Облом и устьем р. Анга) опустился на 15–20 м. В мае-июне 1981 г. серия толчков силой до 9 баллов произошла у полуострова Святой Нос. Последние сильные (6–7 баллов) землетрясения в ЦЭЗ БПТ происходили 25.02.1999 - Южно-Байкальское, 21.03.1999 - Кичерское, 16.09.2003 - Уоянское.*

*В последние годы (2002–2007 гг.) в Прибайкалье в пределах зоны, контролируемой сейсмостанциями Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН (БФ ГС СО РАН), регистрируется более 8–9 тысяч слабых и сильных землетрясений в год. Традиционно в оперативную обработку в Байкальском регионе включаются записи землетрясений*

---

<sup>1</sup> Для характеристики силы землетрясений используются такие понятия, как **магнитуда (М)**, **энергетический класс (К)** и **интенсивность (баллы)**. Магнитуда и энергетический класс - инструментально регистрируемые величины, условно характеризующие «энергетический заряд» 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.

энергетического класса с  $K \geq 9,5$  (уровень оперативного каталога), зарегистрированные на территории с координатами:  $48^{\circ}$ – $60^{\circ}$  с.ш.;  $96^{\circ}$ – $122^{\circ}$  в.д.

Наличие в сейсмоопасной зоне БПТ гражданских и промышленных объектов, в том числе экологически опасных производств, приводит к необходимости постоянного слежения за развитием сейсмического процесса в связи с возможными социально-экономическими последствиями от сильных землетрясений. Согласно постановлению Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 11 мая 1993 № 444 «О Федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений» мониторинг за развитием сейсмического процесса в Восточной Сибири ведет БФ ГС СО РАН.

В целях обеспечения выполнения постановления Правительства Российской Федерации от 24 марта 1997 № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» в филиале действует служба срочных и оперативных донесений.

**Байкальская региональная сейсмическая сеть** (международный код ВУКЛ) на 31 декабря 2007 года насчитывала 23 постоянные сейсмические станции, расположенные в Прибайкалье и Забайкалье (рис. 1.2.2.1.1) и оснащенные цифровой аппаратурой.

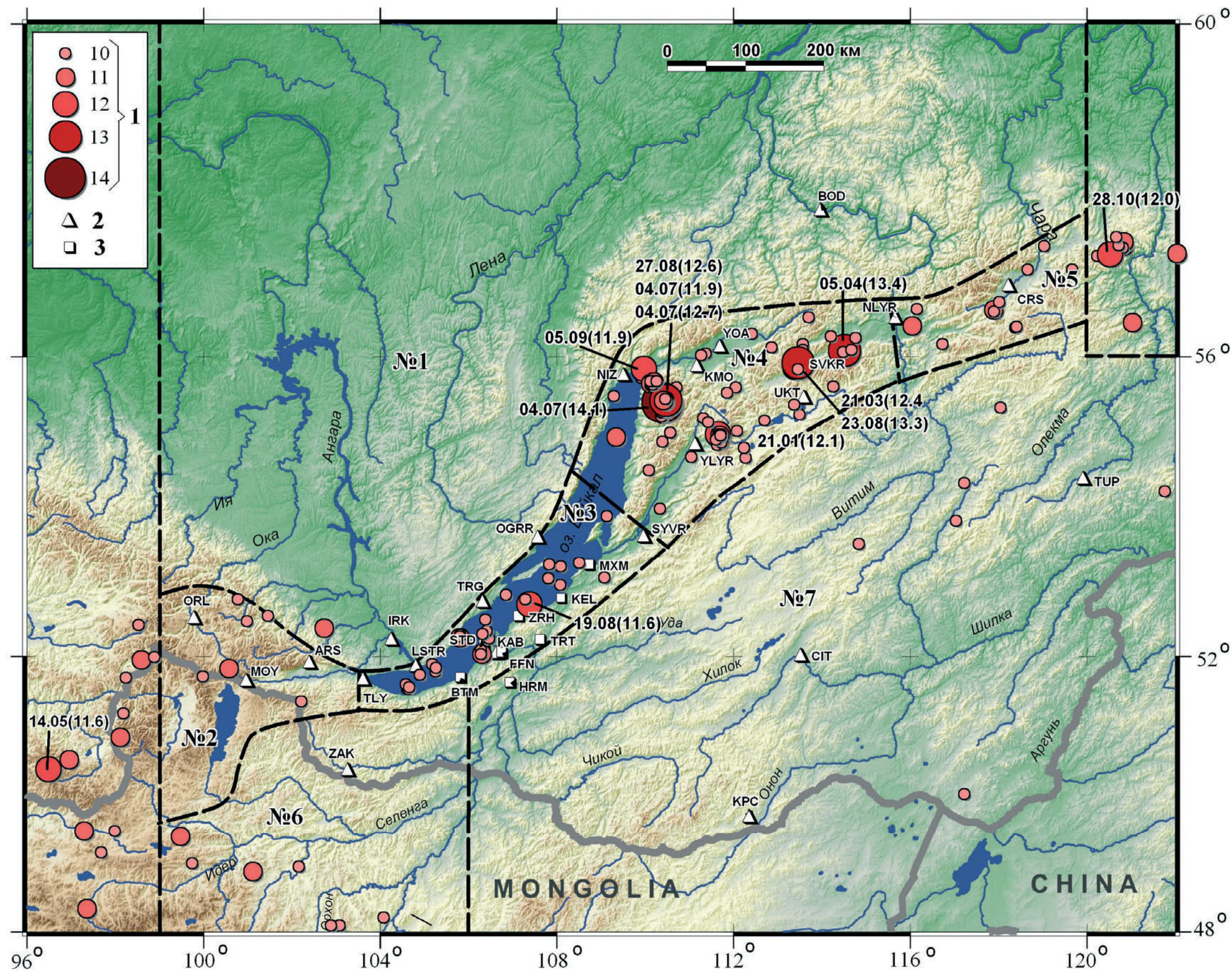
Центральная сейсмическая станция «Иркутск» – опорная станция сейсмической сети РАН, является региональным центром сбора и обработки материалов наблюдений по данным станций региона в срочном режиме. Сейсмическая станция «Талая» входит в телесеismicкую сеть РАН, которая интегрирована в систему глобальных сейсмических наблюдений земного шара.

Кроме сейсмических станций БФ ГС СО РАН в 2007 году работали восемь сейсмических станций локальной сети Бурятского филиала ГС СО РАН (см. рис. 1.2.2.1.1), данные наблюдений которых использовались при сводной обработке землетрясений Байкальского региона.

Действующая система наблюдений и передачи данных позволяет на контролируемой территории зарегистрировать любое событие с магнитудой  $M \geq 3,0$ , в течение часа собрать информацию о нем, произвести сводную обработку полученных материалов, передать основные параметры (время в очаге, координаты эпицентра, магнитуду, энергетический класс, расчетную интенсивность в эпицентре, макросейсмический эффект в населенных пунктах) семи адресатам: Геофизической службы РАН (г. Обнинск), Геофизической службы СО РАН (г. Новосибирск), оперативным дежурным Управлений МЧС России по Иркутской и Читинской областям и Республике Бурятия, оперативному дежурному Сибирского регионального центра МЧС России (г. Красноярск), дежурным администраций Иркутской и Читинской областей и Республики Бурятия.

Также не позднее часа с момента землетрясения информация о нем появляется на сайте Байкальского филиала ГС СО РАН: [www.seis-bykl.ru](http://www.seis-bykl.ru).

Согласно оперативному каталогу, составленному по данным региональной сети сейсмических станций, с 1 января по 31 декабря 2007 года зарегистрировано 269 землетрясений с энергетическим классом ( $K$ )  $\geq 9.5$  (магнитуда  $> 3$ ), из них 22 – ощутимых. Эпицентры 175 землетрясений находились в границах БПТ, в т.ч. 132 – в ЦЭЗ, 43 – в БЭЗ, в ЭЗАВ – не зафиксировано. Сведения о землетрясениях 2007 года по семи сейсмическим районам Байкальской рифтовой зоны с энергетическим классом ( $K$ )  $\geq 9.5$ , приведены в таблице 1.2.2.1.1 и на рисунке 1.2.2.1.1.



Для землетрясений с  $K > 11,5$  на рисунке указаны дата и (в скобках) энергетический класс.

Линии оконтуривают границы условных районов:

- №1 – Сибирская платформа,
- №2 – Хубсугул-Тункинский,
- №3 – Южно-Байкальский,
- №4 – Байкало-Муйский,
- №5 – Кодаро-Удоканский,
- №6 – Западное Забайкалье,
- №7 – Восточное Забайкалье.

### Сейсмостанции

(Жирным шрифтом – в пределах БПТ)

**ARS** – Аршан;

BOD – Бодайбо;

**BTM** – Бабушкин;

CIT – Чита;

CRS – Чара;

**FFN** – Фофоново;

**HRM** – Хурамша;

**IRK** – Иркутск;

**KAB** – Кабанск;

**KEL** – Котокель;

**KMO** – Кумора;

**KPC** – Хапчеранга;

**LSTR** – Листвянка;

**MOY** – Монды;

**MXM** – Максимиха;

**NIZ** – Нижнеангарск;

**NLYR** – Неляты;

**OGRR** – Онгурен;

ORL – Орлик;

**STD** – Степной Дворец;

**SYVR** – Суво;

**SVKR** – Северомуйск;

**TLY** – Талая;

**TRG** – Тырган;

**TRT** – Турунтаево;

TUP – Тупик;

UKT – Уakit;

Рис. 1.2.2.1.1. Карта эпицентров землетрясений Байкальского региона по оперативным данным за 2007 год (из отчета Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН по работам 2007 года)

1 – энергетический класс,  $K$ ; 2 – сейсмические станции Байкальского филиала ГС СО РАН; 3 - сейсмические станции Бурятского филиала ГС СО РАН



Таблица 1.2.2.1.1

**Землетрясения энергетического класса (К) свыше или равных 9,5 по оперативному каталогу данных региональной сети сейсмических станций в Байкальской рифтовой зоне в 2007 году (землетрясения с  $K > 12,5$  выделены жирным шрифтом)**

Сейсмический район Прибайкалья и Забайкалья	Наиболее значительные землетрясения (события)							Характеристики
	Местонахождение	Координаты		Дата	Время (час, мин. по GMT)	Энергетический класс	Проявления (жирным шрифтом – населенные пункты, испытывавшие сотрясения интенсивностью 4-5 и более баллов)	
		° с.ш.	° в.д.					
<b>1 – Сибирская платформа</b>	Предгорье Восточного Саяна; в 31 км западнее с. Раздолье Усольского р-на ИО	52,4	102,75	11.11.2007	22-04	11,5	Раздолье, Тальяны, Олот - 4 балла, Тунгуска, Черемхово - 3-4, Мишелевка, Усолье-Сибирское, Ангарск, Шелехов, Иркутск -3, Большая Елань -2-3, Аршан, Тибельти, Листвянка -2	Без форшоков и афтершоков
<b>2 – Хубсугул-Тункинский р-н</b>	В 34 км СЗ от с. Монды Тункинского р-на РБ	51,84	100,59	03.03.2007	13-11	11,2	Монды 3 балла, Сорок - 2-3 балла.	Без форшоков и афтершоков
<b>3 – Южно-Байкальский р-н</b>	В ~40 км южнее острова Ольхон или в ~ 8 км к северу от мыса Бакланий	52,73	107,4	19.08.2007	15-41	11,6	Данных об ощутимости нет	в составе группы из 4 событий с $K > 9,5$ , зарегистрированной за период 18-21 авг.
	В ~ 34 км к СВ от пос. Малое Голоустное Иркутского р-на ИО	52,27	105,82	03.04.2007	14-28	11,5	Мал. Голоустное - 4 балла, Бугульдейка, Посольское, Шигаево, Колесово, Кабанск, Каменск, Оймур, Еланцы, Тырган, Петрово, Попово, Нарин-Кунта, Анга, Селенгинск - 3-4, Сухая, Заречье, Энхалук, Иркутск -3, Шелехов, Улан-Удэ -2-3	в составе группы из трех землетрясений с $K=9,9-11,5$
	В 6 км восточнее с. Посольское Кабанского р-на РБ	52,04	106,32	14.07.2007	08-31	11,0	Посольское - 3-4 балла	Без форшоков и афтершоков
<b>4 – Байкало-Муйский р-н</b>	В Баргузинском хребте в районе истока реки Томпуды	<b>55,42</b>	<b>110,42</b>	<b>04.07.2007</b>	<b>01-23</b>	<b>14,1</b>	<b>Северобайкальск - 4-5 балла</b> , Верхняя Заимка, Нижнеангарск, Улюнхан, Алла, Курумкан, Уоян, Улькан, Магистральный, Казачинское - 3-4 балла, Кичера, Усть-Баргузин - 3, Карам - 2-3 балла, Янчукан – 2 балла.	Сильнейшее землетрясение 2007 г. в Прибайкалье. В составе роя из ~ 90 событий в течение года с $K=9,5-14,1$ .
		<b>55,39</b>	<b>110,36</b>	<b>04.07.2007</b>	<b>02-18</b>	<b>12,7</b>		
		55,41	110,43	04.07.2007	04-09	11,3		
		55,41	110,39	04.07.2007	09-42	11,9		
		<b>55,45</b>	<b>110,49</b>	<b>27.08.2007</b>	<b>10-09</b>	<b>12,6</b>		

Сейсмический район Прибайкалья и Забайкалья	Наиболее значительные землетрясения (события)							Характеристики
	Местонахождение	Координаты		Дата	Время (час, мин. по GMT)	Энергетический класс	Проявления (жирным шрифтом – населенные пункты, испытывавшие сотрясения интенсивностью 4-5 и более баллов)	
		° с.ш.	° в.д.					
	В районе Южно-Муйского хребта в 35 км ЮЗ пос. Таксимо Муйского р-на РБ	<b>56,09</b>	<b>114,54</b>	<b>05.04.2007</b>	<b>13-22</b>	<b>13,4</b>	<b>Таксимо, Северомуйск, Янчукан - 4-5 балла</b> , Иракинда, Мамакан, Бодайбо – 4, Усть-Муя, Новый Уоян -3-4, Витимский -3, Кяхтинский, Балахнинский, Горно-Чуйский - 2-3, Артемовский, Луговский, Чита - 2	Землетрясение с афтершоками
		56,07	114,51	05.04.2007	16-49	9,9		
	В Муяканском хребте в 25 км на юг от пос. Северомуйск Муйского р-на РБ	<b>55,93</b>	<b>113,49</b>	<b>23.08.2007</b>	<b>04-49</b>	<b>13,3</b>	<b>Северомуйск, Янчукан, Таксимо - 4-5 балла</b> , Уакит - 4, Мамакан - 3-4, Куанда, Улюнхан, Бодайбо, Витимский - 3, Чита - 2	В составе роя, начавшегося 21.03.2007. Шесть землетрясений с К=9,7-13,3 до конца года.
		55,88	113,43	21.03.2007	14-55	12,4	Северомуйск - 3-4 балла, Уакит, Мамакан - 3	
		55,88	113,4	21.03.2007	15-13	11,2	Северомуйск - 2 балла	
	В р-не Икатского хребта у истока р. Верх. Ципа в ~35 км к СВ от сеймостанции Улюнхан	55,01	111,68	21.01.2007	10-44	12,1	Улюнхан - 2 балла	Рой, возникший в декабре 2005 г. В течение 2007 г. - 12 землетрясений с К=12,1 – 9,5
	Район южного борта Верхне-Ангарской впадины в 10-20 км от берега Байкала	55,69	110,22	04.03.2007	20-15	11,0	Кичера, Верхняя Заимка, Северобайкальск - 2-3 балла	Последовательность землетрясений, возникшая в дек.2006 г. В 2007 г. - 26 событий с К=9,5-11,4.
		55,68	110,19	30.03.2007	19-36	11,4		
	В 10 км от с. Кичера	55,86	110,00	05.09.2007	22-49	11,9	<b>Кичера, Нижнеангарск - 4-5балла</b> , Верхняя Заимка - 4	Без форшоков и афтершоков
	<b>5 – Кодаро-Удоканский р-н</b>	В Чарской впадине в 40 км ЮЗ с. Чара, Каларского р-на ЧО	56,58	117,92	02.04.2007	17-10	11,2	
<b>6 – Западное Забайкалье</b>	Юго-западный фланг зоны на территории Монголии	48,9	101,13	23.10.2007	19-57	11,3	Данных об осязности нет	Без форшоков и афтершоков
		49,42	99,49	20.03.2007	10-22	11,2		
<b>7 – Восточное Забайкалье</b>						До 10,6	Данных об осязности нет	

**Население Иркутска в течение года ощущало сотрясения 3 раза, интенсивность колебаний не превышала 3 баллов. В Улан-Удэ сотрясение отмечено 1 раз с интенсивностью 2-3 балла, в Чите – дважды с интенсивностью 2 балла.**

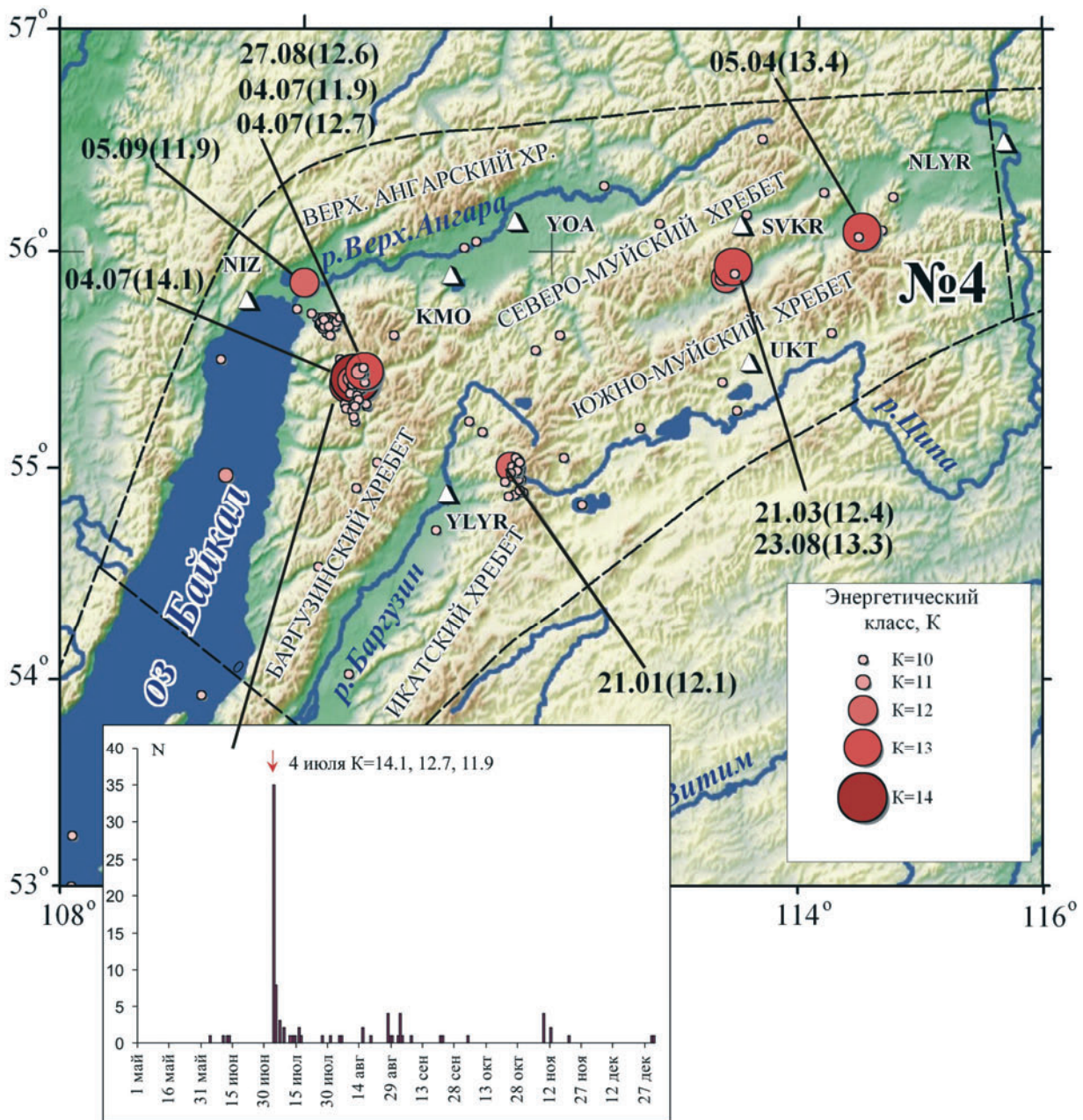
**Самая активная и многочисленная последовательность землетрясений была зарегистрирована в северной части Баргузинского хребта (Байкало-Муйский сейсмический район Байкальской рифтовой зоны).** Здесь с января по декабрь произошло 123 землетрясения с  $K$  от 9.5 до 14.1. и в том числе самое сильное землетрясение 2007 года произошедшее 4 июля в 01:23 ( $K=14.1$ ) в районе истока реки Томпуды ( $55^{\circ}42'$  с.ш.;  $110^{\circ}42'$  в.д.). В связи с удаленностью эпицентра от населенных пунктов землетрясение максимально ощущалось лишь как 4-5 баллов в г. Северобайкальске (74 км). Землетрясение ощущалось людьми в помещениях. Скрипела мебель, колебались навесные предметы, наблюдалось общее колебание здания. На верхних (2–4) этажах кирпичного дома отмечено раскачивание люстры, дребезжание посуды, колебание комнатных растений. На четвертом этаже самопроизвольно перемещалось кресло на колесиках вместе с сидящим в нем человеком, качались жалюзи на окнах. Люди, находившиеся в состоянии покоя на 1–2-х этажах зданий, ощущали потряхивание и раскачивание стульев. В здании больницы на третьем этаже людьми в состоянии покоя ощущалось раскачивание кроватей; около 40 % людей вышли из палат в коридор и обсуждали событие, испуга не было.

На рисунке 1.2.2.1.2 приведена карта эпицентров землетрясений Байкало-Муйского сейсмического района по оперативным данным за 2007 год и график посуточного распределения количества землетрясений для эпицентрального поля Томпудинского землетрясения 4 июля 2007 года.

Эпицентры других наиболее значимых землетрясений 2007 года ( $K > 11$ ), также располагались: в 27 километрах в северо-восточном направлении от г. Нижнеангарск (5 сентября,  $K=11.9$ ), в 7 километрах от восточного берега Байкала в районе пос. Сухая (19 августа,  $K=11.6$ ), в 6,5 километрах от западного берега Байкала в районе т/б Песчаная (3 апреля,  $K=11.5$ ), а также по центру акватории Байкала на створе мысов Болсодей и Шегнанда (5 марта,  $K=11.2$ ).

Особый интерес представляет землетрясение 11 ноября ( $K=11.5$ ), произошедшее на южной окраине Сибирской платформы в 31 км западнее с. Раздолье Усольского района Иркутской области. До настоящего момента события подобного энергетического класса в этом локальном районе не регистрировались.

**Анализ сейсмической активности и распределения поля эпицентров землетрясений в Байкальской сейсмической зоне по оперативным данным в 2007 году показывает, что они близки к средним по многолетним наблюдениям. Можно отметить, что в 2007 году наибольшая активность ( $K_{\max}=14,1$ ) приходится на центральный Байкало-Муйский район Байкальской рифтовой зоны. Сейсмическая активность остальных шести районов несравненно ниже ( $K_{\max}=11,6$ ).**



**Рис. 1.2.2.1.2. Карта эпицентров землетрясений Байкало-Муйского района Байкальской рифтовой зоны по оперативным данным за 2007 год и график посуточного распределения количества землетрясений для эпицентрального поля Томпудинского землетрясения 4 июля 2007 года с  $K=14.1$  (из отчета Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН по работам 2007 года)**

### Современные тектонические движения (Институт земной коры СО РАН)

Исследования современных тектонических движений по данным системы глобального позиционирования GPS NAVSTAR (США) начаты в 1994 году. Используемые двухчастотные приемники сигналов GPS NAVSTAR типа Ashtech Z12, Ashtech ZXtreme обеспечивают геодезическую точность позиционирования, а разработанная методика позволяет получать сведения о величине и скорости современных вертикальных и горизонтальных тектонических движений.



Наблюдения ведутся в 50 пунктах измерений, образующих наблюдательную сеть Байкальского геодинимического полигона. Наблюдательная сеть охватывает южную и центральную части Байкальской рифтовой системы, а также часть ее северо-восточного фланга (рис. 1.2.2.1.3). Опорными для сети служат пункты постоянных измерений в городах Иркутске (IRKU с 1994 г. и IRKT с 1996 г.) и Улан-Удэ (ULAN с 1994 г. и ULAZ с 1999 г.). В последние 3 года организованы полупостоянные (по полгода) измерения на трех пунктах, базирующихся на территориях сейсмических станций Байкальского филиала ГФ СО РАН – «Тырган» (Приольхонье), «Суво» (Баргузинская впадина) и «Закаменск» (южный склон Хамар-Дабана). Данные на полевых пунктах получены в результате ежегодных измерений с интервалом записи 30 сек в течение 22-23 часов на протяжении 2-4 дней.

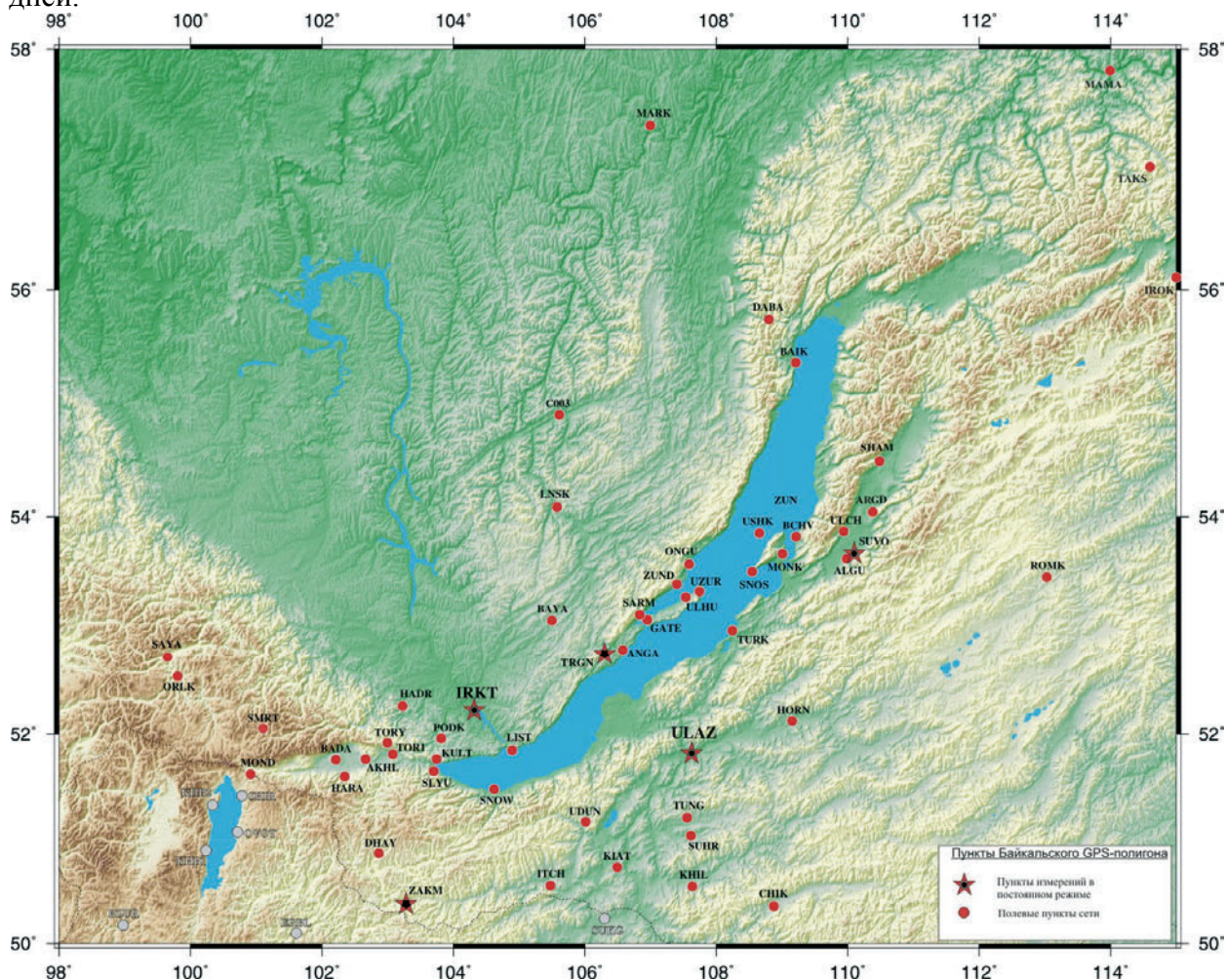
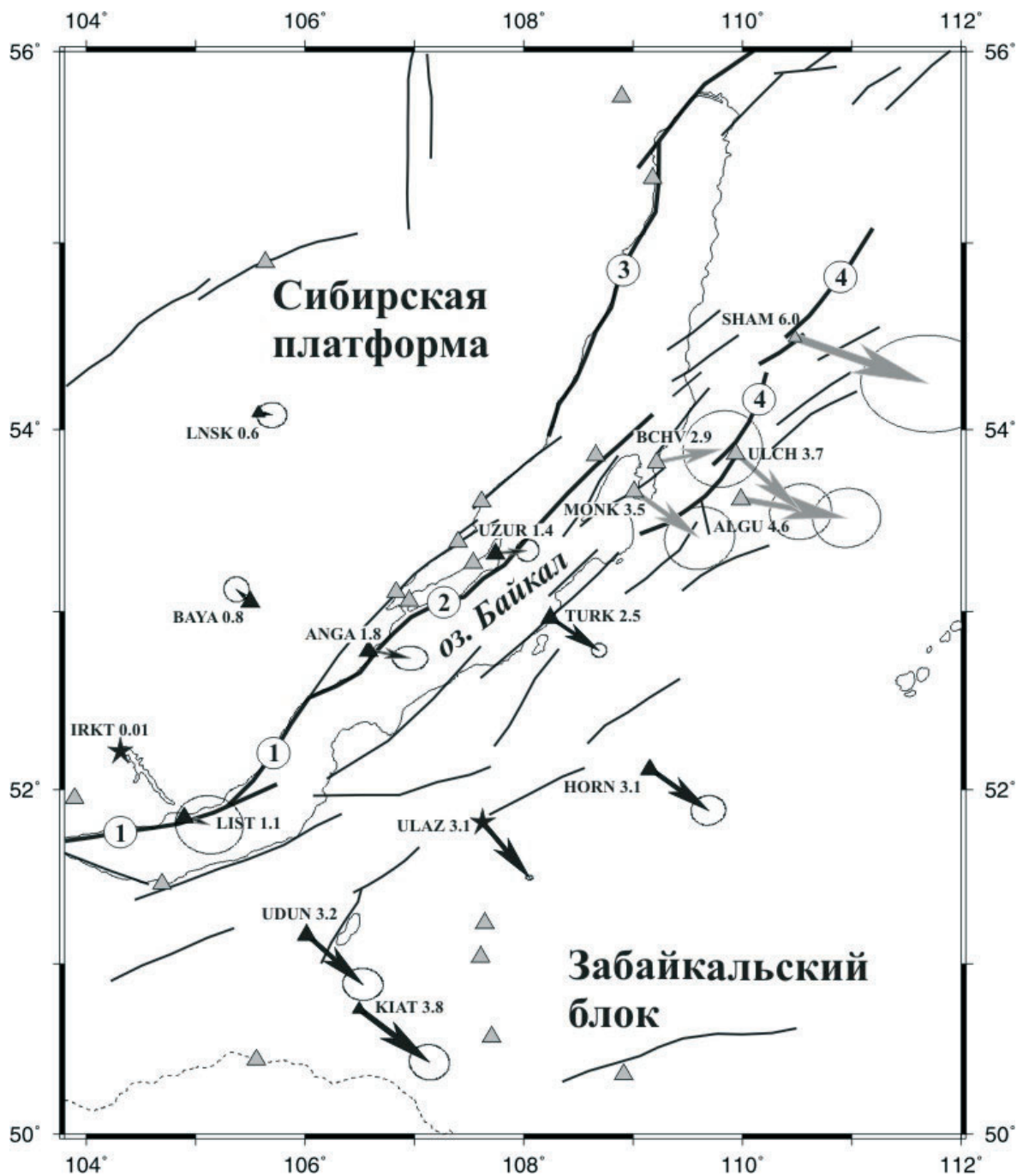


Рис. 1.2.2.1.3. Сеть GPS-геодезических наблюдательных пунктов Байкальского геодинимического полигона

На рисунке 1.2.2.1.4 показаны результаты расчетов векторов скорости тектонических движений для каждого пункта Байкальского полигона за 13 лет проведения измерений (с 1994 по 2007 гг.). Расчеты векторов скорости движений сделаны относительно Сибирской платформы, которая является частью тектонически стабильной Северной Евразии. Векторы скорости смещений наблюдательных пунктов относительно Сибирской платформы показаны с эллипсами 95% доверительного интервала. Пункты постоянных измерений показаны звездочками, а полевые пункты – треугольниками. Черными треугольниками показаны пункты долговременных измерений, серыми – со временем измерений 4 года и менее. Рядом с пунктами указаны аббревиатуры их названий и значения скорости движений в мм/год. Цифрами в кружках обозначены разломы: 1 - Обручевский, 2 - Морской, 3 - Северо-Байкальский и 4 - Баргузинский.



**Рис. 1.2.2.1.4. Поле скоростей современных горизонтальных движений Байкальской впадины по данным измерений, выполненных средствами GPS-геодезии на Байкальском геодинамическом полигоне в период с 1994 по 2007 гг. [Саньков и др., в печати]**

Особенностью картины горизонтальных движений является хорошее согласование векторов, расположенных в пределах Забайкальского блока, являющегося частью Амурской плиты. Пункты в южной части блока, наблюдения на которых проводились длительное время, характеризуются наибольшей согласованностью направлений движения. Все они смещаются на юго-восток по среднему азимуту  $130^\circ$ . Направления векторов варьируют в достаточно узком диапазоне - не более  $20^\circ$ . Пункты, расположенные внутри рифта, на западном борту Байкальской впадины (LIST, ANGA, UZUR), характеризуются широтным направлением смещений с невысокими скоростями. В результате наблюдений впервые получены данные о современных горизонтальных движениях в Баргузинской впадине. Наблюдательные пункты смещаются здесь относительно Сибирской платформы в субши-

ротном и юго-восточном направлении. Средний азимут составляет 112°. Вариации значения азимута в два раза выше, чем для южных пунктов. Средняя скорость смещения всей совокупности пунктов полигона относительно блока Сибирской платформы составляет 4,0 мм/год. Для Байкальской впадины отмечена тенденция к увеличению средней скорости смещения, по мере удаления от платформы на юго-восток.

**Созданный на базе средств GPS-геодезии полигон мониторинга современных тектонических движений Байкальской рифтовой системы, позволяет фиксировать как региональные смещения, связанные с расхождением Сибирского и Забайкальского блоков земной коры, так и локальные движения по разломам, в том числе, связанные с сильными землетрясениями. Полученные данные очень важны для понимания механизмов современной тектонической деятельности, выявления зон напряженности (сжатие и растяжение) земной коры с целью прогнозирования землетрясений. Созданная GPS-геодезическая наблюдательная сеть нуждается в дальнейшем развитии. Для повышения точности измерений необходимо увеличить количество пунктов наблюдений, выполнить модернизацию оборудования, совершенствовать методики исследований.**

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

*По современным научным представлениям аномалии состояния гидрогеодеформационного (ГГД) поля и некоторых геофизических характеристик - земных электрических токов, кажущегося электрического сопротивления и геомагнитного поля могут интерпретироваться как краткосрочные предвестники землетрясений.*

В 2007 году мониторинг предвестников землетрясений осуществлялся на специально оборудованном Байкальском геофизическом полигоне в рамках государственной программы «Мониторинг гидрогеодеформационного, геофизических и газгидрогеохимических полей в сейсмически опасных районах Сибирского федерального округа в 2006-2008 гг.». Заказчиком работ является Федеральное агентство по недропользованию. Схема расположения наблюдательных пунктов Байкальского геофизического полигона в 2007 году, приведена на рисунке 1.2.2.1.5.

**Мониторинг ГГД поля** осуществлялся в 2007 году на 5-ти участках, расположенных в Иркутской области и 12-ти участках - на территории Республики Бурятия. В Иркутской области режимные наблюдения осуществлялись на участках в пос. Талая, Худяково, Васильевск, Икей, Мальта. Один из участков (Талая) расположен в ЦЭЗ БПТ. Наблюдательные пункты оборудованы автоматизированными измерительными комплексами Кедр-2А и Кедр-Д (изготовитель ООО «Полином», г. Хабаровск). Комплекс обеспечивает автоматическую регистрацию значений атмосферного давления, уровня и температуры подземных вод. Полученная информация после обработки направляется электронной почтой в Главный информационно-прогностический центр Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ГИПЦ ВСЕГИНГЕО), где в настоящее время формируется общероссийский банк данных и осуществляется обобщенный анализ текущего состояния ГГД поля.

**В результате мониторинга ГГД поля в 2007 году на наблюдательных участках неоднократно фиксировалось аномальное изменение уровня подземных вод незадолго до землетрясений.**

Например, в Иркутской области изменение уровня подземных вод зафиксировано на нескольких наблюдательных участках за 3 дня до главного сейсмического события года – землетрясения 04 июля 2007 (К=14,1). На участке «Васильевск» за три дня до землетрясения уровень воды в скважине понизился на 30 см и держался примерно на одной отметке в течение месяца. На участке Мальта за три дня до землетрясения уровень воды в скважине понизился на 10 см и держался на одной отметке в течение 15 дней. На участке Талая за

три дня до землетрясения уровень воды в скважине понизился на 6.5 см и держался примерно на одной отметке в течение месяца. На участке «Худяково» перед землетрясением уровень подземных вод начал резко подниматься (амплитуда 10 см), достигнув максимума в начале июля. Кроме этого, на наблюдательном участке «Мальта» за день до землетрясения на севере Байкала 04 марта 2007 ( $K=11.0$ ) отмечен подъем уровня подземных вод в скважине с 5,9 м до 6,5 м (амплитуда - 0,6 м). Землетрясение 12 ноября ( $K=11,7$ ) с очагом в Восточном Саяне произошло на фоне стабильного незначительного снижения уровня подземных вод на участках «Васильевск» и «Галая».

На наблюдательных пунктах, расположенных территории Республики Бурятия всего зафиксировано 25 случаев аномального изменения уровня подземных вод, которые также могут интерпретироваться как краткосрочные предвестники землетрясений.

**Отмеченные аномальные колебания уровня подземных вод были обусловлены процессом нарастания напряжений в земной коре Прибайкалья.**

**Мониторинг земных электрических токов** в 2007 году осуществлялся на 8 наблюдательных пунктах, расположенных в южной части озера Байкала в населенных пунктах Тальцы, Тырган, Узур, Солнопечное, Быстрая, Выдрино, Шигаево и Бабушкин. Регистрация производилась аппаратурой DATAMARK (Япония) и IAE («ГеоТелеСистемы», Новосибирск). Наблюдения кажущегося электрического сопротивления по локальной сети проводились в 7 наблюдательных пунктах с помощью станций SGS-TEM. Контролировалась электропроводность среды на глубинах от первых сотен метров до 4-5 км.

Обработка и анализ первичных материалов геофизических измерений выполнялась с помощью специальных сервисных программ.

**В результате мониторинга земных электрических токов выявлены аномалии кажущегося электрического сопротивления, выраженные в виде изменения или увеличения дисперсии значений удельной электропроводности. Установлено, что в большинстве случаев эти аномалии проявлялись за 1-2 месяца до сильных землетрясений. При анализе данных наблюдений за электропроводностью верхних частей земной коры выявить аномалии, заметно превышающие уровень шума, не удалось. Возможно, это объясняется невысокой сейсмичностью активностью в период наблюдений.**

**Мониторинг геомагнитного поля** в 2007 году выполнялся на двух наблюдательных участках, расположенных на западном и восточном побережье озера Байкал - в пос. Тырган и Энхалук, соответственно. На участке Энхалук в начале 2007 года отмечалось аномальное изменение геомагнитного поля. Это изменение можно связать с землетрясением 12 энергетического класса, эпицентр которого находился примерно в 150 км от участка наблюдений.

**В результате мониторинга геомагнитного поля в 2007 году на наблюдательных участках отмечены вариации значений геомагнитного поля. Не исключено, что такие вариации связаны с процессами подготовки сильных землетрясений энергетического класса  $> 13$ .**

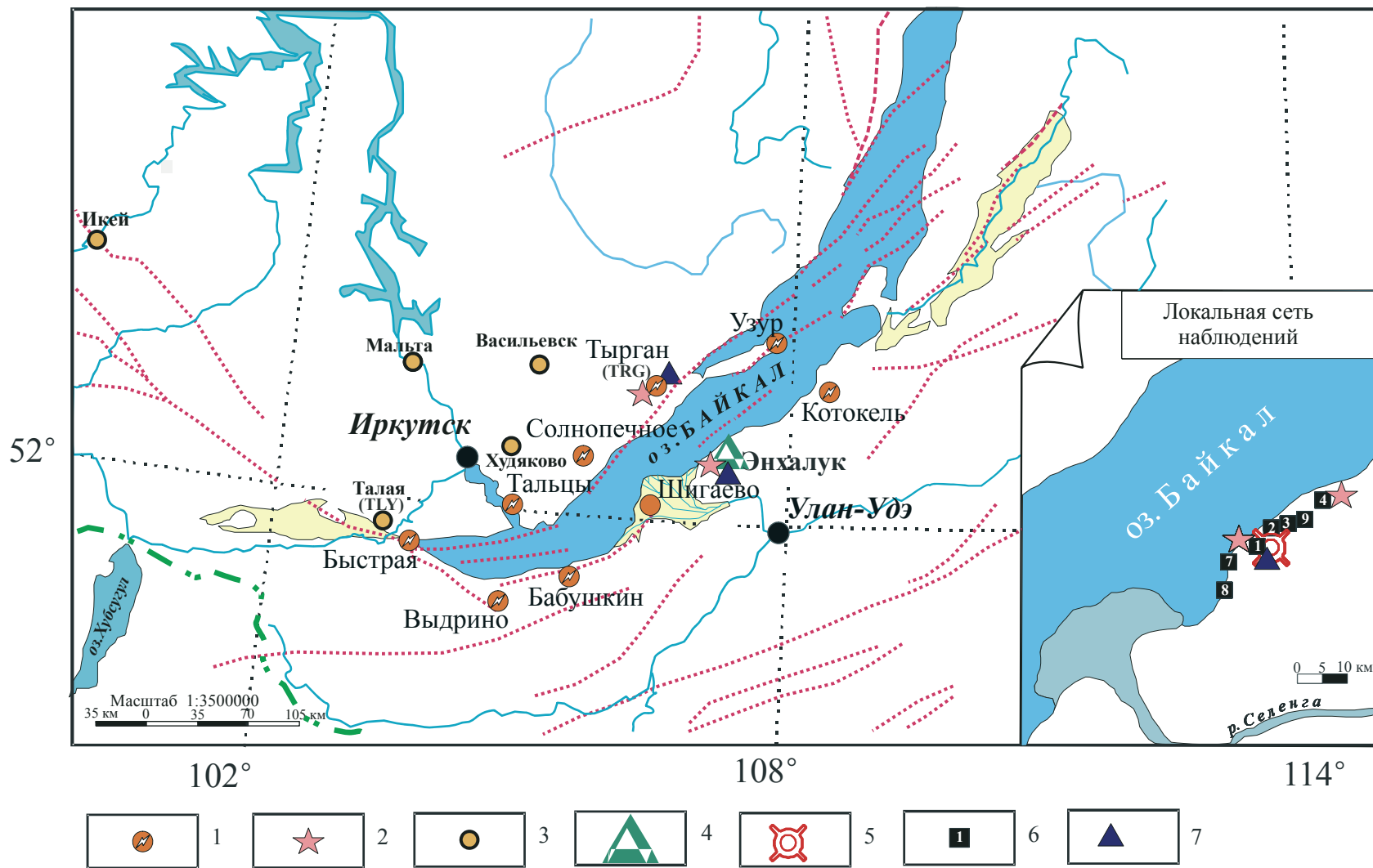


Рис. 1.2.2.1.5. Схема расположения наблюдательных пунктов Байкальского геофизического полигона в 2007 году

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1 - Земные электрические токи; | 5 - Источник электромагнитного поля;       |
| 2 - Геомагнитные наблюдения;   | 6 - Пункты наблюдения электрических полей; |
| 3 - Пункты ГГД-мониторинга ;   | 7 - Пункты наблюдения методом ЕИЭМПЗ (ЭМИ) |
| 4 - Локальная сеть наблюдений; | - - - - - тектонические разломы;           |

## **Радиоактивное загрязнение и естественный радиационный фон территории**

(Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд»)

*Радиационная обстановка на Байкальской природной территории, обусловленная естественной радиоактивностью, освещена в докладе за 2003 год (с. 95-96) по материалам Института геохимии СО РАН и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Бурятия.*

*Около 5 % площади региона (в горном обрамлении озера Байкал, Восточном Саяне, Забайкалье) слагают высокорadioактивные горные породы: гранитоиды, гнейсы и метасоматиты с величиной удельной эффективной активности более 370 Бк/кг и мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на поверхности от 40 до 70 мкР/ч (что превышает уровень, допустимый для жилого строительства).*

*Высокая активность изотопов радона в почвах является одним из главных признаков радоноопасности территории, поскольку основным источником поступления радона в помещения являются грунты, на которых стоят здания и сооружения жилого и общественного назначения. Во многих пунктах измерений в иркутском Прибайкалье величина уровня объемной активности радона в почвенном воздухе составляет от 50 до 400 кБк/м<sup>3</sup>, а концентрация радона в некоторых источниках питьевых вод достигает 4000 Бк/л (при величине ПДК 60 Бк/л).*

***По данным ГФУП «Бурятгеоцентр» более 70 % территории Бурятии относится к зоне повышенной радоноопасности, где концентрации содержания радона в почвенном воздухе достигают 200 кБк/м<sup>3</sup>. 37% исследованных вод из водозаборов содержат повышенные количества радона. Так, в условиях повышенного уровня естественной радиации (превышение ПДК в 2-100 раз) находятся поселки Кика, Макарино и др.***

*К районам высокой радоновой опасности относятся также площади развития угленосных отложений, в т.ч. к потенциально опасной по радону зоне относится территория Иркутского угленосного бассейна (в пределах зоны атмосферного влияния БПТ). Другие радоноопасные территории, как правило, находятся в горно-таежной местности и мало населены.*

*Загрязнение естественными радионуклидами (из семейств тория-232 и урана-238) территории населенных пунктов и пригородных зон обусловлено, в основном, выбросами в атмосферу местных котельных и предприятий топливно-энергетического комплекса, а также локальным ветровым переносом пылевых частиц и аэрозолей золо- и шлакоотвалов промышленных предприятий*

*Современные уровни содержания техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (почва, поверхностные воды, растительность), обусловленные трансрегиональным переносом продуктов ядерных испытаний, проводившихся до 1964 года, не представляют опасности для населения и не накладывают никаких ограничений на все виды хозяйственной деятельности.*

*Наблюдения за радиационной обстановкой в атмосферном воздухе по специализированной сети регулярно проводят территориальные подразделения Росгидромета. Наблюдения за естественной радиоактивностью горных пород проводятся подразделениями Байкальского филиала «Сосновгеология» ФГУП «Урангео» Роснедра путем маршрутных и площадных съёмочных исследований, с последовательной, в дальнейшем, детализацией, или детальным обследованием отдельных земельных участков.*

**Первоочередными объектами радиологических обследований службами Росгидромета, Роснедра и Роспотребнадзора должны быть зоны рекреации по берегам озера Байкал и все ранее радиологически не изученные источники водоснабжения, а также жилищные условия местного населения.**

## **Выводы**

1. Анализ сейсмической активности и распределения поля эпицентров землетрясений в Байкальской сейсмической зоне по оперативным данным в 2007 году показывает, что они близки к средним по многолетним наблюдениям. Можно отметить, что в 2007 году наибольшая активность ( $K_{\max}=14,1$ ) приходится на центральный Байкало-Муйский район Байкальской рифтовой зоны. Сейсмическая активность остальных шести районов несравненно ниже ( $K_{\max}=11,6$ ).

2. Основной целью работ по мониторингу современных эндогенных геологических процессов в Байкальской природной территории является прогноз развития и разработка рекомендаций по снижению опасного воздействия землетрясений и радиоактивности. Существующая система мониторинга нуждается в развитии. Необходимо увеличить количество пунктов наблюдений, выполнить модернизацию измерительного оборудования, совершенствовать методики исследований.

3. Созданный на базе средств GPS-геодезии полигон мониторинга современных тектонических движений Байкальской рифтовой системы, позволяет фиксировать как региональные смещения, связанные с расхождением Сибирского и Забайкальского блоков земной коры, так и локальные движения по разломам, в том числе, связанные с сильными землетрясениями. Полученные данные очень важны для понимания механизмов современной тектонической деятельности, выявления зон напряженности (сжатие и растяжение) земной коры с целью прогнозирования землетрясений.

4. В результате мониторинга состояния гидрогеодеформационного поля, земных электрических токов, кажущегося электрического сопротивления и геомагнитного поля в 2007 году были зафиксированы закономерности изменения наблюдаемых показателей, которые могут интерпретироваться как краткосрочные предвестники землетрясений.

5. Первоочередными объектами радиологических обследований службами Росгидромета, Роснедра и Роспотребнадзора должны быть зоны рекреации по берегам озера Байкал и все ранее радиологически не изученные источники водоснабжения, а также жилищные условия местного населения.