



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009149419/28, 29.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2009

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2011 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 10.06.2014 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Р.М.Семенов и др. Байкал предупреждало приближении землетрясения / Природа, N7, 2009, подписано в печать 11.06.2009, стр.64-67. Р.М.Семенов и др. Сильное землетрясение на Байкале 27 августа 2008 года (геологические условия его возникновения, предвестники и макросейсмические последствия) / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, N1(21), 2009, стр.51-55. CN 101334478 А, 31.12.2008

Адрес для переписки:

664074, г.Иркутск-74, ул. Чернышевского, 15,  
ФГБОУ ВПО "ИрГУПС", Патентно-  
лицензионный отдел, начальнику отдела Е.В.  
Хитровой

(72) Автор(ы):

Семенов Рудольф Михайлович (RU),  
Имаев Валерий Сулейманович (RU),  
Семенов Альберт Рудольфович (RU),  
Оргильянов Алексей Июльевич (RU),  
Смекалин Олег Петрович (RU),  
Широбокова Наталья Петровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Иркутский  
государственный университет путей  
сообщения" (ФГБОУ ВПО ИрГУПС) (RU),  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт земной коры  
Сибирского отделения Российской академии  
наук (ИЗК СО РАН) (RU)

## (54) СПОСОБ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам обнаружения предвестников землетрясений и может быть использовано для выявления возможности наступления землетрясений в районе озера Байкал. Сущность: из зоны пересечения глубинных разломов на территории озера Байкал, где неоднократно происходили землетрясения различной силы, отбирают пробы воды. Отбор проб осуществляют посредством водозабора, включающего в себя глубинный водоприемник

(8), электронасос (9), расположенный в водозаборной станции на берегу Байкала, фильтры для грубой (10) и тонкой (11) очистки воды. Исследуют концентрации растворенного в глубинной воде гелия. По графикам изменения концентраций гелия делают вывод о возможном землетрясении. Технический результат: выявление возможности наступления землетрясения. 1 з.п.ф-лы, 4 ил.

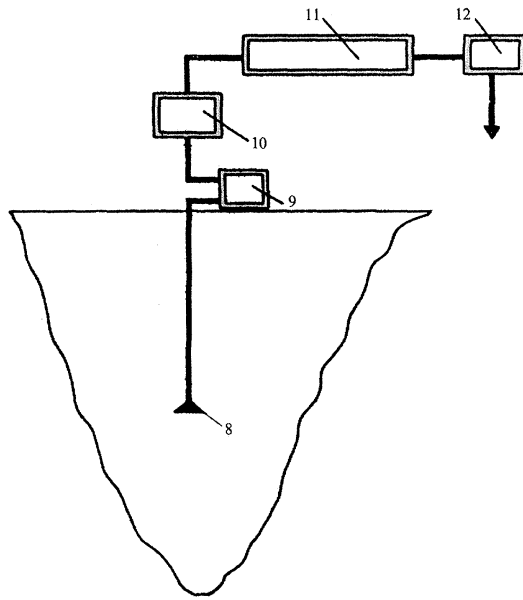


Схема водозабора.  
Рис. 2

RU 2519050 C2

RU 2519050 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2009149419/28, 29.12.2009

(24) Effective date for property rights:  
29.12.2009

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2009

(43) Application published: 10.07.2011 Bull. № 19

(45) Date of publication: 10.06.2014 Bull. № 16

Mail address:

664074, g.Irkutsk-74, ul. Chernyshevskogo, 15,  
FGBOU VPO "IrGUPS", Patentno-litsenzionnyj  
otdel, nachal'niku otdela E.V. Khitrovoj

(72) Inventor(s):

Semenov Rudolf Mikhajlovich (RU),  
Imaev Valerij Sulejmanovich (RU),  
Semenov Al'bert Rudolf'ovich (RU),  
Orgil'janov Aleksej Ijul'evich (RU),  
Smekalin Oleg Petrovich (RU),  
Shirobokova Natal'ja Petrovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovaniya "Irkutskij  
gosudarstvennyj universitet putej soobshchenija"  
(FGBOU VPO IrGUPS) (RU),  
Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
uchrezhdenie nauki Institut zemnoj kory  
Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk  
(IZK SO RAN) (RU)

(54) **METHOD OF SHORT-TERM EARTHQUAKE PREDICTION**

(57) Abstract:

FIELD: instrumentation.

SUBSTANCE: invention refers to the methods of detecting the forerunners and can be used to identify the possibility of earthquakes in the Baikal Lake region. The invention concept is as follows: water samples are taken from the zone of intersection of deep breaks in the Baikal Lake territory where earthquakes of different intensity took place repeatedly. Sampling is performed by a water intake structure comprising a deepwater intake (8), an electric pump (9) set at the water intake station on the Baikal bank, filters for coarse (10) and fine (11) treatment of water. Concentration of helium dissolved in the deep water is examined. A conclusion on possible earthquake is made on the basis of the curves of the helium concentration variation.

EFFECT: detection of a possibility that an earthquake will occur.

2 cl, 4 dwg

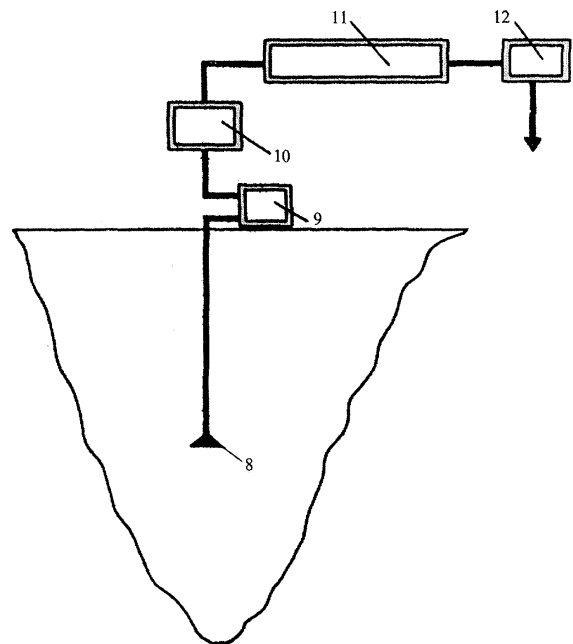


Схема водозабора.  
Рис. 2

Предлагаемый способ краткосрочного предсказания землетрясений может быть использован в сейсмологии, в системах наблюдения и обработки сейсмологических и геохимических данных для прогнозирования землетрясений.

5 Существует множество геофизических, гидрогеологических, геохимических и др. предвестников краткосрочного прогноза времени возникновения землетрясений. Здесь мы остановимся на одном из гидрогеохимических предвестников. Давно замечено, что перед сильными землетрясениями изменяется химический состав подземных вод. Впервые это было обнаружено группой ученых в составе Г.А.Мавлянова, В.И.Уломова, А.Н.Султанходжаева и др. в 1966 г. перед Ташкентским землетрясением. Тогда накануне 10 сильного землетрясения и в момент самой катастрофы было установлено, что в подземных водах, территориально связанных с эпицентральной зоной, возрастает концентрация содержащихся в них инертных газов гелия, радона и аргона, соединений фтора, урана и изменяется их изотопный состав. Отмеченное явление было внесено в Государственный реестр открытий СССР под №129 с приоритетом от 21 февраля 1966 г.[7]

15 В последующее время А.Н.Еремеевым, В.Н.Бащориным, Ю.Г.Осиповым и др. была открыта закономерная зависимость между глубинными разломами земной коры и повышенными концентрациями в них гелия, причем максимумы концентраций наблюдаются в местах пересечения этих разломов. Отмеченная зависимость, по мнению 20 авторов, может стать важным дополнительным средством для изучения «пульса Земли», особенно предвестников землетрясений. Открытие зарегистрировано под №68 с приоритетом от 30 декабря 1968 г.[4]

С целью прогноза времени возникновения землетрясения И.А.Лучиным предложено в местах разрыва сплошности горных пород периодически измерять в газообразной и 25 жидкой фазах концентрацию гелия, радона, торона, водорода, углекислого газа, образующихся при радиоактивном распаде и при радиохимических процессах. По резкому увеличению градиента концентрации за счет выделения этих газов из микропор горных пород под действием напряжений, возникающих перед землетрясением, определять время начала землетрясения. Открытие зарегистрировано под а.с. №284331 30 от 26 июля 1967 г.[6]

Известен способ предсказания времени возникновения землетрясений, основанный на исследовании глубинных радиогенных газов, отличающийся тем, что определяют приращение отношения количества глубинных газов - гелия и аргона-40 и по 35 полученным значениям определяют время наступления землетрясения, принятый за прототип [11].

Из приведенного видно, что подготовка и реализация очагов землетрясений сопровождается изменениями в подземных водах концентраций инертных газов и других химических соединений, которые можно рассматривать в качестве предвестников времени возникновения землетрясений.

40 Недостатком способов является то, что, во-первых, отбор проб воды, как правило, ведется из скважин, колодцев, источников и т.п., которые далеко не всегда располагаются в зонах глубинных разломов, а, во-вторых, изучение концентраций растворенного гелия в глубинной воде крупных пресноводных бассейнов, расположенных в сейсмически активных районах, таких как оз. Байкал, с целью поиска краткосрочных предвестников 45 землетрясений до сих пор вообще нигде в мире не проводилось.

В отличие от ранее проведенных работ в предлагаемом способе проводятся мониторинговые исследования концентраций растворенного гелия в глубинной воде в южной части оз. Байкал. Наблюдения за изменением содержания гелия в глубинных

5 водах Байкала в южной его части были предопределены тем, что здесь проходит юго-восточная часть Главного Саянского разлома, а также находится узел пересечения Обручевского и Ангарского разломов, с которыми неоднократно происходили как слабые, так и довольно сильные землетрясения (Рис.1). Последнее значительное землетрясение произошло здесь в 1999 г. с  $M=6,0$  и интенсивностью в эпицентре 7-8 баллов [10].

10 На рисунке 1 представлено местоположение эпицентра Култукского землетрясения, произошедшего 27.08.2008 г., где 1 - эпицентр землетрясения, 2 - активные разломы: ГСР - Главный Саянский, Чрс - Черского, Обр - Обручева, 3 - пункт отбора проб глубинной воды для изучения содержаний в ней растворенного гелия, 4 - эпицентры землетрясений и их энергетический класс, 5 - населенные пункты и интенсивность сейсмических сотрясений в них по шкале MSK-64, 6 - зона сейсмического затишья перед Култукским 27.08.2008 г. землетрясением, 7 - то же перед Южно-Байкальским 25.02.1999 г. землетрясением. Зона заполнена эпицентрами афтершоков Южно-Байкальского землетрясения и последующих подземных толчков. На врезке показан квадрат - район исследований.

15 Отбор проб воды проводится ежедневно в южной части Байкала в районе пос. Листвянка в 1700 м от берега на глубине 500 м и в 150 м от поверхности дна. Для этого по дну Байкала проложен трубопровод из полиэтилена диаметром 10 см, оголовок которого заякорен на глубине 500 м в 150 м от дна, по которому глубинная вода 20 непрерывно закачивается в водозабор и ежедневно отбираются пробы для анализа содержаний гелия в них (Рис.2) [3].

25 На рис.2 показана схема водозабора, где 8 - глубинный водоприемник, расположенный на глубине 500 м, 9 - насос, закачивающий глубинную воду, 10 - блок грубой очистки воды, 11 - блок тонкой очистки воды, 12 - блок розлива воды.

Для измерения содержания растворенного гелия в пробах, отбираемых по стандартной методике, используется прибор «Индикатор гелия магниторазрядный» ИНГЕМ-1 с ценой деления  $1,48 \cdot 10^{-5}$  мл/л. Предпосылки постановки такого рода работ 30 следующие.

35 Гелий является продуктом распада радиоактивных элементов, а его атом представляет собой альфа-частицу. Радиоактивные элементы повсеместно распространены в земной коре. Образуясь в результате распада радиоактивных элементов, насыщающих верхний слой земной коры, гелий по глубинным разломам выбрасывается нашей планетой в атмосферу, а затем в космическое пространство [7].

40 Источником повышенного содержания гелия в подземных и поверхностных водах являются трещинно-жильные напорные воды коровых разломов. В районе пункта отбора расположен узел пересечения Обручевского и Ангарского разломов, по которым в донные отложения Байкала происходит разгрузка подземных вод, обогащенных гелием. Ввиду малой фильтрационной проницаемости донных отложений в них при 45 постоянном напоре снизу происходит накопление гелия, который диффузионным путем переходит в воды Байкала и затем через атмосферу диссипирует в космос. Таким образом, создается определенное равновесное состояние. Резкое изменение напряженного состояния коренного ложа Байкала на границах блоков приводит к нарушению сплошности залегания рыхлых отложений, увеличению вертикальной скорости фильтрации и облегчает поступление гелия из них в озерные воды.

Наблюдения за содержанием гелия проводились с января 2007 г. по ноябрь 2008 г. На график изменения содержаний гелия выносились ежедневные их значения (Рис.3). Было отмечено, что за эти два года периоды с февраля по апрель характеризовались

резкими скачками как в сторону увеличения, так и уменьшения содержаний гелия, хотя значительных сейсмических событий в южной части Байкала за этот период не происходило. Эти изменения, по-видимому, были вызваны сезонными причинами.

На рисунке 3 показан график изменения содержания гелия в глубинной воде Байкала за период 2007-2008 гг., где 13 - ежедневные значения содержания гелия, 14 - осредненная по двадцать дней кривая с ежесуточным сдвигом.

По результатам двухгодичного исследования было получено 554 значения содержания гелия, для которых были рассчитаны среднее значение содержаний гелия и их среднеквадратичное отклонение. Среднее значение ( $5,96 \cdot 10^{-5}$  мл/л) оказалось несколько выше глобального фонового содержания гелия равного  $5,2 \cdot 10^{-5}$  мл/л для пресных вод, контактирующих с атмосферой, а среднеквадратичное отклонение ( $\delta$ ) составило 0,64.

27 августа 2008 года в 10 час 35 мин местного времени (в 01 час 35 мин по Гринвичу) на юге Байкала произошло сильное землетрясение. Магнитуда землетрясения составляла 6,2 ( $K=15,2$ ), глубина очага 16 км, интенсивность сейсмических сотрясений в эпицентре достигала 8 баллов. Максимальные сейсмические сотрясения силой в 7-8 баллов отмечались в пос. Култук, расположенном на побережье Байкала, почему и землетрясение получило название Култукского. Интенсивность в некоторых населенных пунктах, расположенных в радиусе 80 км от эпицентра, достигала 6-7 баллов [12].

Представилась возможность проанализировать изменения содержаний гелия в глубинной воде Байкала в связи с произошедшим сильным землетрясением.

Водозабор глубинной воды располагается в 60 км к северо-востоку от эпицентра Култукского землетрясения. Перед Култукским землетрясением 27.08.2008 г. в содержаниях гелия отмечалось следующее. С 4 по 18 августа в содержании гелия стали отмечаться колебания (Рис.4). Сначала его количество увеличилось до  $6,83 \cdot 10^{-5}$  мл/л, затем уменьшилось до  $5,61 \cdot 10^{-5}$  мл/л, далее снова возросло до  $6,02 \cdot 10^{-5}$  мл/л, а с 20.08.08 г. до 24.08.08 г. - оставалось в пределах фона. Но ни разу содержание гелия не опускалось ниже фоновых значений. За два дня до землетрясения (25.08.08 г.) содержание гелия уменьшилось ниже фона до  $4,79 \cdot 10^{-5}$  мл/л, что соответствовало среднеквадратичному отклонению величины 28, и оставалось на этом уровне в течение 26.08.08 г., а утром 27.08.08 г. за два часа до землетрясения повысилось до  $5,61 \cdot 10^{-5}$  мл/л. Сразу же после основного толчка и спустя час после землетрясения - повысилось до  $6,02 \cdot 10^{-5}$  мл/л. После чего начался его спад и 28.08.08 г. содержания гелия снова установились на уровне фоновых значений.

На рисунке 4 показан график изменения содержаний гелия накануне Култукского землетрясения 27.08.2008 г.

Такие изменения в содержании гелия, на наш взгляд, по-видимому, связаны с моделью подготовки и реализации очага землетрясения. Как известно, тектонические землетрясения обусловлены разрядкой напряжений в земной коре в области их очагов. При этом на стадии подготовки основного толчка по мере возрастания упругих напряжений в породах происходит образование многочисленных трещин, сопровождающихся увеличением объема горных пород, получившего название дилатансии [9], возникновением упругих колебаний от долей герца до 10-30 кГц. Распространение этих колебаний в горных породах приводит к ослаблению адсорбционных сил, удерживающих газ на стенках пор и пустот внутри пород, десорбции эманации и переходу «связанного» газа в свободный [1, 13]. Кроме этого ультразвуковые колебания, проходя через обводненные горные породы, ускоряют диффузионный

процесс выделения газов и обогащают водную фазу газами [2]. В образовавшиеся трещины мигрируют большие массы флюидов вместе с растворенными в них газами. По-видимому, именно в это время происходило резкое уменьшение содержаний гелия в глубинной воде Байкала. При дальнейшем повышении напряжений мелкие трещины группируются в магистральный разрыв, с которым связано возникновение землетрясения, резкое выделение растворенного гелия из пор и трещин и повышение его содержания в глубинной воде Байкала. После землетрясения происходит уплотнение пород, закрытие трещин и, следовательно, восстанавливается прежний режим выхода гелия, вследствие чего его содержания приходят к своим фоновым значениям [5]. По мнению Э.М.Прасолова, близповерхностные флюиды дают о себе знать за день до землетрясения [8].

Эти изменения в содержаниях гелия (понижение содержаний ниже фоновых значений, а затем их резкое повышение) накануне землетрясения и являются краткосрочными предвестниками землетрясений.

Сущность изобретения: из глубинной воды Байкала отбираются пробы для изучения. По результатам исследования содержания в воде растворенного гелия строятся графики изменений его концентраций. Одновременно ведутся наблюдения за изменением сейсмичности. Изменение концентраций содержаний гелия в глубинной воде Байкала перед сейсмическими толчками позволяет предсказывать приближение землетрясений.

Способ краткосрочного предсказания землетрясений, основанный на исследовании концентраций растворенного гелия в глубинной воде Байкала, отличающийся тем, что изучение ведется в зоне пересечения глубинных разломов, с которыми неоднократно происходили и происходят как слабые, так и сильные землетрясения и по которым из недр земли в воды Байкала постоянно поступает гелий.

Литература

1. Горбушина Л.В., Тыминский В.Г., Спиридонов А.И. К вопросу о механизме образования радиогидрогеологических аномалий в сейсмоактивном районе и их значение при прогнозировании землетрясений // Советская геология, 1972. - №1. - С.153-156.

2. Грацинский В.Г., Горбушина Л.В., Тыминский В.Г. О выделении радиоактивных газов из образцов горных пород под действием ультразвука // Физика Земли, 1967. - №10. - С.91-94.

3. Грачев М.А., Сутурин А.Н., Авдеев В.В., Дрюкер В.В., Зорин В.Л., Семенов А.Р., Шерстянкин П.П., Галазий Г.И. Способ получения Байкальской питьевой воды. RU 2045478 C1, 10.10.1995.

4. Еремеев А.Н., Башорин В.Н., Осипов Ю.Г., Щербаков Д.М., Яницкий И.Н., Мусиченко Н.И., Тафиев Г.П., Якуцени В.П., Граммаков А.Г., Матвеева Э.С., Глебовская В.С. Закономерность распределения концентрации гелия в земной коре. Открытие №68 от 30 декабря 1968 г. // Открытия советских ученых. М.: Моск. рабочий. - 1979. - С.149-151. Открытия советских ученых. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ. - 1988. - С.129-131.

5. Карус Е.В., Кузнецов О.Л., Симкин Э.М., Тыминский В.Г., Уломов В.И., Файзулин И.С. К вопросу о прогнозировании неглубоких землетрясений // Новые данные по сейсмологии и сейсмогеологии Узбекистана. Отв. ред.: В.И. Уломов. Ташкент, изд-во «ФАН» УзССР, 1974. - С.292-302.

6. Лучин И.А. Способ предсказания времени землетрясения в сейсмоактивном районе. Открытие зарегистрировано под а.с. №284331 от 26 июля 1967 г. // Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. - 1970. - №32. - С.98.

7. Мавлянов Г.А., Уломов В.И., Султанходжаев А.Н., Хасанова Л.А., Горбушина Л.В., Тыминский В.Г., Спиридонов А.И., Мавашев Б.З., Хитаров Н.И. Явление изменения

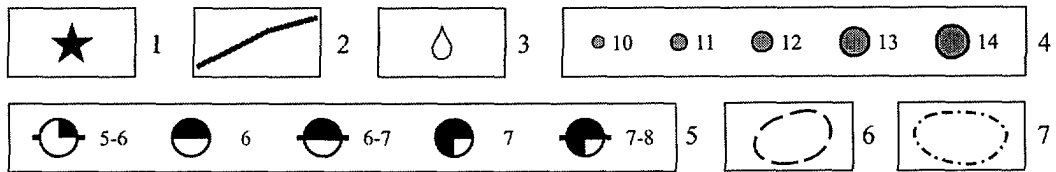
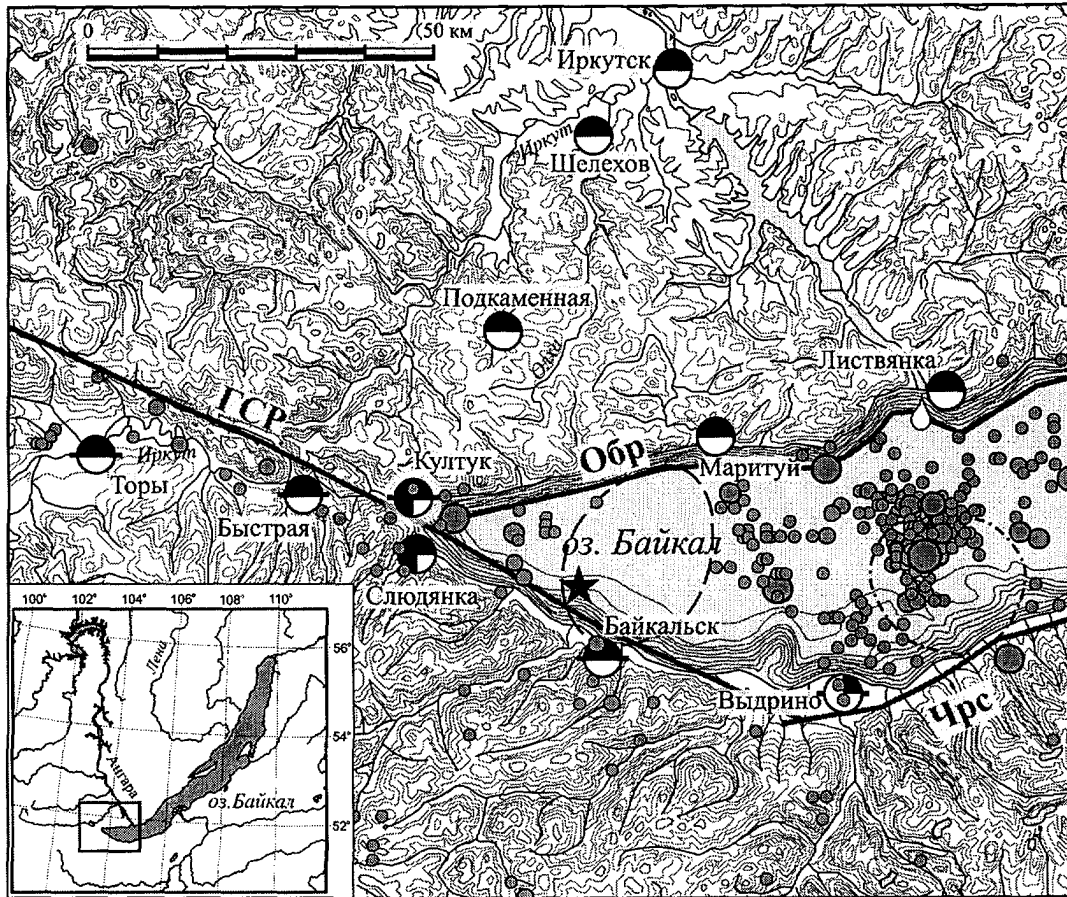
химического состава подземных вод при землетрясении. Открытие №129 от 21 февраля 1966 г. // Открытия советских ученых. М.: Моск. рабочий. - 1979. - С.163-166. Открытия советских ученых. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ. - 1988. - С.116-118.

8. Прасолов Э.М. Изотопная геохимия и происхождение природных газов. - Л.: Недра. - 283 с.
9. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир. - 1979. - 388 с.
10. Ружич В.В., Семенов Р.М., Мельникова В.И., Смекалин О.П., Алакшин А.М., Чипизубов А.В., Аржанников С.Г., Емельянова И.А., Демьянович М.Г., Радзиминович Н.А. Геодинамическая обстановка в районе Южно-Байкальского землетрясения 25.02.1999 г. и его характеристика // Геология и геофизика, 2002. - Т.43 (5). - С.470-483.
11. Сардаров С.С. Способ прогнозирования землетрясений. Открытие зарегистрировано под а.с. №465 609 от 13.06.72 г. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. - 1975. - №12. - С.89.
12. Семенов Р.М., Имаев В.С., Смекалин О.П., Чипизубов А.В., Оргильянов А.И. Сильное землетрясение на Байкале 27 августа 2008 г.(геологические условия его возникновения, предвестники и макросейсмические последствия) // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2009, №1 (21). - С.51-56.
13. Хитаров Н.И., Войтов Г.И., Лебедев В.С., Султанходжаев А.Н., Уломов В.И., Тыминский В.Г., Горбушина Л.В., Спиридонов А.И., Гнипп Л.В., Осика Д.Г., Каспаров С.А. О геохимических эффектах, сопутствующих тектоническим землетрясениям // Новые данные по сейсмологии и сейсмогеологии Узбекистана. Отв. ред.: В.И.Уломов. Ташкент, изд-во «ФАН» УзССР. - 1974. - С.303-330.

#### Формула изобретения

1. Способ краткосрочного предсказания землетрясений, основанный на исследовании концентраций растворенного гелия в глубинной воде Байкала, отличающийся тем, что пробы воды отбираются посредством водозабора, включающего в себя глубинный водоприемник, к которому присоединен полиэтиленовый трубопровод диаметром 10 см для бесперебойного закачивания воды с помощью электронасоса, расположенного в здании водозаборной станции на берегу Байкала, и фильтры для грубой и тонкой очистки воды от посторонних примесей, а изучение ведется в зоне пересечения глубинных разломов, где неоднократно происходили и происходят как слабые, так и сильные землетрясения и по которым из недр земли в воды Байкала постоянно поступает гелий.
2. Способ краткосрочного предсказания землетрясений по п.1, отличающийся тем, что ежесуточный забор воды в определенное время позволяет оперативно наблюдать концентрации гелия в воде, по которым строятся графики их изменений, позволяющие более объективно оценивать изменения концентраций во времени, что позволяет предсказать более точное время возникновения землетрясения за несколько суток и часов.





Местоположение эпицентра Култукского землетрясения 27.08.2008 г.

Рис. 1

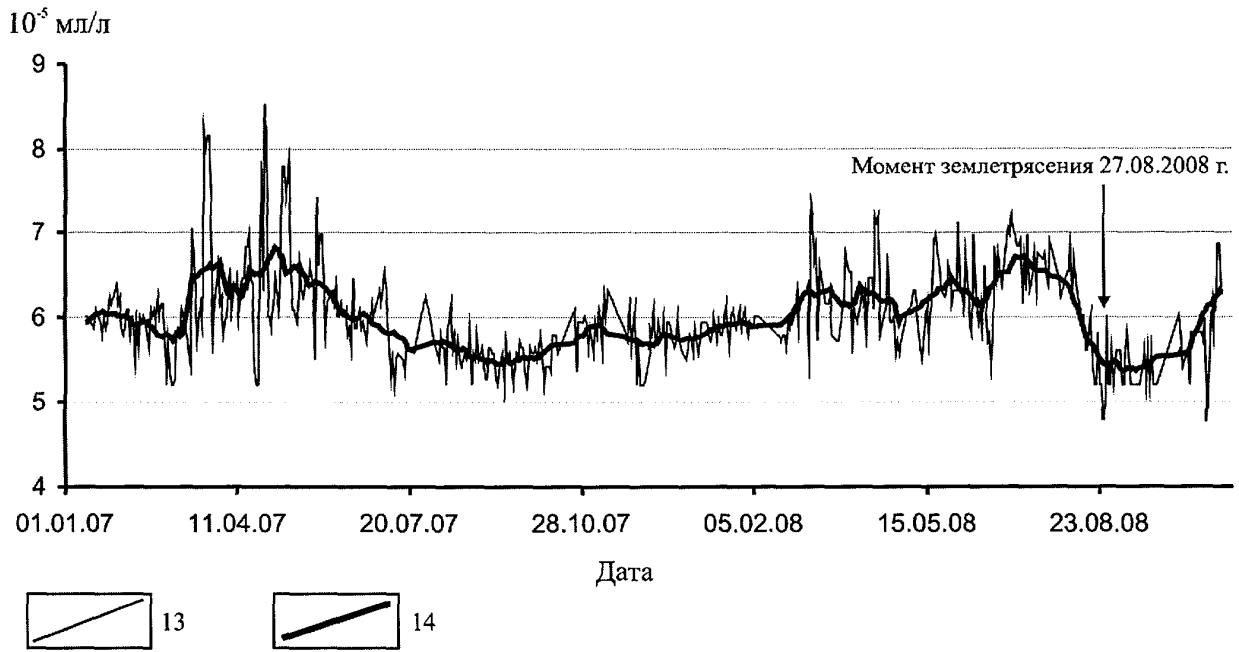


График изменения содержания гелия в глубинной воде Байкала за период 2007-2008 гг.

Рис. 3



График изменения содержания гелия накануне Култукского землетрясения 27.08.2008 г.

Рис. 4