



ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ КУЛТУКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 27.08.08 Г. НА ЮГЕ БАЙКАЛА

M.N. Lopatin, R.M. Semenov

HYDROGEOCHEMICAL PRECURSORS OF THE 27/08/08 KULTUK EARTHQUAKE IN THE SOUTH OF LAKE BAIKAL

Аннотация. Рассмотрены вариации содержания гелия в подземных водах южного Прибайкалья накануне Култукского землетрясения 2008 года на юге Байкала, которые можно рассматривать в качестве краткосрочных предвестников времени его возникновения.

Ключевые слова: прогноз землетрясений, гидрогеохимические предвестники, гелий, фоновые содержания, среднеквадратичное отклонение.

Abstract. We consider the variation of helium content in the Southern Baikal underground waters before the 2008 Kultuk earthquake in the south of Lake Baikal, which can be regarded as short-term precursors of the time of its occurrence.

Keywords: earthquake prediction, hydrogeochemical precursors, helium, background content, the standard deviation.

Прогноз землетрясений, как известно, состоит из прогноза места, силы и времени возникновения землетрясений. В настоящее время проблема прогноза места и силы землетрясений более или менее решена. Ее графическим выражением являются карты общего сейсмического районирования (ОСР), построенные для длительного промежутка времени, включающего сотни и даже тысячи лет [1]. Хотя и на этих картах случаются ошибки типа «пропуск цели». Примеров этому можно привести множество, когда эпицентры сильных землетрясений располагаются в «запрещенных» для них районах на картах ОСР. Это и Нефтегорское разрушительное землетрясение на севере Сахалина, и недавние землетрясения в Корее и т. д.

Еще сложнее обстоит дело с прогнозом времени возникновения землетрясений. По этому показателю прогноз подразделяется на долго-, средне- и краткосрочный. Долгосрочный рассчитан на десятки, сотни и тысячи лет. Причем в этом случае для землетрясений рассчитывается лишь приблизительный промежуток времени повторе-

ния, землетрясений определенных энергий, без уточнения в какой именно отрезок времени они должны произойти.

Среднесрочный прогноз рассчитывается на годы и десятилетия и в этом смысле мало отличим от долгосрочного.

Существенно отличается от первых двух краткосрочный прогноз, который ориентирован не только на более короткий промежуток времени, на который он рассчитывается (недели, дни, часы), но и на указание момента возникновения землетрясения. И именно только благодаря краткосрочному (или как его именуют в Китае – оперативный) прогнозу можно избежать тех многочисленных человеческих жертв, которыми сопровождаются сильные землетрясения. Таким образом, краткосрочный прогноз является наиболее важным и ответственным, но в то же время и наиболее трудноразрешимым.

Известно, насколько остро во всем мире стоит проблема прогноза именно времени возникновения землетрясений. Противостоять землетрясениям невозможно, а вот избежать трагических последствий, которые они несут, можно даже в высоко сейсмичных регионах, зная время приближения подземных толчков. К сожалению, примеров успешных краткосрочных прогнозов во всем мире насчитываются единицы [2].

Одним из примеров этого может служить Хайченское землетрясение 1975 года в Китае [3]. Тогда, в результате предсказания землетрясения и своевременной эвакуации населения из крупного г. Хайчена перед 9-балльным землетрясением, удалось избежать многочисленных жертв, хотя город был существенно разрушен. Правда, проанализировав материалы по Хайченскому землетрясению, известный японский сейсмолог Кацухиро Исибаси пришел к заключению, что разделение предвестников по времени было проведено уже после землетрясения [4]. Тем не менее, глав-



ный результат прогноза – спасение человеческих жизней – был достигнут.

А вот спустя год, в том же Китае, в районе г. Таншань произошло еще более сильное, чем Хайченское, землетрясение, время возникновения которого не было предсказано. Как результат, город был в значительной степени разрушен, и погибло более 250 000 человек, т. е. почти четверть жителей города. Парадоксально то, что предвестники перед Таншанским землетрясением тоже наблюдались. Но поскольку полной уверенности в возможности возникновения землетрясения не было, власти не рискнули проводить эвакуацию населения. Ведь в случае ложной тревоги, как говорил Киё Моги [5], потери от такого предсказания могут превзойти ущерб от самого землетрясения.

Предвестников, которые ретроспективно были установлены накануне сильных землетрясений в различных частях Земли, существует множество [6], а вот реально осуществленных прогнозов по ним – единицы.

Среди краткосрочных предвестников времени возникновения землетрясений особое место принадлежит гидрогеохимическим, основанным на изучении вариаций концентраций различных химических элементов в подземных водах накануне землетрясений. Подобные исследования в последнее десятилетие были организованы в южном Прибайкалье [7]. Для этого нами с 2005 г. начато изучение содержаний растворенного гелия в глубинной воде оз. Байкал. Работ подобного плана в открытых глубоководных бассейнах, расположенных в сейсмоактивных районах, нигде в мире ранее не проводилось.

Кроме этого изучения концентраций растворенного гелия в подземных водах иркутского артезианского бассейна проводились на скважинах в пос. Зеленый Мыс, расположенном в 20 км южнее Иркутска, и в самом городе Иркутске. Глубина скважины в пос. Зеленый Мыс 700 м, температура воды 30–40 °С, а в Иркутске – 300 м, с температурой 7 °С.

Предпосылки постановки такого рода работ следующие. Гелий является продуктом распада радиоактивных элементов, а его атом представляет собой альфа-частицу. Радиоактивные элементы повсеместно распространены в земной коре. Образываясь в результате распада радиоактивных элементов, насыщающих верхний слой земной коры, гелий по глубинным разломам проникает в подземные воды, затем диссипирует в атмосферу и далее в космическое пространство [8].

Кривые на графиках содержаний гелия носят пульсирующий характер относительно их средних (фоновых) значений. Считается установ-

ленным, что предвестниковыми могут быть лишь те данные по содержанию гелия, которые превышают их среднеквадратичное отклонение от фоновых значений. Причем под временем возникновения предвестника понимается временной интервал от начала устойчивого превышения или принижения измеряемой величиной геохимического поля порога предвестника до момента землетрясения. Порогом предвестника являются два среднеквадратичных отклонения от среднефонового значения геохимического поля [9, 10].

27 августа 2008 г. на юге Байкала произошло Култукское землетрясение с $M = 6,3$ и интенсивностью сотрясений в эпицентре 8 баллов. Началом проявления краткосрочного предвестника землетрясения 27.08.2008 г. можно считать 7 августа 2008 г., т. е. день, с которого стало отмечаться устойчивое, хотя и пульсирующее, снижение концентраций гелия не только в глубинной воде Байкала, но и на скважине в Зеленем Мысу. Менее заметны такие изменения на более удаленной скважине, расположенной в Иркутске (рис. 1). 25 августа 2008 г., т. е. за два дня до землетрясения, когда концентрация гелия достигла своих минимальных значений (двух среднеквадратичных отклонений от среднефонового значения содержания), можно рассматривать в качестве времени оперативного прогноза. По данным, полученным со скважины в Зеленем Мысу, такие проявления гелия обнаружили на 10 дней раньше. На скважине, расположенной в Иркутске, таких четких предвестниковых признаков не выявлено. Однако общим для всех трех пунктов наблюдений можно считать то, что накануне основного подземного толчка отмечалось резкое падение содержания гелия, а в момент землетрясения и после него – заметное его повышение (см. рис. 1).

Представленные в данной статье гидрогеохимические предвестники времени возникновения Култукского землетрясения, по сути своей, являются первыми и на сегодняшний день единственными прогнозными данными для Прибайкалья. Их изучение необходимо не только продолжать, но и, по возможности, расширять. Только в этом случае можно приблизиться к определению времени возникновения землетрясений, т. е. к их краткосрочному прогнозу.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы Президиума РАН № 16.8 и ФЦП (гос. контракт 02.740.11.0446).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации. –

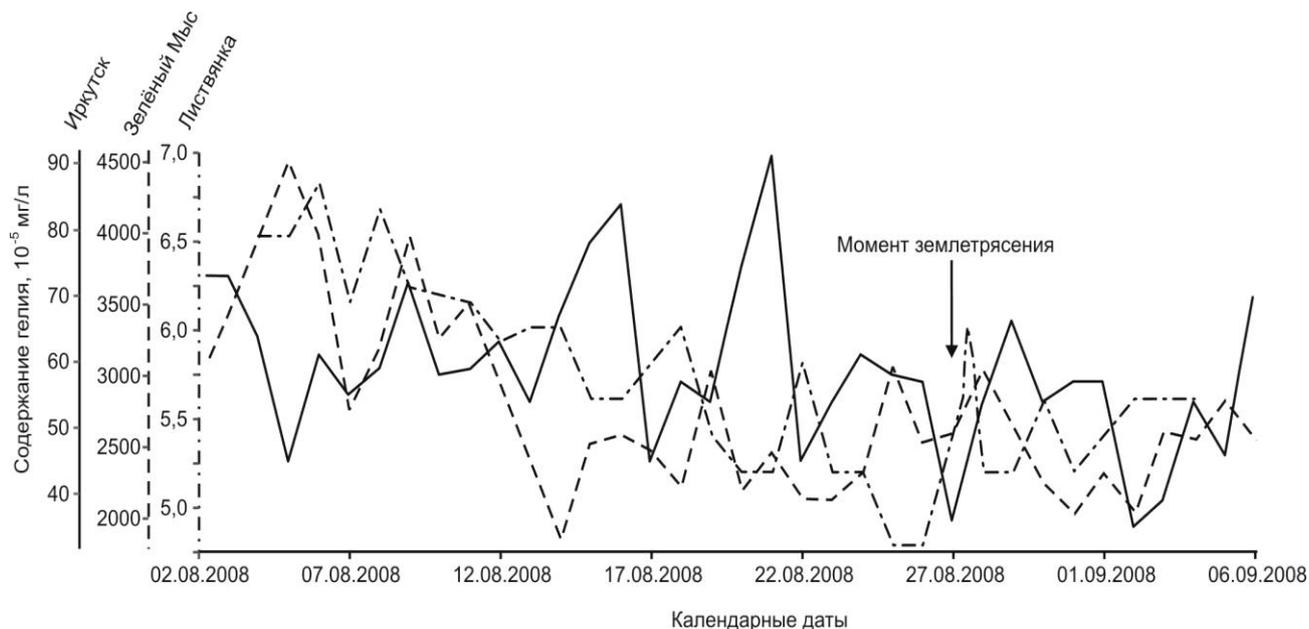


Рис. 1. График изменений содержания гелия в глубоководной воде Байкала и в артезианских скважинах перед Култукским землетрясением 27.08.2008 г.

ОСР – 97. Масштаб 1 : 8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М., ОИФЗ РАН, 1999, 57 с.

- Wyss M., Habermann R.E. Precursory Seismic Quiescence // Physical and observational basis for intermediate-term earthquake prediction: Open-file report 87-591. Menlo-Park. Ca, 1987. Vol. 2. P. 526–536.
- Цзян Ф. Хайченское землетрясение 4 февраля 1975 г. : пер. с кит. Пекин, 1978. 90 с.
- Исибаси К. Стратегия прогноза землетрясений // Методы прогноза землетрясений. Их применение в Японии. М. : Недра. 1984. С. 253–274.
- Моги К. Предсказание землетрясений. М. : Мир. 1988. 382 с.
- Сидорин А. Я. Предвестники землетрясений. М. : Наука. 1992. 191 с.
- 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.
- Явление изменения химического состава подземных вод при землетрясении. Открытие № 129 от 21 февраля 1966 г. / Мавлянов Г. А. и др. // Открытия советских ученых. М. : Моск. рабочий. 1979. С. 163–166.
- Зубков С. И. О зависимости времени возникновения и радиуса зоны проявления электротеллурического предвестника от энергии землетрясения // Физика Земли. 1983. № 4. С. 101–106.
- Барсуков В. Л., Беляев А. А., Серебренников В. С. Вестники беды : о поиске средств геохимического прогноза землетрясений. М. : Наука. 1989. 136 с.