

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского
Российской академии наук

при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований



МЕТАН В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ
тезисы и программа
Всероссийской научно-практической конференции,
посвящённой 25-летию обнаружения струйных метановых
газовыделений в Чёрном море

13–15 октября 2014 г.
Севастополь, Россия

ИЗВЕРЖЕНИЯ И НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ПУЗЫРЬКОВЫХ ВЫХОДОВ ГАЗА НА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Макаров М.М., Кучер К.М., Гнатовский Р.Ю., Гранин Н.Г.
Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии
наук, Иркутск, Россия
mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru, kost@hlserver.lin.irk.ru, gnat@lin.irk.ru,
nick@lin.irk.ru

В работе приведены примеры зарегистрированных извержений пузырьковых выходов и даны оценки их параметров: глубины, высоты над дном, режима извержения. Проанализированы результаты акустической регистрации газового выхода «Ступа», выполненной в стационарном режиме со льда озера Байкал. На эхограммах обнаружены объекты, всплывающие со скоростями, значительно превышающими возможные скорости для пузырьков газа. Согласно нашим оценкам, это могут быть обломки газового гидрата.

Озеро Байкал – самое крупное хранилище пресной воды на планете. Объем озера - 23615 км³, что составляет около 20% мировых запасов поверхностных пресных вод [1]. В число уникальных особенностей Байкала входят найденные в донных осадках газовые гидраты, а также многочисленные пузырьковые выходы газа - ПВГ из дна озера [2,3]. В 2000-х годах был организован ежегодный поиск и мониторинг ПВГ. На сегодняшний день обнаружено более 100 мелководных ПВГ, глубина которых не превышает глубину устойчивости газовых гидратов (380 м), и более двух десятков глубоководных ПВГ. Мелководные выходы газа, как правило, приурочены к району дельты реки Селенги, где сосредоточено более 90% всех мелководных выходов газа. Глубоководные выходы газа, на сегодняшний день, найдены во всех котловинах озера Байкал (рис. 1). Максимальная высота зарегистрированного факела составляет 1025 метров при глубине 1285 м, расположен в южной котловине озера в районе грязевого вулкана «Маленький». Самый глубоководный выход газа зарегистрирован в центральной котловине в районе грязевого вулкана «Санкт-Петербург», глубина выхода газа составляет 1390 метров, а высота факела 950 метров.

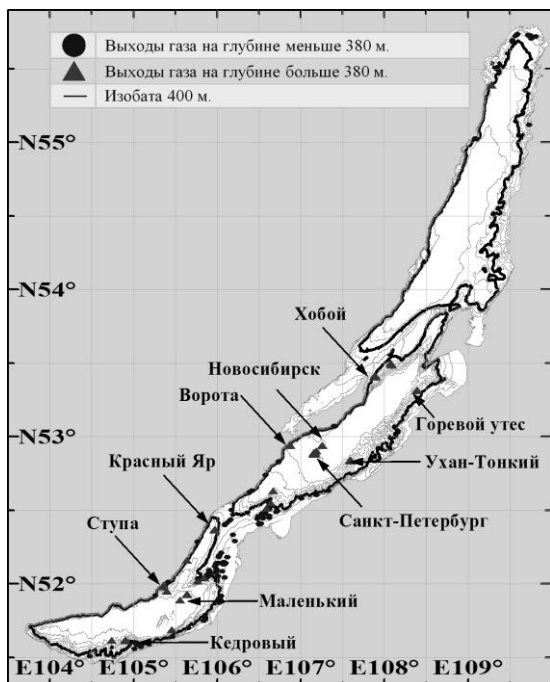


Рис. 1. Карта пузырьковых выходов газа озера Байкал.

Согласно нашим данным существуют глубоководные выходы газа активные при всех посещениях («Санкт-Петербург», «Красный-Яр», «Ворота»), так же есть выходы газа, которые активны время от времени («Маленький», «Новосибирск») [3]. На сегодняшний день зарегистрировано три случая «извержений» - начала активности ПВГ. Первое событие было зарегистрировано в 1:22 18.07.2012 в районе ПВГ «Маленький», глубина места 1295 м. Высота факела возросла до 783 м. менее чем за 1 час, средняя скорость увеличения высоты факела составила 17 см/сек. Эта скорость соответствует пузырькам с диаметром от 1 до 2 мм [5]. Порции газа выбрасывались с интервалами от 2 до 7 мин (рис. 2а) образуя на эхограмме облака всплывающих пузырьков. Второе извержение было зарегистрировано в 3:28 19.07.2012, в районе ПВГ «Санкт-Петербург», глубина места 1377 м. Высота факела возросла до 905 м. за 1 час 19 минут. Средняя скорость увеличения высоты факела составила 19 см/сек. Благодаря отсутствию дрейфа научно исследовательского судна, всплывающие облака пузырьков газа зарегистрированы на эхограмме, в виде характерных

непрерывных полос которые соответствуют всплыванию отдельных порций газа. Порции газа выбрасывались с интервалами от 7 до 11 мин (рис. 2б). Третье извержение было зафиксировано 6 сентября 2012 года в 3:04 в районе ПВГ «Маленький». Средняя скорость увеличения высоты факела составила 17,7 см/сек. Порции газа извергались с интервалами от 3 до 8 минут.

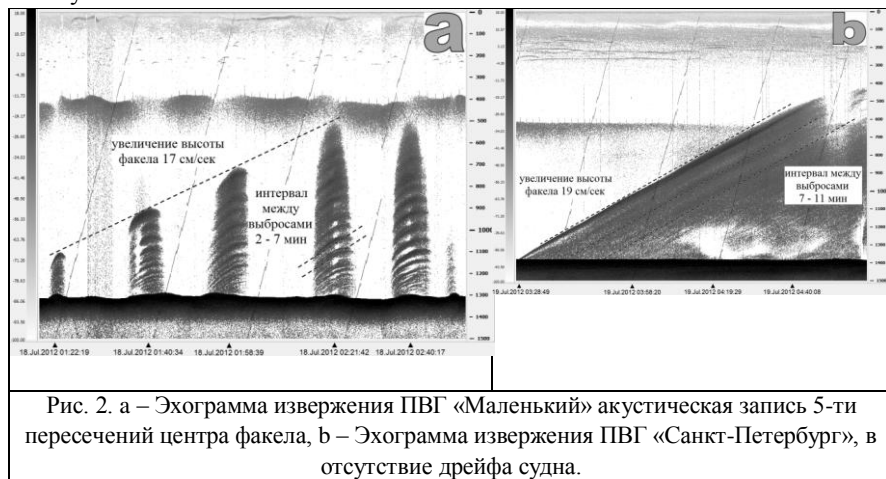


Рис. 2. а – Эхограмма извержения ПВГ «Маленький» акустическая запись 5-ти пересечений центра факела, б – Эхограмма извержения ПВГ «Санкт-Петербург», в отсутствие дрейфа судна.

Весной 2013 года была выполнена стационарная акустическая съемка ПВГ «Ступа» со льда озера. В течение 5 часов наблюдались всплывающие, со скоростями от 9 до 24 см/сек, ансамбли пузырьков. Кроме этого, было зарегистрировано 5 случаев высоких, до 42 см/сек, скоростей всплывания акустических неоднородностей на глубинах от 250 до 50 м (рис. 3). Согласно [5], газовые пузыри не могут всплывать со скоростью 42 см/сек. Скорее всего, мы наблюдали всплывание газовых гидратов. По нашим оценкам их размеры составляли от 10 до 30 см. Подтверждение возможности всплывания газовых гидратов было получено летом 2013 года. В районе ПВГ «Ступа» после подъема комплекса «Розетта», которая касалась дна, на поверхности воды были зафиксированы, разрушающиеся газовые гидраты.

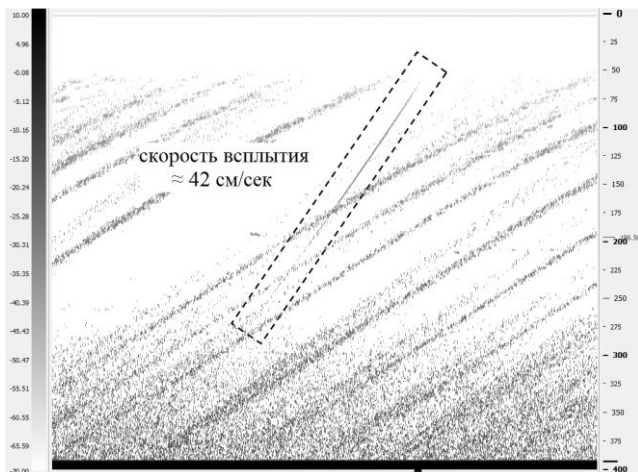


Рис. 3. Акустическая запись всплывания фрагментов газового гидрата на ПВГ «Ступа» со льда озера.

Впервые зарегистрированы извержения (начало активности выходов газа). По гидроакустическим данным определены скорости роста высоты газовых факелов. Со льда озера были зафиксировано всплывание акустических неоднородностей со скоростями, значительно превышающими скорости, характерные для газовых пузырьков. Такие скорости, свидетельствуют о всплывании фрагментов газовых гидратов, формирующихся в приповерхностном слое донных отложений. Летом 2013 года получено подтверждение возможности всплывания газовых гидратов до поверхности озера.

Работа была проведена при поддержке проекта VIII.76.1.5, междисциплинарных проектов СО РАН № 73 и № 132 и программы Президиума РАН 23.9.

1. Shimaraev M.N., Verbovov V.I., Granin N.G., Shertyankin P.P. Physical limnology of Lake Baikal, BICER, Irkutsk-Okayama. 1994.
2. Granin N.G., Granina L.Z. Gas hydrates and gas venting in Lake Baikal. Russian Geol Geophys. 2002. №43. С.629–637.

3. *Granin N.G., Makarov M.M., Kucher K.M., Gnatovsky R.Y.* Gas seeps in Lake Baikal-detection, distribution, and implications for water column mixing. *Geo-Marine Letters*; 2010; 30(3-4):399-409.
4. *Granin N.G., Muyakshin S.I., Makarov M.M., Kucher K.M., Aslamov I.A., Granina L.Z., Mizandroutsev I.B.* Estimation of Methane fluxes from bottom sediments of lake Baikal. *Geo-Marine Letters*; 2012; 32(5):427-436.
5. *McGinnis D.F., Greinert J., Artemov Y., Beaubien S.E., Wüest A.* Fate of rising methane bubbles in stratified waters: How much methane reaches the atmosphere? *J. Geophys. Res.*, 2002. -111, C09007, doi:10.1029/2005JC003183.