



КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДЫ ШПИЦБЕРГЕНА И ПРИЛЕГАЮЩЕГО ШЕЛЬФА



*Тезисы докладов XIV Всероссийской научной
конференции с международным участием
(г. Мурманск, 30 октября–2 ноября 2018 г.)*

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Российская академия наук
Кольский научный центр
Мурманский морской биологический институт



КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДЫ ШПИЦБЕРГЕНА И ПРИЛЕГАЮЩЕГО ШЕЛЬФА

Тезисы докладов XIV Всероссийской научной
конференции с международным участием
(г. Мурманск, 30 октября–2 ноября 2018 г.)

Апатиты
2018

УДК 574.5

Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа: Тез. докл. XIV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (г. Мурманск, 30 октября–2 ноября 2018 г.). Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2018. 133 с.

ISBN 978-5-91137-374-0

DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.374.0

Представлены материалы XIV Всероссийской научной конференции с международным участием “Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа” (г. Мурманск, 30 октября–2 ноября 2018 г.), посвященные различным аспектам современных исследований архипелага.

Редколлегия:

д.б.н. П. Р. Макаревич (ответственный редактор),
к.г.н. Д. В. Моисеев, к.б.н. Д. Р. Дикаева, к.х.н. Н. Е. Касаткина

*Мероприятие проведено в рамках темы Госзадания ММБИ КНЦ РАН
“Комплексные исследования экосистем фьордов и морей, омывающих архипелаг Шпицберген”,
издание опубликовано при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации (соглашение № 007-02-2018-610)*

Фото на обложке: О. Л. Зими́на

Научное издание

Технический редактор: В. Ю. Жиганов
Подписано к печати 30.08.2018. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 17,9. Тираж 200 экз. Заказ № 19.
ФГБУН ФИЦ КНЦ РАН
184209, г. Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14
naukaprint.ru

© Коллектив авторов, 2018
© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Мурманский морской биологический институт
Кольского научного центра Российской академии наук, 2018

(фронтный) для припая и в протяженной области (двухфазной зоне) – для донных осадков. Подледный слой воды полагается однородным вследствие конвективного перемешивания при температуре, равной температуре замерзания, понижающейся за счет отторжения соли при нарастании льда. Атмосферный форсинг задавался данными метеостанции зимы 2015/2016 г. пос. Свеагрува, расположенной на северо-западном берегу залива. Начало расчетов соответствовало устойчивому переходу температуры воздуха через точку замерзания и уточнялось по ледовым картам архипелага. Результаты моделирования показали, что льдообразование на мелководье существенно увеличивает соленость морской воды. При глубине 0.5 м она достигала 160 ‰, что соответствует температуре замерзания ниже -9 °С. Сохранение незамерзающего подледного слоя теоретически исключает смерзание припая с дном даже при самых низких температурах, что не противоречит результатам лабораторных экспериментов по адгезии льда в соленой воде (Хименков, Брушков, 2003). Как следует из расчетов, на глубинах, превышающих 3 м, влияние увеличения концентрации соли ослабевает и его влияние на толщину припая становится незначительным. В реальности, благодаря горизонтальному перемешиванию, соленость не достигает таких значений. Вместе с тем, анализ гидрологических измерений показал малую величину приливных колебаний (0.2–0.5 м). При незначительности обусловленных ими реверсивных адвективных потоков соли, влияние прилива не оказывает большого эффекта на интенсивность льдообразования на временных масштабах порядка сезона. Вероятно, модельный рост солености характерен для локальных застойных зон с глубинами менее 1 м. Как и ожидалось, понижение температуры воды приводит к промерзанию грунта, причем наиболее быстро и глубоко замерзает дно на минимальной глубине (около 1 м на глубине 0.5 м). При этом временная изменчивость льдообразования в слое воды значительно выше, чем донных отложений. Полученные оценки соответствуют как данным прямых измерений припая, так и представлениям о процессе замерзания донного грунта (Nearshore ..., 2007). Однако, из-за неизвестности его тепломассобменных свойств, вопрос о количественных оценках процесса остается открытым и может быть прояснен при постановке специальных полевых экспериментов.

Литература

- Тепломассоперенос* в промерзающих и протаивающих грунтах / В. И. Васильев, А. М. Максимов, Е. Е. Петров, Г. Г. Цыпкин. М.: Наука, 1997. 224 с.
- Хименков А. Н., Брушков А. В. Океанический криолитолиз. М.: Наука, 2003. 336 с.
- Nearshore Arctic subsea permafrost in transition / V. Rachold, D. Y. Bolshiyarov, M. N. Grigoriev et al. // EOS: Trans. AGU. 2007. Vol. 88(13). P. 49–156.
- Shestov A., Wrangborg D., Marchenko A. Hydrology of Braganzavågen under ice-covered conditions // Proc. 23rd Int. Conf. Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC 2015), June 14–18, 2015, Trondheim, Norway. Trondheim, Norway: Norwegian University of Science and Technology, 2015. P. 1059–1069.

СОДЕРЖАНИЕ И ЭМИССИЯ МЕТАНА В АТМОСФЕРУ В ДОМИНАНТНЫХ ЛАНДШАФТАХ ТИПИЧНЫХ ТУНДР ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

А. А. Васильев^{1,2}, И. Д. Стрелецкая³, Г. Е. Облогов^{1,2}

¹Институт криосферы Земли ТНЦ СО РАН, г. Тюмень, Россия

²Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

³Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

В связи с потеплением климата в литературе активно обсуждается проблема эмиссии метана в атмосферу за счет деградации мерзлоты и ее влияния на прогнозируемые климатические изменения. Оценки возможных последствий выделения метана при деградации мерзлоты во многом расходятся. По мнению многих исследователей (АМАР ..., 2015 и др.), дополнительная эмиссия метана из протаивающих субаквальных многолетнемерзлых пород может быть серьезным фактором изменения климата в Арктике. Напротив, по другим оценкам (Streletskiy et al., 2014), эмиссия метана за счет

деградации мерзлоты в континентальных условиях и на шельфе не может существенно повлиять на климат. Столь разные оценки последствий дополнительной эмиссии метана из протаивающих мерзлых толщ в первую очередь связаны с недостаточной изученностью содержания метана в сезонно-талом слое и верхних горизонтах многолетнемерзлых пород, которые и являются источником эмиссии биогенного метана в атмосферу.

Ландшафтная структура типичной тундры в районе Марре-Сале изучалась на основе дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1:2000 и наземных маршрутных наблюдений. Доминантными ландшафтами в ранге урочищ здесь являются дренированные тундры (33 %), увлажненные тундры (17 %), болота (16 %), овраги (11 %), дренированные песчаные поля (11 %) и заболоченные полигональные тундры (9 %). Остальные ландшафты имеют подчиненное значение. Каждый тип ландшафтов в ранге урочища характеризуется специфическими морфологией, литогенной основой, составом пород сезонно-талого слоя, влажностным режимом, типом тундровых почв, растительностью, температурным режимом мерзлоты и глубиной сезонного оттаивания.

Для отбора образцов в каждом доминантном ландшафте в 2016 и 2017 гг. проходились узкие шурфы на всю мощность сезонно-талого слоя с заглублением в мерзлоту на 5–10 см. В 2016 г. опробование проводилось в конце сезона оттаивания (третья декада августа), а в 2017 г. – во второй-третьей декаде июля, что соответствует пику эмиссии метана в атмосферу. Из стенок шурфов методом режущего кольца отбирались цилиндрические образцы грунта объемом 30 см³ и помещались в шприцы объемом 150 мл. Дегазация отобранных образцов выполнялась методом “head space”. Из шприцов пробы газа перекачивались в 20-миллиметровые стеклянные флаконы с водно-солевым затвором и в таком виде транспортировались в лабораторию.

В конце июля 2017 г. были проведены измерения потоков метана в доминантных ландшафтах дренированной, увлажненной и полигональной тундры, болоте и заболоченном днище оврага. Использовался статический камерный метод. Образцы газа из камеры отбирались в начале ее установки и каждый час в течение трех часов.

Установлено, что содержание метана в доминантных ландшафтах типичной тундры меняется в очень широких пределах. В сезонно-талом слое дренированных и увлажненных тундр и песчаных полей содержание метана составляет всего 5–300 ppm. В обводненных и заболоченных ландшафтах полигональной тундры, болотах и U-образных днищах логов и оврагов содержание метана в сезонно-талом слое достигает 1500–5000 ppm. Понятно, что ландшафты с низким содержанием метана не могут служить более или менее заметным источником эмиссии метана в атмосферу. Напротив, ландшафты с высоким содержанием метана представляют собой существенные источники эмиссии. Учитывая ландшафтную структуру, можно заключить, что только около 30–40 % территории типичной тундры являются источниками эмиссии метана в атмосферу.

Обращает на себя внимание увеличение содержания метана с глубиной, при этом максимальные содержания характерны для мерзлых пород, слагающих промежуточный слой, непосредственно под тальми породами. Это наблюдается во всех типах ландшафтов.

Анализ изотопного состава метана из сезонно-талого слоя показывает, что он характеризуется более тяжелым составом по сравнению с мерзлыми толщами. Средняя величина $\delta^{13}\text{C}(\text{CH}_4)$ для метана сезонно-талого слоя по 26 образцам составляет -63.6‰ , стандартное отклонение $\pm 5.6\text{‰}$, в то время как в мерзлых породах -68.6‰ и $\pm 7.3\text{‰}$ соответственно. Таким образом, наблюдается закономерное утяжеление изотопного состава с глубиной с приближением к такому составу метана в мерзлых толщах. Это позволяет утверждать, что в процессе эмиссии метана из сезонно-талого слоя в атмосферу происходит его фракционирование. В первую очередь за счет большей подвижности в атмосферу эмитирует метан с более легким изотопным составом, а в сезонно-талом слое остается метан с более тяжелым составом.

Измерения показали, что максимальный поток метана в атмосферу наблюдается в ландшафтах болот и достигает $14.4 \pm 3.55\text{ мг/м}^2$ в сутки ($20.3 \pm 5.07\text{ мл/м}^2$ в сутки). В обводненных днищах оврагов и логов поток метана составил $3.1 \pm 0.89\text{ мг/м}^2$ в сутки ($4.43 \pm 1.27\text{ мл/м}^2$ в сутки). Однократное измерение потока метана в заболоченной полигональной тундре показало, что в этом типе ландшафтов поток может достигать 100 мг/м^2 в сутки. В остальных типах ландшафтов поток метана в атмосферу близок к нулю.

Таким образом, потоки метана в типичных тундрах Западного Ямала примерно в 1.5–2.0 раза меньше, чем в тундрах Аляски (Long-term ..., 2017).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 18-05-60004, 16-05-00612).

Литература

AMAP Assessment 2015: Methane as an Arctic climate forcer. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway, Vii., 2015. 139 p.

Long-term release of carbon dioxide from arctic tundra ecosystems in northern Alaska / E. S. Euskirchen, M. S. Bret-Harte, G. R. Shaver et al. // *Ecosystems*. 2017. Vol. 20. P. 960–974.

Streletskiy D., Anisimov O., Vasiliev A. Permafrost degradation // *Snow and Ice-Related Hazards, Risks and Disasters*. New York: Elsevier, 2014. P. 303–343.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ТЕХНИЧЕСКИХ АВАРИЙ

Ю. А. Виноградов, А. В. Федоров

Федеральный исследовательский центр “Единая геофизическая служба РАН”, г. Обнинск, Россия

26 октября 2017 г. в районе российского пос. Баренцбург на архипелаге Шпицберген произошла катастрофа. Вертолет МИ-8 авиакомпании “Конверс Авиа”, обслуживающий трест “Артикуголь”, потерпел крушение, когда следовал из законсервированного пос. Пирамида в пос. Баренцбург. На борту находились пять членов экипажа и трое сотрудников НИИ Арктики и Антарктики (Сообщение ..., 2017). Первое сообщение о возможной аварии передала Норвежская спасательная служба в 15 ч 45 мин местного времени. В сообщении говорилось, что российский вертолет пропал с экранов радаров в 15 ч 35 мин, предположительно в районе мыса Хеер, примерно в 2 км от берега, спасатели направили к месту крушения два судна и один вертолет. Погодные условия не способствовали поиску, и так как в предполагаемом месте обломков вертолета обнаружено не было – зона поиска была расширена. Дополнительно к поиску были привлечены беспилотные подводные лодки. Ночью 29 октября к поиску подключились более 40 спасателей МЧС России. Корпус вертолета был обнаружен в 2 км северо-восточнее мыса Хеер на глубине 290 м. В ходе проведения поисково-спасательной операции было найдено тело одного погибшего, два бортовых самописца и поднят со дна корпус вертолета.

Кольский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба РАН” (КоФ ФИЦ ЕГС РАН) с 1979 г. проводит сейсмологический мониторинг на архипелаге Шпицберген сетью сейсмических станций (Формирование ..., 2012). В 2010 году к сейсмическому мониторингу был добавлен инфразвуковой (Маловичко и др., 2014). Сейсмоинфразвуковой комплекс расположен в районе мыса Хеер, недалеко от вертолетодрома Баренцбурга. Комплекс состоит из широкополосной сейсмической станции Guralp 3-ESP, трех низкочастотных микрофонов, расположенных триангулярно и разнесенных на расстояние 150–180 м друг от друга (Сейсмоинфразвуковой ..., 2014). Данные с комплекса поступают в информационно-обрабатывающий центр КоФ ФИЦ ЕГС РАН в режиме реального времени, где проводится их обработка, анализ и сохранение (Сейсмоинфразвуковой ..., 2012).

26 октября в 15 ч 8 мин 8 с местного времени сейсмостанция сейсмоинфразвукового комплекса записала непонятные сейсмические сигналы, еще через 8 с сильные инфразвуковые сигналы были записаны инфразвуковой частью комплекса. Первичная оперативная обработка полученных сигналов позволила определить точное местоположение их возникновения, совпавшее впоследствии с точностью до 200 м с местом обнаружения упавшего вертолета. Детальный анализ частотного и амплитудного состава полученных сейсмических и инфразвуковых сигналов позволил не только определить точное место и время (которое более чем на 25 мин оказалось раньше, чем было объявлено Норвежской спасательной службой) падения вертолета, но и определить траекторию его движения до момента падения, а также восстановить детали катастрофы.

Результаты работы показывают, что наличие систем комплексного мониторинга позволяет оперативно определять точные места возникновения аварийных ситуаций в сложных арктических условиях, что должно способствовать более оперативному устранению их последствий или осуществлению поисково-спасательных операций.



Российская Академия Наук
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
Мурманский морской биологический институт
РОССИЯ, Мурманск, ул. Владимирская, д. 17

