

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Пушкинский научный центр биологических
исследований Российской академии наук»
(ФИЦ ПНЦБИ РАН)

142290, г. Пушкино Московской обл.,
проспект Науки, д.3.
Тел./факс: (4967)73-26-36,
e-mail: info@pncbi.ru, <https://www.pbcra.ru>
ОКПО 02699688, ОГРН 1025007768983, ИНН/КПП
5039002841/503901001

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФИЦ ПНЦБИ РАН
д.ф.-м.н. Грабарник П.Я.



2024 г.

11.03.2024 № 191-01-2115/191
На № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию
Задорожной Наталии Александровны

«Метан в мерзлых и протаивающих породах западной Арктики»
на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 1.6.7. – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Работа выполнена Наталией Александровной Задорожной в Институте криосферы Земли СО РАН, обособленном структурном подразделении ФГБУН «ФИЦ Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», основной целью заявлена оценка влияния геокриологических и ландшафтных условий на содержание и динамику метана в мерзлых и протаивающих породах основных геолого-стратиграфических комплексов четвертичных отложений в Западной Арктике в условиях потепления климата.

Во введении обозначены актуальность, объект - многолетнемерзлые и протаивающие породы Западной Арктики и предмет исследования – содержание в них метана, его генезис и изотопный состав, цели и задачи работы, описан личный вклад автора, научная новизна и практическая значимость, сформулированы защищаемые положения, дана оценка достоверности полученных результатов и приведена информация об их апробации.

Работа достаточно объемна (180 страниц), состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Текст проиллюстрирован 90 рисунками, картами и таблицами. Список литературы содержит 152 наименования, из которых половина относится к англоязычным. Результаты были опубликованы в 8 работах, из которых 2 - в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 - в тезисах и трудах конференций.

В первой главе описано значение исследования метана в мерзлых и протаивающих породах и изученность этого вопроса.

Вторая глава содержит описание природных условий исследуемого района. Исследования проводились в устье реки Печора (стационары Болванский, Кашин, Кумжа), на стационаре Марре-Сале (Западный Ямал) и вблизи поселка Тазовский. Приведено физико-географическое описание, особенности рельефа и ландшафтной структуры.

Третья глава содержит описание геокриологических условий исследуемого района и строение четвертичных отложений. Приводятся сведения о распространении, мощности и строении многолетнемерзлых пород, их температурном режиме и сезонном протаивании, дается определение переходного слоя.

В четвертой главе описаны методические подходы изучения содержания метана в мерзлых и протаивающих породах, как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Пятая глава содержит полученные сведения о содержании метана в многолетнемерзлых и протаивающих породах и подземных льдах. Отдельно рассматриваются многолетнемерзлые породы и ситуация в сезонно-талом и переходном слое на изученных автором участках, дополнительно сделан обзор опубликованных и архивных данных по подземным льдам Сопочной Карги. Проанализировано влияние климатических условий на содержание метана в протаивающих породах и изотопный состав метана.

В заключении сформулированы основные научные результаты.

Автореферат отражает содержание текста диссертации. Основные результаты работ достаточно полно изложены в опубликованных статьях.

Парниковый эффект, влияющий на температурный режим Земли, зависит от концентрации метана в атмосфере. Так как в отложениях криолитозоны содержится заметное количество метана, количественные оценки представляют интерес. Так что выбранная соискателем тематика относится к актуальным. Сочетание самостоятельной работы на обнажениях и большого массива результатов лабораторных анализов позволяет выдвигать обоснованные научные предположения и построения. Коллектив, в котором выполнена работа, является ведущим в геокриологических исследованиях Западной Сибири, что позволило комплексно подойти к решению поставленных задач. Диссертационная работа является законченным научным исследованием, новизна и достоверность полученных данных не вызывает сомнений, результаты могут быть использованы при подготовке учебных материалов, а также для планирования дальнейших исследований. Вместе с тем, хотелось бы обратить внимание автора на ряд моментов, которые могли бы улучшить впечатление о работе.

В приводимых доводах присутствуют неточности, так, указанная в актуальности высокая сила парникового эффекта метана (у метана активность в 28 раз выше чем у углекислого газа) снижается его невысокой концентрацией в атмосфере Земли по сравнению с другими парниковыми газами (содержание углекислого газа, например, выше в 200 раз), таким образом – результирующий парниковый эффект метана ниже, а не выше, чем от углекислого газа. То, что автор использовал данные из опубликованных статей, не отменяет необходимости критически относиться к используемым источникам. Огромные запасы парниковых газов, о которых идет речь далее, не связаны напрямую с запасами органического углерода в отложениях – это всего лишь субстрат, доступный для микроорганизмов, таких как денитрификаторы, железоредукторы и сульфатредукторы, формирующих низкий редокс-потенциал, абсолютно необходимый для метанобразования. Добавлю, что метан может в анаэробных условиях образовываться путем восстановления углекислого газа водородом, что подтверждается более низкими значениями изотопного состава метана, чем это было бы, например, при образовании метана из ацетата, формиата или метиламинов, то есть из органических субстратов. Известно, что метанобразование при относительно низких температурах идет активнее из CO_2/H_2 , чем, например, из ацетата (Ривкина и др. 2002, Rivkina et al., 2007). Содержание метана в отложениях Арктики изучалось многими исследователями, особенно в восточном секторе, да и в западной части работы начались достаточно давно, о чем свидетельствуют многочисленные ссылки, приводимые в работе. В том числе изучалась и зависимость содержания метана от генезиса отложений (например, статья в Докладах РАН Ривкиной и др., 1993). Биогенное происхождение метана в почвах было подтверждено задолго до статьи Стрелецкой 2018 года, на которую ссылается автор. То же касается и вопросов диффузии – было бы уместно

привести еще хотя бы несколько публикаций, дополнительно к работе Брушкова 2002 года. В разделе о исследованиях метана наблюдается путаница. Так, делается вывод об отсутствии активности микроорганизмов при отрицательных температурах, в то время как приводятся ссылки на работы, где как раз показано ее присутствие (например, Rivkina et al., 2000, Panikov et al., 2006, а вот в работах Краева, Шмелева и Васильева об исследовании активности микроорганизмов речь не идет). Неудачно сформулировано название первой главы – метан является неотъемлемым компонентом отложений, поэтому не может рассматриваться как проблема. В статье Abramov et al., 2021, процитированной в работе, не рассматриваются вопросы распределения метана, она посвящена возрасту мерзлых отложений и его связи с временем криоконсервации микроорганизмов.

Являясь, по сути, обзором литературы, первая глава страдает от непоследовательности изложения, тексту не хватает структурированности и внятного обобщения. На взгляд оппонента, вывод о том, что эмиссия метана из пород (особенно СТС) контролируется его концентрацией не точен, все же, определяющую роль играет активность микроорганизмов, его продуцирующих.

Глава вторая могла бы быть сокращена без ущерба для работы, анализу климатических изменений посвящено множество публикаций, тем более что в работе анализируются данные из открытых источников. Основной упор делается на динамике температур воздуха, а не пород, хотя можно было бы использовать данные о температурном режиме СТС по скважинам.

В формулировке задач стоило бы уточнить рассматриваемые временные рамки эволюции криолитозоны.

В описании методики указано, что выполнялись определения изотопного состава углекислого газа, но результаты не приводятся, возможно это опечатка. На некоторых рисунках (5.7, 5.10, 5.44) концентрация метана дана в ppmv, для удобства сравнения было бы логично пересчитать в мл/кг как сделано в тексте.

Вывод о уникальности показателей содержания метана для разных стратиграфогенетических комплексов (рисунок 5.22) делается на основании усредненных значений, очевидно, что при осреднении для каждого комплекса будет получен свой показатель. Отмечу, что среднее содержание метана в отложениях Каргинской и Салехардской свиты, а также в голоценовых и Казанцевской - одинаковы. С другой стороны, среднее содержание метана в отложениях одного комплекса для разных районов также различается. Таким образом, первое защищаемое положение требует уточнения.

Что касается запаса метана в переходном слое, отмечу, что высвобождение его при углублении СТС будет растянуто во времени. Требуется уточнения, на основании чего сделано оценка «серьезности» этого источника.

Как было не раз упомянуто в работе, для метаногенеза необходимы анаэробные условия, поэтому к основным факторам следует относить особенности ландшафтов, связанные с увлажнением, температурный фактор играет второстепенную роль. В формулировках автор ссылается на температуры воздуха, в то время как предметом исследования являются процессы, происходящие в породах.

Вывод о том, что изотопный состав метана в сезонно-талом слое всегда тяжелее, чем в подстилающих мерзлых породах не везде подтверждается приведенными диаграммами, на которых присутствуют значения в подстилающих породах легче, чем в СТС.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация Задорожной Наталии Александровны «Метан в мерзлых и протаивающих породах западной Арктики» на соискание ученой степени кандидата наук является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК и п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30.01.2002 г. № 74 (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 20.06.2011 г. № 475), а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени

