

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.1.214.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ТИХООКЕАНСКОГО ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА ИМ. В.И. ИЛЬИЧЕВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 19 апреля 2024 г, № 4

О присуждении Холмогорову Андрею Олеговичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата географических наук.

Диссертация «ПЕРЕНОС РАСТВОРЕННОГО МЕТАНА ТЕЧЕНИЯМИ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ МИРОВОГО ОКЕАНА» по специальности 1.6.17 – Океанология принята к защите 15 февраля 2024 г., протокол № 2 диссертационным советом 24.1.214.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН), 690041, Приморский край, г. Владивосток, Балтийская, 43, утверждённого приказом Минобразования России № 105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель – Холмогоров Андрей Олегович, 13 декабря 1986 года рождения в 2009 году окончил Дальневосточный Государственный Технический Университет (ДВПИ им. В.В. Куйбышева), г. Владивосток, РФ. В 2023 г. окончил аспирантуру в ТОИ ДВО РАН, работает младшим научным сотрудником в лаборатории комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, в котором выполнена настоящая диссертация.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, доцент, Шакиров Ренат Белалович, гражданин РФ, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией газогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва

Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. *Шевко Елизавета Павловна*, гражданин РФ, доктор геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории прогнозно-металлогенических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и минералогии им В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

2. *Макаров Михаил Михайлович*, гражданин РФ, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Южно-Сахалинск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории цунами Шевченко Георгием Владимировичем и кандидатом геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории вулканологии и вулканопасности Веселовым Олегом Васильевичем, утвержденном директором института, д.ф.-м.н. Л.М. Богомоловым, указали, что диссертационная работа А.О. Холмогорова представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой получен ряд важных научных результатов, имеющих существенное прикладное значение. В изучаемых акваториях автором показано пространственное распределение растворенного метана, выявлены особенности его переноса от источника в направлениях движения вод под действием существующих в них течений, что подтверждает одно из основных положений диссертации. Показано также, что во многих случаях зоны высокой концентрации находятся ниже сезонного пикноклина, что указывает на важную роль термохалинного барьера, не пропускающего метан в поверхностный слой моря и далее в атмосферу, что также является весомым научным результатом.

Соискатель имеет 17 статей (21.25 п.л.), опубликованных по теме диссертации, 14 статей (18.37 п.л.) в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об

опубликованных работах. В четырех статьях вклад соискателя более 50%, в остальных вклад соискателя равнозначный с соавторами.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Kholmogorov A.**, Ponomarev V., Syrбу N., Shkorba S. Dissolved Methane Transport in the Tatar Strait and the Deepest Basin of the Japan (East) Sea from Its Possible Sources // *Water*. 2023. Vol. 15. Art. no. 821. <https://doi.org/10.3390/w15040821>.

2. **Kholmogorov A.O.**, Syrбу N.S., Shakirov R.B. Influence of Hydrological Factors on the Distribution of Methane Fields in the Water Column of the Bransfield Strait: Cruise 87 of the R/V “Academik Mstislav Keldysh”, 7 December 2021–5 April 2022 // *Water*. 2022. Vol. 14. Art. no. 3311. <https://doi.org/10.3390/w14203311>

3. **Холмогоров А.О.**, Сырбу Н.С., Шакиров Р.Б. Исследование изменчивости концентраций метана в поверхностном слое вод Японского моря в контексте сейсмических событий (по результатам экспедиционных исследований 2017-2018 гг.) // *Геодинамика и тектонофизика. Современная геодинамика*. 2022. Т. 13. № 3. DOI 10.5800/GT-2022-13-3-0642.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, 5 положительных и один отрицательный. Отмечено, что работа посвящена актуальной проблеме переноса метана течениями в различных районах Мирового океана. Данная проблема является важной и актуальной при изучении изменений климата и экологии. Кроме того, метан является ярким поисковым признаком залежей углеводородов. В работе применен интересный подход интеграции газогеохимии и океанологии, выводы автора подтверждаются представленными результатами численного моделирования. Отмечено, что работа выполнена с привлечением большого объема фактического материала, полученного автором в ходе морских экспедиций.

Отзывы без замечаний:

Отзыв из ТИГ ДВО РАН, подписанный директором ТИГ ДВО РАН, к.г.н., Ганзей К.С.

Отзыв из ИО РАН, подписанный в.н.с., к.б.н. Мошаровым С.А.

Отзыв из МГИ РАН, подписанный н.с., к.г.н. Латушкиным А.А.

Отзыв из ИО РАН, подписанный г.н.с., д.ф.-м.н. Морозовым Е.Г.

Отзыв из ГИН РАН, подписанный в.н.с., к.г.-м.н. Челноковым Г.А. В отзыве отмечено отсутствие графиков, показывающих корреляции концентраций метана с температурой воды, которые могли бы подтвердить сделанные выводы.

Отзыв из АО ИО РАН отрицательный, подписанный в.н.с., к.г.н. Ульяновой М.О.

В отзыве высказаны замечания по автореферату:

- 1) Теоретическая и практическая значимость поставленных задач очевидны. Однако непонятно, что автор имеет в виду под «основными влияющими факторами». В исследовании ничего не сказано про биологические источники метана в океане. А ведь именно фотический слой, в котором активно протекают процессы продукции, в том числе метана, подробно рассматривается автором. Кроме того, автор рассматривает только перенос течениями под пикноклином, то есть перенос в горизонтальной плоскости. Вертикальная миграция метана со дна и его аккумуляция под слоем скачка плотности (который является барьерной зоной) не принимается в расчет. Именно это и является основным недостатком работы;
- 2) Апробация работы достаточна. Вопрос только про патент на «Стационарная потоковая камера для отбора газов на границе вода-атмосфера» - не удалось найти его в списках Роспатента;
- 3) Личный вклад значителен. Поэтому излишне автор указывает работы, не относящиеся к теме диссертации;
- 4) Глава 1. «При этом мало внимания уделяется вопросу распределения растворенного в морской воде метана и механизмам его переноса.» Категорически не согласна с утверждением в части распределения метана. Количество публикаций, посвященных метану в воде с годами растет. Либо автор не знаком с ними, либо утверждение необдуманно;
- 5) Глава 2. Используемые в работе методы исследований описаны в автореферате недостаточно. Указанные «экспедиционно-аналитические исследования с теоретическим анализом полученных материалов» могут включать в себя что угодно. Ссылка на Паспорт лаборатории, например, не дает ответа на применяемые методы, виды оборудования, погрешности и лимиты измерений, поскольку данный документ отсутствует в открытом доступе;
- 6) Понятие «приповерхностный слой» весьма расплывчато, о каких горизонтах идет речь?
- 7) Если автор пишет, что высокие концентрации приносятся с юга, а через предложение указывается, что источник повышенных концентраций – донные осадки, то они, согласно рисунку 3, находятся на севере. Не понятно, какой из источников тогда

считается автором основным?

8) Рисунок 3 небрежен, что затрудняет возможность подтверждения выводов. Почему фигурируют разные горизонты – 4 и 5 м для метана и как они соотносятся с горизонтом 15м для скорости течения? Почему взяты течения на глубине 15 м – это ни горизонт отбора метана, ни глубина залегания пикноклина. Что показывает цветная заливка (белый, желтый и фиолетовы цвет) на рисунке 3б? Газовые гидраты (черные треугольники) не удалось обнаружить на рисунках, в связи с этим вывод о взаимосвязи повышенных концентраций метана и источником в донных осадках обсуждать не представляется возможным.

9) Цветовая шкала, указанная слева от рисунка 4а, не применима к рисунку 4б.

10) «Установлено, что в мае-июне растворенный...». Исследования проводились в мае. Почему автор пишет про июнь?

11) На рисунке 6 рельеф на профиле метана и остальных профилях не соответствует друг другу. По профилю метана нельзя понять, был ли пробоотбор в самой глубокой части акватории.

12) Раздел 3.4. Не показано и не доказано воздействие вихря. Максимум метана, как и описанный в разделе 3.3., находится под сезонным пикноклином. Тогда при чем здесь вихрь?

13) Раздел 4.3. «Аномалия прослеживалась вдоль профиля на расстоянии более 200км». Дискретность станций не позволяет сделать такой вывод. Расстояние между точками 54 и 55 слишком велико, чтобы проводить интерполяцию. Разрез, построенный в ПО (Ocean Data View?), имеет слишком вольную интерпретацию.

14) Рисунок 8. Если на станциях, отмеченных черным кружком, вода не отбиралась, то как был построен разрез? На каком горизонте представлены течения?

15) Раздел 4.4. «...повышенные концентрации метана располагаются в верхнем слое воды и не установлена прямая связь с его аномальными концентрациями в осадках». Кроме двух станций придонный слой не был опробован. Выводы об отсутствии связи повышенных концентраций в воде с донными осадками не достоверен.

16) «Это означает, что метан принесен сюда морским течением либо от геологических источников на шельфе Вьетнама...». Изученная область находится близко к суше, где могут существовать потенциальные источники поступления метана с суши или образования *in situ*. Для автора наиболее вероятным является перенос метана за

сотни километров. При этом даже не упоминается время жизни («turnover time») метана в водной толще, его растворимость и другие факторы. Такой односторонний подход к выявлению причин недопустим.

17) Указанные концентрации 6.5-7.6, 4.4-6.4 и 7.6. нМ/л сопоставимы. Считаю, что по таким различиям нельзя делать вывод о переносе вод.

18) Ни текст, ни рисунок 15 не содержат количественную оценку «теплых» и «холодных» вод. Невозможно оценить значимо ли различие водных масс.

19) На рисунке 15 самая северо-западная точка находится в «теплых» водах, однако концентрация там низкая. Автор ничем это не объясняет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и авторитетом в области океанологии, геологии, гидро- и геохимии, а также наличием значительного количества публикаций по теме диссертации и смежным темам.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований и на примере разных районов Мирового океана выявлена и описана общность базовых механизмов переноса растворенного метана. В этой связи особенно важным является использование методической основы на стыке разных дисциплин, которая позволяет интерпретировать источники и аномальные поля метана в различных пространственных и временных масштабах. Соискателем на основе анализа представительного фактического материала, самостоятельно выявлены особенности и доказаны закономерности переноса метана от его придонных источников течениями под нижней границей сезонного пикноклина в разных районах Мирового океана.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что результаты вносят вклад в фундаментальные знания об особенностях распределения метана в области струйных бароклинических течений, мезомасштабных вихрей в различных, не связанных между собой, районах Мирового океана. Благодаря выполненному автором анализу на стыке газогеохимии и океанологии автором впервые показан перенос метана от его придонных источников течениями под нижней границей сезонного пикноклина. Изучение переноса метана морскими течениями важно для понимания углеродного цикла при решении как поисковых задач, так и вопросов, связанных с изменением климата.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики

определяется возможностью их использования для прогноза нефтегазовых залежей. Поля повышенных концентраций метана переносятся под нижней границей сезонного пикноклина течениями от его источников, что позволяет без применения сложных методик прогнозировать области потенциальных залежей углеводородов. Результаты также применимы для реализации научно-исследовательских программ в рамках «климатической повестки», а также для решения задач рационального природопользования. Изучение переноса метана морскими течениями может способствовать разработке новых методов наблюдения и измерения метана в океане. Это важно для разработки более эффективных методов мониторинга и прогнозирования распределения и концентрации метана, в том числе в районах с высокой активностью геологических процессов. Изучение переноса метана помогает оценить экологическое воздействие этого газа на морскую экосистему и климат.

Достоверность результатов исследований определяется большим объемом фактического материала, полученного автором в ходе экспедиционных исследований, а также соответствием фактических материалов определения концентраций газов по разным районам с литературными данными. Достоверность газоаналитических работ определяется современным уровнем применявшегося хроматографического оборудования, методами отбора и подготовки проб, методиками обработки результатов исследований. Методики газогеохимических исследований закреплены в Паспорте лаборатории газогеохимии ПС 1.051-21, утвержденном Свидетельством Росстандарта № 58, в патентах и публикациях сотрудников лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН и отчетах по морским экспедициям и НИР.

Личный вклад соискателя состоит в выдвижении научной проблемы, в непосредственном участии в проведении морских и экспедиционных исследований, экспериментальном подтверждении и апробации результатов, в разработанной методике, подготовке публикаций и докладов по теме работы, в формулировке научных положений. Обработка и интерпретация данных выполнена соискателем. За время работы по теме диссертационного исследования Холмогоров А.О. принял участие в ряде экспедиций, где непосредственно занимался отбором и подготовкой проб, их анализом, а также дальнейшей интерпретацией и публикацией результатов. Основные результаты, изложенные в диссертации, получены автором лично, либо на равных правах с соавторами.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны критические замечания по слабой увязке между собой исследований, выполненных в различных районах, что основные выводы работы не содержат географической привязки, о недостаточной изученности схемы течений Татарского пролива, о биологических источниках метана в океане и о его вертикальной миграции, а также о использовании Лагранжева подхода при моделировании переноса метана.

На задаваемые в ходе заседания вопросы и критические замечания, соискатель дал ответы и привел собственную аргументацию: в задачах диссертации указаны как поиск общих закономерностей, так и выделение специфических факторов, а выводы показывают универсальность применения подхода вне зависимости от района, географическая привязка раскрыта в соответствующих разделах. В диссертации течения рассмотрены по опубликованным схемам (Kim, Yoon 2009), (Ponomarev et al., 2018), основанным на многолетних натурных измерениях, анализу дрейфа дрейфтеров и моделировании, в частности, с помощью Лагранжева анализа. Биологические источники метана в океане, рассмотрены в диссертации, бактериальный синтез метана происходит исключительно в анаэробных условиях, что не возможно вдали от источника.

На заседании 19 апреля 2024 г., Диссертационный совет принял решение, за решение научной задачи по выявлению особенностей и закономерностей переноса метана от его придонных источников течениями под нижней границей сезонного пикноклина в разных районах Мирового океана, присудить Холмогорову Андрею Олеговичу ученую степень кандидата географических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по специальности, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 19, против присуждения учёной степени 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель заседания,
Зам. председателя диссертационного
совета, д.ф.-м.н.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
к.г.н.

22.04.2024 г.



Макаров Д.В.

Храпченков Ф. Ф.