

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук Хрептуговой Анны Николаевны на тему: «Молекулярный состав растворенного органического вещества как экологический маркер для мониторинга воздействия потепления климата на моря российской Арктики» по специальности 1.5.15. Экология.

Автореферат диссертации Хрептуговой А.Н. посвящен решению важной научно-технической проблемы – исследованию молекулярного состава растворенного органического вещества (РОВ) и спектральные свойства образцов морской воды отобранных на всем арктическом шельфе Российской Федерации (РФ) для установления взаимосвязи с динамикой процессов деградации мерзлоты в системе суша-шельф и эмиссии метана на акватории арктических морей РФ, в условиях современного потепления климата. Автором впервые разработана и реализована оригинальная технология позволяющая увидеть индивидуальный “почерк” поступления РОВ со стоком Великих Сибирских рек (ВСР) на обширный шельф Северного Ледовитого океана, что крайне важно для выявления и оценки вклада различных ВСР в углеродный и пресноводный баланс Северного Ледовитого океана.

Актуальность темы не вызывает сомнений, учитывая что в результате деградации (таяния) мерзлоты в арктической системе суша-шельф в современные биогеохимические циклы вовлекается огромное количество древнего органического вещества в растворенной (РОВ) и взвешенной форме. Данная работа посвящена разработке и внедрению новой технологии -инструмента для выявления и оценки путей миграции РОВ из водосборов ВСР, общая площадь водосборов которых составляет около 10 млн кв км, то есть более половины территории всей России (примерно 17 млн кв км), на арктический шельф, и далее в центральную часть Северного Ледовитого океана. Напомним, что запасы органического вещества (ОВ) только в верхнем 3х метровом слое почвы на северных территориях ассоциированных с наличием мерзлоты составляют примерно 1400 млрд тонн, что почти в два раза больше чем общее количество СО в атмосфере, причем основная часть этого гигантского резервуара находится в водосборах ВСР. Из этого следует, что работа А.Н. Хрептуговой вносит значимый вклад в одном из приоритетных направлений Наук о Земле – в области выявления и оценки темпов вовлечения древнего ОВ мерзлоты в современные биогеохимические циклы. Более того, на основе полученных результатов могут быть получены оценки потенциала РОВ как лабильного субстрата для окисления до СО₂-основного парникового газа.

Автором получен ряд весьма интересных результатов, отличающихся научной новизной и практической значимостью. В данном отзыве я не буду вдаваться в описание оригинальных аналитических методических разработок реализованных автором, которые подробно описаны и опубликованы в рецензируемых профессиональных журналах (WoS, Q1). Остановлюсь на фундаментальной важности выполненной работы- на примере наиболее ярких результатов представленных в диссертации. В работе впервые выполнено молекулярное картирование РОВ вод шельфа с выделением обогащенных азотом биодоступных компонентов ОВ вечной мерзлоты и выявлены пространственные градиенты, отражающие влияние ВСР, что формирует концептуальную основу для понимания биогеохимических процессов и моделирования потоков органического углерода в Арктике в условиях климатических изменений. Из этого следует, что

работа вносит новые знания необходимые для уточнения биогеохимических циклов связанных с миграцией и трансформацией РОВ мерзлотного происхождения, что критически для количественных оценок трансформации РОВ, как важнейшего компонента цикла углерода, в целом.

Работа носит ярко выраженный инновационный характер, что можно проиллюстрировать новыми результатами, из которых можно выделить следующие:

1) Разработан метод выделения РОВ в граммовых количествах с использованием насыпного сорбента Bondesil PPL, который успешно применен на научно-исследовательском судне. Показана сопоставимость молекулярных характеристик полученных образцов РОВ с данными описанного в литературе протокола для упакованных картриджей BondElut.

2) Получены репрезентативные образцы РОВ для Карского моря, моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря (более 80% акватории Северного морского пути), отражающие специфику выноса терригенного и мерзлотного ОБ в шельфовые воды Арктики, что открывает возможность их использования в качестве образцов сравнения для оценки изменений выноса РОВ и изучения его трансформации в системе «река–море» в последующих экспедициях.

3) Разработаны прогностические модели «молекулярный состав РОВ – характеристики поглощения и флуоресценции морской воды» (SUVA₂₅₄, ASM₂₈₀), позволяющие использовать спектральные данные для оперативного мониторинга состава органического вещества в морях Арктического шельфа.

В рамках защиты положений представленных на защиту показано, что:

1. Распределение хромофорного РОВ более тесно связано с соленостью и точнее отражает влияние стока сибирских рек на молекулярный состав РОВ морей Восточно-Сибирского шельфа Арктики по сравнению с общим содержанием органического углерода

2. Спектры флуоресценции РОВ вод Арктического шельфа характеризуются пространственным трендом в виде нарастания интенсивности коротковолновой области от Карского моря к Восточно-Сибирскому как свидетельством увеличения вклада азотсодержащих и алициклических карбоксилированных компонентов вечной мерзлоты и аллохтонного морского РОВ в морях Восточной Арктики.

3. Молекулярное картирование водных масс по составу выделенного РОВ методом МС-ИЦР ПФ позволяет идентифицировать биодоступные лабильные компоненты вечной мерзлоты, поступающие со стоком великих сибирских рек, на фоне консервативного углерода морских вод.

4. Молекулярный состав РОВ придонных слоев в регионах с повышенной эмиссией метана характеризуется более высоким вкладом полифенольных соединений.

5. Прогностическая модель «молекулярный состав РОВ – асимметрия спектра флуоресценции РОВ морской воды» и представительные образцы РОВ, выделенные в препаративных количествах из Карского моря, моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, могут стать основой для существенного уточнения баланса цикла углерода в арктической системе суша-шельф, что является одним из приоритетов Наук о Земле.

Положения, выносимые на защиту, и выводы диссертации обоснованы и аргументированы, базируются на фактическом экспериментальном материале и полностью отражают полученные результаты, достоверность и надежность которых не вызывает сомнений, поскольку эти результаты основаны на использовании современных подходов к организации экспериментального оформления и корректно выбранных физико-химических методов анализа.

Результаты исследования отражены в 5 работах, в том числе 5 статьях в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования "eLibrary Science Index", международными базами данных (Web of Science, Scopus, RSCI).

По содержанию автореферата имеется одно замечание, которое носит скорее рекомендательный характер:

“Оценка фракции биодоступного РОВ ассоциированного с различными мерзлотными ландшафтами водосборов Великих Сибирских рек могла бы стать основой для разработки различных сценариев потенциала окисления РОВ до CO₂”. Полагаю, что эта работа запланирована на следующий этап исследований после защиты представленной диссертации.

Несмотря на высказанные замечания, представленные в автореферате материалы позволяют сделать вывод о том, что диссертация Хрептуговой Анны Николаевны на тему: «Молекулярный состав растворенного органического вещества как экологический маркер для мониторинга воздействия потепления климата на моря российской Арктики» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного типа. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.15. Экология (химические науки), а также критериям, определенным п.2. Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова.

Автор диссертационной работы Хрептугова Анна Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Я, Семилетов Игорь Петрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дополнительную обработку.

Зав. лабораторией арктических исследований ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, член-корр. РАН, д.г.н., главный научный сотрудник (ученое звание – старший научный сотрудник)

И.П. Семилетов

16.04. 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук.

690041 г. Владивосток, ул. Балтийская, 43,

Тел. раб. + 8 (423) 231-2342,

igorsm@poi.dvo.ru