

## **Отзыв научного руководителя**

на диссертационную работу **Хрептуговой Анны Николаевны**

«Молекулярный состав растворенного органического вещества как экологический маркер для мониторинга воздействия потепления климата на моря российской Арктики»,

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15. Экология

Хрептугова Анна Николаевна в период выполнения диссертационного исследования проявила себя как целеустремлённый и ответственный молодой учёный, обладающий глубокими знаниями в области экологической химии, а также современными экспериментальными навыками в исследовании молекулярного состава растворенного органического вещества (РОВ).

Диссертационная работа А.Н. Хрептуговой посвящена изучению молекулярного состава РОВ морей Арктического шельфа с целью установления взаимосвязи с нарастанием процессов деградации мерзлоты и эмиссии метана, возникающих в результате глобального потепления климата. В работе уделено пристальное внимание измерению содержания органического углерода в морских водах и определению оптического отклика хромофорного РОВ, который широко используется для мониторинга состояния морских экосистем, включая методы дистанционного зондирования Земли. Предполагалось, что установление взаимосвязи между молекулярным составом РОВ и гидрооптическими свойствами позволит предложить инструмент молекулярного мониторинга глобальных климатических процессов для региона Арктики, наиболее уязвимого к потеплению климата.

В ходе диссертационного исследования показаны уникальные возможности метода масс-спектрометрии ионного циклотронного резонанса с преобразованием Фурье (МС-ИЦР ПФ) для молекулярного картирования РОВ водных масс шельфа Арктической зоны Российской Федерации. Это позволило выявить возрастание вклада биодоступных азотсодержащих компонентов вечной мерзлоты,

поступающих со стоком крупных сибирских рек, в наиболее восточных морях региона - море Лаптевых и Восточно-Сибирском море. Впервые выявлено существование уникального молекулярного пула РОВ арктического шельфа, характеризующегося преобладанием консервативных алициклических структур, высоко замещённых карбоксильными группами. Установлена корреляционная взаимосвязь между эмиссией метана и вкладом полифенольных соединений в молекулярный состав придонного РОВ в районах интенсивной эмиссии метана, что позволило сделать предположение о биогенном характере этого процесса. Предложена прогностическая модель, связывающая молекулярный состав РОВ с параметрами поглощения и флуоресценции морских вод, что подтверждает возможность использования гидрооптического мониторинга для косвенной оценки молекулярной структуры РОВ.

Результаты диссертационного исследования представлены на научных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах, соответствующих требованиям Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова. Под руководством А.Н. Хрептуговой были выполнены 2 дипломные работы.

Диссертационная работа носит комплексный фундаментально-прикладной характер. Диссертантка приняла личное участие в трех международных и российских арктических экспедициях на НИС «Академик Мстислав Келдыш» в период с 2020 по 2022 г. Исследования проводились с использованием современного океанографического оборудования: системы батометров Нискина и STD-зондирования. Для исследования молекулярного состава РОВ впервые на борту смонтирована установка для препаративного выделения репрезентативных образцов РОВ из трех морей шельфа Российской Арктики. Полученные образцы исследованы методами МС-ИЦР ПФ и спектроскопии ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$  и  $^1\text{H}$ , а оптические характеристики изучены методами спектрофотометрии и флуоресценции. В результате получены воспроизводимые и статистически надёжные данные, что позволило установить закономерности молекулярной организации РОВ и подтвердить достоверность выявленных взаимосвязей между оптическими характеристиками и молекулярными особенностями РОВ. Научная

новизна работы неоспорима и заключается в том, что молекулярный состав РОВ морей Арктического шельфа может служить надёжным молекулярным маркером для разработки инструментов мониторинга климатообразующих процессов, включая деградацию вечной мерзлоты и эмиссию метана, в условиях глобального изменения климата.

Полученные результаты могут служить концептуальной основой для понимания биогеохимических процессов и моделирования потоков органического углерода в Арктике в условиях климатических изменений.

Диссертационное исследование А.Н. Хрептуговой представляет собой завершённое исследование, в котором представлены теоретически обоснованные и экспериментально подтвержденные результаты. Результаты, выводы, а также положения, выносимые на защиту, сформулированные в работе, обладают высокой степенью достоверности и новизны и вносят существенный вклад в развитие направления разработки инструментов молекулярного мониторинга состава РОВ в Арктике - регионе, наиболее подверженному глобальному потеплению климата.

Диссертация «Молекулярный состав растворенного органического вещества как экологический маркер для мониторинга воздействия потепления климата на моря российской Арктики» Хрептуговой Анны Николаевны соответствует требованиям п. 2 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова» и может быть рекомендована для рассмотрения и защиты в диссертационном совете МГУ.014.7 по специальности 1.5.15. Экология (химические науки).

Научный руководитель:

главный научный сотрудник

кафедры медицинской химии и тонкого органического синтеза

Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,

доктор химических наук, профессор

Перминова Ирина Васильевна

Личную подпись *Перминова И.В.*

ЗАВЕРЯЮ: *подпись, печать*

Капустина Т.А.

14.10.2025

Зам.Нач. отдела делопроизводства  
химического факультета МГУ