

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата биологических наук, доцента Мальцева Евгения Ивановича на диссертацию Неплохиной Алисы Андреевны «Диатомовые водоросли торфяных отложений Командорско-Алеутской гряды», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология

Одним из наиболее перспективных и интенсивно развивающихся направлений биостратиграфии на сегодняшний день остаётся микропалеонтология, которая нацелена на изучение пространственного и временного распределения ископаемых микроорганизмов – в первую очередь диатомовых водорослей, фораминифер, динофлагеллят и других групп. Именно диатомовые водоросли завоевали особое место в стратиграфии среди ископаемых микроорганизмов благодаря массовым и частым находкам, высокой скорости видообразования и достаточной сохранности панцирей. Современный уровень развития микропалеонтологии определяется переходом от классических направлений стратиграфии (литостратиграфии, циклостратиграфии и др.) к разработке комплексного подхода для реконструкций палеобстановок осадконакопления. Использование такого подхода предполагает объединение данных событийной стратиграфии, палео- и петромагнитной стратиграфии, анализа стабильных изотопов с результатами изучения останков биологических объектов (диатомовый, спорово-пыльцевой, остракодный, хирономидный анализы).

Одним из перспективных модельных объектов для изучения долгосрочных температурных колебаний и изменений погодных условий является Командорско-Алеутская дуга, которая отделяет Берингово море от Тихого океана. Практичность использования островов данной гряды для оценки климатических изменений в долгосрочном направлении заключается в субарктическом океаническом климате, частой вулканической активности и возможности выбрать для анализа острова, расположенные в пределах нескольких градусов широты. Также особое внимание к Командорско-Алеутской островной гряде обусловлено вхождением данной территории в состав сухопутного моста между Евразией и Северной Америкой в прошлом. Однако, даже учитывая научную значимость данной гряды, для большинства крупных и мелких островов остается практически неизученной голоценовая и даже современная флора диатомовых водорослей. В связи с этим тема диссертационного исследования Неплохиной А.А. «**Диатомовые водоросли торфяных отложений Командорско-Алеутской гряды**» соответствует перспективным направлениям развития науки Российской Федерации в контексте разработки технологий мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды.

Актуальность работы подтверждается необходимостью изучения современной и голоценовой флоры диатомовых водорослей островов Командорско-Алеутской дуги включая таксономический, эколого-географический, статистический анализы с составлением палеореконструкций для понимания глобальных изменений климата в регионе.

Степень обоснованности научных положений, выводов.

Выносимые на защиту научные положения и выводы, изложенные в диссертационной работе, являются результатом специальных и структурированных научных исследований, выполненных Неплохиной А.А. для достижения поставленной цели и решения очерченных задач. Достоверность реконструированной истории развития водоемов, существовавших в голоцене на месте изученных торфяных отложений, определяется использованием целесообразных методов исследования, значительным объемом работ и статистической обработкой результатов.

Представленная диссертационная работа характеризуется надлежащим уровнем оформления и подтверждения результатов, основанных на значительном фактическом материале и большом количестве литературных данных.

Анализируя полученные результаты, представленные в диссертации, необходимо определить следующее.

В Главе 1 **«Особенности Командоро-Алеутской гряды как региона исследования и изученность диатомовых водорослей данного региона»** представлена полноценная информация о физико-географических особенностях Командорско-Алеутской островной гряды, а также охарактеризованы климатические черты региона в голоцене. Дополнительно в обзоре литературы автор делает акцент на участии данных островов в формировании Берингии, сухопутного перешейка, связывавшего северо-восточную часть Азии и северо-западную часть Северной Америки, и последующем эффекте для флоры региона. В контексте обсуждения истории изучения современных и ископаемых диатомовых водорослей островов Командоро-Алеутской гряды Нешлохина А.А. подчеркивает, что за почти столетний период изучения флоры водорослей региона подробные результаты имеются только для нескольких островов (например, о. Беринга, о. Адак). При этом ископаемая и современная флора микроводорослей подавляющего большинства островов остается неизученной. Также в Главе 1 значительное внимание уделено анализу экологических факторов, которые могли оказывать непосредственное влияние на формирование и развитие сообществ водорослей на островах региона в голоцене. Подробно рассмотрено климатическое, вулканическое, орнитогенное и антропогенное воздействие на гидробионтов островов Командоро-Алеутской гряды.

Глава 2 **«Материалы и методы»** посвящена описанию методов и приемов, которые были использованы для реализации отдельных задач и, в конце, – достижения основной цели работы. Исследования проводились альгологическими и палеонтологическими методами. Для изучения динамики видового состава и состава сообществ диатомовых водорослей в голоцене в водоемах островов Командоро-Алеутской гряды был использован диатомовый анализ, подразумевающий определение таксономического состава, относительного обилия створок диатомовых водорослей в слоях отложений и эколого-географическую оценку. Установление таксономической принадлежности выявленных организмов осуществлялось с использованием методов световой и сканирующей электронной микроскопии. Полученные результаты были проанализированы статистическими методами на достаточном уровне значимости. Также в Главе 2 отображена исчерпывающая характеристика физико-географических и климатических особенностей изученных островов Адак, Карлайл, Уналашка и Шемья. В целом научно-методический уровень диссертационной работы не вызывает сомнений.

Глава 3 **«Результаты»** состоит из 9 разделов и содержит анализ и обсуждение всех полученных фактических данных. Разделы 3.1–3.4 представляют детальную характеристику таксономического состава и динамики диатомовых сообществ в водоемах четырех островов Командорско-Алеутской гряды по результатам изучения торфяных отложений. На основании изучения торфяного отложения Макдоналд Поинт с о. Шемья автором установлено, что в течении голоцена в истории водоема можно выделить две крупные временные зоны, сильно отличающиеся по видовому составу диатомовых водорослей и комплексу видов-доминантов. По предположению Нешлохиной А.А. такие кардинальные изменения могли быть вызваны засыпанием песком первичного глубокого водоема, существовавшего до ~4700-4500 л.н., с последующим формированием нового, заболоченного, водоема. Также данная трансформация водоема сопровождалась изменением показателя рН среды. В материале торфяного отложения CR-03 с о. Карлайл автором были обнаружены слои пепла разной мощности, что указывает на высокую вулканическую активность на данном острове в голоцене. На основании анализа послышной динамики численности створок диатомовых водорослей в колонке отложения соискателем предложено выделять три временные зоны в развитии водоема, которые сопровождалась

периодическим высыханием, в том числе и в результате засыпания пеплом. При этом данные события не сопровождались изменением видового состава диатомового сообщества, а сам водоем из-за воздействия морских водных масс оставался солоноватоводным, о чем свидетельствует присутствие солоноватоводных видов *Coscinoides* и *Diploneis*. Изучая колонку с торфяного отложения 6/97, о. Адак, Нешлохиной А.А. установлено, что на протяжении голоцена исследованный водоем существовал в качестве болотной экосистемы небольшой глубины с олиготрофными водами и пониженным показателем рН. На протяжении проанализированного периода (от ~10000 до ~4000 л.п.) водоем массово населяли аэрофильные виды диатомовых водорослей, в первую очередь из родов *Diadesmis* и *Humidophila*. Анализ послойного таксономического состава и динамики численности створок диатомовых водорослей в отложении Илиулиук, о. Уналашка, позволил автору выявить три временные зоны, отличные по видовому составу водорослей и видам-доминантам. При этом в течении всех исторических периодов водоем иногда защелачивался после контакта с вулканическим пеплом, но потом опять возвращался к нейтральным или пониженным значениям рН. Данное предположение подтверждено обнаружением створок предпочитающих щелочные условия видов водорослей из родов *Encyonema*, *Gomphonema* и *Nitzshia*.

Раздел 4 в Главе 3 посвящен таксономическому анализу диатомовых водорослей современных водоемов о. Уналашка. Всего соискателем обнаружено 308 таксонов диатомей видового и внутривидового рангов в 11 пробах, которые включали донные осадки, соскобы с камней и образцы планктона. В целом Нешлохиной А.А. сделано заключение, что в данный момент флора диатомовых водорослей водоемов о. Уналашка представлена эвнциоидными, навикулоидными и гомфоцимбеллоидными водорослями, которые населяют холодные, олиготрофно-мезотрофные воды с пониженными показателями рН.

В разделе 5 представлена общая характеристика диатомовой флоры Командорско-Алеутских островов. Автором резюмировано, что в результате изучения образцов торфяных отложений с островов Адак, Карлайл, Уналашка и Шемья и проб современных водоемов о. Уналашка составлен список из 604 таксонов диатомовых водорослей видового и внутривидового рангов. Эколого-географический анализ показал, что проанализированная флора представлена преимущественно пресноводными бентосными таксонами, предпочитающими олиготрофные условия, а по распространению – космополитными организмами. При этом флоры исследованных островов очень специфичны по видовому составу, а максимальное значение индекса Сьёренсена было равно 0,18 и характеризовало сходство между сообществом с о. Адак и сообществом с о. Уналашка.

В разделе 6 Главы 3 соискателем проанализировано воздействие абиотических и биотических факторов на створки диатомовых водорослей в отложениях и их сохранность. Нешлохиной А.А. отмечен факт растворения панцирей диатомовых водорослей в образцах колонок, полученных из водоемов с пониженными значениями рН. Исходя из результатов проведенного диатомового анализа констатирован низкий уровень сохранности створок в торфяном отложении с о. Шемья и лучшая сохранность диатомей в образцах с других островов, даже учитывая вулканическую активность и воздействие птичьих колоний.

В разделе 7 освещены важные данные, представляющие результаты анализа глобальных изменений климата в регионе Командоро-Алеутской гряды на основании динамики численности диатомовых водорослей. Показано, что положение торфяного отложения и соответствующего ему в голоцене водоема на территории острова в большей степени определяло динамику диатомовых сообществ, чем региональные изменения климата. Среди ключевых локальных факторов, влиявших на развитие сообществ водорослей в исследованный период, соискателем предложено рассматривать изменения уровня моря, наличие птичьих колоний и антропогенное влияние.

Раздел 8 Главы 3 иллюстрирует таксономические описания обнаруженных новых для науки видов диатомовых водорослей из родов *Pinnularia* и *Meridion*. Помимо морфологических описаний и характеристик ультраструктуры, Неплюхиной А.А. представлен сравнительный анализ новых видов с морфологически и экологически близкими таксонами диатомовых водорослей. Необходимо отметить, что описания данных таксонов уже опубликованы в специализированных изданиях, депонированных в наукометрической базе данных Scopus.

Научная новизна исследования и полученных результатов.

Диссертационная работа Неплюхиной А.А. характеризуется внушительной научной новизной, подтверждающей эффективность использования диатомового анализа для оценки глобальных изменений климата на примере островов Командорско-Алеутская дуги. Автором впервые получены таксономические списки и проведен эколого-географический анализ сообществ диатомовых водорослей голоценовой флоры торфяных отложений островов Адак, Карлайл, Уналашка и Шемья, а также современной флоры водоемов острова Уналашка. Неплюхиной А.А. проведена оценка воздействия особых абиотических факторов в регионе исследований, а именно комбинации субарктического океанического климата и частой вулканической активности, на створки диатомовых водорослей в отложениях и их сохранность. Также в рамках диссертационного исследования описано три новых для науки вида диатомовых водорослей. *Pinnularia arkadii* Neplyukhina, Chudaev et Gololobova обнаружена в торфяном отложении на острове Шемья, а два новых вида из рода *Meridion* – в современных водных объектах на острове Уналашка.

Значимость полученных результатов для практики.

Результаты исследований дополняют существующие данные о видовом составе диатомовых водорослей Командорско-Алеутской гряды – как современной, так и голоценовой флоры. Проведенный таксономический анализ и составленные списки видов могут задействоваться при проведении биомониторинга экологического состояния водоемов островов региона. Материалы по динамике сообществ диатомовых водорослей на протяжении голоцена островов Адак, Карлайл, Уналашка и Шемья могут быть использованы для реконструкций палеообстановок в других регионах. Во время работы над диссертацией создана коллекция микрофотографий диатомовых водорослей, которая может стать основой для создания каталога разнообразия водорослей региона и использоваться в учебном процессе во время подготовки дисциплин, посвященных альгологии, экологии и палеоклиматологии.

В целом диссертационная работа выполнена на надлежащем теоретическом и практическом уровне, содержит убедительный фактический материал, оставляет хорошее впечатление и заслуживает высокой оценки. Вместе с тем, следует выделить некоторые вопросы и замечания, требующие дополнительного объяснения или дискуссии.

1. К сожалению, в тексте диссертации присутствуют орфографические ошибки, опечатки и неточности:

- пустые строки под номерами 5 и 9 в списке публикаций в «Введении»;
- отсутствие выделения курсивом названий видов водорослей, например, в подразделах 3.2.2, 3.2.3, 3.3.1 и др.;
- в «Научной новизне», в первом пункте дважды указан остров Карлайл;
- неправильная нумерация рисунков, например, рис. 16 в подразделе 3.2.2, который отсутствует в тексте диссертации;
- отсутствие единого подхода в оформлении ссылок на литературные источники – в основном используется хронологический порядок, однако встречается и алфавитный, также в тексте присутствует несколько вариантов написания ссылок на источники с двумя авторами, например, Patrick, Freese, 1960; Davis and Knecht, 2010; Guiry & Guiry, 2023;

– отсутствие единого алгоритма использования единиц измерения, например, для указания длины используются мили и километры, а для высоты – дюймы, футы и миллиметры;

– сбой в нумерации разделов в Главе 3 – после подраздела 3.4 следует подраздел 4, а не 3.5 и т.д.;

– в разделе 4 Главы 3 имеется ссылка к подразделу 9.2, однако такой подраздел в диссертации отсутствует.

2. Из содержания Главы 2 остается не понятным по какому принципу определялось количество отбираемых образцов из колонок торфа и количество изготавливаемых из них постоянных препаратов.

3. В Главе 2 для колонки с острова Карлайл не указано сколько было проанализировано образцов и количество изготовленных постоянных препаратов для диатомового анализа.

4. В Главе 2 указано, что из колонки с острова Адак было изготовлено 20 постоянных препаратов. Однако в Главе 3 и подразделе 3.3 обесуждается 76 образцов с данного острова. Возникает вопрос – где указаны правильные данные? Такая же ситуация с данными по острову Уналашка – в Главе 2 описано 53 образца, а в подразделе 3.4 уже анализируется 76.

5. Регион исследований находится в зоне интенсивной вулканической активности. Известно, что вулканический пепел, попадая в водные экосистемы, может служить дополнительным источником микроэлементов и тем самым стимулировать увеличение биомассы фитопланктона. В тоже время пепел может угнетать развитие гидробионтов изменяя прозрачность, кислотность и т.д. воды. В связи с этим возникает вопрос – известен ли градиент действия данного фактора? Будет ли он отличаться для разных групп диатомовых водорослей?

6. Учитывая кластеризацию слоев, проведенную по методу CONISS, можно ли было выделить Подзону 2с в самостоятельную зону в колонке торфяного отложения МакДоналд Поинт с острова Шемья?

7. В тексте диссертации не хватает итоговой информации о количестве таксонов диатомовых водорослей, которые были впервые обнаружены на Командорско-Алеутских островах в рамках выполнения кандидатской диссертации.

8. В разделе 7 Главы 3 следовало детальной аргументировать предположение о том, что материал с острова Шемья был отобран именно с периферической, а не центральной части водоема.

Указанные замечания не носят принципиальный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы.

Заключение о диссертационной работе.

Диссертация является завершенным научным трудом, результаты которого достаточно апробированы на международных и Всероссийских научных конференциях и форумах. Сформулированные и аргументированные положения дают право квалифицировать диссертационную работу как теоретическое подтверждение предположений о направленности климатических изменений в регионе Командорско-Алеутской гряды, а также о доминировании космополитических видов диатомовых водорослей во флоре изученных островов.

По материалам диссертации опубликовано двенадцать научных работ, из которых четыре статьи в профильных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации. При этом по одной статье опубликовано в изданиях первого и второго квартиля, а две статьи – в изданиях третьего квартиля согласно наукометрической базе данных Scopus. Публикации полностью отражают результаты исследований.

По содержанию, объему и оформлению диссертация Неплохиной А.А. «Диатомовые водоросли торфяных отложений Командорско-Алеутской гряды» полностью соответствует

требованиям п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями, опубликованными в Постановлениях Правительства Российской Федерации от 30.07.2014 № 723, от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168, от 20.03.2021 № 426, от 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а ее автор, Пешлохина Алиса Андреевна, достойна присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник лаборатории
молекулярной систематики водных
растений Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт
физиологии растений им. К.А. Тимирязева
Российской академии наук

Мальцев Евгений Иванович

Адрес: 127276, Москва, Ботаническая, 35
+7 (499) 678-54-00, <https://ippras.ru/>

Подпись Мальцева Е.И. удостоверяю:

Начальник отдела кадров

ИФР РАН

«18» января 2024 г.