

На правах рукописи



Новосёлова Юлия Викторовна

**ТЫСЯЧЕЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЯПОНОМОРСКОГО РЕГИОНА В
ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ
ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКИХ
ДОННЫХ ОСАДКОВ**

Специальность 1.6.17 – Океанология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Владивосток-2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук
Горбаренко Сергей Александрович

Официальные оппоненты:

Безрукова Елена Вячеславовна, доктор географических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения РАН.

Лошкин Анатолий Владимирович, кандидат географических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения РАН.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН.

Защита состоится 19 апреля 2024 года в 12 час. 00 мин.
на заседании диссертационного совета 24.1.214.02 при ТОИ ДВО
РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТОИ ДВО
РАН и на сайте <http://www.poi.dvo.ru/>

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
учреждения, просим направлять по адресу: 690041, г.
Владивосток, ул. Балтийская, д. 43, приемная; тел./факс: 8(423)
231-25-73; e-mail: fedi@poi.dvo.ru

Автореферат разослан 18 марта 2024 года.

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.214.02

к.г.н. Ф.Ф. Храпченков

Введение

Актуальность темы. В настоящее время исследование палеоклимата и палеосреды приобретает все большую актуальность в связи с быстрыми изменениями климата и необходимостью делать прогнозы. Изучение глубоководных морских отложений позволяет получить непрерывные записи содержания пыльцы и других маркёров климата с высоким временным разрешением и на их основе реконструировать разновременные интервалы развития природной среды и изменения климата. В связи с этим в современном научном мире отмечается большой интерес к комплексному изучению ненарушенных морских глубоководных отложений с целью реконструкции изменений климата на детальном уровне. Особый интерес представляет изучение донных отложений Японского моря (ЯМ) в связи с его географическими особенностями. Оно является окраинным морем с вытянутой в меридиональном направлении формой, связано с Тихим океаном мелководными проливами, имеет сложную систему поверхностных течений, особенное геоморфологическое строение, расположено в двух климатических зонах. Климат является сложной системой, в которой неотъемлемыми частями выступают моря и океаны и подстилающая поверхность – континенты. Соответственно, его влияние распространяется на процессы в морской среде и на прилегающей суше (растительность). Таким образом, очевидна актуальность настоящей работы, посвященной изучению особенностей развития растительности на побережье ЯМ и климатических изменений в позднем плейстоцене и голоцене на основе палинологического анализа морских донных отложений.

Цель работы - восстановить историю развития растительности на побережье ЯМ в связи с изменениями климата в позднем плейстоцене и голоцене на основе палинологического анализа датированных морских отложений.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. провести спорово-пыльцевой анализ (СПА) верхнего слоя донных отложений для отработки методики интерпретации фоссильных спорово-пыльцевых спектров;

2. изучить состав спорово-пыльцевых спектров из непрерывных кернов донных отложений ЯМ с установленной хроностратиграфией;

3. выполнить детальную реконструкцию растительности побережья ЯМ;

4. реконструировать историю климата Япономорского района в позднем плейстоцене и голоцене;

5. выявить характер взаимосвязи смен растительности на побережье ЯМ с ключевыми записями изменения климата северного полушария в позднем плейстоцене – голоцене.

Научная новизна. Впервые изучено распределение пыльцы в поверхностных отложениях ЯМ, отражающее особенности состава современной растительности и рассчитан палинологический температурный индекс (Tr) для реконструированной современной и древней растительности. Выполнена высокоразрешающая реконструкция изменений растительности, обусловленная разномасштабными изменениями глобального климата северного полушария в последнее оледенение и в голоцене. На основе полученных данных установлен характер реакции растительности на изменения активности летнего муссона Восточной Азии (ВАЛМ).

Теоретическая и практическая значимость работы. В большом ряду опубликованных исследований довольно мало работ, посвященных изменениям растительности и климата в позднем плейстоцене на побережье ЯМ по спорово-пыльцевым данным датированных морских отложений (Igarashi, Oba, 2006; Igarashi et al., 2018; Evstigneeva et al., 2020, 2022). Таким образом, проведённое исследование существенно дополняет имеющиеся данные о климате ЯМ и прилегающей суши в конце позднего плейстоцена и в голоцене и предоставляет новые, детальные данные о растительности, климате региона и процессах в морской среде на протяжении последнего оледенения. Представленные новые данные имеют высокое значение для более глубокого понимания природно-климатических изменений исследуемого региона и их связи; будут востребованы при составлении прогнозных моделей климатических изменений и могут использоваться в лекционных занятиях студентов вузов.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили образцы трёх колонок из донных отложений и поверхностные отложения ЯМ. Основная часть материала была получена в 53-ем рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев» при непосредственном участии диссертанта. Осадочный материал глубоководных колонок изучен в каждом 5-м сантиметре. Большинство поверхностных проб представлены отложениями, отобранными в интервале от 0 до 5 см с помощью мультикорера. Морфологическое определение зёрен пыльцы и спор проведено под световым микроскопом Микмед-6 (более 400 проб). Химическая подготовка проб проведена по стандартной методике В.П. Гричука. Палинологический температурный индекс T_r вычислен по аналогии с коэффициентом T_d для диатомовых

водорослей (Kanaya and Koizumi, 1966; Igarashi, Oba, 2006). Построение диаграмм и их зонация выполнены в программе TILIA.3.0.1, карты и графики созданы при помощи программ Surfer 15, Grapher 10, Photoshop CS6.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты изучения поверхностных отложений ЯМ верифицируют способность палинологического температурного индекса T_p (отношение содержания теплолюбивых видов растительности к сумме теплолюбивых и холодостойких видов) оценивать современные климатические условия Япономорского региона.

2. Результаты палинологического анализа глубоководных донных отложений являются надежным инструментом реконструкции орбитальных и тысячелетних изменений растительности и климата на побережье ЯМ в последнее оледенение и голоцене.

3. Тысячелетние изменения растительности в Япономорском регионе в последний климатический цикл (последние 120 т.л.) происходили синхронно с глобальными циклами Дансгора-Ошгера (Д-О) и обусловлены, главным образом, тысячелетними изменениями климата северного полушария и изменениями активности ВАЛМ.

4. Выявленные по пыльцевым записям тысячелетние изменения климата оказывали влияние на среду Японского моря преимущественно посредством ВАЛМ. Региональные климатические потепления и высокая интенсивность ВАЛМ во время ДО интерстадиалов приводили к увеличению количества атмосферных осадков в регионе, увеличению продуктивности

поверхностных вод Японского моря и формированию темных прослоев осадков, богатых органическим веществом.

Личный вклад автора. Автор принимал участие как в экспедиционной работе, так и в процессе отбора проб из кернов донных отложений и в химической подготовки проб. Также диссертант самостоятельно изучил состав спорово-пыльцевых спектров более 400 проб и провел дальнейшую статистическую обработку полученных данных, в том числе расчёты индекса Тр, кластерный анализ, построение графиков, карт и интерпретацию результатов анализа.

Степень достоверности и апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на конференциях и симпозиумах, в том числе на: первом российско-китайском симпозиуме по Морским Наукам «Marin Environment and Resources in 21st Century», (г. Циндао, КНР, 2009 г.); международной научной конференции «Развитие природной среды Восточной Азии в плейстоцене-голоцене (границы, факторы, этапы освоения человеком)», г. Владивосток (2009 г.); всероссийском совещании по изучению четвертичного периода, г. Новосибирск (2009 г.); XIII научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, г. Томск (2009 г.); конференциях молодых учёных ТОИ ДВО РАН «Океанологические исследования», г. Владивосток (2008 г., 2009 г. и 2023 г.); дальневосточной междисциплинарной молодежной научной конференции, г. Владивосток (2011 г.); международной научной конференции «Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии», г. Иркутск (2012 г.); XI молодежной конференции с элементами научной школы, г. Владивосток (2012

г.); втором российско-китайском симпозиуме по Морским Наукам «Marine Environment and Resources in 21st Century» (Владивосток, 2012 год); палинологической школе-конференции с международным участием, г. Москва (2014 г.); конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические структуры», г. Владивосток (2023 г.).

Публикация результатов. Результаты работы представлены в 21 публикации, из которых 3 – статьи в российских и международных научных журналах, включённых в перечень ВАК и систему цитирования «Web of Science», одна в сборнике научных статей, 16 - в материалах, трудах и сборниках докладов российских и международных конференций, в одной коллективной монографии.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы (более 260 источников) и приложения. Текст работы сопровождается 30 иллюстрациями и 5 таблицами. Основной текст изложен на 127 страницах, приложение – 30 страниц.

Благодарности. Автор работы выражает глубокую благодарность за всестороннюю помощь своему научному руководителю д.г.-м.н. С.А. Горбаренко. За обучение основам спорово-пыльцевого анализа автор благодарен Н.И. Беляниной. Отдельные слова благодарности за рекомендации д.г.-м.н. И.Б. Цой, к.г.-м.н. М.С. Обрезковой и Н.К. Вагиной. Диссертант признателен за важные советы и критику к.г.н. А.А. Босину, к.г.н. Ю.П. Василенко, к.г.-м.н. А.В. Артёмовой, С.И. Тороповой, О.Ю. Пшенёвой, М.П. Савенко, а также Т.Э. Варнело.

Исследования были выполнены в рамках гос. темы №121021700342-9 Минобрнауки РФ и при финансовой поддержке гранта РНФ 22-17-00118 «Эволюция среды, климата и продуктивности восточной Арктики и северо-западной Пацифики в плейстоцене и голоцене; роль региона в углеродном цикле».

Глава 1. История изучения палеоклимата Япономорского региона методом спорово-пыльцевого анализа

В главе описаны основные этапы в развитии спорово-пыльцевого анализа как метода палеоботаники, перечислены наиболее значимые палеогеографические исследования в Япономорском регионе.

Глава 2. Физико-географические условия Японского моря и сопредельной суши

ЯМ расположено на стыке Азиатского континента и Тихого океана и связано с ним мелководными проливами. На климатические условия региона влияет муссонная циркуляция атмосферы и морские поверхностные течения. Зимой на регион оказывает воздействие Алеутский минимум и Азиатский антициклон с центром над Монголией. В связи с этим в зимний период господствует сухой и холодный континентальный воздух, определяющий ясную морозную погоду, а движение воздушных масс в основном осуществляется с материка на море. Средняя температура января на о. Хонсю от +3°C на юге, до -5°C на севере острова. На юге Приморского края средняя температура января -9,3°C, а на юго-востоке о. Сахалин -12,2°C. Весной Азиатский антициклон ослабевает и над нижним течением р.Амур появляется летняя дальневосточная депрессия, сильно влияющая

на циркуляцию воздушных масс в регионе. Одновременно над Тихим океаном и дальневосточными морями начинается формирование область высокого давления (северотихоокеанский антициклон). Летом происходит активное развитие циклонической деятельности над Азией и антициклогенеза над дальневосточными морями, взаимодействие этих центров действия атмосферы обуславливает интенсивный перенос летним муссоном тёплых и влажных воздушных масс с океана на материк. Средняя температура июля на о. Хонсю от 20°C до 25°C, на юго-востоке о. Сахалин - 16°C. Основными элементами циркуляции вод являются теплые течения южного и восточного сектора моря и холодные течения северо-западного сектора ЯМ. Так, тёплое Цусимское течение субтропических вод, направленное вдоль берегов Японских островов, влияет на юго-восточную и восточную части моря - на протяжении всего года отепляет эти части и прилегающее побережье. Холодные течения: Приморское, Южно-Приморское и Северо-Корейское оказывают влияние преимущественно на климат Приморского края. Так, зимой самым холодным районом является Татарский пролив, здесь лед наблюдается постоянно в течении холодного периода. В современной растительности северной части Приморского края и на о. Сахалин преобладают еловые, пихтово-еловые и лиственничные леса, на юге Приморского края широко распространены хвойно-широколиственные и полидоминантные широколиственные леса. На Японских островах представлены субтропические, широколиственные, хвойно-широколиственные и темнохвойные леса.

Глава 3. Материал и методы

В основу работы положены результаты СПА колонок глубоководных осадков ЯМ (более 400 проб из 3 колонок). Отбор колонок осуществляли гравитационными трубками в экспедициях на НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Колонка LV32-33 (Рисунок 1А), отобрана в северной части моря (46°28 с.ш., 139°02 в.д.), длина её составляет 822 см. Колонка LV53-23-1 отобрана в центральной части моря (40°18 с.ш., 134°19 в.д.), на подводной возвышенности Северное Ямато, её длина составила 757 см. Колонка LV53-27-1 была отобрана на подводной возвышенности Первенец (41°54 с.ш., 132°33 в.д.), её длина составила 760 см. Для СПА во всех колонках отбирали каждый пятый сантиметр. Также изучено 15 проб поверхностных отложений ЯМ (Рисунок 1Б). Лабораторная подготовка проб выполнена по методике В.П. Гричука (Сладков, 1967). Вычисление процентного содержания пыльцы, кластерный анализ, выделение зон и построение диаграмм выполнены с помощью программы TILIA.3.0.1. (Grimm, 1987). Палинологический температурный индекс T_r вычислен по формуле, предложенной Е. Игораши (Igarashi, Oba, 2006).

Формула: $T_r = 100 * T_w / (T_w + T_c)$,

где T_w – сумма древесных теплолюбивых таксонов: дуба *Quercus*, ореха *Juglans*, ильма *Ulmus*, липы *Tilia*, клена *Acer*, каштана *Castanea*, бука *Fagus* (%), T_c – сумма древесных холодостойких таксонов: *Picea*, *Abies* для северной части моря (45-50° с.ш.) и ели *Picea*, пихты *Abies*, лиственницы *Larix* для образцов, отобранных южнее 45° с.ш. Возрастная модель колонок была построена на основе УМС ^{14}C датировок, с учётом возраста пепловых прослоев, на основе корреляции индексов

в осадках из северной части моря, в районе побережья о. Сахалин, что отражает распространение в современной растительности острова елово-пихтовых и пихтово-еловых лесов с участием широколиственных пород (Крестов и др, 2004). Содержание *Quercus* относительно высокое (до 30 %) в центральной части моря, что отражает участие дуба в смешанных хвойно-широколиственных и широколиственных лесах на юге Приморья.

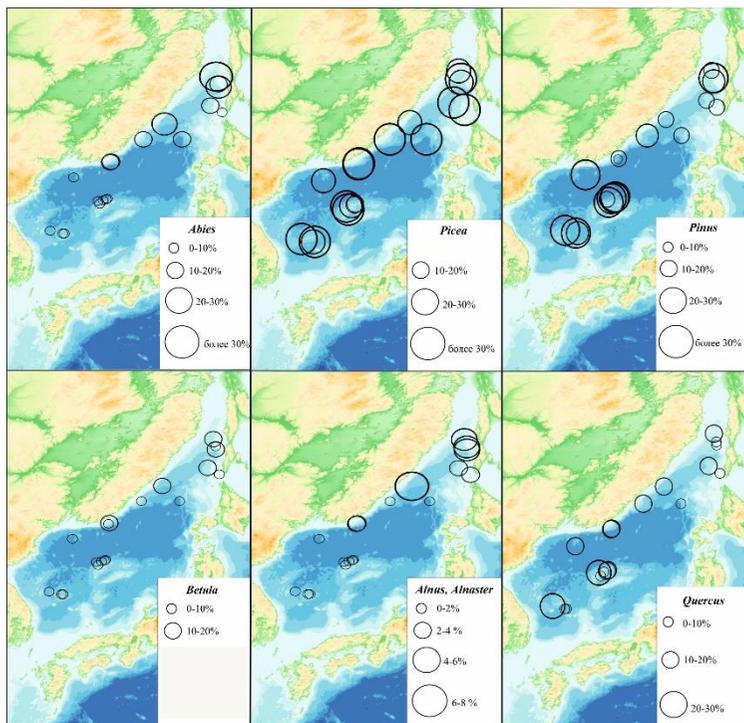


Рисунок 2 – Распределение пыльцы основных таксонов в поверхностных осадках ЯМ.

Содержание пыльцы *Picea* и *Pinus* в среднем от 10 % до 30 % каждой, а *Betula* (берёзы) до 10 %, и эти значения адекватно характеризуют леса, произрастающие на юге Приморья и Корейском полуострове. Значение палинологического

температурного индекса T_r высокое для осадков из района Ямато и характеризуется низкими значениями для осадков из Татарского пролива и вблизи северного побережья Приморья (Рисунок 3). Это отличие, вероятно, обусловлено особенностями состава современной растительности побережья Приморья, о. Сахалин, Японских островов, северо-востока Китая, а также направлением морских поверхностных течений, так как пыльца растений, попадая на поверхность моря, хорошо транспортируется течениями и оседает на дно.

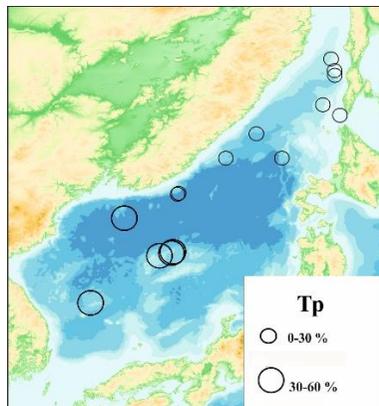


Рисунок 3 – Распределение значений палинологического температурного индекса T_r в поверхностном слое донных отложений ЯМ.

Таким образом, на основе исследования спорово-пыльцевых спектров поверхностных донных осадков из ЯМ впервые показано пространственное распределение пыльцы различных таксонов и продемонстрировано, что температурный индекс T_r объективно отражает особенности состава современных растительных зон региона и может использоваться как дополнительный показатель региональных климатических изменений Япономорского региона.

Глава 5. Результаты спорово-пыльцевого анализа глубоководных отложений Японского моря

Наибольший интерес представляют результаты анализа колонки LV 53-27-1 (Рисунок 4), так как они наиболее полно отражают изменения растительности региона в позднем плейстоцене (МИС 2-5). В отложениях МИС 5 (~71-120 т.л.н.) в колонке LV53-27-1 содержание пыльцы теплолюбивых

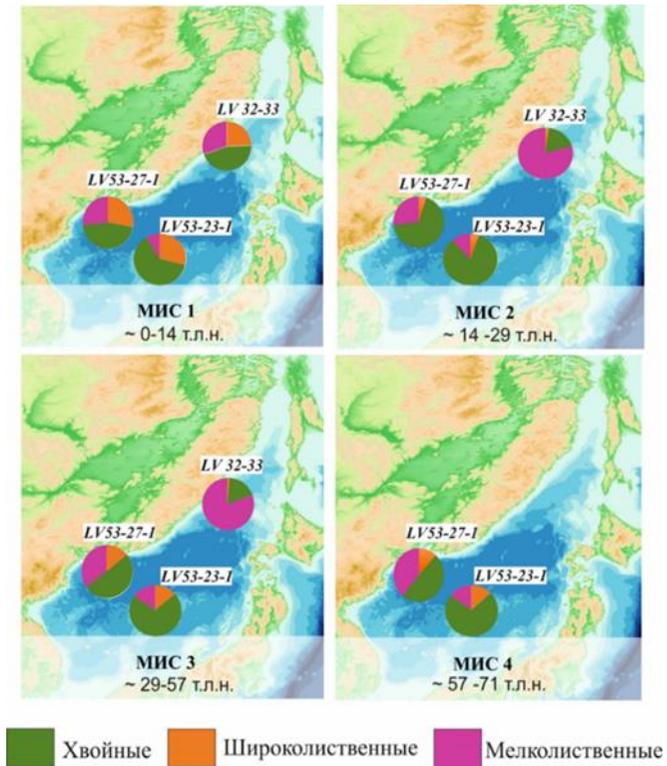


Рисунок 4 – Орбитально-обусловленные изменения растительности по результатам спорово-пыльцевого анализа глубоководных колонок ЯМ

широколиственных пород (дуб, вяз, клён, липа) 17 %, а пыльцы хвойных пород (ель, сосна, пихта) 54 %. В отложениях МИС 4 (~57-71 т.л.н.) роль пыльцы широколиственных пород снизилась,

что свидетельствует о похолодании на юге Приморья. В отложениях МИС 3 (~29-57 т.л.н.) роль пыльцы широколиственных пород в составе растительности Приморья немного увеличилась. Временной интервал 14,7-29 т.л.н. (МИС 2) является наиболее холодным в Япономорском регионе в позднем плейстоцене и голоцене: преимущественно мелколиственные породы (береза, ольха, ольховник) произрастали на севере Приморья и юге о. Сахалин, а хвойные породы (пихта, ель, сосна) преобладали на юге Приморья. В последние 14-15 т.л. значительно увеличилась роль теплолюбивых широколиственных пород как на юге Приморья (28 %), так и на севере Приморья, о. Сахалин (23 %), что свидетельствует об установившихся наиболее тёплых климатических условиях в регионе за последние 70 т.л.

Глава 6. Орбитальные и тысячелетние изменения растительности региона и климата Японского моря в последнее оледенение и голоцене

Пыльцевая запись колонки LV53-27-1 в комплексе с высокоразрешающими изменениями продуктивности моря (Gorbarenko et al., 2021) позволили детально реконструировать историю климата в Япономорском регионе за последние 120 т.л. (Рисунок 5) и сопоставить выделенные региональные климатические события с ключевыми изменениями климата северного полушария (Cheng et al., 2016; NGRIP members, 2004). Так, МИС 5 характеризуется неоднократными значительными потеплениями, которые прослеживаются по расширению ареала теплолюбивого дуба, повышенным значениям температурного индекса T_p и согласуются с интерстадиалами. Отчетливые и быстрые смены растительности реконструированы около 108

т.л.н., затем около 85-80 т.л.н. и около 72 т.л.н. и коррелируют с тысячелетними потеплениями ДОИ 24, ДОИ 21 и ДОИ 19, соответственно. Эти периоды были теплыми и влажными, так как содержание пыльцы дуба в спектрах превышает его долю в современных осадках ЯМ (Рисунок 2), а также отмечается участие пыльцы криптомерии (*Cryptomeria japonica*) - эндемичного хвойного вида Японских островов (Takahara et al., 2022). Перечисленные быстрые потепления сопровождались увеличением продуктивности ЯМ и формированием тёмноцветных донных отложений. Также известно о расширении ареала дуба и криптомерии в западной Японии (Hayashi et al., 2017) в МИС 5 на фоне потепления климата. Повышение влажности в регионе связано с высокой интенсивностью ВАЛМ (Cheng et al., 2016) в указанные выше интерстадиалы. Во время холодных событий Хайнриха 9а-9, 8 и 7а-7 (Heinrich, 1988) нами реконструированы короткие резкие похолодания, которые стали причиной изменений в растительности, когда повышалась роль ольхи (*Alnus*), березы, ели, лиственницы и снижались значения Тр. Содержание общего органического углерода ТОС и хлорина (Рисунок 5) в морских осадках соответствующего возраста (Gorbarenko et al., 2021) позволяет предположить, что выявленные похолодания сопровождались снижением продуктивности поверхностных вод ЯМ. Как правило, эти изменения происходили одновременно с ослаблением влияния ВАЛМ. В общих чертах растительность в течение МИС 4 (71-57 т.л.н.) характеризуется широким участием ольхи и ели на

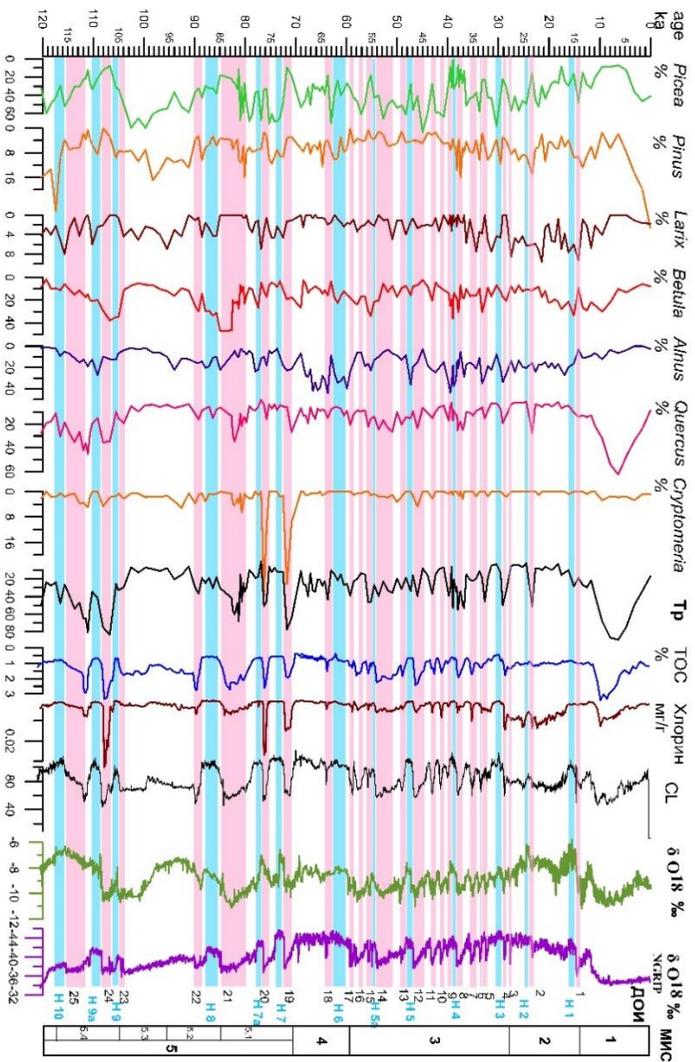


Рисунок 5 Корреляция изменений растительности, климата и изменений продуктивности (TOS, хлорин, цветность отложений (CL)) в колонке LV53-27-1 с интерстадиями ДИИ 1-25 (розовые линии) (NGRIP Memberg, 2004) и событиями Хайнриха (голубые линии) HE1-10 и с изменениями интенсивности ВАЛМ (Cheng et al., 2016)

прилегающей суши, особенно 71-65 т.л.н, что свидетельствует о холодных условиях в регионе. Так, в известное похолодание Хайнрих 6 региональный климат также стал холоднее. В это время, около 62 т.л.н, в растительности региона распространялась ольха, береза, и одновременно снижалась продуктивность вод ЯМ. Выявленные изменения состава растительности на юге Приморья и изменения в морской среде ЯМ совпадают с похолоданием на острове Хонсю (Hayashi et al., 2017) и произошли синхронно со снижением активности ВАЛМ.

Распространение дуба на южном побережье Приморья реконструировано 60 т.л.н. вследствие увеличения интенсивности ВАЛМ на фоне потепления ДОО 17. Позднее, после небольшого похолодания, 54-51 т.л.н. на юге Приморья повысилась роль дуба синхронно с повышением продуктивности поверхностных вод и формированием тёмных донных осадков при усилении ВАЛМ вследствие потепления климата в ДОО 14. Однако затем, 48 т.л.н., на прилегающей суши стали доминировать хвойные деревья - ель, сосна, а также ольха и берёза, продуктивность поверхностных вод снижалась. Эти природно-климатические изменения произошли вследствие установившихся холодных и аридных условий в связи со слабой интенсивностью ВАЛМ (Cheng et al., 2016), и синхронно с похолоданием Хайнрих 5 (Heinrich, 1988). Около 47-45 т.л.н. вновь наступило потепление, усилилось влияние ВАЛМ, и вследствие этого увеличилась роль дуба в растительности юга Приморья. Установившиеся в регионе благоприятные условия для распространения дуба также оказались благоприятными для формирования темноцветных донных отложений в ЯМ и совпадали с потеплением ДОО 12. Позднее, около 39 т.л.н., ольха

и береза широко распространились в исследуемом регионе синхронно с наступлением события Хайнрих 4. Однако, уже около 38 т.л.н. реконструировано преобладание широколиственных и хвойно-широколиственных лесов из сосны, ели и дуба в условиях потепления регионального климата, связанного с высокой интенсивностью ВАЛМ и с глобальным изменением климата, ДОИ 8. Установившиеся теплые и влажные условия климата были благоприятными для формирования темноцветных отложений на дне ЯМ. Растительность подобного облика была реконструирована и для западной Японии (Takahara et al, 2010). Но уже около 30 т.л.н. региональное похолодание, синхронное событию Хайнрих 3, привело к ослаблению ВАЛМ и стало причиной господства в регионе ели, сосны, ольхи, березы. На рубеже МИС 3-2, около 29 т.л.н., роль дуба увеличилась, также увеличилась продуктивность ЯМ. Вероятно, это было обусловлено усилением ВАЛМ во время события ДОИ 4. Во время стадиала Хайнрих 2 выявлено сильное похолодание климата в Япономорском регионе около 25 т.л.н., которое, в совокупности со слабой интенсивностью ВАЛМ, повлекло распространение елей и сосен в составе растительности на побережье Приморья. Но уже через тысячу лет, 24-23 т.л.н. похолодание сменилось потеплением, синхронным по времени событию ДОИ 2. Климат этого тысячелетия стал благоприятным для распространения хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Проявившееся в послеледниковое время событие Хайнрих 1 (~16 т.л.н.) привело в регионе к похолоданию и аридизации климата, что стало основной причиной сокращения роли широколиственных и расширения – мелколиственных древесных за счет ольхи и березы.

Распространение широколиственной растительности, прежде всего дуба, ~14,7 т.л.н. во время ДОИ 1, связано с региональным потеплением, совпавшим по времени с межстадиальным потеплением Бёллинг–Аллерёд, и повышением общей увлажненности региона вследствие усиления интенсивности ВАЛМ (Cheng et al., 2016). Особенно значительное повышение роли дуба реконструировано около 12-11 т.л.н., свидетельствуя о наступлении теплого и влажного климата начала голоцена. Максимальное распространение полидоминантных широколиственных лесов в регионе реконструировано для оптимума голоцена, 8-5 т.л.н., в условиях высокой активности ВАЛМ. В последние 4-5 тысяч лет роль дуба на юге Приморья сократилась, но увеличилась роль хвойных пород, что отражает черты современной растительности и сопоставимо с палинокомплексами современных морских осадков.

Таким образом, сопоставление реконструированных изменений растительности региона в тысячелетнем масштабе, вариаций продуктивности поверхностных вод ЯМ за последние 120 тысяч лет с изменяющейся интенсивностью ВАЛМ и с тысячелетними климатическими изменениями северного полушария (NGRIP members, 2004) позволило выявить, что быстрые смены состава растительности были обусловлены осцилляциями климата региона в позднем плейстоцене и голоцене и, особенно, сдвигами в региональной атмосферной циркуляции. Значительные региональные потепления, тесно связанные с тысячелетними глобальными потеплениями (интерстадиалами), происходили вместе с усилением ВАЛМ в регионе, и в совокупности эти процессы способствовали формированию темноцветных донных отложений в ЯМ.

Заключение

Впервые полученные данные по составу палинокомплексов поверхностных отложений ЯМ демонстрируют их полное соответствие составу современной растительности Япономорского региона и могут служить надежной методической основой для объективной интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых комплексов. Рассчитанный нами дополнительный критерий климатических изменений, палинологический температурный индекс T_r , позволяет в комплексе с другими данными повысить объективность оценки климатических условий. Новые палинологические записи стали надежной основой реконструкции орбитальных и тысячелетних изменений растительности и климата на побережье ЯМ в последнее оледенение и голоцене. Их использование позволило установить периоды быстрого расширения широколиственных и (или) хвойно-широколиственных лесов в периоды интерстадиальных потеплений, которые были вызваны глобальными тысячелетними изменениями климата – интерстадиалами ДОИ 24, 21, 19, 17, 14, 12, 8, 4, 2 и 1. При похолоданиях климата в стадиальные периоды, аналогичные по времени глобальным событиям похолодания Хайнрих 9-1, в регионе преобладали леса из холодостойких древесных пород: ели, сосны, пихты. Результаты анализа осадков ЯМ хорошо согласуются с имеющимися палеоклиматическими реконструкциями на основе изучения палинологических записей (Hayashi et al., 2017; Takahara et al, 2010). Таким образом, показано, что, СПА непрерывных, датированных морских глубоководных отложений является эффективным инструментом для реконструкции тысячелетних изменений растительности и

климата в Япономорском регионе. Реконструированные этапы изменения климатической обстановки в регионе показали влияние глобального климата и ВАЛМ, как важной региональной составляющей части климатической системы, на растительность региона и морскую среду ЯМ.

**Список основных работ, опубликованных по теме
диссертации:**

Публикации в рецензируемых периодических изданиях:

1. **Рыбьякова Ю.В. (Новосёлова)**, Горбаренко С.А., Босин А.А. Природно-климатические изменения в северном секторе Японского моря и на прилегающей суше за последние 40 тысяч лет (по результатам спорово-пыльцевого анализа глубоководных отложений) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 6. С. 94-105.
2. Gorbarenko S.A., Seung-II Num, **Rybiakova Y.V. (Novoselova)**, Shi X., Liu Y., Bosin A.A. High resolution climate and environmental changes of the northern Japan (East) Sea for the last 40 kyr inferred from sedimentary geochemical and pollen data // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2014. V. 414. P. 260-272. DOI: 10.1016/j.palaeo.2014.09.001
3. Gorbarenko S., Shi X., **Rybiakova Y. (Novoselova)**, Bosin A., Malakhov M., Zou J., Liu J., Velivetskaya T., Ignatiev A., Derkachev A., Wu Y., Shi F. Fine structure of dark layers in the central Japan Sea and their relationship with the abrupt climate and sea level changes over the last 75 ka inferred from lithophysical, geochemical and pollen results // Journal of Asian Earth Sciences. 2015. V. 114(3). P. 476-487. DOI: 10.1016/j.jseas.2015.04.040

В сборнике научных статей:

Новосёлова Ю.В., Горбаренко С.А. Реконструкция последовательных изменений климата в геосистеме Японского моря за последние 120 тысяч лет на основе изучения морских глубоководных отложений // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические структуры. Владивосток, 2023. С. 355-360. DOI: 10.35735/9785604844175_355

В коллективной монографии:

Горбаренко С.А., Артёмова А.В., Босин А.А., Василенко Ю.П., Захарков С.П., Пшенёва О.Ю., **Рыбьякова Ю.В. (Новосёлова)**, Янченко Е.А. Тысячелетние изменения среды Охотского моря за последние 350 тыс. лет. Взаимодействие с глобальными изменениями климата. Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн./ гл. ред. В.А. Акуличев; ТОИ ДВО РАН. Кн.2. – Владивосток, Дальнаука. 2013. С. 162-169.

Новосёлова Юлия Викторовна

ТЫСЯЧЕЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЯПОНОМОРСКОГО РЕГИОНА В
ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ
ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКИХ ДОННЫХ
ОСАДКОВ

Специальность 1.6.17. – Океанология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Подписано в печать 15 февраля 2024 г. Формат 60 × 84 1/16
Уч.-изд. л. 1,0 Тираж 100 экз. Заказ №
Отпечатано с авторского оригинал-макета в ТОИ ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43