

Часть 5.
Материалы Круглого стола:
«Роль климатических изменений в эволюции разноранговых природных геосистем».

УДК 551.461.8

DOI: 10.35735/9785605278788_373

ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПАЦИФИКИ ПОСЛЕДНИХ 25 ТЫСЯЧ ЛЕТ (НА ОСНОВЕ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА)

Артемова А.В., Горбаренко С.А., Кузьмина В.А.,
¹*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,*
г. Владивосток

Аннотация. Результаты детального исследования диатомовых комплексов возраста заключительной фазы плейстоцена и голоцена из осадков кернов из Тихого океана, Охотского и Берингова моря и эколого-стратиграфического расчленения осадков показали, что изменения в палесообществах диатомей отражают, прежде всего, смену гидробиологических обстановок, определенных изменениями циркуляции водных масс и ледовитости бассейнов, и, как следствие, биопродуктивность поверхностных вод.

Ключевые слова: диатомовые водоросли; поздний плейстоцен; голоцен; бёллинг, аллерёд; средний дриас, продуктивность; палеоклимат.

PALEOCEANOLOGICAL CHANGES IN THE NORTHWESTERN PACIFIC OVER THE LAST 25,000 YEARS (BASED ON DIATOMS)

Artemova A.V., Gorbarenko S.A., Kuzmina V.A.
¹*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

Abstract. The results of a detailed study of diatom assemblages of the final phase of the Pleistocene and Holocene from sediment cores from the Pacific Ocean, the Sea of Okhotsk and the Bering Sea. The ecological-stratigraphic subdivision of sediments showed that changes in diatom paleocommunities reflect, first of all, a change in hydrobiological conditions determined by changes in the circulation of water masses and ice cover of basins, and, as a consequence, the bioproductivity of surface waters.

Key words: diatoms; Late Pleistocene; Holocene; Bölling, Allerød; Old Dryas, productivity.

Введение. Диатомовые водоросли являются основными составляющими отложений Тихого океана и окраинных морей, а также служат надежным показателем палеоокеанографической истории региона.

Чтобы лучше понять характер и диапазон возможных будущих палеоэкологических изменений в этом регионе, а также то, как диатомеи реагировали на изменения палеоокеанографических и палеоклиматических условий, нами был изучен самый последний ледниково-межледниковый цикл (охватывающий последние 25 тыс. лет) для Тихого океана и примыкающих к нему Берингова и Охотского морей. В частности, сравнивается переход от последнего ледникового максимума к голоцену и подробно рассматриваются события голоцена в изученных бассейнах.

Ассоциации диатомовых водорослей служили для определения переменного влияния морского льда и океанских течений на данный регион в пространстве и во времени, также для

характеристики изменения биопродуктивности поверхностных вод в ответ на климатические сдвиги.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили керны донных осадков, отобранные в рейсах лаборатории палеоокеанологии и палеоклиматологии ТИО ДВО РАН. Возрастная модель кернов была построена с помощью AMS радиоуглеродного датирования, записей $\delta^{18}\text{O}$, магнитной восприимчивости осадка и на основании изменения цветковых параметров осадка.

Пробы на диатомовый анализ отбирались через каждый сантиметр керна. Обработка проб проводилась по стандартной методике с помощью тяжелой калий-кадмиевой жидкости [1]. Всего было обработано и проанализировано более 500 образцов для подсчета количества диатомовых водорослей в осадке и определения их таксономического состава. С помощью светового микроскопа Olympus BX-43 для каждого изученного образца было подсчитано и идентифицировано минимум по 300-350 створок.

Для отображения палеоклиматических тенденций, диатомовые водоросли были объединены в экологические группы, что позволило восстановить: поступление питательных веществ в фотическую зону, закономерности развития диатомовых водорослей, сукцессии видов во времени для каждого водоема. Особенно показательными для палеоокеанологической интерпретации истории развития тихоокеанского региона явились холодноводные пелагические виды и ледовые виды диатомей, а также концентрация створок диатомей в осадках.

Особенно представительными во всех морях были виды *Thalassiosira antarctica*, *Neodenticula seminae*, *Coscinodiscus marginatus*, *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis*, *Actinocyclus curvatulus*, *A. ochotensis*, *Thalassiothrix longissima*, *Shionodiscus latimarginatus*, представители рода *Chaetoceros*.

Результаты и их обсуждение. Был проведен анализ диатомовой флоры из донных отложений последних 25 тысяч лет, собранных в тихоокеанском регионе в осадках Тихого океана, Охотского моря и Берингова моря. Всего было идентифицировано 205 таксонов диатомовых водорослей. На основе обилия диатомовых водорослей, выявленных конкретных видов, наличия экологических маркеров и видового богатства, с помощью кластерного анализа CONISS было выделено 9 диатомовых горизонтов. Расхождения между горизонтами были выявлены из-за наиболее значительных изменений в количественных и качественных характеристиках диатомовых ассоциаций. Были выделены основные региональные этапы климатической изменчивости на основе таксономической и экологической структуры комплексов диатомей из Северо-Западной части Тихого океана, Охотского моря и Берингова моря.

Анализ изменений диатомовых ассоциаций показал, что глобальные климатические события, произошедшие за последние 25 тысяч лет, оказали значительное влияние на природную среду тихоокеанского региона. Учитывая результаты анализа диатомовых водорослей, и результаты геохимических анализов, было предложено несколько возможных объяснений отмеченным палеоокеанологическим изменениям. Чередования климатических событий старого дриаса, аллереда, среднего дриаса, беллинга, события Генриха и заключительной стадии оледенения, привели к значительным изменениям окружающей среды в регионе, которые и повлияли на продуктивность диатомовых водорослей и их таксономическое разнообразие.

Кроме того, были выявлены кратковременные холодные климатические явления голоцена, за которыми последовала реорганизация сообществ диатомовых водорослей, после чего диатомовые водоросли играли доминирующую роль в производстве органического углерода в исследуемом районе в Охотском и Беринговом морях. После перестройки климата в среднем голоцене океанологические условия позволили фитопланктону продлить вегетационный период и оптимально использовать биодоступные питательные вещества в верхней фотической зоне. Увеличение биогенных элементов, вероятно, было связано с повышением уровня моря, что привело к затоплению мелководных участков Охотского,

Берингова моря и побережья Камчатки, а также усилением речного стока. Еще одним фактором, влияющим на поступление нутриентов и рост биологической продуктивности, являлись процессы глубинного перемешивания водных масс, стимулирующие диатомовую продуктивность.

Отмечено, что как основные источники тепла, высокосолёные воды Тихого океана оказывали значительное влияние на продолжительность сезона стояния морского льда и промежуточную циркуляцию воды в Беринговом и Охотском морях. Было установлено время начала проникновения тихоокеанских вод в окраинные моря при переходе от заключительной фазы оледенения к голоцену. Также на основе изменений состава диатомовых водорослей было отмечено изменение скорости и направления Восточно-Камчатского течения, влияющего на приток берингоморских вод в Тихий океан.

Выводы.

Были выделены несколько периодов смены гидробиологических условий, нашедших отражение в составе диатомовых комплексов, и связанных со значительными палеоклиматическими событиями-периодами похолоданий, соответственно с увеличением продолжительности стояния льда в Охотском и Беринговом морях, периодами потеплений с сильным распреснением поверхностного слоя воды в результате таяния льда, изменением океанологической циркуляции, ведущей к увеличению или снижению поставок нутриентов, и соответственно к изменению продуктивности диатомей.

Благодарность. Работа выполнена в рамках ГЗ ТОИ ДВО РАН № 124072000018-9.

Литература

1. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. I. 404 с.