

С.П. Плетнев

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток

ПАЛЕОКЕАНОЛОГИЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ НА РАННЕМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ

Анализ планктонных фораминифер и диатомовых водорослей в ядрах глубоководного бурения (794—798 ODP) позволил с позиций актуализма восстановить среднегодовые температуры поверхностных вод в Японском море за последние 16 миллионов лет. Показано, что наиболее высокие температуры 14—16 °С были в начале среднего миоцена. Они же не превышали современные значения с позднего миоцена по ранний эоплейстоцен, что было вызвано отсутствием притока теплых тихоокеанских вод с юга. После рубежа 1,4 млн лет гляциоэвстатические колебания уровня моря привели к эрозии перешейка на месте современного западного прохода Корейского пролива, и теплое Цусимское палеотечение начало вновь поступать в Японское море после длительного перерыва.

Ключевые слова: Японское море, миоцен, плиоцен, планктонные фораминиферы, диатомеи, температура поверхностных вод.

Введение

Исследование палеосреды Японского моря проведено еще недостаточно полно, особенно это касается его доплейстоценовой истории. Долгое время она базировалась только на анализе наземных морских разрезов сопредельной суши Японии, Сахалина, Кореи и каменном материале, поднятом драгами со дна моря. Последние страницы геологической (средне- и позднечетвертичной) летописи успешно восстановлены на основе изучения многочисленных колонок донных осадков [5, 20, 21]. Важным этапом в исследовании палеогеографии Японского моря стали результаты глубоководного бурения 10 скважин в рейсах 31 DSDP и 127/128 ODP, часть из которых прошла всю осадочную толщу и достигла коренных пород [14, 19]. Кроме этого в 80—90 гг. прошлого столетия пробурена серия параметрических скважин на шельфах Кореи, Японии и Сахалина, вскрывших разрезы кайнозойских отложений [3, 12]. Вместе эти материалы послужили хорошей стратиграфической основой для широких межрегиональных корреляций и палеогеографических построений.

В данной статье приведен обзор новых палеогеографических данных, полученных за последнее десятилетие по Японскому морю.

© С.П. ПЛЕТНЕВ, 2015

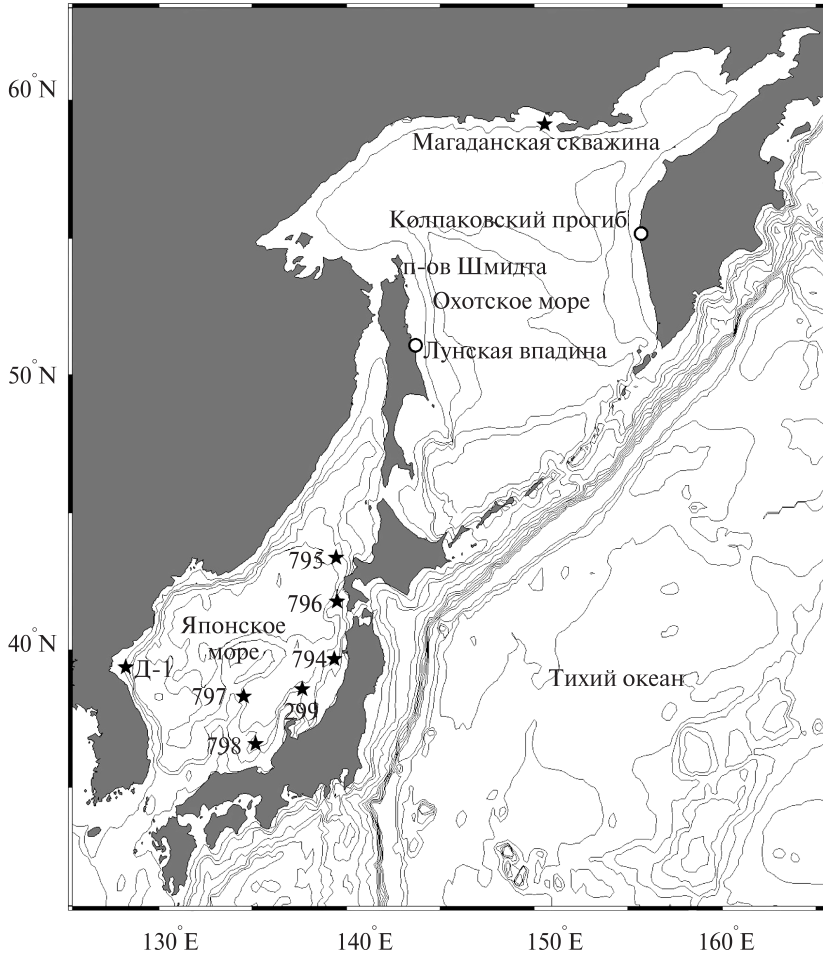


Рис. 1. Положение геологических разрезов (○) и скважин (★) в Японском и Охотском морях

Основное внимание уделено количественной оценке изменений океанологических параметров среды (температура верхнего слоя воды), имевших место на ранних этапах развития бассейна. Основой анализа послужили материалы глубоководного бурения, кернов параметрических скважин и ряда наземных морских разрезов Сахалина и Кореи (рис. 1).

Гидрологический режим и геология

Современный гидротермический режим поверхностных вод Японского моря определяется взаимодействием муссонного климата и адвекцией тепла, приносимой с юга теплым Цусимским течением. Основной приток воды в Японское море поступает с юга через Корейский пролив (130 м), а сток, главным образом, осуществляют восточные проливы Сангарский (130—150 м) и Лаперуза (55 м). В исследуемом бассейне поверхностные водные массы по температуре и солености можно разделить на два сектора: теплый (со стороны Японии) и холодный (со стороны Кореи и России). Границей между ними является полярный фронт, проходящий приблизительно вдоль параллели 38—40° с. ш., то есть

на тех же широтах, что и в Тихом океане. В холодном секторе распространена поверхностная япономорская водная масса со среднегодовыми температурами летом 18—22 °С и зимой 2—8 °С. В теплом секторе расположена поверхностная тихоокеанская водная масса с температурой летом 24—27 °С и зимой 6—12 °С [5].

Породы фундамента вскрыты в троге Ямато (скв. 799 ODP), впадине Ямато (скв. 794 и 797 ODP), Центральной котловине (скв. 795 ODP) и представлены долеритовыми силлами и афировыми базальтами (Proceeding ..., 1992) (рис. 1). Афировые базальты и долериты были датированы аргоновым методом и получено 13 дат в возрастном диапазоне 17—23 млн лет [19].

В керне скв. 797 ODP (Инт. 800—550 м) в прослоях аргиллита присутствуют раковины с участием глубоководных бентосных фораминифер родов *Cyclammina*, *Martinoitiella*, *Thalmannammina*, *Bathysiphon*, *Plectina*, *Valvulineri*, *Oridorsalis* [19]. Точный возраст данного комплекса участниками рейса 127/128 ODP не установлен, но предположительно датирован ранним миоценом.

Важные находки обнаружены в керне скв. 797 ODP (интервал 495—510 м). В комплексе планктонных фораминифер присутствуют виды *Globorotalia praescitula*, эволюционное развитие которого началось 15—14 млн лет назад, и *Catapsydrax parvulus* с возрастным диапазоном существования от 17,6 до 10,2 млн лет назад [19]. Здесь же, в составе нанопланктона отмечены комплексы, сопоставимые с биоценозами *Helicosphaera ampliaperta* и *Sphenolithus heteromorphus*. Возрастной диапазон этих двух биоценозов охватывает период 18,4—15,7 млн лет назад.

Участники 127/128 рейса «Джойдес Резолюшен» на основе возраста базальтов и палеонтологических определений пришли к выводу, что в позднем олигоцене-раннем миоцене в результате континентального рифтогенеза азиатской окраины возникла и развивалась впадина Японского моря [19]. Ими же сделан вывод о существовании морских условий с конца раннего миоцена в Центральной котловине, впадине Ямато и троге Ямато. Проведенный автором анализ экологического состава бентосных фораминифер показал, что образование аргиллитовых прослоев между долеритовыми силлами происходило уже в условиях глубокого моря [8].

На более ранний возраст (рубеж среднего и позднего эоцена) существования морских условий указывают находки планктонных фораминифер (*Zone Globigerinatheka seminvoluta*) и бентосных фораминифер с участием родов *Plectina*, *Bathysiphon* и *Cyclammina* в аргиллитовых слоях формаций Котсумото (остров Ики) и Тайшу (остров Цусима) в Корейском проливе [22].

Активный поиск нефти в Японском море сопровождался геофизическими работами и бурением глубоких скважин на шельфе. В результате были выделены глубокие отрицательные морфоструктуры больших размеров. В подводном рельефе они часто не выражены, так как полностью заполнены осадками. Внешние границы таких впадин и прогибов выходят иногда далеко за границу современной береговой линии и прослежены вглубь за пределы шельфа. К ним можно отнести серию кайнозойских впадин (Пхоханские, Кельджу-Мечхонская и др.) на востоке Корейского п-ова, западном побережье о-вов Хонсю (Префектура Нигата) и Сахалина (Лунская и др.). Генезис впадин ряд авторов связывает либо с рифтогенными процессами [12, 13], либо с блоковыми опусканиями [1]. Вскрытые бурением разрезы в этих впадинах на шельфе Корейского пролива, Японских о-вов и западного Сахалина фиксируют большие мощности осадков (более 3 км) неогена и квартера. Заслуживают внимания находки древних (эоценовых морских)

динофлагеллят на о-ве Хоккайдо, они же, в переотложении, отмечены в миоценовых слоях Цусимской котловины [12]. Миоценовая батиальная фауна бентосных фораминифер обнаружена при буровых работах на шельфе префектуры Нигата о-ва Хонсю [12]. Подобные структуры в Охотском море вскрыты в Североохотском (Магаданская скважина) и Колпаковском прогибах, Лунской депрессии и на п-ове Шмидта (рис. 1). Автором проведено изучение одного из таких разрезов (Д-1), мощностью более 2 км, вскрытого на шельфе КНДР в прогибе Кунсан. Наличие в составе бентосных фораминифер *Islandiella. laticamerata*, *Criboelphidium boraense*, *Ammonia. takanabensis* в интервале 1870—1200 м позволяет данный комплекс сопоставить с верхнемиоценовой фауной восточного побережья Южной Кореи [13] и о-ва Сахалин [2]. Условия седиментации происходили в зоне внешнего шельфа — верхней батиали при среднегодовых температурах поверхностных вод в интервале 13—15 °С [11].

Для оценки палеоклиматических изменений Японского моря в позднем кайнозое автором были построены температурные кривые по кернам глубоководного бурения скв. 299 DSDP [9] и 794—798 ODP [10] и привлечены вышеуказанные данные по Корейскому п-ову. Температурные построения были выполнены с позиций актуализма на основе сравнения современных и ископаемых танатоценозов планктонных фораминифер и диатомей [4]. Пространственно-временной анализ позволил оценить вариации кайнозойских температур в исследуемом бассейне и сравнить их с температурными вариациями на прилегающей суше и соседних акваториях. Особенности экологического состава ископаемых сообществ бентосных фораминифер позволили качественно оценить изменение условий в придонной воде (уровень карбонатной компенсации, кислород и др.).

Результаты температурного анализа и их обсуждение

Наиболее тепловодные условия неогена (рис. 2) в восточном секторе Японского моря отмечены в конце *раннего — начале среднего миоцена*, когда температура поверхностных вод составляла не менее 15 °С. Именно по этой изотерме проходит северная граница распространения современного субтропического танатоценоза планктонных фораминифер в Японском море [8]. В это время оно уже представляло собой глубоководный бассейн, на что указывает состав бентосных фораминифер с участием глубоководных родов *Plectina*, *Cyclamina* и *Bathysiphon*. Японские исследователи полагают [10], что с востока Японское море сообщалось с Тихим океаном через глубокий пролив (2000—500 м). Вероятно, повышенная соленость придонных вод и относительно теплые поверхностные воды ограничивали вертикальное перемешивание водной толщи Японского моря, одновременно снижая содержание кислорода у дна и уровень карбонатной компенсации.

Находки остатков мангровой растительности и тропических фаун моллюсков, обитавших в прибрежных водах центральной и юго-западной части о-ва Хонсю, указывают на более тепловодные условия в начале среднего миоцена, чем в открытом море. Японские исследователи связывают это с начавшимся глобальным потеплением и проникновением теплых струй протоКурисио около 16—15 млн лет назад в Японское море [15]. По палеоботаническим данным, на Сахалине в указанный выше климатический оптимум температуры в январе достигали

+12—13 °С, а в июле +25 °С [6]. Максимальное развитие получили широколиственные растения.

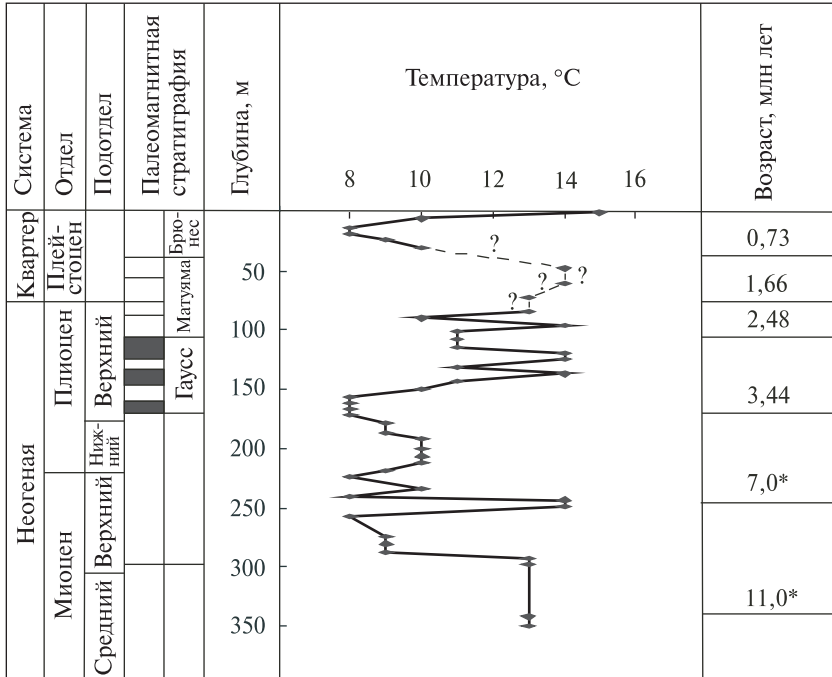
Такое различие между данными по открытой части Японского моря и наземной флорой, мелководной фауной о-вов Хонсю и Сахалина можно объяснить тем, что климатический оптимум более ярко проявился на островной суше за счет активизации с востока теплого палеотечения Куроисио. В западной части Японского моря фауна планктонные фораминиферы этого времени в наземных морских разрезах Кореи имела бореальный облик [13].

В период 15,5—10,5 млн назад лет происходило охлаждение поверхностных вод. В интервале 15,5—14 млн лет доминируют бореальные виды планктонные фораминиферы (*G. bulloides*, *Gt. glutinata*, *N. pachyderma dex.*), что указывает на среднегодовую температуру поверхностных вод в 11—14 °С. Наибольшее похолодание фиксируется с рубежа 14 млн лет, что согласуется с результатами диатомового анализа по Северному Хонсю [17]. В наземных разрезах Пхоханских впадин Южной Кореи также отмечена бореальная фауна планктонные фораминиферы этого времени [13]. Все эти данные хорошо соответствуют глобальному похолоданию между 15 и 13 млн лет [18]. Японские исследователи [20] полагают, что Японское море в период 14,0—10,5 млн лет оставалось еще открытым с юга и востока. Наши температурные построения и отсутствие видов-индикаторов Цусимского течения не подтверждают поступления теплых вод с юга. Сокращение притока глубинных океанских вод, его пульсаций с востока за счет колебаний уровня моря приводили, судя по изменению экоструктуры бентосных фораминифер, к частой смене на дне оксидной обстановки на аноксидную. В это время наблюдается интенсивный рост первичной продукции за счет кремневых водорослей, что привело к формированию диатомитов на широкой площади Японского моря. Вероятно, высокий поток органического вещества на дно повысил уровень лизоклина, что отразилось на снижении численности карбонатных раковин в осадке.

В период 10,5—2,5 млн лет происходит дальнейшее охлаждение акватории Японского моря в результате прогрессирующего глобального похолодания и почти полного прекращения притока теплых вод с юга. Продолжительный и умеренный по своим температурным характеристикам криохрон отмечен в интервале 8—3,5 млн лет с внутренним пиком тепла на 3—5 °С около 7 млн лет (рис. 2). Однако это резкое потепление не привело к появлению в диатомовой флоре и фауне планктонные фораминиферы субтропических и тропических видов [10]. Единичные находки *Globoquadrina dutertrei* в отложениях скв. 794 ODP возможно указывают на проникновение тихоокеанских вод только с востока во время потепления.

Среднегодовая температура поверхностных вод в криохроне (8—3,5 млн лет) составляла 12—14 °С на южной станции (скв. 797) и 8—10 °С — на наиболее северной станции (скв. 795).

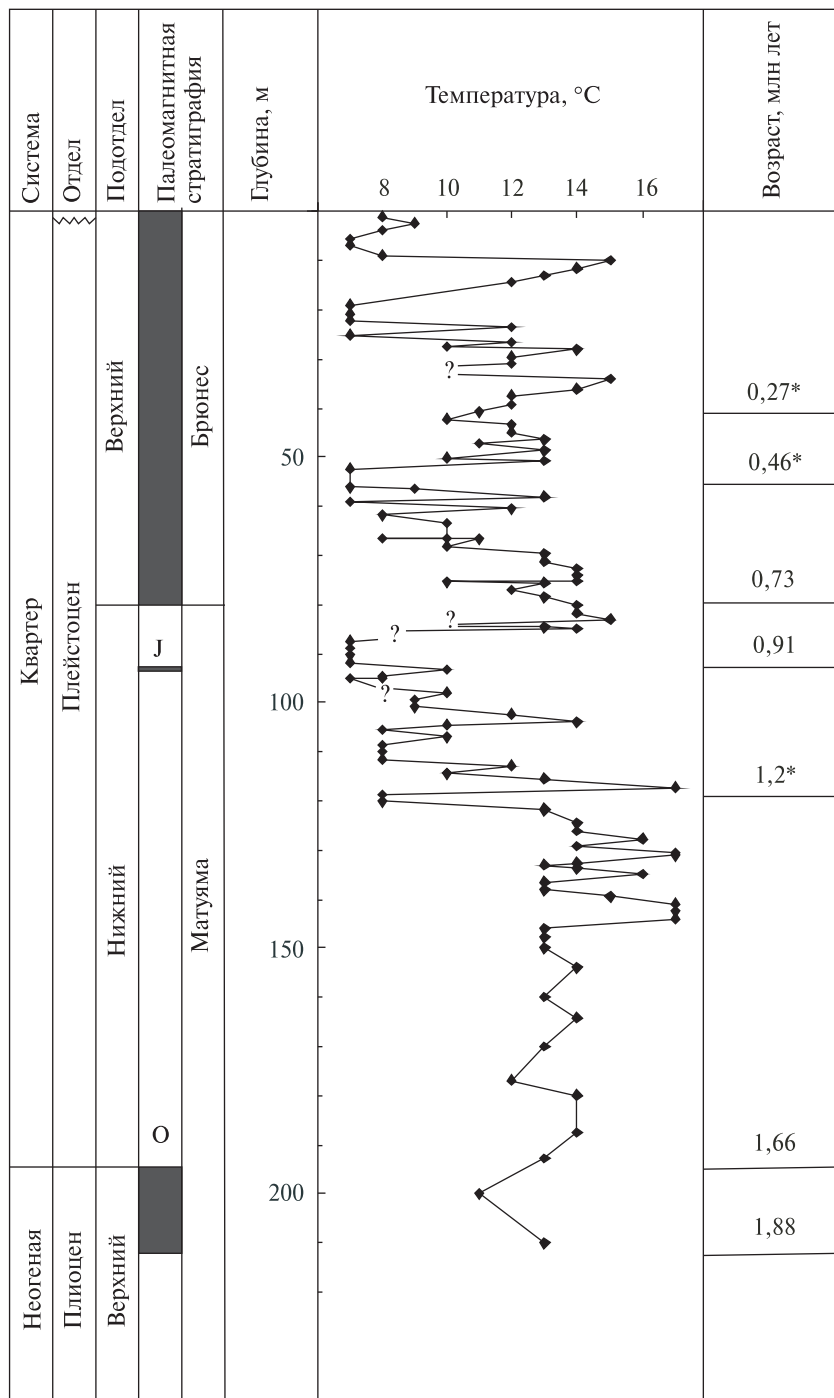
Анализ планктонных фораминифер с участием субтропических элементов в осадках позднего миоцена Восточнокорейского залива указывает на возможность проникновения теплых струй Цусимского палеотечения на север, в район вышеназванного залива [10]. Наибольшие значения среднегодовой температуры поверхностных вод в это время составляли 13—15 °С, усиливая контрастность условий природной среды между западным и восточным секторами Японского моря. Японские острова в это время испытывают значительный подъем и, возможно,



а

неотектонические подвижки могли привести к кратковременным раскрытиям Корейского пролива.

Глобальное похолодание в конце позднего миоцена нашло свое отражение в возрастании роли холодноводных элементов в составе планктонных фораминифер и диатомовой флоры. В наиболее холодную фазу температура воды в районе Ямато снижалась до 80 °C. Среди диатомей этого ремени доминируют северо-бореальные и аркто-бореальные (более 80 %) формы с участием *Coscinodiscus marginatus*, *Neodenticula koizumii*, *N. kamtschatica*, *Rhizosolenia barboi*, *R. hebetata*, *Thalassiothrix longissima*, *Thalassiosira marujamica*, *T. trifulta* в комплексе диатомей северных станций [10]. Позднемиоценовое похолодание привело к снижению зимних температур до отрицательных значений на прилегающей суше о-вов Хоккайдо и Сахалин [6]. Лесная растительность этого времени была представлена хвойно-широколиственными лесами с элементами тундровых сообществ на севере о-ва Сахалин. Совокупность палеогеографических данных указывает на то, что гляциоэвстатическое падение уровня моря и начало дифференцированного неотектонического подъема в конце миоцена (мессинское время) привели к соединению Сахалина и Хоккайдо с материком в единый континентальный блок. Это способствовало еще большему выхолаживанию акватории Японского моря и прилегающей суши. Судя по увеличению криофильных диатомей, в северной части моря активно развивается паковый лед. Японский исследователь Р. Тада [20] теоретически рассматривает возможность закрытия палео-Сангарского пролива и существования только северного пролива с батимальными глубинами на рубеже 6 млн лет. Этому противоречат наши палеобатиметрические построения по Северному Сахалину [8]. О значительной регрессии в это время свидетельствует и то, что дельта палеоАмура продвинулась далеко на запад Сахалина [3].



б

Рис. 2. Изменение среднегодовой температуры поверхностных вод Японского моря в позднем кайнозое [10]: (а — керн скв. 797 ОДР, б — керн скв. 798 ОДР); ■ — возраст границ магнитных эпох; * — время вымирания отдельных видов диатомей (*Rhizosolenia curvirostris*, *Thalassiosira schraderi* и *Denticulopsis praedimorpha*) и нанопланктона (*Pseudoemiliana lacunosa*) по материалам рейса 127/128 ОДР [19]

В плиоцене на палеотемпературных кривых фиксируется возрастание частоты мелкоамплитудных климатических изменений на фоне общего похолодания. На суше отмечены частые ландшафтные перестройки. Потепление в плиоцене (4,2—4,0 млн лет) отразилось на составе наземной растительности и привело к развитию полидоминантных широколиственных пород [6]. В экологическом составе планктона Японского моря в этот период существенных изменений не произошло. Среднегодовая температура поверхностных вод в юго-восточной части моря была 10—12 °С, что значительно ниже современной. Бентосных фораминифер указывают на повышенное содержание кислорода в придонных водах раннего плиоцена. Вероятно, это было связано с активным образованием глубинной водной массы в северо-западном секторе моря. В результате усиления зимнего муссона возле берегов Приморья холодные и плотные поверхностные воды погружались и насыщали кислородом придонные воды.

Период 2,5—1,4 млн лет (поздний плиоцен) был с умеренным климатом, а среднегодовые температуры воды составляли 10—13 °С в районе скв. 797 и 8—10 °С в районе скв. 794.

Плейстоценовый этап соответствует наиболее крупным гидроклиматическим изменениям в Японском море, имевшим место в кайнозое. Это, прежде всего, обусловлено неоднократными флуктуациями климата, гляциоэвстатическими колебаниями уровня моря (от -110 ... -130 до +10 ... +15 м) и тектонической активностью в регионе. В это время накапливается толща ламинатных осадков, представленная чередованием слоев темного и светлого цвета. Вариации температурных изменений поверхностного слоя воды в Японском море для этого этапа показаны на палеотемпературной кривой по керну скв. 798, в основу которой были положены результаты анализа планктонных фораминифер в 119 пробах (рис. 2). Частота отбора позволяет считать ее плейстоценовой эталонной кривой по карбонатным микрофоссилиям для всей северо-западной Пацифики. Анализ палеотемпературной кривой по керну скв. 798 ОДР, калиброванной по возрасту биостратиграфическим и палеомагнитным методами, показал, что ритмичность температурных изменений (свойственная «холодному» плейстоцену) в Японском море начинает отчетливо проявляться в интервале 1,4—1,2 млн лет.

Период 1,4—0 млн лет совпадает с началом «холодного» плейстоцена. Его нижняя возрастная граница в керне скв. 798 хорошо совпадает с пиком резкого похолодания на палеотемпературной кривой в керне скв. 299, начало которого датировано по трекам от спонтанного деления урана $1,45 \pm 0,35$ млн лет [9]. Если в начале плейстоцена вариации значений температур воды в юго-восточной части моря были как в плиоцене, то в интервале 1,4—1,2 млн лет различия между пиками тепла и холода достигали уже 3—5 °С. Именно в осадках этого узкого возрастного диапазона, в комплексе планктонных фораминифер из юго-восточной части моря, впервые появляются субтропические виды с участием *Globorotalia inflata*, *Neogloboquadrina dutertrei* и тепловодные диатомеи *Rhizosolenia bergonii*. Все они являются хорошими видами-индикаторами теплого Цусимского течения и поверхностной тихоокеанской водной массы. Мы полагаем, что около 1,4 млн лет в результате неотектонических и эрозионных процессов произошел размыв Корейского перешейка и в очередной раз теплые тихоокеанские воды начали поступать в Японское море с юга. Активизация тектонических процессов в северной части трога Окинава и Корейском проливе в это время была связана с перестройкой

движения Филиппинской плиты [19]. Ряд исследователей полагают, что периодическое открытие пролива могло происходить и раньше (3,5 и 2 млн лет назад), и теплые струи палео-Цусимского течения проникли в северную часть моря [17]. На палеотемпературных кривых скв. 299 DSDP и 794 — 798 ODP резких потеплений в это время не отмечено, хотя это могло быть связано с дискретным отбором керна.

Дальнейшая природная обстановка в Японском море контролировалась квазипериодическими изменениями климата и обусловленными ими гляциоэвстатическими колебаниями уровня моря. Первые приводили к усилению ритмичности температурных изменений поверхностных водных масс в Японском море, а понижение и повышение уровня моря контролировали приток тихоокеанских вод через Корейский пролив. На палеотемпературной кривой скв. 798 выделяется не менее шести крупных криохронов, когда температура воды понизилась до 7—8 °С. Это хорошо согласуется с данными по Сахалину, где на основе палинологических данных установлено, что в холодные эпохи температура самого теплого месяца была ниже современной на 7—10 °С, а самого холодного — на 8—15 °С [7]. В теплые эпохи на Сахалине январские температуры превышали современные на 4—6 °С и августа — на 2—3 °С.

На кривой скв. 798 ODP хорошо фиксируется процесс нарастающего плейстоценового похолодания при сравнении максимальных значений температур в термохроны и криохроны. Если до рубежа 1,2 млн лет максимальные значения температуры воды достигали 17—18 °С, то после него уже не превышали 15 °С. Минимальные же значения температур за тот же период оставались постоянными и составляли 7—8 °С. Из этого следует, что прогрессирующее плейстоценовое похолодание в большей степени находит свой отклик в палеогеографической летописи теплых эпох, чем холодных.

Сравнение японо- и охотоморских палеотемпературных кривых показало, что главный климатический оптимум в начале среднего миоцена проявился в обоих водоемах одновременно. Среднегодовая температура поверхностных вод в это время в Охотском [16] и Японском морях составляла соответственно 8—10 и 13—15 °С. Еще большая разница температур (до 10 °С) между этими бассейнами достигает в температурные экстремумы плейстоцена. Это было связано не только с разным географическим положением водоемов, но и с формированием широкого приматерикового шельфа в Охотском море в позднем плиоцене-плейстоцене.

Выводы

Проведенные исследования позволили получить новые данные по палеоокеанологии Японского моря. На примере восточной окраины Азии с ее океаническим обрамлением и муссонным типом атмосферной циркуляции прослежена изменчивость регионального климата не только на фоне его глобальных флуктуаций, но и под влиянием меняющихся соотношений площадей суши и моря, перестройки структуры течений и колебаний уровня моря. Совершенствование методов регионального палеогеографического анализа позволило с новых позиций, количественно, оценить трансформацию водной среды Японского моря и прилегающей суши. Для Японского моря по оригинальной методике реконструированы вариации среднегодовой температуры поверхностной воды и показана пространственно-временная изменчивость их за период позднего кайнозоя.

Изменение палеосреды Японского моря происходило согласно общей тенденции глобального природного процесса и определялось динамикой западного переноса воздушных масс. Главный термический максимум в истории водоема фиксируется в начале среднего миоцена, когда значения среднегодовых температур превышали современные на 3—4 °С в Японском и на 4—6 °С в Охотском море. В это время экосистемы Охотского и Японского морей имели наибольшее сходство, что определялось глобальным потеплением и отсутствием мелководных порогов между морями и океаном, подобно современному. Различие условий палеосреды двух бассейнов нарастает со второй половины плиоцена в результате прогрессирующего глобального похолодания и большей изоляции водоемов от океана за счет подъема Японо-Курильской Кордильеры. На формирование субарктического облика Охотского моря повлияло образование широкой приматериковой отмели, наличие которой существенно изменило его гидрологический режим.

Ритмичность и амплитуда температурных изменений воды в Японском море начала отчетливо проявляться около 1,4—1,2 млн лет назад, после которого температурные различия между пиками тепла и холода стали достигать 8—10 °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев Б.И.* Геологическое строение и происхождение Тихого океана. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — 559 с.
2. *Волошинова Н.А., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С.* Фораминиферы неогеновых отложений Сахалина. — Л.: Недра, 1970. — 302 с.
3. *Гладенков Ю.Б., Баженова О.К., Гречин В.И. и др.* Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность. — М.: ГЕОС, 2002. — 222 с.
4. *Гребенникова Т.А., Плетнев С.П.* Новый метод оценки плейстоценовых палеотемператур водной среды по ископаемым диатомовым водорослям (на примере Японского моря) // *Океанология*. — 1988. — **28**, № 4. — С. 605—612.
5. *Дальневосточные моря России* / Под ред. Кулинич Р.Г. — Кн. 3. Геологические и геофизические исследования. — М.: Наука, 2007. — 503 с.
6. *Изменение климата и ландшафтов за последние 65 млн лет* / Под редакцией А.А. Величко. — М.: ГЕОС, 1999. — 342 с.
7. *Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С. и др.* Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем кайнозое (миоцен-плейстоцен). — Владивосток: ДВО РАН. Тихоокеан. институт географии, 1996. — 56 с.
8. *Плетнев С.П.* Палеогеография осадочных бассейнов западной части Тихого океана (поздний мел-кайнозой). — Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. — Владивосток, 2012. — 49 с.
9. *Плетнев С.П., Ганзей С.С.* Плиоцен-плейстоценовая граница в Японском море (по материалам керна скв. 299 DSDP б/с «Гломар Челленджер») / *Стратиграфия и палеоокеанология Мирового океана*. — М.: ИО АН СССР, 1993. — С. 127—131.
10. *Плетнев С.П., Гребенникова Т.А., Уткин И.В.* Изменение среднегодовой температуры поверхностных восточной части Японского моря в позднем кайнозое / *Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке*. — Владивосток: Дальнаука, 2007. — С. 126—139.
11. *Плетнев С.П., Изосов Л.А., Горювая М.Т.* Новые данные по геологическому строению осадочного чехла Восточно-Корейского залива // *Тихоокеан. геология*. — 2006. — **25**. — № 2. — С. 73—77.
12. *Development of Tertiary sedimentary basins around Japan Sea (East Sea)* / Eds. Tateishi V and Kurita H. — Niigata Univ., 2002. — 245 p.
13. *Geology of Korea* / Edited by Lee, Dai-Sung. Seoul, Korea, 1988. — 514 p.
14. *Initial reports of the Deep-Sea Drilling Program*. W. 1975. — **31** (Site 292M302).
15. *Itoigawa J.* Tropical spike in in early Middle Miocene (ca 16 Ma) of Southwest Japan // *Proc. Intern. Symp. Pacific Neog. Cont. and Mar. — Events, Nanjing: Nanjing Univ.* 1989. — P. 19—26.

16. Kafanov A.I., Volvenko I.V. Bivalve mollusks and Cenozoic paleoclimatic events in the northwestern Pacific ocean // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 1997. — **129**, N 1. — P. 119—153.
17. Koizumi I. Diatom Biostratigraphy of the Japan Sea: Leg 127 // Proc. ODP, Sic. Results, 127/128, pt. 1: College Station, TX (Ocean Drilling Program). — 1992. — P. 249—289.
18. Miller K.G., Fairbanks, R.G., Mountain, G.S et al. The Phanerozoic records of global sea-level // Science. — 2005. — **310**. — P. 1293—1298.
19. Proc. ODP, Init. Rep. W. 1992. — **127/128** (Site 794—798).
20. Tada R. Paleocenographic evolution of the Japan Sea // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 1994. — **108**, N 3—4. — P. 487—508.
21. Sacamoto T., Ikehara M., Uchida M. et al. Millennial-scale variations of sea-ice expansion in the Southwestern part of the Okhotsk Sea during the past 120 kyr Age model and ice-rafted debris in IMAGES Core MD01-2142 // Global and planetary change. — 2006. — **53**. — P. 58—77.
22. Sakai H., Nishi H. Geologic ages of the Taishi group and Katsumoto Formation in the Tsushima and Iki Islands, off Northwest Kyushu on the basis of Planktonic foraminifera // J. of the Geological Society of Japan. — 1990. — **96**. — N 5. — P. 389—392.

Статья поступила 18.03.2015

С.П. Плетнёв

ПАЛЕООКЕАНОЛОГІЯ ЯПОНСЬКОГО МОРЯ НА РАНЬОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ

Аналіз планктонних форамініфер і діатомових водоростей у ядрах глибоководного буріння (794—798 ODP) дозволив з позицій актуалізму відновити середньорічні температури поверхневих вод у Японському морі за останні 16 млн років. Показано, що найбільші температури 14—16 °C були на початку середнього міоцену. Вони ж не перевищували сучасні значення з пізнього міоцену до раннього еоплейстоцену, що було викликано відсутністю припливу теплих тихоокеанських вод з півдня. Після рубежу 1,4 млн років гляціоевстатичні коливання рівня моря привели до ерозії перешийка на місці сучасного західного проходу Корейської протоки, і тепла Цусимська палеотечія знову почала надходити в Японське море після тривалої перерви.

Ключові слова: Японське море, міоцен, пліоцен, планктонні форамініфери, діатомеї, температура поверхневих вод.

S.P. Pletnev

PALEOOCEANOLOGY OF THE SEA OF JAPAN AT EARLY STAGE OF EVOLUTION

The analysis plankton foraminifera and diatoms in cores of deep-water drilling (794—798 ODP) has allowed making the reconstruction of the mid-annual temperatures for surface waters during the last 16 million years in Japan Sea. It is shown, that the highest temperatures of the surface waters were of 14—16 °C in the early middle Miocene. It did not exceed recent ones from the Late Miocene to the Early Eopleistocene, that was caused by the absence of the southern inflow of warm Pacific waters into sea. Since the boundary of 1,4 million years, glacio-eustatic changes of the sea level to the erosion of the isthmus had located on the place of modern western pass of the Korean Strait, and warm Tsushima paleocurrent began to act not only to the north, but also to the east.

Key words: Sea of Japan, Miocene, Pliocene, planktonic foraminifera, diatoms, temperature of surface waters.