

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
ОТЛОЖЕНИЙ ИНТЕРСТАДИАЛА (МИС 3)
ОСТРОВА КИНГ ДЖОРДЖ (ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИКА)
НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ДИАТОМОВЫХ
КОМПЛЕКСОВ**

*д-р геогр. наук С.Р. ВЕРКУЛИЧ¹, канд. геол.-минерал. наук З.В. ПУШИНА¹,
науч. сотр. М.В. ДОРОЖКИНА¹, проф. М. МЕЛЛЕС², д-р Ж. РЕТЕМЕЙЕР²*

¹ — ГИЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,
Санкт-Петербург, e-mail: verkulich@aari.ru

² — Университет г. Кёльн, Германия, e-mail: mmelles@uni-Koeln.de janet.rethemeyer@
uni-Koeln.de

Представлены результаты изучения отложений интерстадиала МИС 3 из обнажений на острове Кинг Джордж (Западная Антарктика). Радиоуглеродные датировки и детальное исследование диатомовой флоры в отложениях позволили определить возраст и условия осадконакопления. По данным диатомового анализа формирование отложений происходило в мелководной, относительно холодноводной зоне морского бассейна.

Ключевые слова: остров Кинг Джордж, морские отложения, радиоуглеродное датирование, диатомовый анализ, интерстадиал, палеогеографическая реконструкция.

ВВЕДЕНИЕ

Морские отложения интерстадиала (МИС 3) — периода, предвещающего оледенение последнего ледникового максимума, — были отобраны на полуострове Файлдс, остров Кинг Джордж, в 2008–2012 гг. Первые результаты определения возраста, изучения видового состава ископаемой флоры и фауны отложений показали, что во время интерстадиала морские воды могли распространяться на острове до современной высотной отметки 40 м, площадь и размеры оледенения острова сокращались, а условия накопления отложений были, вероятно, не холоднее современных (Веркулич и др., 2013).

Для уточнения представления об условиях интерстадиала были проведены дополнительное датирование отложений и детальные исследования в них ископаемых комплексов диатомовых водорослей. Следует отметить, что столь подробное восстановление палеоэкологических обстановок интерстадиала на основе диатомового анализа разрезов отложений на суше выполнялось для материковой Антарктиды впервые. Ранее на острове Кинг Джордж и в окружающих акваториях изучались современные и голоценовые диатомовые водоросли (Кузьменко, 2004; Al-Handal, Wulff, 2008a, b; Bárcena et al., 1998; Kawecka et al., 1998; Ligowski, 1998; Martinez-Macchiavello et al., 1999; Rzepecki et al., 2011; Schmidt et al., 1990; Tatur et al., 2004; Watcham et al., 2011; Yang, Harwood, 1997; Yoon et al., 2000, 2006), а позднеплейсто-

ценовые морские диатомовые водоросли были идентифицированы в донных осадках моря Беллинсгаузена (Akiba, 1982).

Полученные результаты исследований приводятся и обсуждаются в данной статье.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования включали: радиоуглеродное датирование возраста двух образцов из разреза отложений PM2 (образцы PM2–15, PM2–27) и образца PM7–2 из разреза PM7; изучение ископаемых диатомовых комплексов в отложениях разрезов PA1, PM2, а также в образцах 48 и 49, 50, 121, отобранных из неглубоких расчисток отложений (рис. 1а).

Радиоуглеродный возраст ископаемых морских раковин из образцов определялся в Институте геологии и минералогии Университета г. Кёльн, Германия (АМС метод). Изучение ископаемых комплексов диатомовых водорослей выполнялось в ГНЦ РФ ААНИИ (Санкт-Петербург, Россия). Техническая обработка образцов отложений для диатомового анализа выполнялась по стандартной методике (Диатомовый анализ, 1974). Изучение водорослей в препарате проводилось с помощью светового микроскопа (СМ) Amplival Zeiss с иммерсионной жидкостью при увеличении 1500.

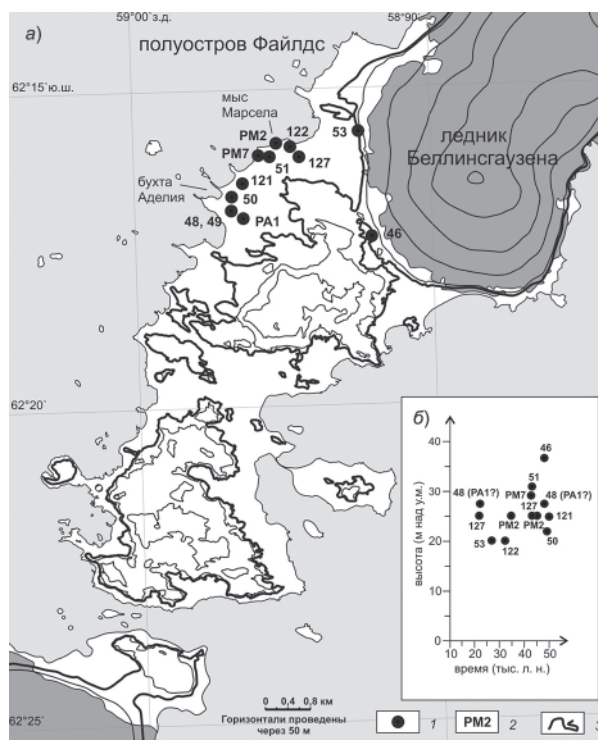


Рис. 1. Местоположение точек изученных отложений интерстадиала (МИС 3) на полуострове Файлдс, остров Кинг Джордж (а), и соотношение высоты и значений радиоуглеродного возраста отложений интерстадиала в точках (б) в соответствии с (Веркулич и др., 2013).

Условные обозначения к рисунку 1а: 1 — точки изученных отложений; 2 — номера разрезов и образцов отложений; 3 — предполагаемый максимальный уровень подъема морских вод (горизонталь 40 м) во время интерстадиала в соответствии с (Веркулич и др., 2013).

Подсчет диатомей осуществлялся до 300 створок, если количество экземпляров позволяло это сделать. Таксономическая идентификация и классификация водорослей были проведены с использованием отечественных и зарубежных определителей, с привлечением разнообразной литературы по диатомовым водорослям Антарктиды.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты радиоуглеродного датирования возраста ископаемых раковин показали, что все вмещающие их отложения формировались в период интерстадиала (МИС 3): возраст образца PM2–15 с глубины разреза 1,78–1,83 м составил 34550 ± 283 л.н. (лабораторный номер COL2583.1.1); возраст образца PM2–27 с глубины разреза 1,18–1,23 м составил 44930 ± 948 л.н. (лабораторный номер COL2582.1.1); возраст образца PM7–2 с глубины разреза 0,95–1,00 м составил 42484 ± 708 л.н. (лабораторный номер COL2584.1.1). Новые значения не противоречат ранее полученной картине высотного распределения отложений интерстадиала, подтверждая залегание их толщи примерно с 20 м над уровнем моря и выше (см. рис. 1б).

В изученных образцах отложений обнаружено 136 видов диатомовых водорослей и 1 вид силикофлагеллят. В зависимости от ареала распространения вида в Южном океане различают антарктические (неритические открытой воды и ледово-морские), субантарктические (океанические), умеренно-тепловодные (океанические) и сублиторальные и литоральные (бентосные, эпифитные и ледово-морские) виды. Большое значение в диатомовой флоре прибрежной части Южного океана имеют ледово-морские виды, которые являются как неритическими планктонными, так и бентосными и которые развиваются во льдах, под сезонными льдами и во время таяния сезонных льдов.

В установленных нами комплексах диатомей преобладают холодноводные планктонные и бентосные виды, многие из них ледово-морские: *Thalassiosira antarctica* Comber, *Porosira glacialis* (Grunow) Jørgensen, *Fragilariopsis curta* (O'Meara) Hustedt, *Pseudogomphonema kamtschaticum* (Grunow) Medlin, *Synedropsis recta* Hasle, *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen. Наибольшее разнообразие имеют морские бентосные и эпифитные виды: например, эпифитный род *Cocconeis* насчитывает 24 вида, род *Navicula* — 10 видов. Планктонные океанические диатомеи и неритические виды открытой воды не очень многочисленны, чаще других встречаются *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hustedt, споры рода *Chaetoceros*, *Thalassiosira margaritae* (Frenguelli et Orlando) Kozlova emend Makarova, *Odontella litigiosa* (Van Heurck) Hoban. Бентосные пресноводно-солонатоводные и пресноводные диатомеи единично встречаются далеко не во всех комплексах диатомовых и представлены всего 10 видами, в основном видами рода *Planothidium*.

В образце 49 (см. рис. 1а) на глубине 25 см установлен небогатый количественно морской диатомовый комплекс, в котором преобладают неритические планктонные ледово-морские виды *Thalassiosira antarctica* Comber и ледово-морские виды *Synedropsis recta* Hasle, Medlin et Syvertsen; в числе сопутствующих здесь бентосные сублиторальные и литоральные виды. В состав комплекса входят единичные бентосные пресноводно-солонатоводные виды *Planothidium* sp. В расположенном выше, на глубине 20 см, образце 48 установлен также не очень богатый количественно морской комплекс диатомей, в котором преобладают эпифитные виды *Pseudogomphonema kamtschaticum* (Grunow) Medlin, известные как обрастатели льдов, *Cocconeis fasciolata* (Ehrenberg) Brown, ледово-морские виды *Synedropsis recta*; в том числе антарктические эндеми-

ки *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen, *Fragilariopsis curta* (Van Heurck) Hustedt и др.; здесь обнаружены немногочисленные бентосные пресноводные виды *Planothidium* sp. и *Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve et Möller.

В образце 50 на глубине 13 см установлен богатый количественно, насчитывающий 60 видов диатомовый комплекс *in situ* с преобладанием морских видов (85 % от общего состава комплекса): количество планктонных видов — 22,6 %, среди них океанических — 10,6 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 6 % и др.), неритических видов открытой воды — 6,2 % (*Chaetoceros* sp. — 4 % и др.), неритических ледово-морских видов — 40,4 % (*Synedropsis recta* — 18 %, *Thalassiosira antarctica* — 18 %), морских бентосных видов — 66,4 % (*Cocconeis fasciolata* — 9 % и др.). Пресноводные виды представлены бентосными *Psammothidium metakryophilum* (Lange-Bertalot et Schmidt) Saabe, *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Round & Bukhtiyarova, *Planothidium dubium* (Grunow) Round, и другими. Ассоциация диатомей отражает условия, близкие современным условиям в морских прибрежных районах Антарктиды.

В образце 121 на глубине 17 см установлен богатый количественно морской комплекс *in situ*, включающий 29 видов с преобладанием морских видов (99 %): планктонных видов — 34,8 %, среди них океанических — 1,6 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 1 % и др.), неритических видов открытой воды — 22,6 % (*Chaetoceros* sp. — 1 %, *Odontella litigiosa* (Van Heurck) Hoban — 21 % и др.), неритических ледово-морских видов — 31,6 % (*Porosira glacialis* — 19 %, *Synedropsis recta* — 10 %, *Thalassiosira antarctica* — 7 %); морских бентосных видов — 24,2 % (*Cocconeis fasciolata* — 7 % и др.). Пресноводные виды единичны.

Разрез отложений PA1 (62,16978° ю.ш., 58,96280° з.д., 27 м над уровнем моря) был вскрыт на склоне долины, выходящей в бухту Аделия (см. рис. 1а). Он сложен преимущественно глинами и суглинками (в основании — пески), содержащими остатки морских водорослей, а также редкие обломки раковин моллюсков (рис. 2). Хотя датировок возраста отложений разреза еще не получено, можно уверенно отнести этот разрез к интерстадиалу МИС 3: его высотное положение попадает в границы распространения отложений интерстадиала; результаты датирования таких же отложений, на той же высоте в 100 м к западу по склону (образец 48) дают время интерстадиала (см. рис. 1а, б). В разрезе PA1 обнаружены богатые комплексы морских диатомей, по составам которых снизу вверх по разрезу выделяются четыре экологические зоны (экозоны).

Экозона IV (1,65–1,40 м). В песках обнаружены морские диатомовые водоросли при численном преобладании бентосных диатомей — до 54 %, и заметное количество ледово-морских диатомовых водорослей — до 37 %. Количество океанических и неритических видов диатомей открытой воды невелико.

Экозона III (1,40–0,60 м). Преобладают литоральные бентосные виды (до 62 %, из них *Navicula* cf. *perminuta* — до 25 %, *Cocconeis costata* var. *antarctica* — до 22 % и др.). Ледово-морские виды встречены с высокими количественными показателями (до 65 % в отдельных горизонтах, из них *Synedropsis* sp. — до 24 %, *Pseudogomphoneta kamschaticum* — до 22 %). Количества океанических и неритических видов диатомей открытой воды по-прежнему невелико.

Экозона II (0,60–0,15 м). При относительном увеличении численности океанических видов диатомей до 5,8 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 3 % и др.) и открыто-морских — до 28 % (*Chaetoceros* sp. — 12 % и др.), здесь доминируют литоральные

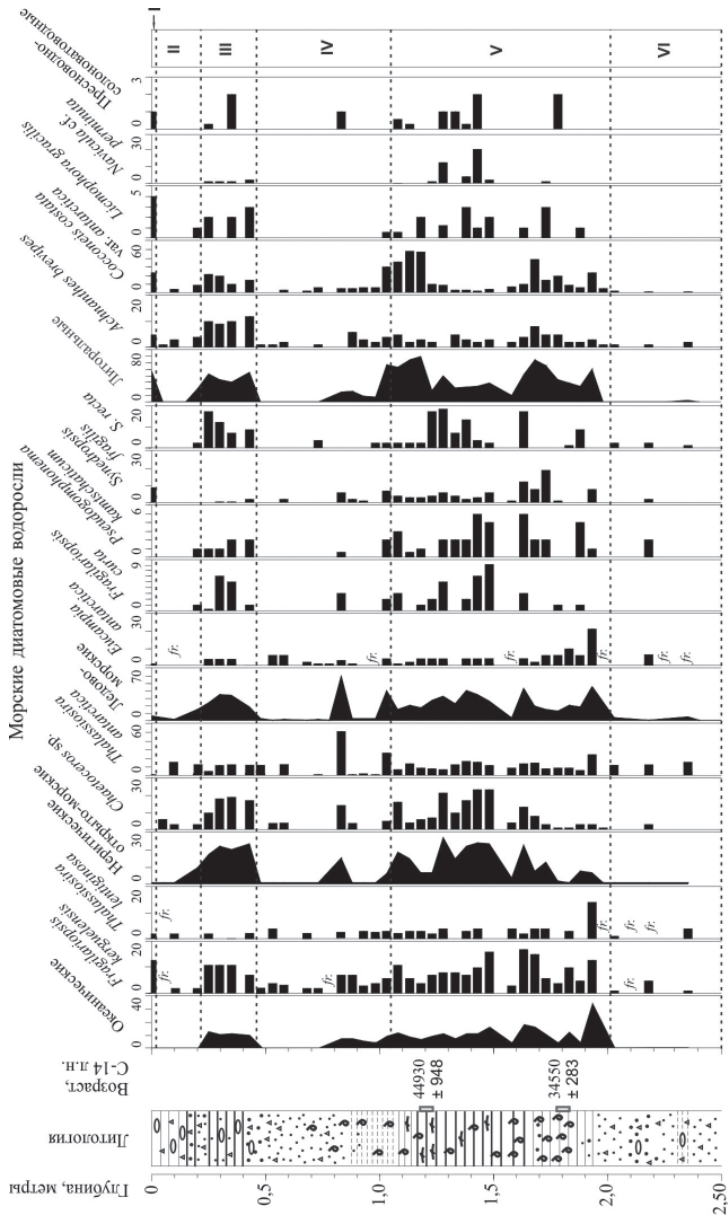


Рис. 3. Литоология, результаты радиоуглеродного датирования, распределение экологических групп и доминирующих видов диатомовых водорослей (в %), выделенные экзоны в соответствии с результатами диатомового анализа в разрезе РМ2. Условные обозначения см. рис. 2.

бентосные виды диатомей — до 55 % (*Cocconeis costata* var. *antarctica* — до 25 % и др.); количество ледово-морских видов в отдельных горизонтах достигает 40 % при преобладании видов рода *Synedropsis* (до 36 %).

Экозона I (0,15–0,0 м). Здесь установлено самое большое по разрезу количество океанических (7,6 %, из них *Fragilariopsis kerguelensis* — 3 %) и неритических открыто-морских (до 26 %, из них *Chaetoceros* sp. — 12 %) видов диатомей при численном преобладании бентосных литоральных видов — до 55 % (*Navicula* cf. *perminuta* — 9 % и др.). Значительным является также количество ледово-морских видов диатомей — до 36 % (*Synedropsis recta* — 10% и др.).

Отложения разреза РМ2 (62,15874° ю.ш., 58,94690° з.д., 25 м над уровнем моря) залегают над бровкой клифа в районе мыса Марсела (см. рис. 1). Они представлены переслаивающимися глинами, суглинками, супесями, песками с включениями раковин и остатков морских водорослей (рис. 3). В соответствии с результатами радиоуглеродного датирования, отложения накапливались во время интерстадиала (МИС 3). Результаты диатомового анализа указывают на морские условия формирования осадков. По составам комплексов диатомей и количеству экземпляров диатомей в разрезе снизу вверх выделяются шесть экозон.

Экозона VI (глубина залегания 2,50–2,02 м). Обнаружены немногочисленные створки 54 видов морских, преимущественно бентосных диатомей, большинство которых встречаются «единично» и в плохой сохранности. Условия развития диатомовой флоры были неблагоприятны, возможно, отдельные створки диатомей были занесены. Преобладают *Cocconeis costata* var. *antarctica*, *Thalassiosira antarctica* и *Eucampia antarctica* (Castracane) Mangin.

Экозона V (2,02–1,07 м). В данной экозоне установлены многочисленные створки морских диатомей, обнаружено 65 видов диатомей *in situ*. По составам диатомовых комплексов можно выделить два основных интервала экозоны.

В нижнем интервале (глубины залегания в разрезе составляют 2,02–1,57 м) доминируют планктонные неритические диатомей, количество диатомей невысоко. В неритических планктонных диатомовых комплексах преобладают неритические диатомей открытой воды (в целом — до 41 %, из них споры *Chaetoceros* sp. — 23 %), установлено наибольшее количество створок *Thalassiosira margaritae* (Frenguelli et Orlando) Kozlova emend Makarova (до 6 %); ледово-морские виды составляют до 34 % (*Synedropsis recta* — 11 %, *Fragilariopsis curta* — до 8 %); литоральные виды насчитывают до 33 %; океанических виды составляют до 17 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 16 %).

Верхний интервал (1,57–1,07 м), характеризующийся в целом доминированием бентосных литоральных, очень богатых количественно диатомей, был сформирован в литоральной зоне относительно холодноводного морского бассейна. Бентосные литоральные виды составляют до 58 % с преобладанием *Cocconeis costata* var. *antarctica* (до 48 %); на долю неритических открыто-морских диатомей приходится до 36 % (*Thalassiosira antarctica* — 26 %, *Chaetoceros* sp. — 16 %, *Odontella litigiosa* — до 8 % и др.); ледово-морские виды составляют до 24 % (*Synedropsis recta* — 15 %, *Fragilariopsis curta* — до 5 %); океанических видов — до 12,2 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 11 %). Диатомовый вид *Podosira antarctica* Gogorev et Pushina, типичный для плейстоценовых и голоценовых диатомовых комплексов из отложений оазиса Вестфолль, встречен «единично». Пресноводные виды редки, они составляют всего 2 %. В состав диатомовых комплексов входят вымершие и, вероятно, переотложенные

Stephanopyxis sp. и *Trigonium antarcticum* Gogorev et Pushina. Комплекс этого интервала очень похож на диатомовый комплекс отложений интерстадиала из образца 121.

Экозона IV (1,02–0,47 м). Установлены немногочисленные створки морских диатомей, возможно занесенных. «Единично» встречено 13 видов диатомовых водорослей, которые относятся к разным экологическим группам.

Экозона III (0,47–0,22 м). Обнаружены многочисленные створки диатомей *in situ*, установлен 61 вид. О нестабильности гидрологических условий свидетельствует смешанный экологический состав диатомовых комплексов: бентосные и планктонные диатомеи обнаружены практически в равных долях. До 42 % составляют литоральные бентосные виды; на долю неритических открыто-морских диатомей приходится до 35 % (*Chaetoceros* sp. — 19 % и др.); ледово-морские виды составляют до 25 % (*Synedropsis recta* — 14 %, *Fragilariopsis curta* — до 6 %); океанических видов — до 14 % (*Fragilariopsis kerguelensis* — 11 % и др.). Вероятно, формирование этих осадков происходило в литоральной зоне, подверженной значительному влиянию океанических вод.

Экозона II (0,22–0,05 м). Створки морских диатомовых водорослей немногочисленны, хотя они относятся к 25 видам.

Экозона I (0,05–0,00 м). Установлены немногочисленные створки диатомей *in situ*. В осадках обнаружено 40 видов диатомей, заметно присутствие океанических грубокремненных видов. Все диатомовые — морские, преимущественно бентосные литоральные, преобладают *Cocconeis costata* var. *antarctica* Manguin. Вероятно, отложения накапливались в морских прибрежных (литоральных) условиях, которые не были благоприятны для развития диатомовой флоры.

ОБСУЖДЕНИЕ

Предшествующие и новые результаты радиоуглеродного датирования указывают на важную роль морских вод в формировании очертаний и природной среды острова Кинг Джордж в период интерстадиала: остров превращался в архипелаг (см. рис. 1а). Оценить характеристики перекрывающих остров морских вод и особенности местного климата того времени позволяют результаты диатомового анализа отложений интерстадиала.

Диатомовые комплексы, установленные нами во всех изученных образцах, отражают в целом прибрежные холодноводные условия с проникновением океанических вод. Это проникновение было наиболее ощутимо при накоплении отложений разреза PM2 (на глубине 1,57–1,32 м экозоны V и в экозонах III, I) и образца 50; при формировании диатомовых комплексов в районе разреза PA1 влияние океанических вод было незначительным. Наибольшее количество неритических видов открытой воды установлено в отложениях разреза PA1 (экозона II) и разреза PM2 (на глубине 1,52–1,07 м экозоны V и в экозоне III). Холодноводные диатомовые комплексы выявлены практически по всему разрезу PA1 (особенно на глубине 1,35–0,60 м экозоны III) и в отложениях на глубине 1,57–1,32 м экозоны V разреза PM2. Самые мелководные условия существовали при формировании отложений образцов 50 и 121, при накоплении осадков в верхней части экозоны V разреза PM2 (глубины 1,27–1,07 м) и всего разреза PA1.

Сравнение изученной нами ископаемой диатомовой флоры с современными диатомовыми биоценозами (Al-Handal, Wulff, 2008a, 2008b; Ligowski, 1998) и с диатомовыми комплексами из голоценовых осадков (Rzepecki et al., 2011) акватории острова Кинг Джордж в целом не выявило серьезных отличий видового состава диатомовых водорослей, но обнаруживает некоторые различия в диатомовых комплексах. Диатомовые

комплексы в отложениях МИС 3 более сходны с диатомеями, характеризующими современные биоценозы акватории в районе острова. В современных диатомовых комплексах было установлено 50 эпифитных диатомовых водорослей, принадлежащих 29 родам, среди которых численно доминируют *Cocconeis* spp., *Entopyla australis* var. *gigantea*, *Grammatophora arctica* и *Pseudogomphonema kamtschaticum*. Практически все виды, описанные в современных диатомовых комплексах, встречены и в ископаемых диатомовых комплексах из отложений МИС 3. Однако в изученных нами комплексах ледово-морские диатомеи часто являются доминирующими, хотя количество *Cocconeis* spp. здесь тоже достаточно велико. Из перечисленных диатомей лишь *Pseudogomphonema kamtschaticum* является не только эпифитным видом, но и обрастателем льда.

Планктонная группа диатомей из отложений МИС 3 значительно отличается от установленных в настоящее время в рассматриваемом регионе. В фитопланктоне, собранном в западной части пролива Брансфилда, наибольшим видовым разнообразием характеризовались роды *Chaetoceros* (15 видов), *Rhizosolenia*, *Thalassiosira* (по 7 видов), *Thalassiothrix* (3 вида) (Кузьменко, 2004). В нашем материале наибольшим разнообразием отличаются планктонные виды родов *Thalassiosira* (11 видов), *Fragilariopsis* (9 видов), а представители рода *Chaetoceros* присутствуют как неопределимые до вида споры (*Chaetoceros* sp.).

Основным отличием установленных нами диатомовых комплексов от голоценовых комплексов из донных отложений залива Адмиралтейства (Rzepecki et al., 2011) является незначительное количество видов рода *Chaetoceros*, большая концентрация которых в современных биоценозах отражает их высокую биопродуктивность и стабильные гидродинамические условия (Stockwell, 1991). Сравнение с голоценовыми комплексами из обнажений острова Кинг Джордж также не выявило отличий в видовом составе диатомовых комплексов, но нужно отметить, что количество диатомей и видовое разнообразие значительно меньше в диатомовых комплексах голоцена, в которых преобладают виды рода *Cocconeis*, *Licmophora gracilis* и *Pseudogomphonema kamtschaticum* (Веркулич и др., 2012).

Сравнение диатомовых комплексов отложений разрезов РМ2 и РА1 обнаруживает некоторые различия. Формирование разреза РМ2 происходило в литоральной зоне морского бассейна, подверженного изменяющемуся влиянию океанических вод, что обуславливало довольно резкие изменения условий развития диатомовой флоры. Это подтверждается и особенностями литологии разреза: очевидной и неоднократной сменой характера осадка (см. рис. 3). Отложения разреза РА1, накапливавшиеся также в литоральной зоне морского бассейна, испытывали меньшее влияние океанических вод и сложены более однородным, тонкодисперсным материалом (см. рис. 2): смена условий осадконакопления в разрезе РА1 была менее резкая, чем для разреза РМ2. На наш взгляд, данные различия зависели прежде всего от особенностей места формирования разрезов: отложения разреза РМ2 накапливались на поверхности обращенного к океану древнего клифа, а осадконакопление в разрезе РА1 шло в древней долине, которая, вероятно, представляла собой сравнительно неглубокую, узкую лагуну, вдающуюся в сушу на сотни метров, где волноприбойная деятельность и обмен морских вод были сравнительно слабыми. Данная интерпретация позволяет сделать два вывода: во-первых, о высокой степени достоверности полученных результатов диатомового анализа; во-вторых, о том, что основные черты рельефа полуострова (береговая линия, долины и т.п.) были созданы задолго до периода интерстадиала МИС 3.

ВЫВОДЫ

Выполненное исследование ископаемых диатомовых водорослей и дополнительное датирование в отложениях интерстадиала (МИС 3) позволяют:

- подтвердить факт распространения морских вод на острове Кинг Джордж во время МИС 3 до современных высотных отметок 20–30 м над уровнем моря;
- впервые детально описать морскую позднеплейстоценовую диатомовую флору в материковых отложениях Антарктиды;
- реконструировать палеоэкологические условия формирования отложений интерстадиала (МИС 3) на острове Кинг Джордж.

Осадконакопление в период интерстадиала происходило в морских, относительно холодноводных условиях, которые, однако, были не суровой наблюдающихся в районе острова Кинг Джордж в настоящее время. Преобладание бентосных и эпифитных морских диатомей позволяет заключить, что развитие диатомовой флоры происходило в мелководных (меньше 30 м глубины) условиях с нормальной морской соленостью.

Исследования выполнялись в рамках темы 1.3.1.3 ЦНТП Росгидромета и при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 14-05-00548а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Веркулич С.Р., Дорожкина М.В., Пушина З.В., Татур А., Сухомлинов Д.И., Крылов А.В.* Условия интерстадиала (МИС3) и характер оледенения последнего ледникового максимума на острове Кинг Джордж (Западная Антарктика) // Лед и снег. 2013. № 1 (121). С. 111–117.
- Веркулич С.Р., Пушина З.В., Татур А., Дорожкина М.В., Сухомлинов Д.И., Курбатова Л.Е., Мавлюдов Б.Р., Саватюгин Л.М.* Голоценовые изменения природной среды на полуострове Файлдс, остров Кинг Джордж (Западная Антарктика) // Проблемы Арктики и Антарктики. 2012. № 3 (93). С. 17–27.
- Диатомовый анализ. Т. 1. Л.: Наука, 1974. 403 с.
- Кузьменко Л.В.* Фитопланктон западной части пролива Брансфилда // Украинский Антарктический журнал. 2004. № 2. С. 125–137.
- Akiba F.* Late Quaternary diatom biostratigraphy of the Bellingshausen Sea, Antarctic Ocean // Rep. Tech. Res. Cen. JNOC. 1982. Vol. 16. P. 31–74.
- Al-Handal A.Y., Wulff A.* Marine benthic diatoms from Potter Cove, King George Island, Antarctica // Botanica Marina. 2008a. Vol. 51. P. 51–68.
- Al-Handal A.Y., Wulff A.* Marine epiphytic diatoms from the shallow sublittoral zone in Potter Cove, King George Island, Antarctica // Botanica Marina. 2008b. Vol. 51. P. 411–435.
- Bárcena M.A., Gersonde R., Ledesma S., Fabrés J., Calafat A.M., Canals M., Sierro F.J., Flores J.A.* Record of Holocene glacial oscillations in Bransfield Basin as revealed by siliceous microfossil assemblages // Antarctic Science. 1998. Vol. 10 (3). P. 269–285.
- Kawecka B., Olech M., Nowogrodzka-Zagórska M., Wojtuń B.* Diatom communities in small water bodies at H. Arctowski Polish Antarctic Station (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica) // Polar Biology. 1998. Vol. 19. P. 183–192.
- Ligowski R.* Diatoms in different habitats of Admiralty Bay, Antarctica // Proceedings of the 15th Diatom Symposium 1998, Perth, Australia. Perth: Gonter Verlag, 1998. P. 173–191.
- Martinez-Macchiavello J.C., Tatur A., Servant-Vildary S., del Valle R.* Holocene environmental change in a marine-estuarine-lacustrine sediment sequence King George Island, South Shetland Islands // Antarctic Science. 1999. Vol. 8 (4). P. 313–322.

Rzepecki M., Wasilowska A., Pushina Z., Gąsiorowski M., Majewski W., Gromadka P., Tatur A., Ligowski R. Zmiany klimatyczne podczas ostatniego milenium zapisane w osadach dennych centralnej części Zatoki Admiralicji na wyspie Króla Jerzego (Climate changes during last millenium fixed in sediments of Admiralty Bay, King George island) // Konferencja naukowa “Zmiany paleoklimatyczne w przeszłości geologicznej”, Warsaw, 23–24 listopada 2011. Warsaw, 2011. P. 79–80.

Schmidt R., Mausbacher R., Muller J. Holocene diatom flora and stratigraphy from sediment cores of two Antarctic lakes (King George Island) // *J. Paleolim.* 1990. Vol. 3. P. 55–74.

Stockwell D.A. Distribution of *Chaetoceros* resting spores in the Quaternary sediments from Leg 19 // *Proc. ODP (Ocean Drilling Program), Sci. Results.* 1991. Vol. 119. P. 599–603.

Tatur A., del Valle R., Barczuk A., Martinez-Macchiavello J.C. Records of Holocene environmental changes on King George Island, Antarctica; a critical review // *Ocean and Polar Research.* 2004. Vol. 26 (3). P. 531–537.

Watcham E.P., Bentley M.J., Hodgson D., Roberts S.J., Fretwell P.T., Lloyd J.M., Larter R.D., Whitehouse P.L., Leng M.J., Monien P., Moreton S.G. A new Holocene relative sea level curve for the South Shetland Island, Antarctica // *Quaternary Science Reviews.* 2011. Vol. 30. P. 3152–3170.

Yang S., Harwood D.M. Late Quaternary environmental fluctuations based on diatoms from Yanou Lake, King George Island, Fildes Peninsula, Antarctica // Ricci C.A. (ed.) *The Antarctic Region: Geological evolution and processes (Proceedings of the 7th International Symposium on Antarctic Earth Sciences, Siena, 1995).* Siena: Terra Antarctica Publication, 1997. P. 853–859.

Yoon H.I., Park B.K., Kim Y., Kim D. Glaciomarine sedimentation and its paleoceanographic implications along the fjord margins in the South Shetland Islands, Antarctica during the last 6000 years // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* 2000. Vol. 157. P. 189–211.

Yoon H., Khim B.-K., Lee K., Park Y.-H., Yoo K.-C. Reconstruction of postglacial paleoproductivity in Long Lake, King George Island, West Antarctica // *Polish Polar Research.* 2006. Vol. 27 (3). P. 189–206.

S.R. VERKULICH, Z.V. PUSHINA, M.V. DOROZHKINA, M.MELLES, J. RETHEMEYER

**CHARACTERIZATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS
OF THE INTERSTADIAL (MIS 3) DEPOSITS FORMATION
IN KING GEORGE ISLAND (WEST ANTARCTICA)
BASED ON THE STUDY OF FOSSIL DIATOM ASSEMBLAGES**

The results of the interstadial (MIS3) deposits study in King George Island (West Antarctica) are presented. The C14 dating and detailed diatom research allowed definition of age and paleoenvironmental conditions of sedimentation. The deposits accumulation took place in shallow, relatively cold water marine basin.

Keywords: King George Island, marine deposits, radiocarbon dating, diatom analysis, interstadial, paleogeographic reconstruction.