

Палеогляциология

УДК 551.336+551.8(99)

Условия интерстадиала (MIS3) и характер оледенения в последний ледниковый максимум на о. Кинг Джордж (Западная Антарктика)

© 2013 г. С.Р. Веркулич¹, М.В. Дорожкина¹, З.В. Пушина¹, А. Татур², Д.И. Сухомлинов³, А.В. Крылов⁴¹Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург; ²Варшавский университет;³Санкт-Петербургский государственный университет; ⁴ЗАО «Поляргео», Санкт-Петербург

verkulich@mail.ru

Статья принята к печати 12 сентября 2012 г.

Диатомовый анализ, интерстадиал, морские отложения, оледенение, остров Кинг Джордж, палеонтология, радиоуглеродное датирование.

Diatom analysis, glaciations, interstadial, King George Island, marine deposits, paleontology, radiocarbon dating.

В ходе экспедиционных и лабораторных работ 2008–2012 гг. изучены распространённые на п-ове Файлдс (о. Кинг Джордж) морские отложения интерстадиала. Разрезы отложений в ненарушенном залегании, содержащие морские комплексы диатомей, раковины, водоросли и кости морских животных, исследованы в 11 точках; выходы раковин и костей на поверхности мысов, морен и склонов долин установлены в 25 точках. Согласно радиоуглеродному датированию, эти отложения накапливались в период между 19 и 50 тыс. л.н. Пространственное и высотное положение отложений, их строение, возраст, а также особенности видового состава ископаемой флоры и фауны позволяют заключить следующее: 1) в период интерстадиала морские воды распространялись на о. Кинг Джордж как минимум до современных высотных отметок 40 м, а площадь острова и оледенения заметно сокращалась; 2) условия накопления отложений интерстадиала были, по крайней мере, не холоднее наблюдающихся в этом районе сейчас; 3) развитие оледенения последнего ледникового максимума (ПЛМ) на о. Кинг Джордж началось довольно поздно; возможно, до 19 тыс. л.н. остров не был полностью покрыт льдом; 4) оледенение ПЛМ на о. Кинг Джордж было маломощным, малоподвижным («холодного» типа) и, вероятно, было представлено несколькими ледниками с низкими потенциалами экзарации и способностью «консервировать» древние отложения.

Введение

Свободные ото льда участки краевой зоны Антарктиды в основном содержат информацию о параметрах оледенения последнего ледникового максимума (ПЛМ) и послеледниковом развитии территорий. Однако на нескольких участках сохранились и отложения интерстадиала, изучение которых позволяет получить сведения о доледниковых природных условиях, времени начала и особенностях ПЛМ. Один из таких участков — п-ов Файлдс — территория юго-западной оконечности о. Кинг Джордж (рис. 1). О наличии здесь, на высотных отметках около 24 м, осадков с морскими раковинами и растениями, имеющими возраст 38 000–44 000 л.н., сообщалось ранее [8]. Сохранность осадков связывалась с их небольшой мощностью и низким эродирующим потенциалом оледенения ПЛМ. Обломки раковин с возрастом от 33 000 л.н. до > 47 000 л.н. найдены также на поверхности у края ледникового купола Беллинсгаузена [10]. В 2008–2012 гг. мы целенаправленно изу-

чали отложения интерстадиала на п-ове Файлдс, включая поиск, отбор и аналитические исследования. Первые результаты, которые дают более полное представление о залегании, строении, условиях накопления этих отложений, а также о характере оледенения ПЛМ в этом районе, приводятся в данной статье.

Методы исследований

В летние сезоны 2008/09, 2010/11, 2011/12 гг. поиски и изучение отложений интерстадиала велись на всей территории п-ова Файлдс. В местах находок отложений с помощью GPS фиксировались координаты и абсолютная высота над ур. моря (иногда высоту определяли нивелированием), исследовались окружающая геоморфологическая ситуация и характер залегания отложений (*in situ*, переотложенные в разрезах, на поверхности). Образцы с поверхности отбирались только в случае очевидной концентрации обломков раковин и костных остатков. Обнажения отложений сначала

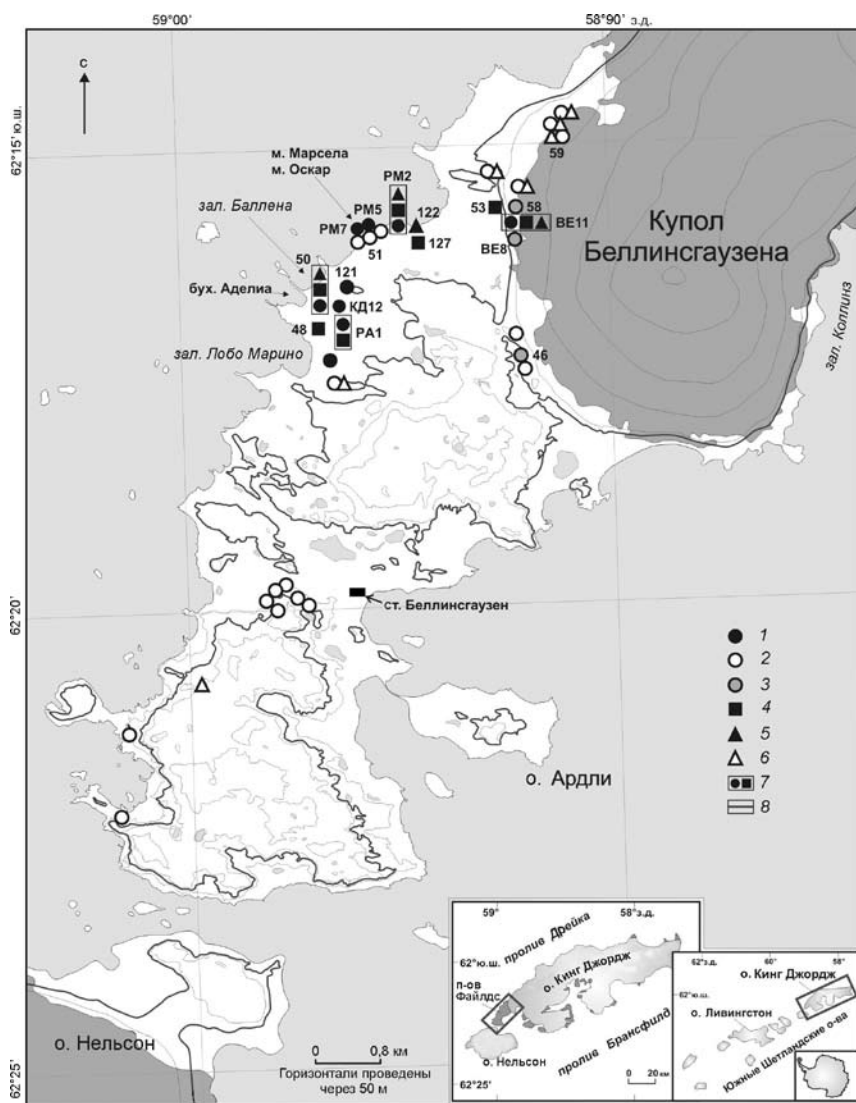


Рис. 1. Точки залегания отложений интерстадиала и реконструкция распространения морских вод в период интерстадиала на п-ове Файлдс (о. Кинг Джордж):

1 – отложения с ископаемыми раковинами; 2 – обломки ископаемых раковин на поверхности; 3 – обломки ископаемых раковин в голоценовых осадках; 4 – отложения с ископаемыми морскими водорослями; 5 – отложения с костными остатками; 6 – костные остатки на поверхности; 7 – разрезы отложений с совместным присутствием разных типов ископаемой флоры и фауны; 8 – горизонталь 40 м (предполагаемый минимум подъёма уровня морских вод во время интерстадиала)

Fig. 1. Sites of the interstadial deposits occurrence, and reconstruction of the interstadial sea-water expansion in the Fildes Peninsula territory (King George Island):

1 – deposits with fossil shells; 2 – fragments of fossil shells on the surface; 3 – fragments of fossil shells in Holocene sediments; 4 – deposits with fossil marine algae; 5 – deposits with fossil bones; 6 – fossil bones on the surface; 7 – deposit sections with common presence of different fossil fauna and flora types; 8 – horizontal line of 40 meters a.s.l. (supposed limit of the interstadial sea-water rise)

расчищали от осыпного и оползневого материала, а затем послойно описывали и отбирали образцы на различные виды анализов.

Радиоуглеродный возраст ископаемых морских раковин и водорослей, а также костей морских животных определялся в Санкт-Петербургском государственном университете жидкостно-сцинтиляционным методом и в лаборатории радиоуглеродного датирования (АМС-метод) г. Познань, Польша; виды водорослей – в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург; виды морских моллюсков – в ЗАО «Поляргео», Санкт-Петербург. Диатомовый анализ (изучение видового и количественного состава диатомей в осадках) проводился в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте. Образцы для исследования подготавливались по стандартной методике [3]. Диатомеи изучались с помощью светового микроскопа Amplival при увеличении $\times 1000$.

Результаты

На территории п-ова Файлдс (о. Кинг Джордж) мы обнаружили и изучили 36 точек с отложениями интерстадиала (см. рис. 1). В истинном залегании они обнаружены на мысах Марсела и Оскар (пять точек) и на склонах субширотно ориентированных долин шириной 50–150 м, выходящих к заливам Лобо Марино, Баллена и бухте Аделиа (шесть точек). На мысах естественные обнажения отложений видимой мощностью до 2,55 м вскрываются на склонах клифов, обрывающихся к морю, или вблизи бровок склонов в узких эрозионных ложбинах (рис. 2). Они сложены слоистыми песками, супесями, суглинками, глинами (иногда с включением обломочного материала размером от гравия до валунов), содержащими в разных разрезах обломки и целые створки раковин нескольких видов (см. рис. 2, в, рис. 3), прослойки остатков водорослей, кости морских животных (всё – довольно

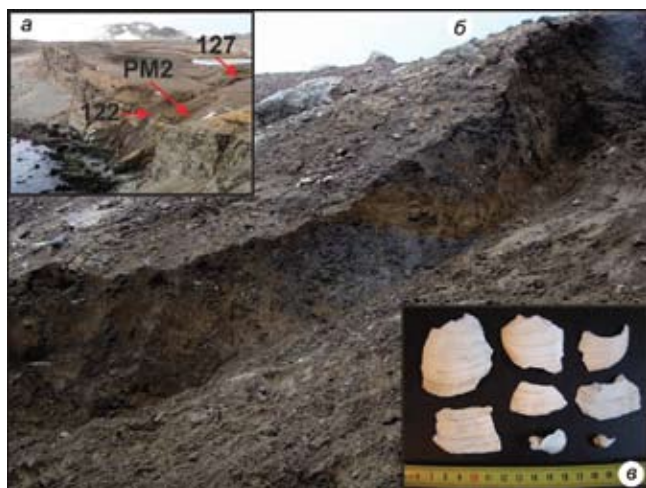


Рис. 2. Залегание отложений интерстадиала на мысе Марсела (а), общий вид разреза PM2 (б) и ископаемые раковины *in situ* из разреза PM2 (в) (местоположение точек 122, 127, PM2 – см. рис. 1)

Fig. 2. Occurrence of the interstadial deposits in the Marcela Cape (a), overview of the PM2 sedimentary section (b) and fossil shells *in situ* from the PM2 sedimentary section (c) (location of sites 122, 127, PM2 – see Fig. 1)

хорошей сохранности). Примерно таким же строением и обилием ископаемой флоры и фауны характеризуются отложения интерстадиала в обнажениях видимой мощностью до 1,5 м и более на склонах долин (рис. 4). Они представляют собой фрагменты осадочной толщи, испытавшей значительное воздействие нивационных, эрозионных и склоновых процессов. В настоящее время большинство этих обнажений освобождается от снежников только к концу лета. Сохранив истинное залегание, отложения на склонах долин часто имеют оскольчатую текстуру, а целые створки раковин в них очень хрупки и распадаются при отборе – результат вторичного криогенного выветривания.

Обнаруженные в истинном залегании отложения имеют морское происхождение. Кроме макроостатков морских организмов, на это указывают результаты изучения диатомовой флоры: в них выявлены морские комплексы диатомей *in situ*, богатые в видовом отношении (до 41 вида морских диатомей в точке 50 – см. рис. 1) и содержащие от десятков тысяч до миллионов панцирей диатомей в грамме сухого осадка. В диатомовых комплексах бентосные виды преобладают над планктонными. Доминируют сублиторальные бентосные виды *Synedropsis recta*, *Odontella litigiosa*, *Cocconeis fasciolata*, *Pseudogomphonema kamtschaticum*, неритические планктонные диатомеи *Thalassiosira antarctica*, неритические ледово-морские диатомеи *Porosira glacialis*. В соответствии с материалами радиоуглеродного датирования (табли-



Рис. 3. Ископаемые раковины *in situ* из разреза отложений интерстадиала PM7 на мысе Марсела (местоположение точки PM7 – см. рис. 1)

Fig. 3. Fossil shells *in situ* from the PM7 sedimentary section in the Marcela Cape (location of site PM7 – see Fig. 1)

ца) эти отложения накапливались в пределах абсолютных высотных отметок 16–34 м примерно между 19 000 л.н. и 50 000 л.н. (рис. 5). Отметим, что в статье используются и обсуждаются значения радиоуглеродного возраста, которые не скорректированы на Antarctic Marine Reservoir Effect (AMRE) и не калиброваны (см. таблицу).

Помимо указанных районов, фрагменты отложений интерстадиала установлены вблизи ледникового купола Беллинсгаузена. Один из них расположен примерно в 150 м от ледникового края на высоте 20 м (точка 53 – см. рис. 1). Он представляет собой подковообразную в плане гряду, длиной около 30 м и высотой 0,7 м, сложенную супесью и суглинками с прослоями остатков морских водорослей *Dismarestia* возрастом около 26 600 л.н.; в диатомовом комплексе отложений определено 15 морских видов диатомей. Судя по сохранности первичной тонкой слоистости этих рыхлых отложений, они испытали ледниковое воздействие лишь в виде сдвига на первые метры. Второй разрез морских отложений, мощностью около 2 м, включён в остаток глетчерного льда у края ледникового купола на высоте 51 м над ур. моря. (точка BE11 – см. рис. 1).

Результаты радиоуглеродного датирования органического материала отложений интерстадиала на о. Кинг Джордж

Номер образца	Высота, м над ур. моря	Возраст, лет назад	Лабораторный номер	Датируемый материал, залегание
127	22	18 340±1080 44 000±2000	ЛУ-6155 Poz-34598	Морские водоросли <i>in situ</i> в разрезе отложений с морским диатомовым комплексом (в эрозионной рытвине на поверхности вблизи клифа)
122	16	≥ 31 800	ЛУ-6095	Кости кита, вымываемые из морских отложений на бровке клифа
121	24	> 50 000	Poz-34596	Обломки раковин на поверхности морской террасы вблизи бровки клифа
48	27	20 870±120 48 000±6000	Poz-42203 Poz-42290	Оба образца — морские водоросли <i>in situ</i> в разрезе отложений с морским диатомовым комплексом на склоне долины (выше — поверхность морской террасы высотой 30 м над ур. моря)
50	22	49 000±2000	Poz-42217	Раковины <i>in situ</i> в разрезе отложений с морским диатомовым комплексом на склоне долины (выше — поверхность морской террасы высотой 30 м над ур. моря)
59	~65	> 50 000 47 000±1500	Poz-42207 Poz-42220	Обломки раковин на поверхности морены Остатки костей на поверхности морены
53	~20	26 660±460	Poz-42204	Морские водоросли <i>in situ</i> в разрезе отложений с морским диатомовым комплексом (у края ледника)
58	~45	45 000±1500	Poz-42219	Обломки раковин в разрезе отложений с пресноводными диатомовыми комплексами (в морене на краю ледника)
46	37	48 000±2000	Poz-42216	Обломки раковин в основании разреза с пресноводными диатомовыми комплексами (склон эрозионного останца в русле водоёма, у края ледника)

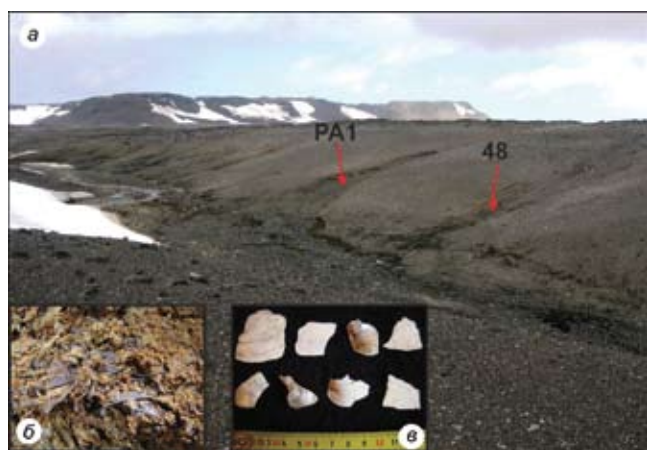


Рис. 4. Залегание отложений интерстадиала на склоне долины (а), ископаемые морские водоросли (б) и раковины (в) *in situ* из разреза PA1 (местоположение точек 48, PA1 — см. рис. 1)

Fig. 4. Occurrence of the interstadial deposits in valley slope (а), fossil marine algae (б) and shells (в) *in situ* from the PA1 sedimentary section (location of site PA1 — see Fig. 1)

В переслаивающихся супесях, суглинках и глине, а также в осыпном материале у подножия разреза найдены слои макроостатков морских водорослей, раковины нескольких видов и зуб млекопитающего. Особенности залегания отложений (смятие в складки, ледяные прослои) показывают, что они были включены в ледниковое тело и перемещены.

Картину первичного распространения и последующего преобразования отложений интерстадиала на п-ове Файлдс дополняют и другие находки морских раковин и костных остатков.

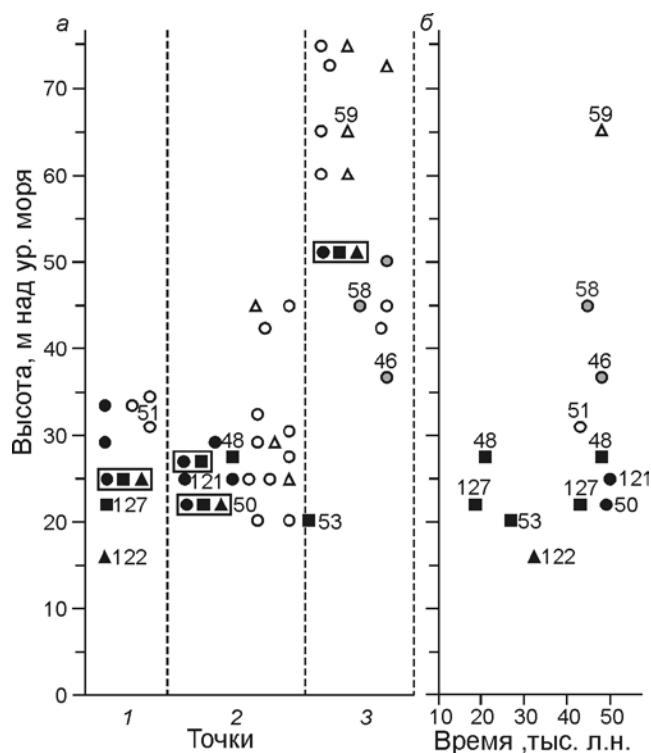


Рис. 5. Распределение точек с находками отложений интерстадиала по высоте (а) и соотношению высоты и радиоуглеродного возраста точек с находками отложений интерстадиала (б) (местоположение точек с номерами — см. рис. 1): 1 — точки на мысах; 2 — точки в долинах; 3 — точки вблизи и на моренном комплексе ледникового купола Беллинсгаузена

Fig. 5. Altitudes of the sites with interglacial deposits (а) and ratio of the altitudes and radiocarbon age of interglacial deposits (б) (for location of the sites with numbers and legend — see Fig. 1): 1 — sites in the capes; 2 — sites in the valleys; 3 — sites near and in the moraine complex of Bellingshausen ice cap

В точках 46, 58, BE8 (см. рис. 1) в разрезах слоистых песков, супесей и суглинков, мощностью до 1,5 м, содержатся мелкие обломки раковин (в точках 46 и 58 их возраст равен 45 000 и 48 000 л.н. соответственно). Изучение диатомовой флоры во вмещающих раковины осадках позволило установить наличие в них не морских, а пресноводных диатомовых комплексов. Это говорит, что осадки формировались с участием пресных вод в речных долинах или озёрах, т.е. о переотложении раковин. Расположение точек 58 и BE8 на морене подразумевает также последующее перемещение отложений ледником. В точке 46 (дно долины у ледника) водно-ледниковые осадки с обломками раковин перекрыты озёрными осадками, которые накапливались примерно с 9300 л.н. до 2500 л.н.

Высыпки обломков раковин и костные остатки найдены также на поверхности мысов, на склонах долин, в осыпях и моренах. Большинство находок на поверхности мысов, на склонах долин и в осыпях попадают в интервал высот отложений интерстадиала в истинном залегании; лишь в трёх точках обломки раковин и кость кита обнаружены выше 40 м над ур. моря (см. рис. 5). На краевых моренах ледникового купола Беллинсгаузена обломки раковин и костные остатки обнаружены на высотах 42–75 м над ур. моря. Отнесение данных находок к периоду интерстадиала мы обосновываем несколькими соображениями. Высоты их местоположения превышают максимум подъёма морских вод в голоценовую трансгрессию (15–18 м над ур. моря в соответствии с [16]). На мысах и в долинах положение большинства из них в рельефе одинаково с местами залегания отложений интерстадиала *in situ*. Обломки раковин во многих точках похожи на обнаруженные в естественных обнажениях отложений интерстадиала. В соответствии с палеонтологическими определениями части коллекции 2008–2009 гг., фрагменты и целые раковины из разрезов и с поверхности относятся к следующим видам: *Balanus improvisus* (Darwin, 1854), *Laternula elliptica* (King, Broderip, 1831), *Venus* sp., *Nacella magellanica* (Gmelin, 1971), *Aquiyoldia* sp., *Mya* sp., *Panopea* sp. Наряду с типичностью для шельфа Антарктиды (в плейстоцене и голоцене) большинства видов в данном списке, ископаемые *Balanus improvisus* (Darwin, 1854) и *Venus* sp. раньше здесь не встречались, а сейчас обитают в районах с умеренной и высокой температурой вод на шельфе Южной Америки. Наконец, первые полученные значения радиоуглеродных датировок обломков раковин с поверхности мыса и костных остатков с поверхности морены попадают в период интерстадиала (точки 51, 59 – см. рис. 1, 5 и таблицу).

Обсуждение

В соответствии с результатами биологических исследований в заливе Коллинз для обитания моллюска *Laternula elliptica* (King, Broderip, 1831) оптимальны глубины 5–30 м [7]. В точках КД12, РМ5, РМ7 (см. рис. 1) раковины данного вида обнаружены в разрезах морских отложений на абсолютных отметках 29,0–33,5 м, что указывает на подъём морских вод в районе о. Кинг Джордж в период интерстадиала минимум до современных высот около 40 м над ур. моря. Значительную часть северо-западного побережья п-ова Файлдс в интервале высот 30–50 м занимает волнистая равнина, шириной 0,5–1,0 км, которая определена как абразионная поверхность [5, 6]. Несмотря на совпадение этого интервала с высотой подъёма уровня моря в период интерстадиала, мы считаем, что абразионная поверхность сформировалась в более древнее время. Основанием служит вложенный характер залегания отложений интерстадиала в долинах, прорезающих абразионную поверхность.

При распространении во время интерстадиала морских вод до современной горизонтали 40 м п-ов Файлдс представлял собой группу островов с площадью минимум на треть меньше (см. рис. 1). Отложения интерстадиала в первичном залегании обнаружены в районе глубокого внедрения моря в пределы современной суши, где уклон морского дна в целом был пологим. Самые благоприятные условия для обитания и захоронения в осадках фауны и флоры существовали здесь, вероятно, в депрессиях устьевых частей подводных долин и возле бровок подводных склонов – в местах с достаточной освещённостью и минимальной выпавшей деятельностью морского льда. Большинство точек с высыпками ископаемых раковин и костных остатков на поверхности склонов долин и осыпей также расположены ниже современной горизонтали 40 м. Однако они находятся возле древней береговой линии, где уклоны дна в период интерстадиала были довольно крутые. Вероятно, мощность накопленных морских отложений была здесь небольшой, а их денудация после выхода на дневную поверхность (склоновые, солифлюкционные, нивационные процессы) – довольно активной. Положение находок отложений интерстадиала выше горизонтали 40 м объясняется ледниковой деятельностью. Размещение блоков отложений, обломков раковин, костных остатков на краевых моренах ледникового купола Беллинсгаузена прямо указывает, что они были включены в тело ледника и перемещены. Областью их первичного накопления в морских условиях могли служить участки современного ложа ледника с абсолютными отмет-

ками ниже 40 м, наличие которых установлено с помощью радиолокационных исследований [4, 12]. Следовательно, во время подъёма уровня моря до 40 м ледниковый купол Беллинсгаузена мог сильно сокращаться или исчезать полностью. Можно также сделать вывод, что в период интерстадиала заметно уменьшались площадь о. Кинг Джордж и размеры оледенения.

Изученные диатомовые комплексы отложений интерстадиала отражают прибрежные холодноводные условия с проникновением океанических вод. При их сравнении с современными диатомовыми биоценозами и ископаемой диатомовой флорой голоценовых осадков в заливах у о. Кинг Джордж [11, 13] не выявлено серьёзных различий в видовом составе. Главная особенность диатомовых комплексов интерстадиала — незначительное число видов рода *Chaetoceros*, высокая концентрация которых в современных биоценозах отражает стабильные гидродинамические условия [14]. Вместе с тем для развития обнаруженных в отложениях интерстадиала раковин *Balanus improvisus* (Darwin, 1854) и представителей *Venus* sp. были необходимы более высокие температуры воды, чем наблюдаются сейчас на мелководном шельфе исследуемого района. Палеонтологические определения коллекции найденных нами костных остатков ещё не проводилось, однако можно уверенно сказать, что большинство из них (позвонки, зубы, лопатки и т.д.) принадлежало морским животным (киты, морские котики, тюлени), которые встречаются на берегах о. Кинг Джордж в настоящее время. Таким образом, предварительные результаты наших исследований показывают, что условия накопления отложений интерстадиала были, по крайней мере, не холоднее и суровее условий, наблюдающихся в районе о. Кинг Джордж сейчас.

Возраст, особенности распространения и сохранности отложений интерстадиала позволяют представить нам некоторые черты оледенения ПЛМ на о. Кинг Джордж. Минимальные значения возраста получены при радиоуглеродном датировании остатков водорослей в истинном залегании из разрезов отложений в точках 48 (АМС-метод) и 127 (жидкостно-сцинтиляционный метод) — см. рис. 1, 5. Однако повторное датирование этих образцов (АМС-метод) дало гораздо более древние значения. К сожалению, пока невозможно установить, какие из полученных значений более точны. Поэтому нам остаётся (на данный момент) рассмотреть все значения и предположить, что о. Кинг Джордж не был полностью покрыт оледенением до 19 000 л.н. Наличие свободных ото льда участков суши до 19 000–18 000 л.н. выявлено и в других районах краевой зоны Антарктиды [1],

что поддерживает наше предположение. Однако распространение морских вод 19 000 л.н. до абсолютных высотных отметок около 22 м (см. рис. 5) плохо согласуется с представлениями о глобальных изменениях уровня океана в период ПЛМ [9]. Безусловно, для оценки достоверности нашего предположения необходимо выполнить дополнительное датирование возраста отложений интерстадиала на п-ове Файлдс.

При изучении озёрных и морских осадков голоцена, включённых в краевой моренный комплекс ледникового купола Беллинсгаузена, установлено, что с середины голоцена до 2100 л.н. этот ледник сильно уменьшался в размерах, а затем снова разрастался примерно до современных границ [2]. Данный факт говорит о том, что захват и перенос ледником присутствующих в этом моренном комплексе отложений интерстадиала также произошли не во время ПЛМ, а в голоцене. Отсюда можно сделать вывод, что оледенение ПЛМ на п-ове Файлдс, вероятно, было маломощным и «холодным», способствующим не только экзарации, но и консервации морских отложений интерстадиала. Этот вывод подтверждает хорошая сохранность отложений интерстадиала с ископаемой флорой и фауной *in situ*, находящихся всего в 1–2 км от края ледникового купола Беллинсгаузена. Довольно трудно представить себе, что, залегая на склонах обрывающихся к морю клифов или вблизи бровок склонов долин (места перегибов в рельефе), эти рыхлые и слоистые отложения не были бы преобразованы или удалены в случае их перекрытия мощными подвижными массами льда.

Кроме современного моренного комплекса купола Беллинсгаузена, в пределах п-ова Файлдс нет ледниковых и водно-ледниковых форм рельефа, которые указывали бы на однонаправленное, стадийное разрастание или сокращение ледникового покрова с одной вершинной областью аккумуляции. Это может означать наличие здесь во время ПЛМ нескольких сочленённых, маломощных и малоподвижных ледниковых тел. Помимо области купола Беллинсгаузена, центры аккумуляции льда могли находиться на высоких массивах в центральных районах полуострова. Ещё одна область аккумуляции располагалась на широкой, выровненной, мелководной поверхности шельфа, примыкающей к полуострову с запада [15]. Такая схема оледенения объясняет причину сохранности отложений интерстадиала преимущественно на западных окраинах п-ова Файлдс: эти районы перекрывались малоподвижными ледниковыми массами со стороны шельфа, а не в результате продвижения к берегу края ледникового купола Беллинсгаузена или ледников со склонов центральных возвышенностей.

Выводы

Первые результаты проведённых исследований морских отложений интерстадиала на п-ове Файлдс (о. Кинг Джордж) позволяют сделать следующие выводы: 1) в период интерстадиала морские воды распространялись на о. Кинг Джордж минимум до современных высотных отметок 40 м; площадь острова и размеры его оледенения в это время заметно сокращались; 2) условия накопления морских отложений интерстадиала были, по крайней мере, не холоднее и суровее наблюдающихся в районе о. Кинг Джордж в настоящее время; 3) развитие оледенения ПЛМ в районе о. Кинг Джордж началось довольно поздно; возможно, территория острова не была полностью покрыта льдом до 19 000 л.н.; 4) оледенение на о. Кинг Джордж во время ПЛМ было маломощным и малоподвижным («холодного» типа) и, вероятно, состояло из нескольких ледниковых тел, характеризующихся низким потенциалом экзарации и способностью «консервировать» древние осадочные толщи.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 11-04-01247-а и № 12-05-00607-а.

Литература

- Веркулич С.Р. Последний ледниковый максимум в краевой зоне Антарктиды: синтез палеогеографических данных // Лёд и Снег. 2010. № 4 (112). С. 91–100.
- Веркулич С.Р., Пушина З.В., Сухомлинов Д.И., Татур А. Изменения климата, уровня моря и оледенения в районе острова Кинг-Джордж (Западная Антарктика) в среднем – позднем голоцене // Тез. Межд. науч. конф. «Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов», 25–28 октября 2011 г. Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск. С. 14–15.
- Диатомовый анализ: Т. 1. Л.: Наука, 1974. 403 с.
- Говоруха Л.С., Чудаков В.И., Шалыгин А.М. Радиолокационное зондирование ледникового покрова о. Кинг-Джордж (Ватерлоо) // Информ. бюл. Сов. антаркт. экспед. 1974. № 89. С. 15–18.
- Орлов А.И. Географические исследования на полуострове Файлдс // Тр. Сов. антаркт. экспед. 1972. Т. 58. С. 184–207.
- Симонов И.М. Физико-географическая характеристика п-ова Файлдс // Антарктика: Доклады комиссии. Вып. 14. М.: Наука, 1975. С. 128–135.
- Ahn I.Y. Ecology of the Antarctic bivalve *Laternula elliptica* (King and Broderip) in Collins Harbor, King George Island: benthic environment and an adaptive strategy // Holocene environmental changes in Antarctic coastal areas (Memoirs of NIPR, Special issue 50). Tokyo: NIPR, 1994. P. 1–10.
- Barsch D., Mäusbacher R. New data on relief development of the South Shetland Islands, Antarctica // Interdisciplinary Science Reviews. 1986. V. 11. № 2. P. 211–218.
- Bentley M.J. Volume of Antarctic ice at the Last Glacial Maximum, and its impact on global sea level change // Quaternary Science Reviews. 1999. V. 18. P. 1569–1595.
- Hall B.L. Late-Holocene advance of the Collins Ice Cap, King George Island, South Shetland Islands // The Holocene. 2007. V. 17. № 8. P. 1253–1258.
- Ligowski R. Diatoms in different habitats of Admiralty Bay, Antarctica // Proc. of the 15th Diatom Symposium. Perth, Australia. A.R.G. Gontar Verlag, 1998. P. 173–191.
- Rückamp M., Braun M., Suckro S., Blindow N. Observed glacial changes on the King George Island ice cap, Antarctica, in the last decade // Global and Planetary Change. 2011. V. 79. P. 99–109.
- Rzepecki M., Wasilowska A., Pushina Z., Gasiowski 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 // Abstracts. Konferencja naukowa «Zmiany paleoklimatyczne w przeszłości geologicznej». Warsaw, 2011. P. 79–80.
- Stockwell D.A. Distribution of *Chaetoceros resting spores* in the Quaternary sediments from Leg 119 // Proc. ODP, Scientific Results. 1991. V. 119. P. 599–610.
- Sugden D.E., Clapperton C.M. The maximum ice extent on islands groups in the Scotia Sea, Antarctica // Quaternary Research. 1977. V. 7. P. 268–282.
- Watcham E.P., Bentley M.J., Hodgson D.A., 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 Islands, Antarctica // Quaternary Science Reviews. 2011. V. 30. P. 3152–3170.

Summary

The interstadial marine deposits stratum was described in the Fildes Peninsula (King George Island) due to field and laboratory investigations during 2008–2011. The stratum fragments occur in the west and north-west parts of peninsula in following forms: sections of soft sediments, containing fossil shells, marine algae, bones of marine animals and rich marine diatom complexes in situ (11 sites); fragments of shells and bones on the surface (25 sites). According to the results of radiocarbon dating, these deposits were accumulated within the period 19–50 ky BP. Geographical and altitude settings of the sites, age characteristics, taxonomy of fossil flora and fauna, and good safety of the soft deposits stratum allow to make following conclusions: during interstadial, sea water covered significant part of King George Island up to the present altitude of 40 m a.s.l., and the King George Island glaciation had smaller size then; environmental conditions for the interstadial deposit stratum accumulation were at least not colder than today; probably, the King George island territory was covered entirely by ice masses of Last glacial maximum not earlier than 19 ky BP; during Last glacial maximum, King George Island was covered by thin, «cold», not mobile glaciers, which contribute to conservation of the soft marine interstadial deposits filled with fossil flora and fauna.