

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЙСКИЙ СЕКТОР)*

В.В. Костылева¹, Н.П. Чамов¹, С.М. Ляпунов¹,
С.Ю. Соколов¹, А.Е. Котельников²

¹ Геологический институт РАН

ул. Пыжевский пер., 7, Москва, Россия, 110017

² Российский университет дружбы народов

ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Литологическими методами изучены три колонки послеледниковых донных осадков, отобранные в 25-м и 28-м рейсах (2007, 2011 гг.) НИС «Академик Николай Страхов» в центральной и северо-восточной части Баренцева моря. Проведен сравнительный анализ петрографического и геохимического состава современных и позднечетвертичных осадков в районах свода Федынского и у южного обрамления архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ). Выявлены источники кластогенного вещества и их влияние на различных этапах послеледникового седиментогенеза. В конце позднего плейстоцена на раннем этапе деградации ледового покрова в процессе ледниково-морской седиментации главным источником кластогенного материала для центральной части Баренцева моря в районе свода Федынского служили гранитоидные породы Кольского полуострова, а для северо-восточной части — вулканогенно-осадочные толщи, слагающие архипелаг ЗФИ. Седиментация сопровождалась интенсивным ледовым разносом, за счет которого происходило смешивание материала из обоих источников. На поздних этапах седиментогенеза на рубеже позднего плейстоцена и голоцена и в голоцене для центральной части Баренцева моря основной источник обломочного вещества оставался неизменным. В северо-восточной части моря в это время осадки формировались за счет рециклинга ранее накопленных отложений, а ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации. Петрографические и геохимические данные о перераспределении обломочного вещества в послеледниковых донных осадках Баренцева моря могут быть использованы для их стратификации в случае плохой фаунистической охарактеризованности разреза и при отсутствии радиоуглеродных датировок.

Ключевые слова: донные осадки, седиментогенез, дегляциация, ледовый разнос

Многими исследователями признано, что одним из главных аспектов изучения современных и позднечетвертичных осадков Баренцева моря является реконструкция эволюции палеогеографических условий в связи с глобальными изменениями климата в период, последовавший за максимумом последнего оледенения [1; 2; 5; 6; 7; 9]. Следовательно, выявление питающих провинций, агентов транспортировки осадочного материала и изменения путей его переноса на баренцевоморском шельфе в послеледниковую эпоху является весьма актуальной задачей.

* Работа выполнена в рамках госзадания № 01201253182 и при финансовой поддержке РФФИ (Проект № 13-05-12076) и Президиума РАН (Программа I.32, подпрограмма 3.П).

Фактический материал и методы изучения

Основой для петрографического и геохимического исследования послужили осадки, отобранные в следующих рейсах НИС «Академик Николай Страхов»: 25 (2007, руководитель А.В. Зайончек, Геологический институт РАН) и 28 (2011, руководитель — М.К. Иванов, Геологический институт РАН совместно с Геологическим факультетом МГУ). В северо-восточной части Баренцева моря у южного обрамления архипелага ЗФИ изучена колонка послеледниковых донных осадков в трог Нортбрук (станция 2516G). В центральной части Баренцева моря изучены колонки в пределах Центрального поднятия свода Федьинского (станция 51G) и во впадине (станция 57G), разделяющей Центральное и Южное поднятия свода (рис. 1).

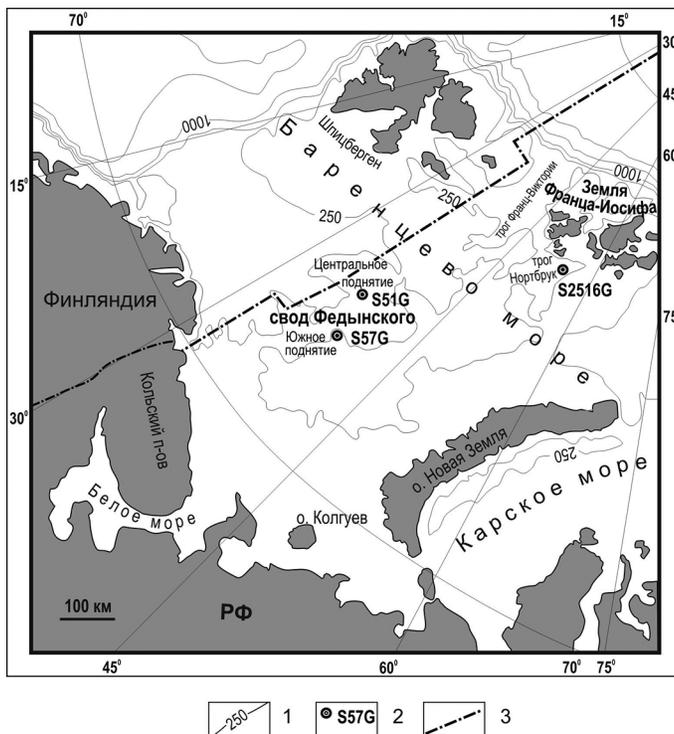


Рис. 1. Расположение станций отбора изученных колонок 25 и 28 рейсов НИС «Академик Николай Страхов»: 1 — изобаты; 2 — станции отбора; 3 — граница РФ

Современные донные осадки и верхняя часть позднечетвертичных осадков были подняты с борта судна при помощи грунтозаборных трубок. Для петрографического исследования образцы отбирались через 5—15 см с учетом литологических особенностей керна, а для геохимического анализа отбор образцов производился равномерно по разрезу через 2 или 4 см в зависимости от мощности и однородности слоя. Количественные петрографические исследования проводилось в прозрачных шлифах с помощью поляризационного микроскопа. При определении состава породообразующих терригенных компонентов псаммитовой фракции использовалась классификационная диаграмма В.Д. Шутова (1972). Геохимические исследования проведены методом РФА для выявления распреде-

ления в осадках петрогенных оксидов, процентные соотношения которых свидетельствуют о петрофонде питающих провинций. При реконструкции состава пород источников кластогенного материала для донных осадков использована диаграмма K₂O-Na₂O-CaO Бхатия [8].

Строение разреза

По комплексу литологических, палеонтологических и изотопных радиоуглеродных данных в донных осадках Баренцева моря выделяются три горизонта, соответствующие основным этапам послеледниковой осадконакопления [7; 10]. Нижний (III) и средний (II) горизонты соответствуют этапам ледниково-морской седиментации, происходившей во время деградации ледового покрова в на рубеже позднего плейстоцена и голоцена. Верхний горизонт (I) соответствует голоценовому этапу нормальной морской седиментации. По данным радиоуглеродного датирования формирование осадков нижнего горизонта дегляциации произошло не позднее 13 тыс. лет назад, в конце позднего плейстоцена [3; 6]. Второй горизонт дегляциации соответствует завершающему этапу таяния льдов и выделяется как промежуточный между литологически выраженными нижним и верхним горизонтами. Возраст нижней границы верхнего горизонта составляет около 10 тыс. лет по радиоуглеродной шкале [6; 9]. По данным этих авторов, послеледниковые осадки обычно залегают на ледниковых отложениях, представленных мореными галечными суглинками (диамиктоном).



Рис. 2. Разрезы послеледниковых донных осадков Баренцева моря:

- 1 — ил светло-серый пелитовый и алевроитово-пелитовый; 2 — ил светло-серый и оливково-серый псаммитово-алевритово-пелитовый, часто горизонтально слоистый; 3 — ил темно-серый псаммитово-алевритово-пелитовый; 4 — обломки псефитовой размерности;
- 5 — трубки полихет; 6 — гидротроилит; 7 — горизонты; 8 — глубина моря в месте отбора

Разрезы донных осадков в исследованных колонках, отобранных во впадине, разделяющей Центральное и Южное поднятия свода Федынского и в трого Нортбрук, также имеют трехчленное строение (2516G, 57G) и представлены бескарбонатными илами с примесью псаммитового (3—40%) и псефитового (до 10%) материала. В разрезе колонки 51G, отобранной на Центральном поднятии свода Федынского, выделены только верхний и средний горизонты (рис. 2).

Краткое описание осадков приводится снизу вверх по разрезу.

Нижний (III) горизонт сложен темно-серыми несортированными псаммитово-алевритово-пелитовыми уплотненными илами, неравномерно насыщенными обломками псефитовой размерности (от гравийной до галечной). В колонке 2516G среди несортированных осадков наблюдаются маломощные (до 10 см) прослои средне сортированных алевритовых илов. Контакт осадков нижнего горизонта с вышележащими илами четкий, неровный. Видимая мощность осадков в пределах трого Нортбрук (станция 2516G) составляет 163 см, а во впадине между Центральным и Южным поднятиями свода Федынского — 88 см (станция 57G).

Средний (II) горизонт представлен пластичными пелитовыми, алевритово-пелитовыми и псаммитово-алевритово-пелитовыми неясно слоистыми или тонкогоризонтальнослоистыми илами серого, светло-серого и оливкового цвета с тонкими прослойками песка глинистого. В основной массе осадков неравномерно рассеяны редкие обломки гравийной и галечной размерности. Верхний контакт четкий, слабоэрозионный. Мощность осадков изменчива. В северо-восточной части шельфа в пределах трого Нортбрук мощность горизонта составляет 166 см (станция 2516G). В районе Центрального поднятия свода Федынского видимая мощность достигает 92 см (станции 51G), а во впадине, разделяющей Центральное и Южное поднятия свода, сокращается до 12 см (станции 57G).

Верхний (I) горизонт сложен светло-серыми пелитовыми или алевритово-пелитовыми в кровле сильно обводненными илами с примесью материала псаммитовой размерности. Изредка наблюдаются обломки псефитовой (от мелкогравийной до крупногравийной) размерности. Характерны тонкие прослои, примазки и гнезда гидротроилита, трубки полихет и мелкие биотурбационные текстуры. Мощность горизонта незначительно колеблется от 21 до 12 см.

Фаунистические находки в изученных колонках весьма редки и неинформативны [7]. По этой причине данные о вещественном составе осадков являются весьма важными для понимания эволюции седиментогенеза на баренцевоморском шельфе в послеледниковую эпоху [4].

Петрографическая и геохимическая характеристика осадков

Осадки в изученных шлифах представлены алевритово-пелитовыми илами с различным количеством обломков псаммитовой и мелкопсефитовой размерности. По визуальной оценке, количество псаммитового материала колеблется от 3 до 35%, редко увеличиваясь до 50% в осадках III горизонта в районе свода Федынского. Обломочный материал плохо сортированный, редко среднесортированный. Окатанность кристаллокластов и обломков пород различная: хорошая, средняя и плохая, наблюдаются также неокатанные зерна. Микротекстура бес-

порядочная или градационная (в тонкослоистых осадках II горизонта). Степень зрелости песчаного материала постепенно увеличивается снизу вверх по разрезу.

В районе свода Федынского (колонка 57G) в осадках нижнего горизонта (III) песчаный материал имеет аркозовый состав, в единичных образцах мезомиктовый кварцевый (рис. 3, *a*). Количество обломочного кварца (60—65%) и полевых шпатов (25—30%) высокое. Обломки пород находятся в подчиненном количестве (5—10%, редко до 15%).

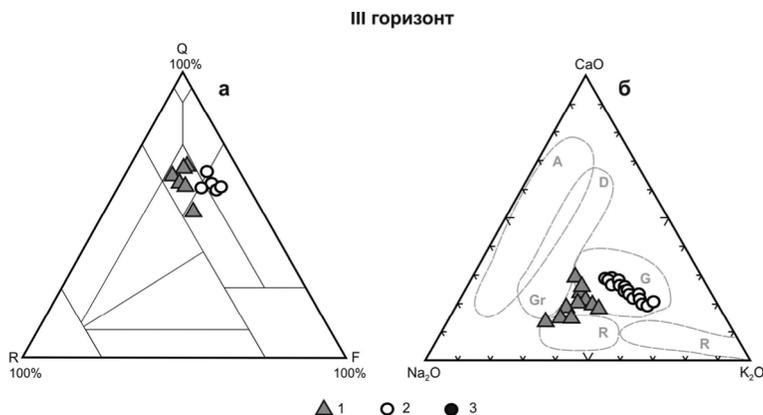


Рис. 3. Петрографический и геохимический состав донных осадков нижнего горизонта (III): *a* — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; *b* — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO ; 1 — трог Нортбрук (колонка 2516G); 2 — впадина между Центральным и Южным поднятием свода Федынского (колонка 57G); 3 — Центральное поднятие свода Федынского (колонка 51G); Q — кварц, — обломки пород; F — полевые шпаты; A — андезиты; D — дациты; Gr — гранодиориты; G — граниты; R — рециклинговые осадки

Полевые шпаты представлены как плагиоклазами, так и калиевыми разновидностями (КПШ). Среди обломков пород песчаной и гравийной размерности преобладают углистые аргиллиты и алевролиты, реже встречаются мелкозернистые песчаники, перекристаллизованные кислые эффузивы и хлоритизированные гиллокласты основного состава. Наблюдаются также обломки гранитоидов в виде полевошпатово-кварцевых микросростков. Судя по составу породообразующих компонентов, главным источником псаммитового и псефитового материала на раннем этапе ледниково-морской седиментации для центральной части Баренцева моря в районе свода Федынского служили породы гранитоидного состава. Это подтверждается геохимическими данными. На диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков располагаются в поле гранитов (рис. 3, *b*). Присутствие в илах примеси грауваккового материала (обломков осадочных и вулканогенных пород) не отразилось на их геохимической характеристике.

В трог Нортбрук (колонка 2516G) в осадках нижнего (III) горизонта песчаный материал имеет мезомиктовый кварцевый, а в отдельных образцах смешанный граувакково-аркозовый состав (рис. 3, *a*). Количество кристаллокластов кварца (52—68%) и обломков пород (13—22%) довольно высокое. Содержание полевых шпатов сравнительно низкое (14—19%), только в отдельных образцах повышенное до 26%. Полевые шпаты представлены плагиоклазами, редко микроклином. Состав обломков пород в целом аналогичен таковому в осадках нижнего гори-

зонта свода Федынского. Преобладают углистые алевролиты и аргиллиты, реже мелкозернистые песчаники, перекристаллизованные кислые эффузивы с реликтами микрофельзитовой структуры и хлоритизированные гиалокласты основного состава. Кроме этого, часто встречаются обломки измененных базальтов, тонкозернистых карбонатных пород и гранитоидов мелкопсефитовой размерности. Таким образом, для северо-восточной части моря в районе трога Нортбрук, судя по составу и количеству обломков пород в осадках, накопление осадочного материала осуществлялось как вследствие переотложения диамиктона или дочетвертичных вулканогенно-осадочных толщ, так и за счет пород гранитоидного состава. Действительно, на диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков группируются между полем рециклинговых пород и полями гранитоидов, тяготея к последним.

В донных осадках среднего горизонта (II) района свода Федынского (колонки 51G, 57G) песчаный материал имеет вещественно более зрелый состав, чем в подстилающем горизонте: полевошпатово-кварцевый, реже аркозовый (рис. 4, а).

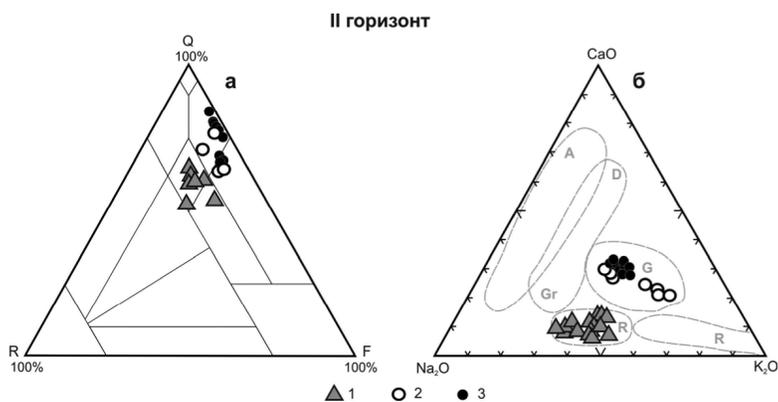


Рис. 4. Петрографический и геохимический состав донных осадков среднего горизонта (II): а — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; б — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO . Условные обозначения см. рис. 3.

Количество обломочного кварца в целом увеличивается (63—84%), а полевых шпатов (15—27%, плагиоклазов, КПШ) и обломков пород (1—10%), представленных той же ассоциацией, что и в подстилающем горизонте, незначительно снижается. На геохимической диаграмме K_2O-Na_2O-CaO фигуративные точки составов осадков так же, как для нижележащего слоя, сконцентрированы в поле гранитов (см. рис. 4, б). Следовательно, на позднем этапе дегляциации, как и на раннем, для центральной части баренцевоморского шельфа главным источником осадочного вещества являлись гранитоидные породы. Более высокая степень зрелости песчаного материала, вероятно, связана с постепенным внутрибассейновым вызреванием кластики.

В троге Нортбрук в осадках среднего (II) горизонта состав песчаной фракции практически аналогичен таковому в осадках нижнего горизонта и имеет мезомиктовый, изредка граувакково-аркозовый состав (см. рис. 4, а). Количество кластогенного кварца по-прежнему довольно высокое (52—64%), а содержание по-

левых шпатов (плагиоклазов, изредка КПШ) слабо увеличивается (19—32%). Количество обломков пород псаммитовой и мелкопсефитовой размерности не-закономерно колеблется в разрезе (10—24%). При этом встречаемость обломков вулканитов, карбонатов и гранитоидных пород в верхних частях горизонта уменьшается. Не смотря на петрографическую схожесть порообразующих компонентов песчаной фракции в осадках нижнего и среднего горизонтов, на диаграмме М.Р. Бхатия фигуративные точки составов осадков среднего горизонта сосредоточены в поле рециклинговых пород. По-видимому, в северо-восточной части Баренцева моря на позднем этапе дегляциации накопление осадков происходило исключительно за счет переотложения древних вулканогенно-осадочных толщ, диамиктона и отложений нижнего горизонта.

В современных донных осадках верхнего горизонта (I) как в районе свода Федынского, так и в трог Нортбрук песчаный материал во всех изученных образцах имеет полевошпатово-кварцевый состав (рис. 5, а).

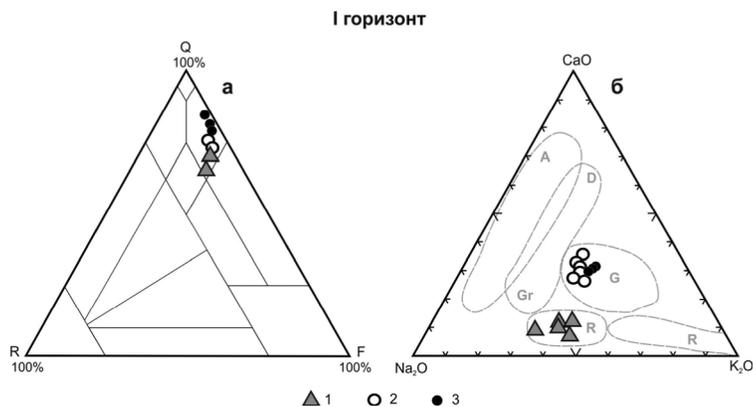


Рис. 5. Петрографический и геохимический состав донных осадков верхнего горизонта (I):
 а — расположения фигуративных точек составов песчаной фракции; б — расположение фигуративных точек составов осадков на диаграмме K_2O-Na_2O-CaO .
 Условные обозначения см. рис. 3.

В илах колонки 2516G содержание зерен кварца высокое (66—71%), а полевых шпатов (22—23%, в основном плагиоклазов) и обломков пород (7—12%) снижено. В осадках колонок 57G, 57G количество кластогенного кварца более высокое (72—85%), а полевых шпатов (14—22%, плагиоклазов, КПШ) и обломков пород (1—6%) в целом более низкое, чем в подстилающем горизонте. Обломки пород представлены углистыми алевролитами и аргиллитами, редко, в колонке 2516, хлоритизированными гиалокластами.

Геохимическая характеристика голоценовых илов идентична таковой в подстилающем горизонте (рис. 5, б). В районе свода Федынского фигуративные точки составов осадков сконцентрированы в поле гранитов, а в трог Нортбрук — в поле рециклинговых пород. Таким образом, на современном этапе осадконакопления источники осадочного вещества остались неизменными с начала позднего этапа дегляциации. Общее увеличение степени зрелости песчаного материала в голоценовых илах связано с разрушением нестойких кластогенных компонентов в условиях нормально-морской седиментации.

Обсуждение результатов

Исходя из полученных данных по петрографическому и геохимическому составу донных осадков, можно сделать предположение о генезисе и доминирующем влиянии тех или иных источников обломочного материала на различных этапах послеледниковой истории изученной части Баренцева моря.

Судя по петрографическому составу породообразующих кластогенных компонентов псаммитовой фракции и соотношениям петрогенных оксидов К, Na, и Са в осадках, главным источником обломочного материала для района свода Федынского на протяжении всего послеледникового времени служили гранитоидные породы. Очевидно, что в глинистые осадки центральной части Баренцева моря основная масса псаммитового материала поступала с побережья Кольского полуострова. Присутствие в илах двух нижних горизонтов некоторого количества обломков осадочных (в основном углистых песчаников, алевролитов и аргиллитов) и вулканогенных пород свидетельствует о незначительном смешивании за счет ледового разноса гранитоидного и грауваккового материала с архипелага ЗФИ на раннем этапе деградации ледника и в начале позднего этапа дегляциации.

Для северо-восточной части моря в районе трога Нортбрук на раннем этапе ледниково-морской седиментации формирование осадков также осуществлялось за счет нескольких источников. Основная часть материала поступала в результате переотложения вулканогенно-осадочных мезозойских пород, слагающих скальные выходы ЗФИ, или окружающих архипелаг маренных отложений (диамиктона) сходного состава. Значительное количество обломочного материала, судя по геохимическим данным и присутствию в осадках неокатанных обломков гранитоидов, также поступало с Кольского полуострова за счет дальнего ледового разноса. Не исключено, что присутствие в илах нижнего горизонта литокластов карбонатных пород является следствием абразии айсбергами карбонатных массивов палеозойского возраста, выступающих на морском дне северо-западнее и юго-восточнее ЗФИ [2]. На позднем этапе деградации ледового покрова, несмотря на петрографическое сходство и количественные взаимоотношения породообразующих кластогенных компонентов псаммитовой фракции, осадки формировались главным образом за счет рециклинга более древних осадочных толщ, в том числе и осадков нижнего горизонта дегляциации. По-видимому, на северо-востоке Баренцева моря на позднем этапе таяния ледника осадконакопление контролировалось в основном бассейновыми процессами, а дальний ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации. Формирование голоценовых осадков, исходя из идентичности их геохимического состава подстилающим илам среднего горизонта, также происходило за счет размыва и переотложения ранее накопленных осадков.

Увеличение степени зрелости песчаного материала и усреднение его петрографического состава в голоценовых илах, как в центральной, так и в северо-восточной части Баренцева моря связано с внутрибассейновым вызреванием кластики в условиях нормально-морской седиментации, при незначительной роли ледового разноса.

Выводы

В позднем плейстоцене на раннем этапе ледниково-морской седиментации источником обломочного псаммитового и псефитового материала для центральной части Баренцева моря в районе свода Федынского служили в основном гранитоидные породы Кольского полуострова. На северо-восточной периферии моря накопление обломочного материала осуществлялось как в следствие переотложения диамиктона или дочетвертичных вулканогенно-осадочных мезозойских толщ ЗФИ, так и за счет гранитоидов Кольского полуострова. Смешивание материала из различных источников происходило за счет интенсивного ледового разноса.

На рубеже позднего плейстоцена и голоцена и в голоцене для центральной части шельфа источник обломочного вещества оставался неизменным. В северо-восточной части Баренцева моря в это время осадки формировались за счет рециклинга более древних осадочных толщ, в том числе и осадков нижнего горизонта дегляциации. Происходило постепенное внутрибассейновое вызревание кластики и усреднение ее состава. Ледовый разнос не имел столь существенного значения, как на раннем этапе дегляциации.

Петрографические и геохимические данные о перераспределении обломочного вещества в послеледниковых донных осадках центральной и северо-восточной части Баренцева моря могут быть использованы для расчленения разрезов в случае их плохой фаунистической охарактеризованности и при отсутствии радиоуглеродных датировок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Блажчишин А.И., Линькова Т.И., Кириллов О.В., Шкатов Е.П.* Строение плиоцен-четвертичной толщи дна Баренцева моря на разрезе: полуостров Рыбачий — острова Земля Франца-Иосифа. Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М.: Наука, 1979.
- [2] *Дибнер В.Д., Кордикова А.А., Разин В.К.* Первые результаты исследований донных отложений в районе Земли Франца Иосифа // Информационный бюллетень Института геологии Арктики. Вып. 15. 1959. С. 43—51.
- [3] *Ионин А.С., Павлидис Ю.А., Щербаков Ф.А.* Проблемы геоморфологии гляциальных шельфов // Геоморфология. 1993. № 1. С. 15—31.
- [4] *Костылева В.В.* О вещественных критериях расчленения послеледниковых донных осадков Баренцева моря (Российский сектор) // Палеострат-2016. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 26—28 января 2016 г. Тезисы докладов. М., 2016. С. 43—44.
- [5] *Левитан М.А., Лаврушин Ю.А., Штайн Р.* Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет. М.: ГЕОС, 2007. 404 с.
- [6] *Мурдмаа И.О., Иванова Е.В.* Послеледниковая история осадконакопления в шельфовых впадинах Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1999. № 6. С. 576—595.
- [7] *Чамов Н.П., Костылева В.В., Соколов С.Ю., Котельников А.Е.* О возможном влиянии газоносных флюидов на состав донных отложений в районе свода Федынского (Баренцево море) // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2015. № 1. С. 62—72.
- [8] *Bhatia M.R.* Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611—627.

- [9] Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C., Levitan M., Khusid T., Bourtman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present. *Marine Geology*. 2006. P. 275—303.

COMPOSITION AND ORIGIN OF POSTGLACIAL BOTTOM SEDIMENTS FROM CENTRAL AND NORTHEASTERN PARTS OF THE BARENTS SEA (RUSSIAN SECTOR)

V.V. Kostyleva¹, N.P. Chamov¹, S.M. Lyapunov¹, S.Yu. Sokolov¹, A.E. Kotelnikov²

¹ Geological Institute of RAS

Pyzhevsky lane, 7, Moscow, Russia, 110017

² Peoples' Friendship University of Russia

Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The lithology of postglacial bottom sediments are studied in cores from central and north-eastern part of the Barents Sea (25 and 28 cruises of R/V “Academic Nikolai Strakhov” in 2007 and 2011 respectively). Petrographic and chemical composition of modern and late Quaternary sediments from the Fedynskii swell area and the southern rim of the Franz Josef Land were examined. The study revealed sources of clastic material and permitted to estimate their influence on the various stages of post glacial sedimentation. At the end of Late Pleistocene (the initial phase of the ice cover degradation) granitoid rocks of the Kola peninsula are considered to be the main source of clastics in the Fedynskii swell area, while volcanic-sedimentary strata that compose FJL governed sedimentation in the North-East. Sedimentation was accompanied by intense ice-rafting that resulted in mixing of clastics from both sources. At the Late Pleistocene to Holocene boundary and later in Holocene the main source of clastic material remained unchanged in the central part of the sea. In the North-East sedimentation was controlled by recycling of previously accumulated deposits. Ice-rafting had no significant values such as at early deglaciation phase. In the case of poor faunal characterization and/or the absence of radiocarbon data petrographic and geochemical study can be used for stratification of the Barents sea bottom sediments.

Key words: sediments, sedimentogenesis, deglaciation, ice-rafting

REFERENCES

- [1] Blazhchishin A.I., Linkova T.I., Kirillov O.V., Shkatov E.P. A structure a Pliocene — quaternary thickness of a bottom of the Barents Sea on a section: Rybachy Peninsula — the islands of Franz Joseph Land. Late quaternary history and sedimentogenesis of suburban and closed seas. M.: Nauka [Science], 1979.
- [2] Dibner V.D., Kordikova A.A., Razin V.K. The first results of researches of ground deposits near Franz Joseph Land. The Newsletter of Institute of Geology of the Arctic. 1959. No 15. Pp. 43—51.
- [3] Ionin A.S., Pavlidis Iu.A., Shcherbakov F.A. Geomorphology problems of glacial shelves. *Geomorphology*. 1993. No 1. Pp. 15—31.
- [4] Kostyleva V.V. About material criteria of a partition of postglacial ground rainfall of the Barents Sea (The Russian sector). *Paleostrat-2016*. Year meeting of section of paleontology of MOIP and

- the Moscow office of Paleontologic society at the Russian Academy of Sciences. Moscow. Theses of reports, 26-28 of January 2016. Pp. 43—44.
- [5] Levitan M.A., Lavrushin Yu.A., Stein R.M. Sedimentation history sketches in the Arctic Ocean and the seas of the Subarctic region during the last 130 thousand years. M.: GEOS, 2007. 404 p.
 - [6] Murdmaa I.O., Ivanova E.V. Postglacial history of sedimentation in shelf hollows of the Barents Sea. Lithology and mineral resources. 1999. No 6. Pp. 576—595.
 - [7] Chamov N.P., Kostyleva V.V., Sokolov S.Iu., Kotelnikov A.E. The possible impact of gas-bearing fluids on sediment in the arch Fedynskogo (Barents sea). Bulletin of Peoples' Friendship University. Series: Engineering studies. 2015. No 1. Pp. 62—72.
 - [8] Bhatia M.R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611—627.
 - [9] Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C., Levitan M., Khusid T., Bourtman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present. Marine Geology. 2006. P. 275—303.