

## ГРУБООБЛОМОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ЛЕДОВОГО РАЗНОСА НА ДНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

**Харин Г.С., Ерошенко Д.В., Исаченко С.М.,  
Булохов А.В., Малафеев Г.В., Политова Н.В.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова, РАН  
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,  
e-mail: [aoio@rambler.ru](mailto:aoio@rambler.ru)*

Статья поступила в редакцию 30.04.2020, одобрена к печати 28.08.2020

Изучен грубообломочный донный каменный материал (ДКМ), полученный на 89 станциях в 67 и 68 рейсах НИС «Академик Мстислав Келдыш» при отмывке современных осадков. Был изучен его петрографический состав, выделены 35 петрографических типов и подтипов пород, составлены их циклограммы. Отмечено, что ДКМ Баренцева моря подвержен значительным колебаниям, но в целом он комплементарен набору горных пород прилегающей суши и количественно обеспечивается размером эскарации и выносом материала ледником в районы седиментации. Мобильность ДКМ и разнообразие петрографического состава делает затруднительным его использование в качестве маркера при геокартировании дна Баренцева моря.

**Ключевые слова:** донный каменный материал, Баренцево море, ледниковая эскарация, ледовый разнос, петрографический состав

### Введение

В четвертичных осадках Баренцева моря, как и во всех арктических морях, содержится большое количество грубообломочного каменного материала, изучение которого важно при определении типа и состава земной коры. Его наличие в современных морях и океанах объясняется происходящими в позднем кайнозое процессами морской ледовой седиментации (Лисицын, 1951; Lisitzin, Shevchenko, 2016). В Арктике эти процессы начались в позднем плиоцене, а в Антарктике – в позднем эоцене и продолжают до сих пор. Сползающие с суши ледники и плавучие льды не только несли с собой обломки пород, формирующие донный каменный материал (ДКМ), но и значительно влияли на процессы образования осадочного чехла в полярных морях (Солдатов и др., 1981).

Изучение ДКМ Баренцева моря было начато в 20-х годах прошлого столетия М.В. Кленовой по сборам научно-промысловых и рыбацких судов; в результате сделаны два основных вывода: 1 – о слабом влиянии льдов на перенос крупнообломочного материала, 2 – «каждому элементу рельефа Баренцевоморской равнины... присущ своеобразный набор пород» (Кленова, 1960). Эти представления стал развивать В.Д. Дибнер (Дибнер, 1971; Дибнер, 1978). На основе их он составил геологическую карту Баренцева моря. Эту идею подхватили В.Б. Хасанкаев (Хасанкаев, 1978) и другие исследователи Баренцева моря.

В 1976 г. Г.С. Хариным и А.А. Красильщиковым (Харин, Красильщиков, 1981) в 23 рейсе НИС «Академии Курчатов» (1976) было выявлено, что в составе ДКМ существенно преобладает обломочный материал, принесенный издалека. Так, источником гранитов, гранито-гнейсов, амфиболитов, габброидов и других древних пород были кристаллические комплексы Балтийского щита. Но в центральной части профиля в районе Центрального Баренцева плато и Центральной банки была предположена возможность наличия коренных обнажений палеогена и мела (Харин, Красильщиков, 1981). В дальнейшем неоднократные попытки сбора и исследования состава каменного материала не дали возможности решить эту проблему в Баренцевом море и на сегодня имеются два основных мнения: 1 – каменный материал имеет местное происхождение, то есть соответствует составу коренных пород того участка земной коры, где он собран (Дибнер, 1971; Дибнер, 1978; Кленова, 1960; Хасанкаев, 1978); 2 – каменный материал экзарирован и принесен ледником, в основном из центров оледенения (Лисицын, 1994; Солдатов и др., Харин, 1981; Харин, Красильщиков, 1981; Лисицын и др., 2004; Лисицын, 1951).

По идее, предложенной А.П. Лисицыным, изучение ДКМ дает также сведения не только об источниках терригенного вещества, поступающего в осадочные бассейны, но и позволяет выявлять трассы движения ледников, определять масштабы оледенения и решать другие геологические и палеогеографические задачи (Лисицын, Харин, Чернышева, 2004; Лисицын, 1951; Lisitzin, 2002).

### **Исследования и результаты**

В 2016–2017 гг. во время экспедиционных работ 67 и 68-го рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш» на 88-ти станциях были получены пробы ДКМ из голоценовых и верхнечетвертичных осадков Баренцева и Печорского морей (Харин и др., 2017; Политова и др., 2018; Ключиткин и др., 2019; Кравчишина и др., 2019). Отбор каменного материала был произведен в следующих районах Баренцева моря (рис. 1): 1 – северо-западная окраина о. Новая Земля; 2 – центр Баренцева моря; 3 – район Печоры-Варандея; 4 – район Кольского полуострова; 5 – район Скандинавии; 6 – район о. Медвежий; 7 – район Шпицберген Южный; 8 – район Шпицберген Северный; 9 – район о-в Земля Франца Иосифа.

Пробы донного каменного материала (ДКМ) были получены на 88-ти станциях путем отмывки на ситах дночерпательных из голоценовых и верхнечетвертичных осадков Баренцева и Печорского морей (рис. 1) (объем отмывок на каждой станции составлял 5–10 л). Ситовым анализом были выделены фракции песчано-гравийно-галечного материала (0.5–1 мм, 1–3 мм, 3–5 мм, 5–10 мм, 10–25 мм, 25–50 мм, 50–100 мм). Для микроскопического и химического анализов отбирались образцы из фракций > 5мм; Петрографический и минеральный составы изучались макроскопически и микроскопически под микроскопом (БМС-1, МП-8, LeicaDM 2500 POL с цифровой камерой DFX 490 с разрешением 8 мегапикселей).

Выделялись 4 степени окатанности: окатанный (округлая галька и гравий), угловато-окатанный (материал преимущественно окатанной формы, но имеющий

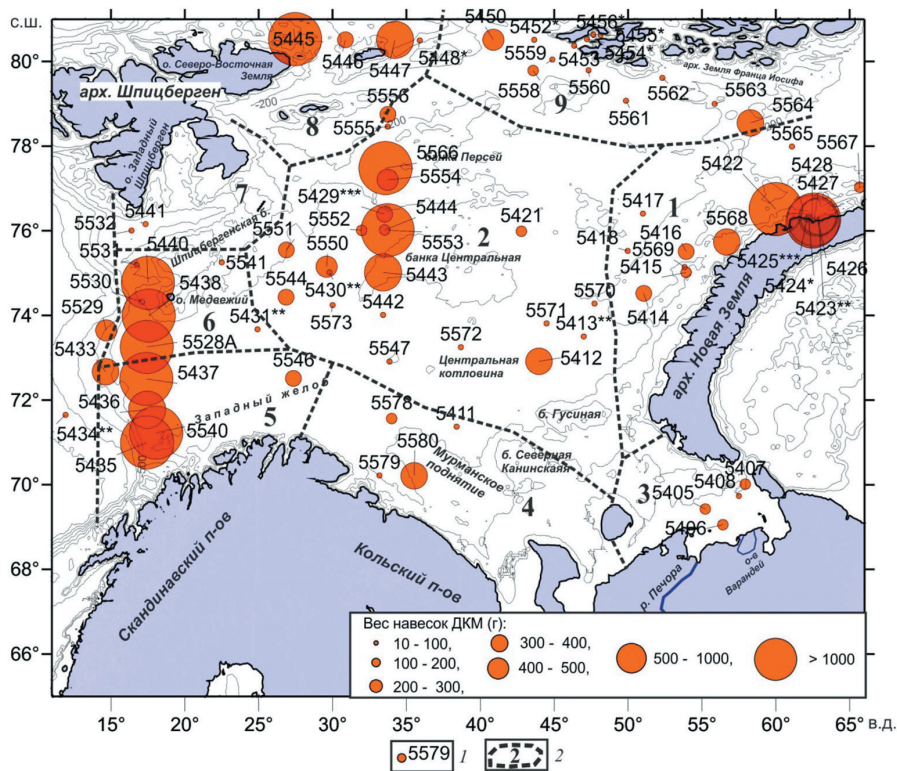


Рис. 1. Распределение песчаного-песчано-гравийного (0.5–3 мм) и гравийно-галечного материала (3–100 мм) (вес намывок из дночерпателя «Океан» (в граммах) на 10 л осадка) в осадках Баренцева моря по данным 67 и 68 рейсов «Академик Мстислав Келдыш». Масса навесок ДКМ (г): 1 – 10–100, 2 – 100–200, 3 – 200–300, 4 – 300–400, 5 – 400–500, 6 – 500–1000, 7 – > 1000. Цифры – станции отбора проб.

достаточно видимые грани), угловатый (материал с признаками окатанности и наличием четких граней), неокатанный (наличие четких осколочных граней). Составлены карты количественного содержания грубообломочного материала в осадках (в 10 л) и карты изоролл (степени окатанности) грубообломочного материала (рис. 1, 2). Таким образом, всего было изучено 4193 образца. Часть образцов (26) были отобраны на химический анализ в лаборатории физико-геологических исследований ИО РАН, который проводился на рентгено-флюоресцентном спектрометре МАКС-GVM с вакуумной камерой, с обязательной сверкой с имеющимися в лаборатории контрольными образцами.

Анализ навесок ДКМ показал неравномерность его распределения в поздне-четвертичных осадках Баренцева моря (рис. 1). Максимальное содержание ДКМ приурочено к западной части Баренцева моря у о-ва Медвежий (станции 5440, 5530, 5531, 5541), северо-западной окраине Скандинавского полуострова, мелководью северной окраины о. Новая Земля (см. рис. 2), к району северо-восточного склона о. Северо-Восточная Земля, центру Баренцева моря (банки и склоны банок Персей и Центральная).

Содержание ДКМ в этих местах выше 1000 г на 10 л осадка. У северо-восточного побережья островов Новой Земли (ст. 5428) содержание ДКМ доходит до 6816 г на 10 л осадка. Мелкий и средний гравий распределены относительно равномерно по акватории, включая как прибрежные отмели (район арх. Земля Франца Иосифа), так и склоны банок в центральной части моря. Крупный гравий приурочен к Шпицбергенскому поднятию, южному склону банки Персей, северо-восточным склонам арх. Новая Земля. При этом фоновое содержание гравийного материала в осадках по всему Баренцевому морю составляет 5–10% от общего веса навески. Крупнообломочный материал (средняя и крупная галька) отнесен к северо-западным склонам арх. Новая Земля, Печорскому морю и к району Шпицберген Северный (о. Северо-Восточная Земля).

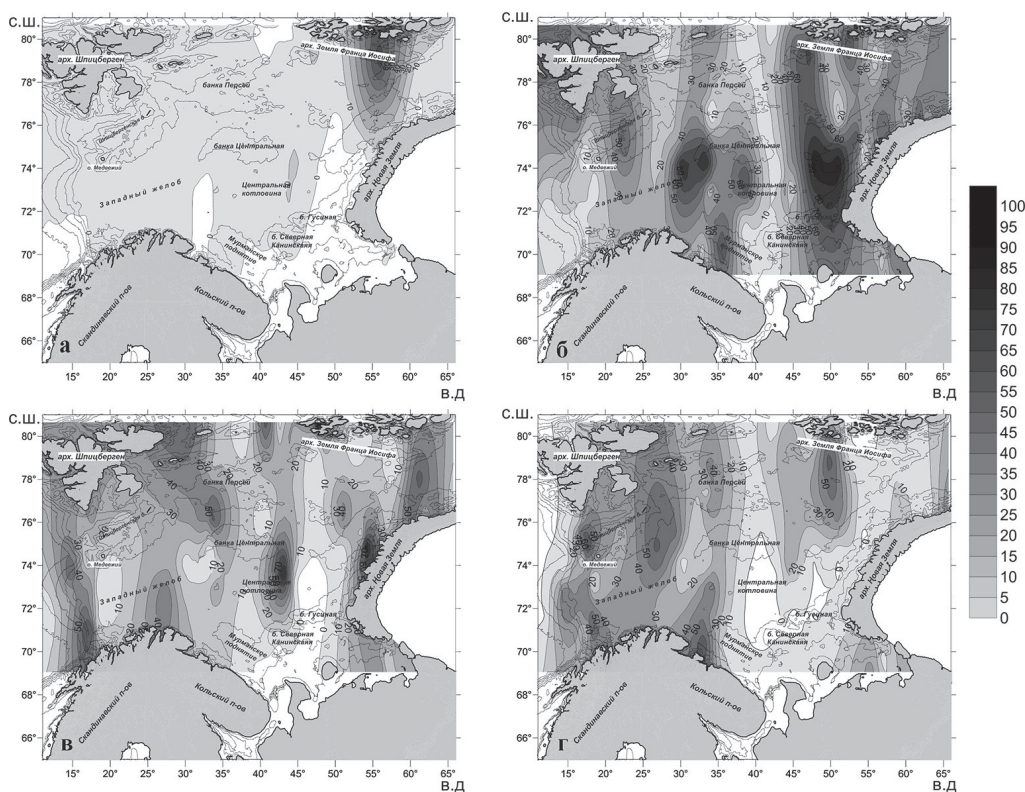


Рис. 2. Распределение гравийно-галечного материала (в процентах от общего количества обломков) разной степени окатанности в осадках Баренцева моря по данным 67 и 68 рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш». Степень окатанности ДКМ: а – окатанный, б – угловато-окатанный, в – угловатый, г – неокатанный.

Материал ДКМ характеризуется разной степенью окатанности (рис. 2). Максимум содержания ДКМ при возрастании степени окатанности постепенно смещается к восточной части Баренцева моря в сторону мелководных банок у Новой Земли (банка к северо-востоку от Новой Земли, глубина менее 200 м) и юго-восточного побережья арх. Земли Франца-Иосифа (ст. 5417, 5424, 5564–5569). Неокатанный материал сосредоточен в юго-западной и северной частях Баренцева моря. Материал с промежуточными степенями окатанности характеризуется максималь-



ным площадным распределением, встречаясь как у побережья, так и в центре моря. Основная часть ДКМ представлена угловато-окатанными, угловатыми обломками крупного гравия и мелкой галькой. Доминирование донного каменного материала с высокой и средней степенями окатанности указывает на большую роль его переработки в мелководной зоне моря при размыве материнских пород и последующей транспортировке. На подобное распределение, несомненно, оказали влияние физические свойства некоторых типов пород. Так, наличие групп алевролитов и песчаников в гравийной фракции частично объясняется их слабой устойчивостью к денудационным процессам и низкой степенью цементизации.

Был изучен петрографический состав ДКМ и выделены 35 петрографических типов и подтипов пород, составлены их циклограммы (таблица 1, рис. 3). Для большинства районов характерно значительное разнообразие петрографических типов горных пород (от 10 до 24). Лишь 2 циклограммы, принадлежащие ДКМ районов Шпицберген Южный и Печоры–Варандея, включают соответственно 8 и 6 петрографических типов и подтипов. Доминирующими типами являются: алевролиты, песчаники, сланцы и диориты. Максимальные концентрации алевролитов и песчаников встречены в центральной части моря (банки Персей, Центральная), западная (побережье Скандинавии, район острова Медвежий, юго-западный склон Шпицбергенской банки). Восточная часть характеризуется меньшим количеством упомянутых типов ДКМ, что должно объясняться, вероятно, менее интенсивной экзарацией и гидродинамикой прибрежной зоны.

Почти для всех выделенных районов в составах ДКМ имеются петрографические маркеры – типы горных пород, указывающие на место их происхождения, откуда они были доставлены ледником. Но при этом один и тот же маркер отмечается в нескольких районах. Это свидетельствует о транзите его ледником из одного источника в разные районы. К таким маркерам относятся, например, коричневые (красноцветные) песчаники и фосфориты, развитые в пермских отложениях Северного острова Новая Земля. Из обнажений этого же возраста в районы центральной части Баренцева моря ледник принес нижнедевонские оолитовые известняки, доломиты грибовской свиты и черные сланцы. Такое же происхождение имеют и обломки гранитов. Граниты района Печоры–Варандея принесены речным льдом р. Печоры с Полярного Урала. Весьма разнообразен петрографический состав ДКМ Баренцева моря в районах Скандинавии и Кольского полуострова. Маркерами здесь являются пегматиты, граниты, диориты. Характерно, что кольские обломки пегматоидов присутствуют в составе ДКМ в районе о. Медвежий. В составе маркеров ДКМ района Шпицберген Северный отмечены угловатые, слабоокатанные обломки и окатанная галька базальтов, гранитов, гнейсов, диоритов, кварцитов, розовой яшмы, кварца, песчаников, черных сланцев, алевролитов. В районе Шпицберген Южный и Печоры–Варандея было получено 5 угловатых и слабоокатанных обломков размером от 1 до 4 см серого известняка, черного сланца и алевролита, принесенных, очевидно, ледником с южной части архипелага Шпицберген.

Таблица 1. Качественный состав ДКМ, Баренцево море по данным 67 и 68 рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш»

| Порода   | Кол-во обломков | Число разновидностей типов пород |
|--|-----------------|----------------------------------|
| <b>I. Осадочные органогенные и эффузивно-осадочные</b> |                 |                                  |
| Алевролит  | 2029            | 8                                |
| Аргиллит   | 170             | 6                                |
| Брекчия  | 34              | 5                                |
| Доломит  | 8               | 1                                |
| Железистые корки                                       | 5               | 1                                |
| Известняк  | 111             | 3                                |
| Конгломерат  | 1               | 1                                |
| Конкреции железистые                                   | 5               | 1                                |
| Кремень  | 17              | 3                                |
| Мергель  | 5               | 2                                |
| Песчаник   | 485             | 12                               |
| Сланец   | 555             | 8                                |
| Фосфорит   | 1               | 1                                |
| Уголь  | 13              | 1                                |
| Яшма   | 4               | 1                                |
| <b>II. Изверженные</b>                                 |                 |                                  |
| <b>A. Глубинные</b>                                    |                 |                                  |
| Габброид   | 2               | 1                                |
| Гранит   | 119             | 2                                |
| Гранитоид  | 35              | 1                                |
| Гранодиорит  | 6               | 1                                |
| Диорит   | 94              | 3                                |
| Перидотит  | 2               | 1                                |
| <b>Б. Жильные</b>                                      |                 |                                  |
| Кварцовая жила   | 9               | 1                                |
| Пегматоид  | 34              | 1                                |
| <b>В. Эффузивные</b>                                   |                 |                                  |
| Базальт  | 15              | 1                                |
| Диабаз   | 37              | 2                                |
| Порфирит   | 3               | 1                                |
| <b>III. Метаморфические и метаморфизованные</b>        |                 |                                  |
| Гнейс  | 68              | 3                                |
| Кварцит  | 233             | 6                                |
| Роговик  | 2               | 1                                |
| Скарн  | 3               | 1                                |
| Слюдистый сланец                                       | 54              | 1                                |
| <b>IV. Отдельные минералы и образцы</b>                |                 |                                  |
| Кальцит  | 11              | 1                                |
| Кварц  | 15              | 2                                |
| Полевой шпат   | 1               | 1                                |
| Шлак   | 8               | 1                                |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>4194</b>     | <b>86</b>                        |

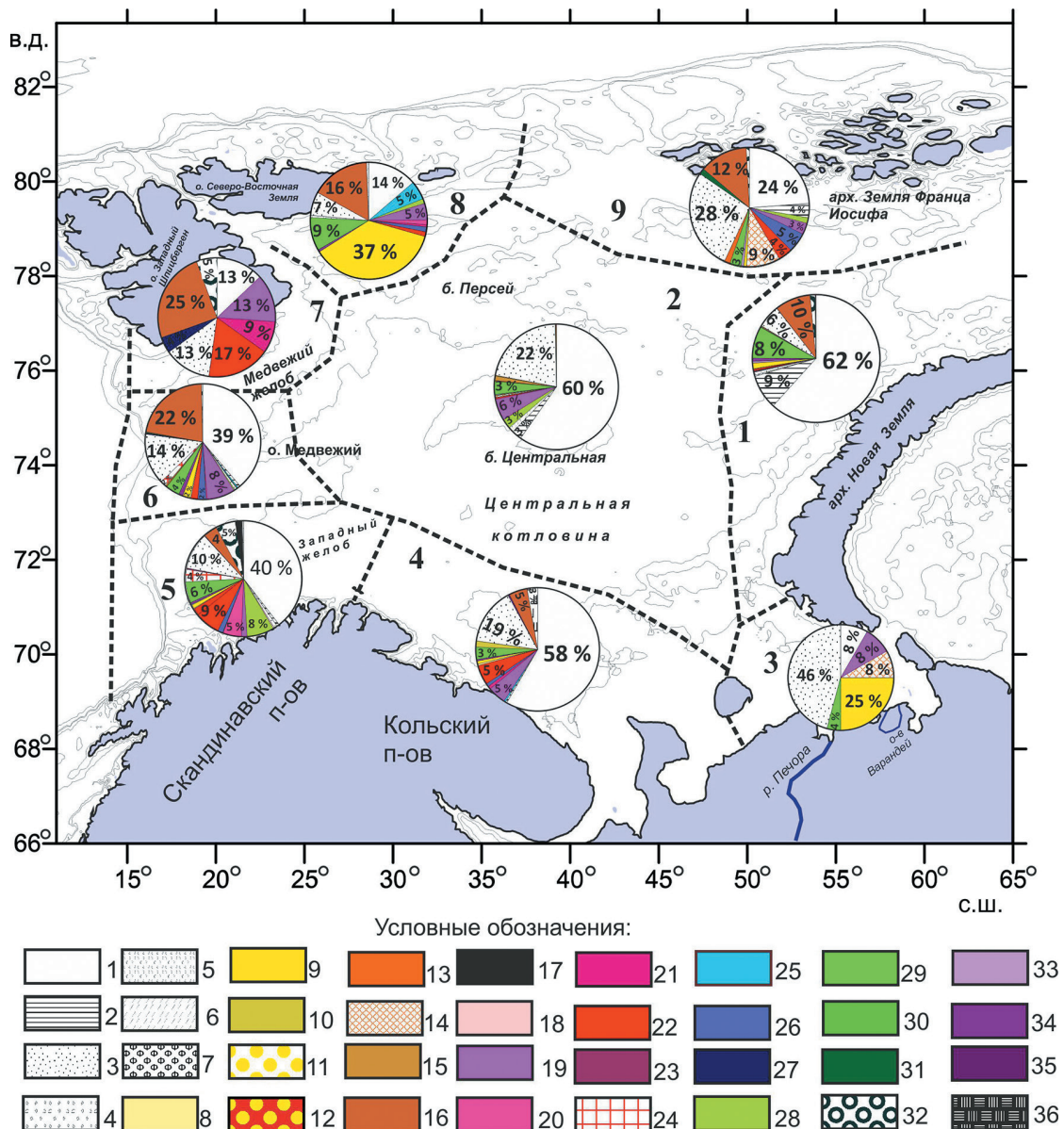


Рис. 3. Петрографический состав донного каменного материала в Баренцевом море по данным 67 и 68 рейсов НИС “Академик Мстислав Келдыш” (АМК).

Типы пород: осадочно-органогенные и эффузивно-осадочные: 1 – алевролит, 2 – аргиллит, 3 – песчаник, 4 – брекчия, 5 – конгломерат, 6 – яшма, 7 – фосфорит, 8 – доломит, 9 – известняк, 10 – мергель, 11 – коралл, 12 – белемнит, 13 – железистые конкреции, 14 – железистые корки, 15 – кремень, 16 – сланец, 17 – уголь; изверженные глубинные: 18 – габброид, 19 – гранит, 20 – гранитоид, 21 – гранодиорит, 22 – диорит, 23 – перидотит; изверженные жильные: 24 – пегматоид; изверженные эффузивные: 25 – базальт, 26 – диабаз, 27 – порфирит; метаморфические: 28 – гнейс, 29 – кварцит, 30 – роговик, 31 – скарн, 32 – слюдястый сланец; отдельные минералы и образцы: 33 – кальцит, 34 – кварц, 35 – полевошпат, 36 – шлак. Жирным шрифтом: 1 – район арх. Новая Земля, 2 – центр Баренцева моря, 3 – район Печоры–Варандея, 4 – район Кольского п-ва, 5 – район Скандинавского п-ва, 6 – район о. Медвежий, 7 – район Шпицберген Южный, 8 – район Шпицберген Северный, 9 – район арх. Франца Иосифа.

Магматические типы пород ДКМ выявлены в разных количествах (от единичных обломков до 43%) во всех районах, но, в целом, составляют незначительную долю (рис. 3). Их максимальные концентрации отмечены, в первую очередь, для периферийных районов Баренцева моря, вблизи материкового склона Балтийского щита (Скандинавского и Кольского полуостровов) и около склона архипелагов Новая Земля и Шпицберген, их минимальное содержание – в осадках центральной части Баренцева моря в районе банок Персей и Центральная. Надо отметить, что геохимия ДКМ перечисленных выше петрографических разновидностей горных пород, развитых на островах Земли Франца Иосифа и Новой Земли уже была детально изучена (Лисицын и др., 2004; Сироткин, Евдокимов, 2016; Чернышева и др., 2003; Ntaflos, Richter, 2003). На диаграмме химического состава (рис. 4) среди магматических пород можно выделить: 1 – диориты нормального ряда (районы Печоры–Варандея, Скандинавского и

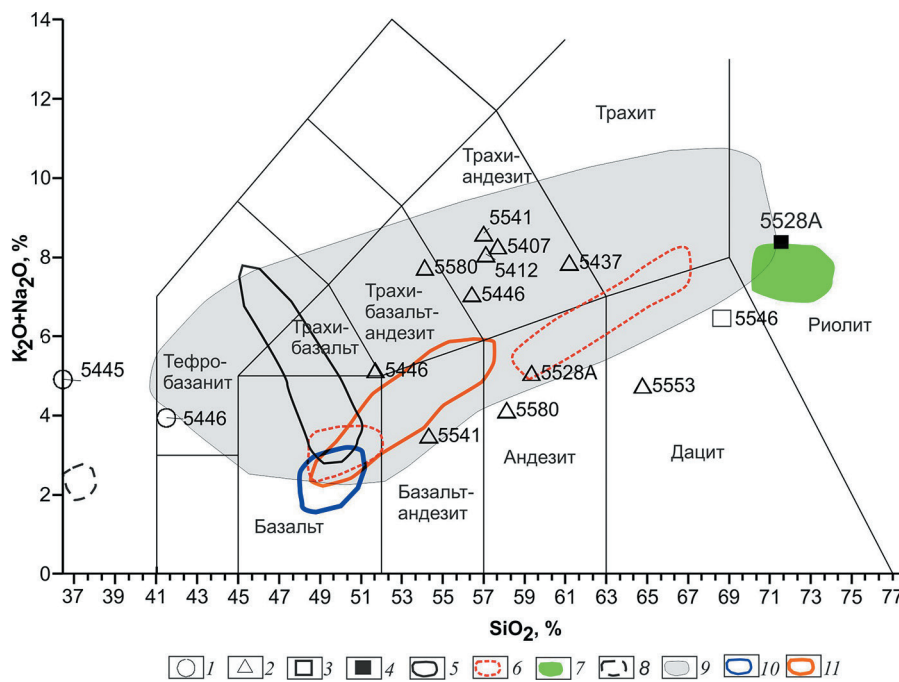


Рис. 4. Магматические породы ДКМ Баренцева моря и поля их предполагаемых источников на классификационной диаграмме  $(K_2O+Na_2O)-SiO_2$  (Le Bas, Le Maitre, et al., 1986). 1–4 – ДКМ Баренцева моря (цифры – номера станций 67 и 68 рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш»): 1 – базальты, диабазы, 2 – диориты, 3 – гранодиорит, 4 – щелочной гранит; 5–11 – поля предполагаемых наземных источников ДКМ: 5 – долеритовые дайки Шпицбергена (Конг-Карлс-Ланд) (1) (Bailey, Rasmussen, 1997), 6 – верхнеюрские и нижнемеловые базальты, долериты Шпицбергена (Конг-Карлс-Ланд) (2) (Bailey, Rasmussen, 1997), 7 – гранитоиды девонских конгломератов, о. Западный Шпицберген (серия Ред-Бей) (3) (Сироткин, Евдокимов, 2016), 8 – палеозойский кимберлитовые дайки, Шпицберген (4) (Сироткин, Евдокимов, 2016), 9 – раннепротерозойские вулканы Печенгского района, Кольский п-ов (5) (Skufin, Theart, 2005), 10 – базальты ЗФИ (6) (Ntaflos, Richter, 2003), 11 – андезиты ЗФИ (7) (Ntaflos, Richter, 2003).



Кольского полуостровов, о. Медвежий и Шпицберген Северный); 2 – субщелочные граниты и диориты, приуроченные к западной и центральной частям Баренцева моря (к югу от о. Медвежий, в районах Северный Шпицберген и Центральная котловина) (рис. 5). Достаточно наглядно прослеживается связь магматических пород ДКМ Баренцева моря с магматизмом прилегающих островных и наземных источников – областей сноса. Поле раннепротерозойских вулканитов Печенского района Кольского полуострова (на рис. 4) охватывает почти все составы магматических пород ДКМ Баренцева моря. Незначительные «отступления» от этого поля диоритов станций 5553 и 5580 и гранодиоритов станции 5546 вполне объяснимы их меньшей дифференцированностью по сравнению с наземными источниками, приведшей к пониженному содержанию щелочных компонентов. Химический состав диабазов ст. 5446 из района Шпицберген Северный близок к составу палеозойских даек диабазов о. Шпицберген, приведенных в работе А.Н. Евдокимова, А.Н. Сироткина и др., помещенных в таблицу 1 на стр. 204 (Евдокимов и др., 2013) (рис. 4).

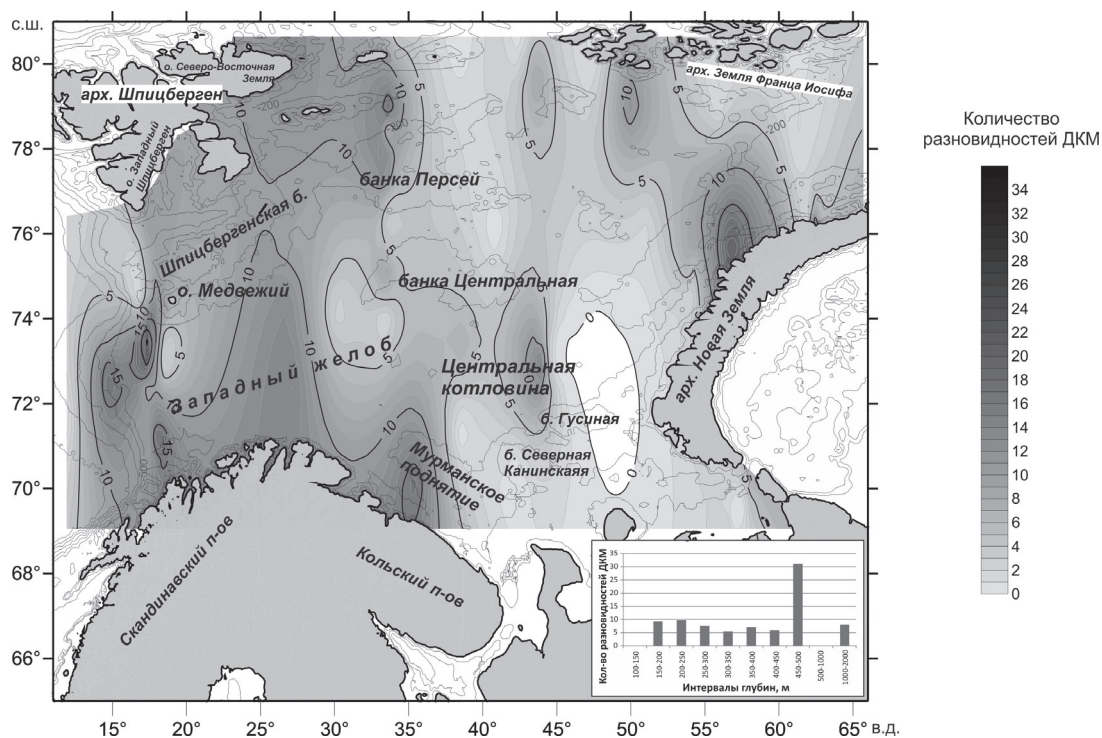


Рис. 5. Количество разновидностей пород ДКМ (шт.) в верхней части осадочной толщи по данным 67 и 68 рейсов НИС «Ак. Мстислав Келдыш» (АМК). На вставке внизу слева: количество разновидностей пород ДКМ по интервалам глубин.

Сравнение распределения выделенных эталонных разновидностей пород (эталонных образцов) по выделенным районам, глубинам, фракциям и степени окатанности показывает, что пики максимального кол-ва эталонных кластеров приходятся на глубины 200–250 м (табл. 2, рис. 5) – это районы Скандинавского п-ва, Мурманского поднятия и арх. Новая Земля. Отдельный пик разнообразия по-

род ДКМ зафиксирован на шельфовом склоне западной окраины Баренцева моря (ст. к юго-западу от о. Медвежий) и приурочен к глубинам 400–450 м.

Таблица 2. Особенности гранулометрического состава ДКМ и распределения степени окатанности для выделенных интервалов глубин Баренцева моря

| Интервалы<br>глубин, м  | Фракции ДКМ (средний % от<br>общей навески) |          |          |           |          | Степень окатанности<br>ДКМ (% от общего кол-ва<br>обломков) |                        |           |             | Кол-во<br>разно-<br>видностей<br>пород ДКМ |
|---|---|----------|----------|-----------|----------|---|------------------------|-----------|-------------|--|
|   | 5–10 мм                                     | 10–25 мм | 25–50 мм | 50–100 мм | > 100 мм | окатанный   | углового-<br>окатанный | угловатый | Неокатанный |  |
| 100–150   | 0   | 0        | 0        | 0         | 0        | 0   | 0                      | 0         | 0           | 0  |
| 150–200   | 53  | 24       | 21       | 2         | 0        | 10  | 39                     | 19        | 32          | 9  |
| 200–250   | 34  | 27       | 6        | 22        | 0        | 2   | 32                     | 16        | 39          | 10   |
| 250–300   | 51  | 26       | 18       | 4         | 0        | 24  | 31                     | 28        | 16          | 8  |
| 300–350   | 62  | 22       | 15       | 0         | 0        | 3   | 60                     | 21        | 16          | 6  |
| 350–400   | 50  | 29       | 21       | 0         | 0        | 5   | 29                     | 27        | 39          | 7  |
| 400–450   | 25  | 31       | 44       | 0         | 0        | 26  | 74                     | 0         | 0           | 6  |
| 450–500   | 17  | 16       | 29       | 39        | 0        | 1   | 16                     | 36        | 47          | 31   |
| 500–1000  | 0   | 0        | 0        | 0         | 0        | 0   | 0                      | 0         | 0           | 0  |
| 1000–2000   | 11  | 28       | 8        | 53        | 0        | 9   | 22                     | 64        | 4           | 8  |
| Оценка связи<br>(коэффициент<br>линейной<br>аппроксимации<br>( $R^2$ ) между<br>количеством<br>разновидностей<br>ДКМ, фракциями<br>и степенью<br>окатанности) | 0.003                                       | 0.047    | 0.209    | 0.343     |          | 0.008   | <0.01                  | 0.207     | 0.513       |  |

Анализ зависимости количества эталонных образцов от долей фракции и степени окатанности показали, что разнообразие ДКМ не привязано к определенной фракции (то есть данный материал не сортирован) – значения коэффициента линейной аппроксимации  $R^2 < 0,4$  (табл. 2). Но наблюдается некая положительная корреляция с распределением неокатанного материала, степень аппроксимации в этом случае  $R^2 > 0.5$ . Данная картина распределения может быть косвенным доказательством ведущей роли ледниково-айсбергового разноса (неокатанный материал) при формировании ДКМ Баренцева моря и зависимости его состава от геологического строения и петрографии областей сноса.

Согласно таким данным и представлениям об источниках и путях переноса грубообломочного материала в акватории Баренцева и Печорского мо-

рей, нельзя говорить о четких границах петрографических провинций. Можно лишь констатировать, что они определялись двумя главными обстоятельствами: 1 – расположением и размерами площадной экзарации горных пород на суше; 2 – направлением путей движения ледовых масс, переносящих экзарированный материал с суши в морской бассейн. Со временем эти обстоятельства изменялись. Размеры оледенения в плейстоцене то увеличивались, то сокращались, а в голоцене многие центры оледенения и вовсе исчезли. Площади распространения грубообломочного материала меняли свои границы. Этот материал в геологической летописи неоднократно менял свое положение, подвергался размывам, переотложениям, разрушался и превращался в пески, алевриты.

### Выводы и заключение

1. Изучение грубообломочного ДКМ из позднечетвертичных и голоценовых осадков Баренцева моря показало, что этот материал распространен неравномерно, но почти повсеместно.

2. Петрографический состав ДКМ в разных районах Баренцева моря подвержен значительным колебаниям, но в целом он комплиментарен набору горных пород прилегающей суши и количественно обеспечивается размером экзарации и выносом материала ледником в районы седиментации. В этих районах в составе ДКМ имеются обломки пород-индикаторов, указывающих на источник их происхождения.

3. В составе ДКМ имеются обломки пород-индикаторов, указывающих на источник их происхождения.

4. Грубообломочный материал ледового разноса носит следы переработки в водной среде, произведенной, вероятно, в межледниковые эпохи.

5. В составе гравийной фракции в большинстве изученных районах (центральной части Баренцева моря, Земли Франца Иосифа, северо-западной части Новой Земли, Печоры, в Печоры–Варангя) существенно преобладают слабосцементированные алевролиты. Этот факт объясняется двумя причинами: 1 – эти породы легко дробятся и при транспортировке льдом и течениями в водной среде измельчаются, искажая истинное соотношение типов пород в ДКМ; 2 – в центральной части Баренцева моря на донных поднятиях и банках возможны коренные обнажения палеогеновых и меловых слабосцементированных алевролитов. При низком уровне моря в плейстоцене здесь формировались баренцевоморские центры оледенения, откуда алевролиты при экзарации разносились ледниками по акватории моря.

6. Учитывая большую мобильность ДКМ, разнообразный состав обломков горных пород, их экзарацию и перенос ледниками, следует сделать заключение, что перспективы использования этого материала для геокартирования дна Баренцева моря весьма ограничены.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность экипажу НИС «Академик Мстислав Келдыш», М.Д. Кравчишиной, А.Н. Новигатскому и Н.В. Козиной за по-

мощь в сборе материала, а также академику А.П. Лисицыну за поддержку работы и научное руководство.

Экспедиционные исследования выполнены при поддержке госбюджета (финансирование морских экспедиций) и Российского научного фонда (проект № 14-2700114-П). Обработка материала частично выполнялась при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-17-00157). Гранулометрический, микроскопический анализы, описание и интерпретация данных выполнялась в рамках госзадания ИОРАН (темы №0149-2019-0013, № 0128-2019-0011).

### Литература

- Бондарев В.И., Романович Б.С., Черкесова Е.В., Енокян В.С.* Геологическое строение Новой Земли, Вайгача, Пай-Хоя, Полярного Урала и Севера Печорской депрессии // Геология и перспективы нефтегазоносности Советской Арктики. Л.: НИИГА, 1972. С. 21–27.
- Дибнер В.Д.* Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л.: Недра, 1978. 211 с.
- Дибнер В.Д.* Сборы и получение донного каменного материала с целью геологического картирования // Геология моря. Л.: НИИГА, 1971. Вып. 1. С. 17–25.
- Евдокимов А.Н., Сироткин А.Н., Чебаевский В.С.* Позднепалеозойский щелочно-ультраосновной магматизм архипелага Шпицберген // Записки горного института. Санкт-Петербург, 2013. Т. 200. С. 201–209.
- Кленова М.В.* Геология Баренцева моря. М.: АН СССР, 1960. 342 с.
- Клювиткин А.А., Гладышев С.В., Кравчишина М.Д., Новигатский А.Н., Ерошенко Д.В., Лохов А.С., Коченкова А.И.* Геологические и гидрологические исследования в Северной Атлантике в 2017 г. на разрезе по 59°30' с.ш. (68-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш») // Океанология. Т. 59. № 1. 2019. С. 177–180.
- Кравчишина М.Д., Новигатский А.Н., Саввичев А.С., Паутова Л.А., Лисицын А.П.* Исследование седиментосистем Баренцева моря и Норвежско-Гренландского бассейна в 68-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» // Океанология. 2019. Т. 59. № 1. С. 173–176.
- Лисицын А.П.* К методике изучения галечных отложений открытого моря // Труды Института океанологии АН СССР. 1951. Т. 5. С. 991–945.
- Лисицын А.П.* Ледовая седиментация в Мировом океане. М.: Наука, 1994. 450 с.
- Лисицын А.П., Харин Г.С., Чернышева Е.А.* Базальты и грубообломочный материал донных осадков Карского моря // Океанология. 2004. Т. 44. № 4. С. 440–456.
- Лохов А.С., Коченкова А.И.* Геологические и гидрологические исследования в Северной Атлантике в 2017 г. на разрезе по 59°30' с.ш. (68-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш») // Океанология. 2019. Т. 59. № 1. С. 177–180.
- Политова Н.В., Новигатский А.Н., Козина Н.В., Терпугова С.А.* Мультидисциплинарные исследования в Баренцевом море в 67-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» // Океанология. 2018. Т. 58. № 3. С. 534–536.
- Сироткин А.Н., Евдокимов А.Н.* Состав, возраст и тектоническое значение гранитных валунов в девонских конгломератах северо-западной части Шпицбергена // Записки горного института. Геология. 2016. Т. 222. С. 789–797.



- Солдатов А.В., Емельянов Е.М., Харин Г.С.* Распределение и состав грубообломочного материала на дне Атлантического океана // Океанологические исследования. № 33: Результаты исслед. по междунар. геофизическим проектам. М.: Радио и Связь, 1981. С. 6–49.
- Харин Г.С., Красильщиков А.А.* Состав и закономерности распределения донного каменного материала в Баренцевом море по профилю полуостровов Рыбачий – Земля Франца Иосифа // Литология и палеогеография Баренцева и Карского морей. Л.: НИИГА, 1981. С. 33–41.
- Харин Г.С., Политова Н.В., Лисицын А.П., Ерошенко Д.В., Кравчишина М.Д., Козина Н.В., Булохов А.В.* Грубообломочный материал ледового разноса на дне Баренцева моря // Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. М.: ИО РАН, 2017. С. 115–119.
- Хасанкаев В.Б.* Изучение каменного материала как источника информации о составе коренных пород дна юго-восточной части Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1978. № 3. С. 118–120.
- Чернышева Е.А., Харин Г.М., Столбов Н.М.* Новые данные по геохимии базальтов архипелага Земли Франца Иосифа // Докл. РАН. 2003. Т. 390. № 2. С. 238–241.
- Bailey John C., Mogens H. Rasmussen.* Petrochemistry of Jurassic and Cretaceous tholeiites from Kong Karls Land, Svalbard, and their relation to Mesozoic magmatism in the Arctic // Polar Research. 1997. Vol. 16:1. P. 37–62. DOI: 10.3402/polar.v16i1.6624.
- Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A., Zanettin B.* A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram // J. Petrol. 1986. Vol. 27. P. 745–750.
- Lisitzin A.P.* Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past. Berlin: Springer, 2002. 543 p.
- Lisitzin A.P., Shevchenko V.P.* Glacial-marine sedimentation // Encyclopedia of Marine Geosciences Part of the Series. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Berlin: Springer-Verlag, 2016. P. 288–294.
- Ntaflos T., Richter W.* Geochemical constraints on the origin of the Continental Flood Basalt magmatism in Franz Josef Land, Arctic Russia // European Journal of Mineralogy. Germany: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2003. Vol. 15. P. 649–663. DOI: 10.1127/0935-1221/2003/0015-0649.
- Skuf'in P.K., Theart H.F.J.* Geochemical and tectono-magmatic evolution of the volcano-sedimentary rocks of Pechenga and other greenstone fragments within the Kola Greenstone Belt, Russia // Precambrian Research. 2005. Vol. 14. P. 1–48. DOI: 10.1016/j.precamres.2005.07.004.

**COARSE ICE SPREAD MATERIAL  
ON THE BOTTOM OF THE BARENTS SEA**

**Kharin G.S., Eroshenko D.V., Isachenko S.M., Bulokhov A.V.,  
Malafeev G.V., Politova N.V.**

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences  
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,  
e-mail: aoio@rambler.ru*

Submitted 30.04.2020, accepted 28.08.2020

The coarse-grained material (CGM) obtained at 89 stations in 67 and 68 cruises of the R/V “Akademik Mstislav Keldysh” when washing modern sediments was studied. Its petrographic composition was studied, 35 petrographic types and subtypes of rocks were identified, their cyclograms were compiled. It was noted that the CGM of the Barents Sea is subject to significant fluctuations, but in general, it is complementary to the set of rocks of the adjacent land and is quantitatively ensured by the size of the examination and the removal of the material by the glacier to the sedimentation areas. Such mobility of the CGM makes it difficult to use it as a marker for geo-mapping the bottom of the Barents Sea.

**Keywords:** coarse-grained material (CGM), Barents Sea, glacial exaration, ice spacing, petrographic composition

**Acknowledgments:** The authors thank the crew of the R/V «Akademik Mstislav Keldysh», M.D. Kravchishina, A.N. Novigatsky and N.V. Kozina for help in collecting material, as well as Academician A.P. Lisitzin for supporting work and scientific guidance. The research was supported by the state budget (financing of marine expeditions) and the Russian Science Foundation (project No. 14-27-00114-P). Material processing was partially carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project No. 20-17-00157). Granulometric, microscopic analyzes, description and interpretation of the data were carried out within the framework of the state assignment of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS (themes No. 0149-2019-0013, No. 0128-2019-0011).

**Reference**

- Bondarev V.I., Romanovich B.S., Cherkesova E.V., and Enokyan V.S.* Geologicheskoe stroenie Novoj Zemli, Vajgacha, Paj-Hoya, Polyarnogo Urala i Severa Pechorskoj depressii. *Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti Sovetskoj Arktiki*, Leningrad: NIIGA, 1972, pp. 21–27.
- Chernysheva E.A., Harin G.M., and Stolbov N.M.* Novye dannye po geohimii bazaltov arhipelaga Zemli Franca Iosifa. *Dokl. RAN*, 2003, Vol. 390, No. 2, pp. 238–241.
- Dibner V.D.* Morfostruktura shelfa Barenceva morya. Leningrad: Nedra, 1978, 211 p.
- Dibner V.D.* Sbory i poluchenie donnogo kamennogo materiala s cel'yu geologicheskogo kartirovaniya. *Geologiya morey*, Leningrad: NIIGA, 1971, Vol. 1, pp. 17–25.
- Evdokimov A.N., Sirotkin A.N., and Chebaevskij V.S.* Pozdnepaleozojskij shchelochno-ul'traosnovnoj magmatizm arhipelaga Shpicbergen. *Zapiski gornogo instituta*, Saint Petersburg, 2013, Vol. 200, pp. 201–209.

- Hasankaev V.B. Izuchenie kamennogo materiala kak istochnika informacii o sostave korennyh porod dna yugo-vostochnoj chasti Barenceva moray. *Litologiya i polezn. Iskopaemye*, 1978, Vol. 3, pp. 118–120.
- John C. Bailey and Mogens H. Rasmussen. Petrochemistry of Jurassic and Cretaceous tholeiites from Kong Karls Land, Svalbard, and their relation to Mesozoic magmatism in the Arctic. *Polar Research*, 1997, Vol. 16:1, pp. 37–62, doi: 10.3402/polar.v16i1.6624.
- Kharin G.S. and Krasilshchikov A.A. Sostav i zakonornosti raspredeleniya donnogo kamennogo materiala v Barencevom more po profilyu poluostrov Rybachij – Zemlya Franca Iosifa. *Litologiya i paleogeografiya Barenceva i Karskogo morej*, Leningrad: NIIGA, 1981, pp. 33–41.
- Kharin G.S., Politova N.V., Lisicyan A.P., Eroshenko D.V., Kravchishina M.D., Kozina N.V., and Bulohov A.V. Grubooblomochnyj material ledovogo raznosa na dne Barenceva morya. *Materialy XXII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (SHkoly) po morskoy geologii*, Vol. II, Moscow: IO RAN, 2017, pp. 115–119.
- Klenova M.V. Geologiya Barenceva morya. Moscow: AN SSSR, 1960, 342 p.
- Klyuvitkin A.A., Gladyshev S.V., Kravchishina M.D., Novigatskij A.N., Eroshenko D.V., Lohov A.S., and Kochenkova A.I. Geologicheskie i gidrologicheskie issledovaniya v Severnoj Atlantike v 2017 g. na razreze po 59°30' s.sh. (68-j rejs nauchno-issledovatel'skogo sudna «Akademik Mstislav Keldysh»). *Okeanologiya*, Vol. 59, No. 1, 2019, pp. 177–180.
- Kravchishina M.D., Novigatskij A.N., Savvichev A.S., Pautova L.A., and Lisicyan A.P. Issledovanie sedimentosistem Barenceva morya i Norvezhsko-Grenlandskogo bassejna v 68-m rejse nauchno-issledovatel'skogo sudna «Akademik Mstislav Keldysh». *Okeanologiya*, 2019, Vol. 59, No. 1, pp. 173–176.
- Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A., and Zanettin B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J. Petrol*, 1986, Vol. 27, pp. 745–750.
- Lisitzin A.P. K metodike izucheniya galechnyh otlozhenij otkrytogo morya. *Trudy Instituta okeanologii AN SSSR*, 1951, Vol. 5, pp. 991–945.
- Lisitzin A.P. Ledovaya sedimentaciya v Mirovom okeane. Moscow: Nauka, 1994, 450 p.
- Lisitzin A.P. Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past. Berlin: Springer, 2002, 543 p.
- Lisitzin A.P., Harin G.S., and Chernysheva E.A. Bazal'ty i grubooblomochnyj material donnyh osadkov Karskogo morya. *Okeanologiya*, 2004, Vol. 44, No. 4, pp. 440–456.
- Lisitzin A.P. and Shevchenko V.P. Glacial-marine sedimentation. *Encyclopedia of Marine Geosciences Part of the Series, Encyclopedia of Earth Sciences Series*, Berlin: Springer-Verlag, 2016, pp. 288–294.
- Lokhov A.S. and Kochenkova A.I. Geological and hydrological studies in the North Atlantic in 2017 along a section of 59 ° 30' N (68th voyage of the research vessel «Akademik Mstislav Keldysh»). *Oceanology*, 2019, Vol. 59, No. 1, pp. 177–180.
- Ntaflou T. and Richter W. Geochemical constraints on the origin of the Continental Flood Basalt magmatism in Franz Josef Land, Arctic Russia. *European Journal of Mineralogy*, Germany: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2003, Vol. 15, pp. 649–663, doi: 10.1127/0935-1221/2003/0015-0649.
- Politova N.V., Novigatskij A.N., Kozina N.V., and Terpugova S.A. Mul'tidisciplinarnye issledovaniya v Barencevom more v 67-m rejse nauchno-issledovatel'skogo sudna «Akademik Mstislav Keldysh». *Okeanologiya*, 2018, Vol. 58, No. 3, pp. 534–536.
- Sirotkin A.N. and Evdokimov A.N. Sostav, vozrast i tektonicheskoe znachenie granitnyh valunov v devonskih konglomeratah severo-zapadnoj chaste Shpicbergena. *Zapiski gornogo instituta, Geologiya*, 2016, Vol. 222, pp. 789–797.

Харин Г.С. и др.

*Skuf'in P.K. and Theart H.F.J.* Geochemical and tectono-magmatic evolution of the volcano-sedimentary rocks of Pechenga and other greenstone fragments within the Kola Greenstone Belt, Russia. *Precambrian Research*, 2005, Vol. 14, pp. 1–48, doi: 10.1016/j.precamres.2005.07.004.

*Soldatov A.V., Emel'yanov E.M., and Harin G.S.* Raspređenje i sostav gruboblomčnogo materiala na dne Atlantičeskogo okeana. *Okeanologičeskie issledovaniya*. No. 33: Rezultaty issled. po mezhdunar. geofizičeskim proektam, Moscow: Radio i Svyaz', 1981, pp. 6–49.