

## ОСАДКИ БАРЕНЦОВА МОРЯ

*М. В. Кленова*

Начиная с 1923 г., в 30 рейсах экспедиционного судна «Персей» в план работ включались работы по геологии моря. Сбор материала по морским осадкам производился специально подготовленными лицами<sup>1</sup>. Таким образом, совместная работа в море ученых разных специальностей, которую Пратье (1) считает достижением экспедиции «Метеора» 1925—26 гг. и важность которой для исследования морского дна он справедливо отмечает, была осуществлена нами значительно раньше. Плановые систематические сборы материала в Баренцовом, Карском, Белом и Гренландском морях произведены по единой стандартной методике, выработанной в процессе работы (2), и дают вполне сравнимый достаточно однородный материал. Трудность получения сравнимого материала и необходимость стандартизации сбора и обработки для такого сложного объекта, как морские осадки, отмечались неоднократно (3). В настоящее время мы располагаем коллекцией морских осадков северных морей с 2 080 станций, имеющей более 3 800 образцов, из которых около 85% собрано на экспедиционном судне «Персей». Обработка этого материала была начата под руководством проф. Я. В. Самойлова в Морском научном институте, и с момента его смерти (1925 г.) продолжается непрерывно в Секторе геологии моря Государственного океанографического института, ныне Института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), под руководством автора.

К началу работ Морского научного института осадки Баренцова моря были исследованы очень мало. Имелось несколько проб, взятых во время известного путешествия Нансена на «Фраме», несколько проб, взятых на «Посейдоне», и 16 проб, собранных экспедицией принца Монакского и описанных Тулэ<sup>2</sup>. За время работ э/с «Персей» пробы осадков собирались К. М. Дерюгиным (5) на 11 станциях, германской экспедицией на «Посейдоне» в 1927 г. (42 пробы) и Арктическим институтом на ледоколе «Седов» (21 проба).

Осадки Баренцова моря относятся к типу гляциально-морских отложений, т. е. состоят из зерен самой разнообразной величины преимущественно минерального происхождения, от тончайшей мути до крупных валунов (4). Представляя собой песчано-глинистую фацию морских отложений, осадки Баренцова моря потребовали в первую очередь детального исследования механического состава. В начале исследования их нам пришлось столкнуться с тем, что не существовало ни общепринятой методики механического анализа, ни общепринятой классифи-

<sup>1</sup> В экспедициях э/с «Персей» по геологии моря работали: Т. И. Горшкова, (3-й, 4-й 5-й, 6-й, 7-й, 9-й, 12-й, 13-й, 17-й, 21-й, 36-й, 45-й, 50-й рейсы), М. В. Кленова (8-й, 10-й, 11-й, 14-й, 15-й, 18-й, 29-й, 34-й, 37-й и 46-й рейсы), В. П. Зенкович (28-й, 40-й 43-й рейсы), Е. К. Копылова (34-й, 35-й, 40-й рейсы), Л. А. Ястребова (34-й и 35-й рейсы), В. М. Ратынский (39-й и 46-й рейсы) и другие.

<sup>2</sup> Данные по старым работам собраны с большой тщательностью Я. В. Самойловым.

кации фракций и осадков. Выработке стандартной методики и твердой классификации осадков было посвящено значительное количество статей (6). Работа эта, начатая Самойловым, получила окончательное оформление в 1929 г. в комиссии по механическому анализу при Государственном океанографическом институте (7). Числовые границы этой классификации фракций являются в настоящее время общепринятыми (8, 9). В основу классификации осадков по механическому составу было положено содержание в осадке частиц меньше 0,01 мм, и классификация была согласована с классификацией сухопутных четвертичных отложений.

Таким образом, выделены следующие типы осадков (табл. 1).

Таблица 1

Тип осадка	Количество фракции < 0,01 мм
Песок . . . . .	< 5%
Илистый песок . . . . .	5 — 10%
Песчаный ил . . . . .	10 — 30%
Ил . . . . .	30 — 50%
Глинистый ил . . . . .	> 50%

Классификация эта принята в 1930 г. Гидрографическим управлением и наносится на новейшие морские карты (10). Как и всякая классификация, она в значительной мере условна и потому страдает неполнотой и не дает представления о всей сложности механического состава осадка. Однако признак, положенный в основу классификации—количество фракции < 0,01 мм, то, что в технике называется «заиленностью»,—существенно влияет на все свойства осадка как физические, так и химические. Особое значение этой фракции

как наилучше перемешанного материала (11) и возможность при контроле с помощью микроскопа получать точные цифры содержания этих частиц заставили остановиться на этом признаке, как наиболее просто характеризующем основные свойства осадка.

В качестве стандартной методики механического анализа был выбран метод Осборна с контролем величины частиц и чистоты фракций при помощи микроскопа (12). Предварительная подготовка пробы к анализу ограничена простым намачиванием ее в течение суток в дистиллированной воде. Основные принципы, которые заставили избрать указанную методику, заключаются: а) в простоте аппаратуры, б) в независимости результатов от условий опыта и исходного состава осадка (скорость осаждения частиц и количество сливаний устанавливаются при помощи микроскопа для каждой пробы) и в) в возможно бережном отношении к осадку с минимальным воздействием на него в процессе анализа.

Вопрос об агрегатном строении морских осадков пока неясен. Можно предположить, что аналогично почвам агрегатное строение их обусловлено наличием органического вещества. Вопрос о строении и составе агрегатов в морских осадках должен быть предметом особого исследования. В процессе сушки материала после его сбора и механического анализа, даже при минимальном воздействии на пробу, размеры и количество агрегатов, естественно, меняются и потому для получения сравнимого материала приходится применять строго стандартную методику. Полученные таким образом данные механического состава осадка, однако, дают вполне закономерные соотношения и позволяют установить тесную связь механического состава осадка с физико-географическими и биологическими особенностями данного участка моря (табл. 2).

Для всех данных «т» (средняя статистическая) колеблется в пределах  $\pm 0,03$ — $0,56$ ; для глинистого ила вследствие малого числа анализов  $\pm 0,29$ — $1,25\%$ .

Наиболее распространенный осадок—песчаный ил, и средний механический состав осадков всего Баренцова моря на основании 363 анализов осадков разного типа дает песчаный ил с содержанием 21% мелкой фракции.

Химический состав осадков закономерно изменяется с изменением механического состава. Анализы проб, имеющих механический состав, близкий или тождественный с вычисленными средними данными для типичных грунтов, дают постепенное изменение главных окислов<sup>1</sup> (табл. 3).

Убывание кремнезема и возрастание полуторных окислов и потери при прокаливании с измельчением материала объясняются увеличением содержания гли-

<sup>1</sup> Химические анализы произведены в геохимической лаборатории МРГРУ.

Таблица 2

Средний механический состав осадков Баренцова моря <sup>1</sup>

Тип осадка	Ф р а к ц и и			
	1,0—0,1 мм	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	≤0,01 мм
Песок (среднее из 49 анализов) . . . . .	39,94	52,30	5,26	2,83
Илистый песок (57 анализов) . . . . .	23,10	59,52	10,39	7,48
Песчанистый ил (152 анализа) . . . . .	10,99	49,67	20,39	19,33
Ил (97 анализов) . . . . .	4,51	31,78	26,21	38,36
Глинистый ил (8 анализов) . . . . .	3,12	22,50	18,75	55,93

Таблица 3

## Химический состав типичных осадков Баренцова моря

	Ст. 782 Песок	Ст. 777 Илистый песок	Ст. 1247 Песчанистый ил	Ст. К 122/22 <sup>2</sup> Глинистый ил
SiO <sub>2</sub> . . . . .	84,21	79,88	70,34	58,21
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,29	0,26	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,00	8,78	12,99	19,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,32	2,16	3,84	4,97
CaO . . . . .	2,43	2,76	1,54	1,76
MgO . . . . .	0,78	0,55	2,24	2,62
S <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	0,68	—
Потери при прокаливании . . . . .	2,66	3,18	4,61	8,11
H <sub>2</sub> O (гигроскопическая) . . . . .	98,69 0,65	97,57 0,95	96,24 2,55	95,40 3,67

<sup>1</sup> Вычисление среднего механического состава осадков Баренцова моря основано на том, что исследованные станции разбросаны по морю равномерно и, по отношению к строению дна, случайно. Таким образом, по теории вероятности, осадки, покрывающие большую площадь, т. е. наиболее распространенные и наиболее полно отражающие общий характер гидродинамического режима моря, чаще попадают в анализ. Как показывает просмотр многочисленных анализов, в пределах каждой классификационной группы осадков типы распределения зерен по фракциям также зависят от физико-географических условий, и частота встречаемости каждого типа, а следовательно, и характер среднего состава осадка данной группы зависит от распространенности тех или иных условий. Вопросу о типах механического состава будет посвящено особое исследование.

<sup>2</sup> Станция судна «Николай Книпович».

нистых частиц. Резкий скачок содержания MgO может быть объяснен поглощением коллоидными частицами магния из морской воды. Что касается кальция, то значительное его количество в песках объясняется присутствием обломков скелетов животных, накапливающихся преимущественно в крупнозернистых осадках. В зависимости от валового химического состава и абсорбционной способности грунтовых коллоидов находится несомненно и распределение прочих химических элементов. Работа Т. И. Горшковой (13) подтверждает это в отношении углерода и азота. Правильную интерпретацию данных химического анализа мы можем иметь, только учитывая механический состав осадка.

Пятимильные промеры глубин с точными координатами, производившиеся почти во всех рейсах э/с «Персей», позволили Н. Н. Зубову (14) дать батиметрическую карту Баренцова моря, сложный рельеф которого привлекал и ранее внимание исследователей (15). Серия подводных возвышенностей и впадин, слагающих эпиконтинентальную равнину Баренцова моря, обязана своим происхождением тектоническим процессам, расчленившим стабильный шельф (по терминологии Бубнова) восточно-европейской платформы, как нам уже приходилось указывать (16). Можно еще отметить, что основные тектонические элементы русской платформы продолжаются и на дне Баренцова моря. Центральная впадина Баренцова моря является продолжением меридиональной Волжской депрессии. Между нею и складчатой областью Уральско-Новоземельского хребта располагаются ответвления этого последнего как на русской равнине, так и на дне Баренцова моря (Гусиная банка, возвышенность Горбовых о-вов). Направления же основных простираний рельефа платформы в западной ее части определяются очертаниями фенно-скандинавской кристаллической глыбы.

Сложный рельеф дна Баренцова моря при широком сообщении его с океаном создает систему мощных движений воды, завихрений разного порядка, так хорошо отраженных на динамической карте течений. Последние в свою очередь отражаются на механическом составе осадков и на процессах породообразования.

Многочисленные механические анализы осадков Баренцова моря позволили составить прилагаемую карту (рис. 1), на которой нанесены изолинии фракций  $< 0,01$  мм по вышеуказанным градациям, принятым для классификации осадков. Карту эту можно рассматривать в первом приближении как карту механического состава осадков. Для составления ее использованы те батиметрические карты, которые составлялись нами для разных участков моря (17, 18). Вследствие этого точность карты неодинакова. При дальнейшем исследовании положение изолиний несомненно будет уточнено, что относится как к лучше изученным промысловым районам и к северо-западной части, так и ко всему остальному пространству. Мы публикуем эту карту в том виде, в каком она находится, не дожидаясь окончания сводки, предпринятой нами по осадкам Баренцова моря, потому что она дает общую схему распределения осадков по механическому составу, достаточную для ряда геологических, гидрологических и биологических работ.

Наибольшим распространением в Баренцовом море пользуется песчанистый ил, занимающий около 44% площади. Склоны прибрежные и подводные покрыты песком (15%) и илистым песком (12%). Пески располагаются, примерно, до глубин 100 м, спускаясь ниже у относительно крутых склонов мурманского берега. Илистые пески выступают и на больших глубинах (свыше 200 м) на склонах, к которым прижимаются основные струи течений, например Мурманской и Шпицбергенской банок. Дно центральной впадины покрыто илом, что характеризует медленные движения воды. Наиболее затишные зоны расположены в северо-западной и северной части моря, где тектонические процессы, поведшие к разломам древне-третичной суши (Земля Франца-Иосифа, Шпицберген) создали сложный рельеф с системой замкнутых котловин. Здесь мы находим участки глинистого ила (1% общей площади Баренцова моря).

Практическое прикладное значение грунтовых карт для моря со сложным рельефом и тяжелой гидрометеорологической обстановкой для плавания в тумане, для ледового плавания и тралового промысла отмечалось нами неоднократно. Дальнейшее изучение осадков Баренцова моря должно пойти по трем путям:

1) уточнения съемочной работы по составлению грунтовых промысловых и батилитологических карт как для всего моря, так и для наиболее практически интересных районов;

2) сводки уже накопленных данных, из которых многие еще не опубликованы, по механическому, минералогическому, петрографическому и химическому составу осадков;

3) выяснения химизма осадков.



Рис. 1. Карта распределения мелкой фракции  $<0,01\text{ мм}$  в осадках Баренцова моря (составлена В. М. Кленовой по материалам 1923—31 гг.). Обозначения: 1—5% фракции; 2—10%; 3—30%; 4—50%.

Fig. 1. Map of the distribution of the fine fraction  $<0,01\text{ mm}$  in the Barents Sea sediments. Composed by M. V. Klenova according to materials for years 1923—31). Symbols: 1—5% of the fraction; 2—10%; 3—30%; 4—50%.

Помимо работы по органическому углероду и азоту, в настоящее время ведется работа по фосфору, алюминию, радиоактивным элементам и пр., результаты ко-

торой получают объяснение в физико-химических условиях отложения, отраженных в механическом составе осадка.

Работа над сборами э/с «Персей» по осадкам Баренцова моря позволила разработать помимо стандартной методики, перенесенной в настоящее время на прочие моря СССР, также основную проблематику геологии моря (19, 20).

Относительно высокая степень общей океанографической изученности моря, сложный рельеф, разнообразие условий отложения и большой материал, накопленный по осадкам, позволяют ставить на материале Баренцова моря ряд методических и теоретических проблем и оно еще надолго останется школой для новых кадров исследователей по геологии моря.

Москва, 1935

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pratie O. Geologische Tiefseeforschungen auf d. D. Atlantisch. Exp. „Z. d. Geol. Ges.“, 79, № 8—9, 1927, ss. 194—203.
2. Кленова М. В., Зенкович В. П. и др. „Инструкции ГОИН'а (сектор геологии моря)“ №№ 1—12, М., 1933.
3. Самойлов Я. В. К вопросу об единстве механической характеристики осадочных пород. „Труды Института прикладной минералогии“, М, 1926.
4. Кленова М. В. Стандартный минимум геологии моря. „Записки по гидрографии“, № 3.
5. Кленова М. В. К вопросу о стандартном минимуме, стандартизация сбора и др. работы.
6. Самойлов Я. В. и Горшкова Т. И. Осадки Баренцова и Карского морей. „Труды МНИ“, т. I, вып. 14, М., 1924.
7. Дерюгин К. М. Баренцово море по Кольскому меридиану. „Труды Северной научно-промышленной экспедиции“, вып. 19, М, 1924.
8. Кленова М. В. К методике механического анализа морских осадков. „Труды Научно-исследовательского института минералогии I МГУ“, вып. 5, М., 1926.
9. Зильберминц В. А. и Кленова М. В. О новых методах механического анализа. „Труды Института прикладной минералогии“, вып. 29, М., 1926.
10. Кленова М. В. К методике механического анализа. Ситовой анализ. „Известия Ассоциации научно-исследовательских институтов I МГУ“, т. VIII, вып. 1—2, М., 1930.
11. Кленова М. В. и Рачковская К. А. Метод пипетки в применении к морским осадкам. „Бюллетень Государственного океанографического института“, вып. 12, М., 1933.
12. Кленова М. В. Отчет о работах комиссии по механическому анализу. „Бюллетень Государственного океанографического института“, вып. 1, М., 1931.
13. Кленова М. В. К вопросу о классификации грунтов. „Записки по гидрографии“, вып. 62.
14. Глушков В. Г. Классификация грунтов и наносов. „Известия Г. Г. И.“ № 43, стр. 23.
15. Мирчинк Г. Ф. Классификация рыхлых пород. „Известия ГГРУ“, L. вып. 34, 1931.
16. Мессер П. В. Гидрографические работы и морские навигационные карты. Г. У. Л., 1933, стр. 47—53.
17. Кленова М. В. К вопросу о характере и значении мелкой фракции осадков (в печати).
18. Кленова М. В. К методике механического анализа. „Труды научно-исследовательского института минералогии I МГУ“, вып. 5, М., 1926.
19. Кленова М. В. и Авилов И. К. „Инструкции Государственного океанографического института“, № 3, Механический анализ, М., 1933.
20. Горшкова Т. И. Органическое вещество и карбонаты в осадках Баренцова моря (настоящий выпуск).
21. Зубов Н. Н. Гидрологические работы Морского научного института. „Труды Государственного океанографического института“, т. II, вып. 4, стр. 8, М., 1932.
22. Nansen F. The bathymetric features of the North Polar Seas. „Rep. Sc. Res. Norw. Exp. 1893—96“, vol. IV.
23. Кленова М. В. Происхождение рельефа дна Баренцова моря. «Природа», № 2, Л., 1933.
24. Кленова М. В. Осадки северо-западной части Баренцова моря. „Бюллетени Государственного океанографического института“, № 9, М., 1932.
25. Кленова М. В. Промысловая карта грунтов Баренцова моря. „Доклады 1-й сессии Государственного океанографического института“, № 6, М., 1933.
26. Кленова М. В. К вопросу о комплексе геологии моря. «Проблемы советской геологии», № 8, М., 1934.
27. Кленова М. В. Исторический метод в океанографии. «Сорена». № 5, стр. 35, М., 1934.

## THE BARENTS SEA SEDIMENTS

*By M. V. Klenova*

Since 1923 the plans of all the 30 expeditions of the r/s «Persey» contained data on geology of the sea; the sampling of material on sea sediments was performed by workers specially trained for the purpose<sup>1</sup>.

Thus the cooperative work at sea of scientists of different specialities which Pratie (1) states to be accomplishment of the «Meteor» expedition 1925—26 and to which justly ascribes so great an importance in the investigation of the sea bottom was realized in our country long ago.

Regular systematic sampling of material in the Barents, Kara, White and Greenland Seas was performed according to standard methods, elaborated in process of work (2) giving a highly comparable, sufficiently uniform material.

The difficulty of obtaining comparable material and the necessity of standard sampling and elaboration of so complex a subject as sea sediments has been stressed more than once (3). At present we have at our disposal a collection of polar seas sediments from 2080 stations (over 3800 samples), 85% of the number having been sampled on «Persey».

The investigation of this material was started under the guidance of Prof. J. V. Samojlov in the Marine Scientific Institute and has been continued for the last ten years (1925—1935), since his death, by the author in the section of sea geology of the State Oceanographical Institute, now the Institute of Marine Fisheries and Oceanography of the USSR.

Before the works of the Marine Scientific Institute were begun the sediments of the Barents Sea had been very little investigated. There existed a few samples taken during the famous Nansen's voyage on board «Fram», a few samples taken by «Posseydon» and 16 samples collected by the expedition of the Prince of Monaco and described by Thoulet<sup>2</sup>. Since the works of «Persey» have been started samples of sediments were taken by K. M. Derjugin (5) from 11 stations, by the German expedition on board the «Posseydon» in 1927 (42 samples) and by Arctic Institute of USSR on board the ice-breaker «Sedov» (21 samples).

The Barents Sea sediments are of the type of glacial-marine sediments, i. e. they consist of grains of most various sizes, mainly of mineral origin, to begin with finest mud up to large boulders

Being a sandy-clay facies of marine deposits, the Barents Sea sediments called for a detailed investigation of their mechanical composition. From the very beginning of this investigation we came across the fact that there existed no such thing as standard method of mechanical analysis, no general classification of grades and sediments. A large number of works was devoted to the elaboration of standard method and strict classification of sediments (6). This work started by J. V. Samojlov reached its full realisation in 1929 in the Commission of the State

<sup>1</sup> In the expeditions of the r/s. «Persey» the following persons participated in research on geology of the sea: T. I. Gorshkova (3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 17, 21, 36, 45, and 50th cruises); M. V. Klenova (8, 10, 11, 14, 15, 18, 29, 34, 37 and 46th cruises); V. P. Zenkovich (28, 40 and 43d cruises); E. K. Kopylova (34, 35, and 40th cruises); Z. I. Jastrebova (34 and 35th cruises); V. M. Ratynskij (39 and 46th cruises) etc.

<sup>2</sup> Data on former works were laboriously collected by J. V. Samojlov (4).

Oceanographical Institute (7). The numerical range of this classification of grades is widely adopted and used at present (8, 9). The classification of sediments by the mechanical composition was based upon the percentage therein of particles of less than 0.01 mm. and is in accord with the classification of Pleistocene deposits. Thus the following types of sediments were distinguished (table 1).

Table 1

Type of sediment	Percentage of particles < 0.01 mm.
Sand . . . . .	< 5%
Muddy sand . . . . .	5—10%
Sand mud . . . . .	10—30%
Mud . . . . .	30—50%
Clay mud . . . . .	≥ 50%

both the physical and chemical properties of the sediment. The peculiar importance of this fraction as of best mixed material (11), and the possibility to obtain when checking by means of the microscope exact figures on the content of these particles has led us to select this very character as one most simply characterizing the main properties of the sediment.

We selected the Osborne's method controlling the size of particles and the uniformity of grades by means of the microscope as a standard method for mechanical analysis (12). The preliminary preparation of the sample for analysis is confined to were soaking of it during 24 hours in distilled water. The main reasons for choosing the above method were: 1. the simplicity in the device involved, 2. the independence thereof on the conditions in which the experiment is carried out and on the initial composition of the sediment (the rate of precipitation of particles and the number of times the water is changed is determined for each sample by aid of the microscope) and, 3. the possibility of carefully treating the sediment not being affected by the operations of analysis.

The question of aggregate-structure of marine sediments has not been made clear for the present. It may be supposed that similarly to soils the aggregate-structure of marine sediments is due to the presence of organic matter. A special study of the structure and composition of aggregates in the sediments should be made. In the process of drying the material after sampling and analyzing it however small the effects of the procedure upon the sample, the size and number of aggregates thereof is sure to vary. Hence in order to obtain comparable material a strictly uniform method should be used for analysis. The data of mechanical composition of the sediment thus obtained shows fairly regular interrelations, allowing the assumption of a close dependence of the mechanical composition of the sediment on physico-geographical and biological characteristics of a given sea area (table 2).

For all data  $m$  (average of statistic data) ranges between  $\pm 0.03$ — $0.56\%$ . For clay mud, due to the few number of analyses—between  $\pm 0.29$ — $1.25\%$ .

The sediment occurring most frequently is sandy mud and the average mechanical composition of the whole of the Barents Sea sediments as shown by 363 analyses of different types of sediments was found to be for sandy mud with a 21% content of the small particles.

The chemical composition of the sediment is subject to regular variations in connection with the variations of mechanical composition. The analyses of samples similar of identical in mechanical composition with the average data computed for typical soils show a gradual (see table 3).

The fall of  $\text{SiO}_2$  and rise of  $\text{R}_2\text{O}_3$  and loss at ignition with the resulting break of particles is explained by increase of clay particles in the composition. An acute rise of  $\text{MgO}$  may be explained by the absorption of magnesium from sea water. As to calcium—a considerable quantity thereof in the sands is accounted for by the presence of fragments of animal skeletons, accumulated in coarse grain sediments.

The above classification was adopted in 1930 by the Hydrographical Board of USSR and is planned on the recent marine maps (10). As any other classification it is arbitrary to some degree, hence being inexhaustive and failing to give a full idea of the complexity of the mechanical composition of a given sediment. However the chief character of this classification—percentage of grade  $< 0.01$  mm., i. e., what is in hydraulic engineering termed as «muddiness»—has an essential bearing on



Table 2

Average mechanical composition of the Barents Sea sediments (in percentage)

Type of sediment	F r a c t i o n s			
	1.0—0.1 mm.	0.1—0.05 mm.	0.05—0.01 mm.	< 0.01 mm.
Sand (average of 49 analyses) . . . . .	39.94	52.30	5.26	2.83
Muddy sand (57 analyses) . . . . .	23.10	59.52	10.39	7.48
Sandy mud (52 analyses) . . . . .	10.99	49.67	20.39	19.33
Mud (97 analyses) . . . . .	4.51	31.78	26.21	38.36
Clay mud (8 analyses) . . . . .	3.12	22.50	18.75	55.93

No doubt the distribution of other chemical elements is dependent on the total chemical composition and the absorption capacity of sea bottom colloids. The paper of T. I. Gorshkova (13) confirms the same for carbon and nitrogen. A correct interpretation of composition of the sediment is taken into account.

The five-mile depth measurements with exact coordinates, performed nearly in all cruises of the «Persey» have allowed N. N. Zubov (14) to plan the bathymetric map of the Barents Sea, the complex relief of which used to attract the attention of previous investigators (15). The origin of the series of banks and depressions, forming the epicontinental Barents Sea plain is due to tectonic processes, which have divided the stable shelf (a. Bubnov) of the East-European platform,

Table 3

Chemical composition of the typical sediments of the Barents Sea (in percentage)

	St. 782 sand	St. 777 muddy sand	St. 247 sandy mud	St. K 122/22 clay mud
SiO <sub>2</sub> . . . . .	84.21	79.88	70.34	58.21
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.29	0.26	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7.00	8.78	12.99	19.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.32	2.16	3.84	4.97
CaO . . . . .	2.43	2.76	1.54	1.76
MgO . . . . .	0.78	0.55	2.24	2.62
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	—	0.68	—
Loss at ignition . . . . .	2.66	3.18	4.61	8.11
H <sub>2</sub> O (hygroscopic) . . . . .	98.69 0.65	97.57 0.95	96.24 2.55	95.40 3.67

as we have pointed out before (16). It should be noted that the main tectonic elements of the Russian platform are being continued down to the Barents Sea bottom. The central depression of the Barents Sea is a sequel of the meridional Volga depression. Between it and the mountainous region of the Ural—Novaya Zemlja ridge are located the branchings of the latter both in the Russian plain and on the Barents Sea bottom (Gussinaja Bank, the Gorbov Island Bank). The orientation of the main stretches of the platform relief in its western part is determined by

the outlines of the fennoscandinavian crystalline shield. The complex relief of the Barents Sea bottom being widely connected with the ocean, creates a mighty system of water movement, of all kinds of currents so strikingly reflected in the dynamic map of currents. The latter in their turn are reflected in the mechanical compositions and in the processes of rock formation.

The numerous mechanical analyses of the Barents Sea sediments have enabled us to plan the map\* appended herewith, on which are drawn isolines of the fraction 0.01 mm. according to grades shown above and adopted for sediment classification. This map is to be considered firstly as one of mechanical composition of a sediment. It has been planned on the base of those bathylithological maps, which have been made for different places of the sea (17-18). Due to this fact the accuracy of this map is not the same throughout. In further investigations the position of the isolines will no doubt become more accurate, this being true both for the investigated fishery grounds of the south part of the sea, the northwestern part and to the rest. We published this map as it is, not waiting for the completion of the summary map on sediments of the Barents sea, which is being made at present, for the appended map gives a satisfactory scheme of sediment distribution, for mechanical composition, being of use in a number of geological, hydrological and biological works.

The sandy mud is most frequent in the Barents Sea forming about 44% of the whole area. The coastal and deep bottom slopes are covered by sand (15%) and muddy sand (12%). The sand are deposited down to about a 100 meter depth, descending still lower at the steep slopes of the Murman coast. The muddy sand stand out at greater depths (over 200 meters), on slopes to which the main streams of the currents adhere, e. g., the Murman Bank, the Spitzbergen Bank. The bottom of the central depression is covered with mud, due to the slow movement of water. The most quiet zones are found in the northwestern and northern part of the sea, where tectonic processes, that have caused the splitting of the tertiary land (Franz-Joseph Land, Spitzbergen) have created a complex relief with a system of closed depressions. Here we find areas of clay mud, forming about 1% of the the total Barents Sea area.

We have pointed several times to the practical importance of the sea bottom maps of seas characterized by a complex relief, by hard hydro-meteorological conditions for sailing in a fog and for trawler fisheries. Further investigation of the Barents Sea sediments is to follow three channels: 1) the improving of survey work on planning sea bottom, fishery and bathylithological maps both for the whole sea and for those of the areas which are interesting for practical purposes; 2) the summing up of collected data, most of which has not been as yet published, on mechanical, mineralogical, petrographical and chemical composition of sediments, and, 3) the study of the chemical factors of the said sediments. Besides the work on organic carbon and nitrogen at present a work is being on phosphorus, aluminium, radioactive elements etc. the results of which are to find an explanation in the physico-chemical conditions of sedimentation reflected in the mechanical composition of the sediment.

The work on the samples of «Persey» on sediments of the Barents sea has enabled us to elaborate a basic problematic of sea geology (19, 20) besides the standard methods applied at present for the study of other seas of the USSR.

The considerably high degree of oceanographical knowledge of the sea in question, the complex relief and heterogeneity of sedimentation conditions and the vast material collected allow us to put forth a number of methodical and theoretical problems and the bosom of Barents Sea is to be a school for many further investigators to come of sea geology.