

ГЕОЛОГИЯ

М. В. КЛЕНОВА

ОСАДКИ БАРЕНЦОВА МОРЯ

(Представлено академиком В. И. Вернадским 7 I 1940)

В современных океанографических работах все большее внимание уделяется исследованию морского дна. Как справедливо отметил Пратье⁽¹⁾, существенное значение при этом имеет совместная работа ученых разных специальностей. Однако он ошибочно считает такую постановку работы достижением экспедиции «Метеора» (1925—1926 гг.). В советских океанографических экспедициях на экспедиционном судне (э/с) «Персей» сбор материала по морским осадкам производился специально подготовленными к работе по геологии моря лицами раньше, а именно с 1923 г. Одновременно в этих же экспедициях и в тех же самых точках производились гидрологические, гидрохимические и биологические исследования, т. е. осуществлялся комплекс работ, необходимый для полноценных выводов по геологии моря.

Планомерные и систематические сборы материала по морским осадкам в Баренцовом, Карском, Белом и Гренландском морях производились в 1923—1935 гг. по единой методике и дали вполне сравнимый однородный материал в виде обширной коллекции—свыше 4 000 образцов более чем с 2 000 станций, из которых около 85% собрано на э/с «Персей», остальные на э/с «Книпович» и др.*.

Неоднократно отмечалось^(2, 3, 4), что для получения сравнимых данных необходима строгая стандартизация сбора и обработки материала, так как морские осадки являются очень сложным объектом исследования. Методическим работам было уделено значительное внимание еще в начале исследований под руководством проф. Я. В. Самойлова⁽³⁾. Эта работа продолжалась затем в секторе геологии моря Государственного океанографического института, ныне Института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), под руководством автора.

До начала работ Государственного океанографического института осадки Баренцова моря были очень мало исследованы. Имелось несколько проб, взятых во время знаменитого путешествия Нансена на «Фраме»,

* В экспедициях э/с «Персей» по геологии моря работали следующие лица: Т. И. Горшкова (3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 17, 21, 36, 45, 50-й рейсы), М. В. Кленова (8, 10, 11, 14, 15, 18, 29, 34, 37, 46-й рейсы), В. П. Зенкович (28, 40, 43-й рейсы), Е. К. Копылова (34, 35, 40-й рейсы), Л. А. Ястребова (34, 35-й рейсы), В. М. Ратынский (39, 46-й рейсы) и др. Работы по геологии моря продолжают на э/с «Персей» и до последнего времени при участии сотрудников Лаборатории геологии моря на Мурмане (ПИНРО) П. С. Виноградовой, О. Н. Киселева и др.

несколько проб на «Посейдоне», 16 проб в экспедиции «Бельгика» (5). Позднее отдельные пробы собирались К. М. Дерюгиным по Кольскому меридиану, в германской экспедиции на «Посейдоне» в 1927 г., Арктическим институтом и др.

Осадки Баренцова моря представляют собою разновидность гляциально-морских отложений, т. е. состоят из зерен самой разнообразной величины преимущественно минерального происхождения—от тонкой мути до крупных валунов (6). Как песчано-глинистая фация морских отложений, осадки Баренцова моря потребовали в первую очередь детального исследования механического состава. В начале исследования их пришлось столкнуться с тем, что не существовало ни общепринятой методики механического анализа, ни общепринятой классификации фракций и осадков. Пришлось посвятить специальное внимание этому вопросу (6), и работа была закончена выработкой классификации фракций и осадков, утвержденной специальной комиссией при Государственном океанографическом институте (6). В дальнейшем эта классификация была принята Гидрографическим управлением НКМФ и наносится на все морские карты (7).

Как известно, в основу этой классификации положено количество фракции меньше 0,01 мм, т. е. то, что в технике называется з а л е н и о с т ь ю. Количество этих частиц существенно влияет на все как физические, так и химические свойства осадков. Эта фракция, кроме того, представляет собой наилучше перемешанный материал и дает возможность при контроле с помощью микроскопа получать точные цифры, характеризующие механический состав осадка. Исходя из количества частиц < 0,01 мм, были выделены следующие типы осадков: песок с количеством фракции < 0,01 мм до 5%, илистый песок 5—10% мелкой фракции, песчанистый ил 10—30%, ил 30—50%, глинистый ил свыше 50% частиц < 0,01 мм.

Исходя из необходимости анализировать возможно менее измененный материал, механический анализ производится по методу Осборна, более подробно разработанному в применении к данному объекту М. В. Кленовой (6), причем предварительная подготовка пробы к анализу ограничена простым намачиванием в течение суток в дистиллированной воде. Основной принцип данной методики заключается в независимости результатов от условий опыта и исходного состава осадка, так как скорость осаждения частиц и количество сливаний устанавливаются при помощи микроскопа для каждой пробы. Простота аппаратуры, возможность производства массовых определений путем одновременного ведения нескольких десятков анализов и полная сравнимость результатов дали возможность ввести этот метод в качестве стандартного минимума (4) во всех работах по геологии морей СССР.

Вопрос об агрегатном составе морских осадков пока еще не может считаться разрешенным и должен явиться предметом особого исследования. В процессе сушки материала после его сбора, в процессе механического анализа даже при минимальном воздействии на пробу, размеры и количество агрегатов слегка меняются в ту и другую сторону и потому для получения сравнимого материала приходится применять строго стандартную методику. Полученные этой методикой данные по механическому составу осадков дают вполне закономерные соотношения и позволяют установить связь между физико-географическими и биологическими особенностями данного участка моря и механическим составом.

Ввиду того что многочисленные грунтовые станции распределились довольно равномерно по всему пространству Баренцова моря и отразили, таким образом, участки разного механического состава, можно было произвести подсчет среднего состава осадков (табл. 1).

Таблица 1
Средний механический состав осадков Баренцова моря

Тип осадка	Фракции в мм			
	1,0—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01
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

Для всех данных m колеблется $\pm 0,03-0,56$. Для глинистого ила вследствие малого числа анализов $m = \pm 0,29-1,25$.

Наиболее распространенным осадком Баренцова моря является песчанистый ил, и средний механический состав для всех 363 проб осадков разного типа дает песчанистый ил с содержанием 21% фракции $<0,01$ мм.

Из числа (собранных) проб были отобраны несколько образцов, имеющих механический состав, тождественный с вычисленными средними данными для типичных грунтов, и подвергнуты химическому анализу. Они дали постепенное закономерное изменение главных окислов по мере измельчения материала (табл. 2).

Таблица 2
Химический состав типичных осадков Баренцова моря*

	Ст. 782 Песок	Ст. 777 Илистый песок	Ст. 1247 Песчани- стый ил	Ст. К 122/22 Глинистый ил
SiO ₂	84,21	79,88	70,34	58,21
TiO ₂	0,29	0,26	—	—
Al ₂ O ₃	7,00	8,78	12,99	19,78
Fe ₂ O ₃	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 ₃	—	—	0,68	—
Потеря при прокаливании	2,66	3,18	4,61	8,11
	98,69	97,57	96,24	95,40
H ₂ O (гигр.)	0,65	0,95	2,55	3,67

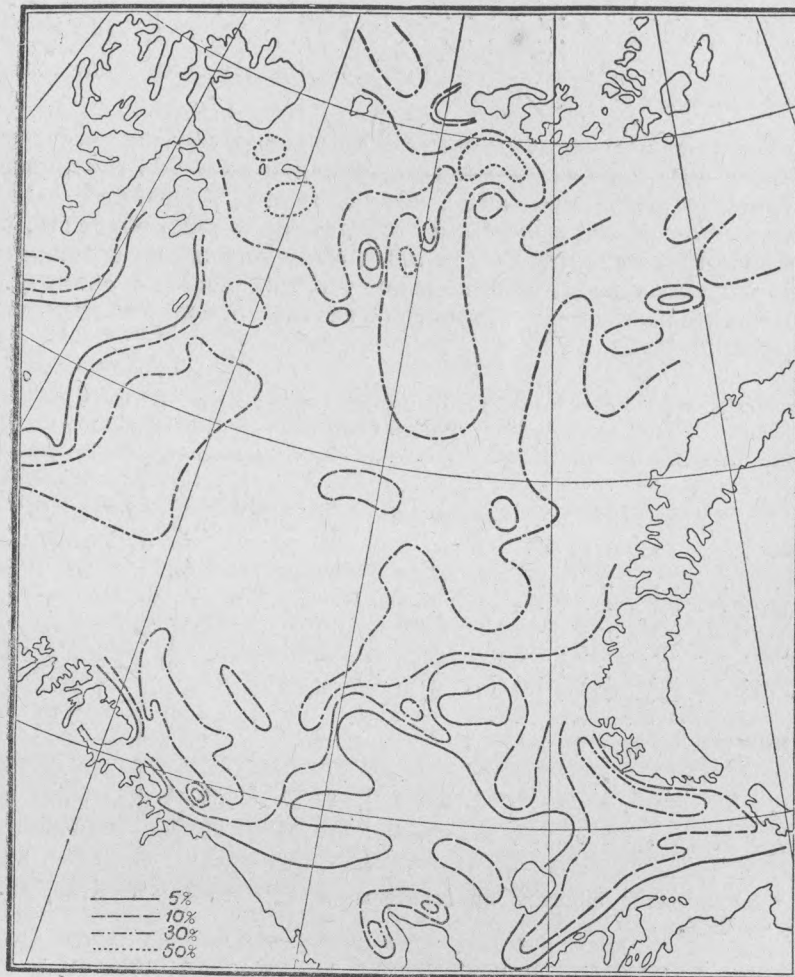
* Химические анализы произведены в Геохимической лаборатории МПГРУ.

Убывание кремнезема и возрастание полуторных окислов и потери при прокаливании с измельчением материала объясняются увеличением содержания глинистых частиц. Резкий скачок MgO может быть объяснен поглощением магния из морской воды коллоидными частицами грунта. Повышение CaO в песках обусловлено присутствием обломков скелетов животных, накапливающихся преимущественно в крупнозернистых осадках. Законченные в настоящее время работы по распределению углерода и азота (6), марганца (8), фосфора (9) показывают, что для распределения в осадке химических элементов механический состав играет решающую роль. Правильную интерпретацию данных химического анализа мы можем иметь, только учитывая механический состав осадка.

Сложный рельеф дна Баренцова моря привлекал и ранее внимание исследователей (Нансен). Исследования э/с «Персей» позволили

Н. Н. Зубову ⁽¹⁰⁾ дать батиметрическую карту Баренцова моря на основе пятимильных промеров глубин с точными координатами. Как уже приходилось указывать ⁽¹¹⁾, серия подводных возвышенностей и впадин, слагающих эпиконтинентальную баренцовоморскую равнину, обязана своим происхождением тектоническим процессам. Основные тектонические элементы Русской платформы продолжаются и на дно Баренцова моря.

Сложный рельеф дна при широком сообщении моря 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 осадка и на всех процессах осадкообразования.

Многочисленные механические анализы осадков Баренцова моря, произведенные по единой стандартной методике, позволили составить карту, где нанесены изолинии фракции $< 0,01$ мм по градациям, принятым для классификации осадков. Для этой карты использованы батилитологические промысловые карты, которые составлялись нами для разных участков моря ⁽⁶⁾. Вследствие этого точность этой карты неодинакова, и при дальнейшем исследовании положение изолиний будет, несомненно, детализировано и уточнено. Однако она и сейчас дает общую схему распре-

деления осадков по механическому составу и удовлетворительно отражает связь последнего с глубиной и гидродинамическими условиями.

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 обнаружены и на больших глубинах—свыше 200 м на склонах, к которым прижимаются основные струи течения, например на Мурманской и Шпицбергенской банках. Дно Центральной впадины покрыто илом, характеризующим медленные движения воды. Наиболее затишные зоны расположены в северо-западной и северной части моря, где тектонические процессы, поведшие к разломам древнетретичной суши (Земля Франца Иосифа, Шпицберген), создали сложный рельеф с системой замкнутых котловин. Здесь находятся участки глинистого ила, составляющие около 1% общей площади Баренцова моря.

Дальнейшее изучение осадков Баренцова моря идет по следующим путям: а) грунтовые съемки для составления батилитологических карт для целей мореплавания и тралового промысла, б) сводка накопленных данных по механическому, минералогическому и химическому составу осадков и в) выяснение химизма осадков в связи с физико-географическими условиями.

Работа над сборами э/с «Персей» по осадкам Баренцова моря позволила разработать помимо стандартной методики, перенесенной на прочие моря СССР, также основную проблематику геологии моря⁽¹²⁾. Высокая степень океанографической изученности, сложный рельеф, вызывающий разнообразие условий отложения, а также большой материал, накопленный по осадкам морского дна, позволяют ставить в Баренцовом море ряд методических и теоретических проблем и оно надолго останется школой для новых поколений исследователей по геологии моря.

Лаборатория геологии моря
Всесоюзного научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии
(ВНИРО) № 58

Поступило
29 I 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ O. Pr atje, ZS. d. D. Geol. Ges., 79, № 8—9 (1927). ² М. В. Кленова, В. П. Зенкович и др., Инстр. сект. геол. моря, № 1—12 (1933). ³ Я. В. Самойлов, Тр. Ин-та прикл. минерал., 29 (1926). ⁴ М. В. Кленова, Зап. по гидрогр., № 3 (1934), № 3 (1935) и др. ⁵ J. Thoulet, Étude lithologique des fonds recueilles dans les parages de la Nouvelle Zemble Brux. (1910). ⁶ Список работ сектора геологии моря ВНИРО [бывш. Гос. океаногр. ин-та (ГОИН)], ранее Морского научного ин-та (МНИ) опубликован в Учен. зап. МГУ, XIX (1938). ⁷ П. В. Мессер, Гидрограф. раб. и морские навигац. карты (1933). ⁸ М. В. Кленова и А. С. Пахомова, ДАН. ⁹ М. В. Кленова и М. Л. Будянская, ДАН. ¹⁰ Н. Н. Зубов, Тр. Океан. ин-та, 2, 4 (1932). ¹¹ М. В. Кленова, Природа, № 2 (1933); Тр. ВНИРО, I (1935). ¹² М. В. Кленова, Пробл. сов. геол., № 8 (1934); Сорена, № 5 (1934).