

551.352(268.2+268.3)

**КАРБОНАТЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НОРВЕЖСКО-  
ГРЕНЛАНДСКОГО БАСЕЙНА КАК ПОКАЗАТЕЛИ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС****Т. И. Горшкова**

Морские донные отложения — показатель физико-географических условий водоема, в котором они отлагаются.

При исследовании донных отложений Норвежско-Гренландского бассейна одной из задач было выяснение условий накопления различных химических элементов в осадках, в связи с рельефом дна и распределением водных масс.

В образовании осадков Норвежско-Гренландского бассейна, помимо терригенных частиц, приносимых с берегов материка и островов впадающими реками, льдом и ветром, большую роль играют скелеты донной фауны в виде ракушечника, игол губок, раковин различных бентосных корненожек, а также известковые планктонные корненожки.

Основные факторы, влияющие на характер осадков всех водоемов (их механический и химический состав), — рельеф дна и течения.

В настоящей работе мы останавливаемся на выяснении причин, обуславливающих то или иное накопление карбонатов в осадках Норвежско-Гренландского бассейна.

При выполнении этой работы были использованы данные Шмелька (Schmelck, 1882), Беггильда (Voeggild, 1900; 1909), Н. А. Белова и Н. Н. Лапиной (1961), Т. И. Горшковой (1936) и наши новые материалы, собранные на л/п «Садко» в 1935 г., на э/с «Профессор Месяцев» в 1954—1955 гг. и на э/с «Севастополь» в 1957—1959 гг. В распоряжении автора было около 200 колонок грунта, собранных прямооточной трубкой длиной 4 м и около 150 проб, собранных дночерпателем.

Рельеф дна Норвежского моря довольно подробно был изучен В. М. Литвиным во время экспедиций, связанных с Международным Геофизическим Годом. По этим материалам им была составлена батиметрическая карта Норвежского моря (1960), а также карта Норвежско-Гренландского бассейна до 78°30' с. ш. (1962). Более северный район Гренландского моря (от 78 до 81° с. ш.) был исследован экспедициями Арктического института и составлена батиметрическая карта этого района (Лактионов, Шамоньев и Янес, 1960). На основании всех

этих данных нами составлена батиметрическая карта, охватывающая весь район Норвежско-Гренландского бассейна, где проводились исследования осадков (рис. 1). Основные элементы рельефа дна Норвежско-Гренландского бассейна — неширокие шельфовые мелководья вдоль побережья Норвегии и все глубоководные впадины с глу-

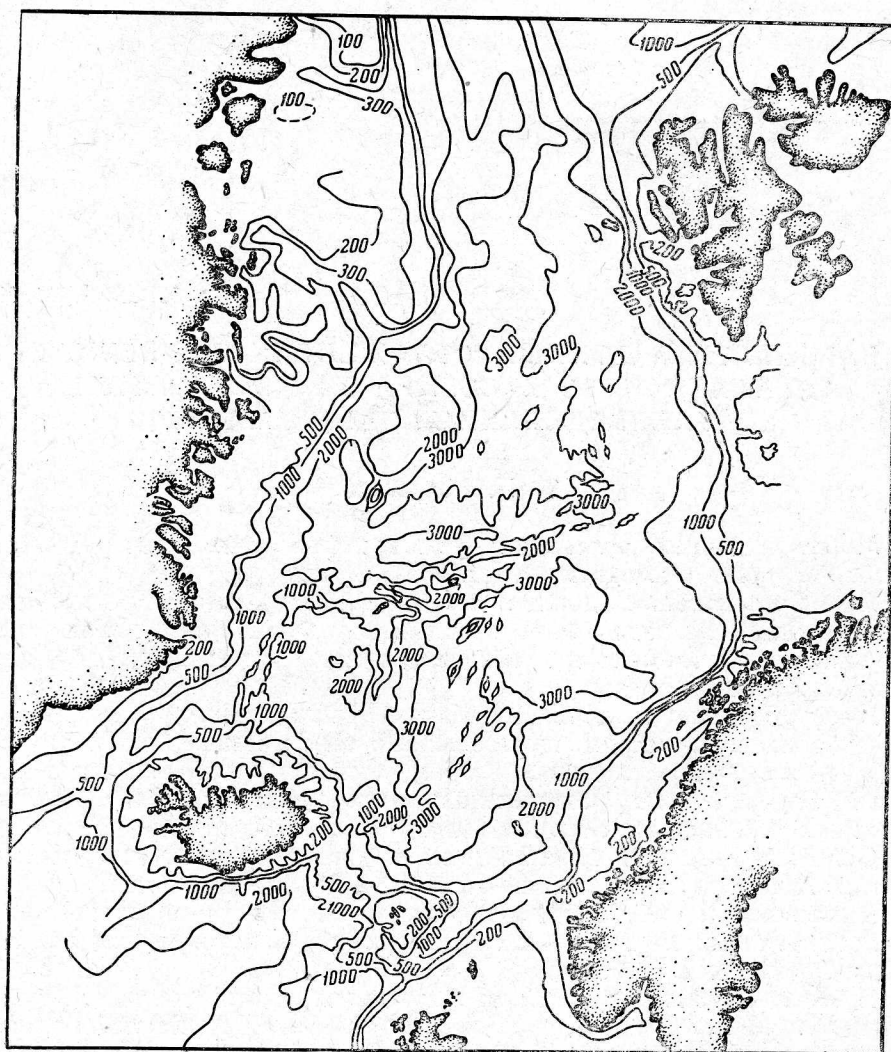


Рис. 1. Батиметрическая карта Норвежско-Гренландского бассейна (по В. М. Литвину и А. Ф. Лактионову).

бинами свыше 3500 м. Переходной зоной от мелководий к глубоководным впадинам служит материковый склон, крутизна которого в различных районах различна. На юге Норвежское море отделяется от Атлантического океана Фареро-Исландским порогом с глубинами меньше 500 м и порогом Уайвилла-Томсона. В Датском проливе имеется порог, образованный выступами островных отмелей Исландии и Гренландии. Их разделяет узкий желоб с минимальными глубинами (591 м) в центральной части, расширяющийся и углубляющийся к югу и северу (Виноградова и Литвин, 1960).

На севере Гренландское море отделяется от Полярного бассейна порогом Нансена, образованным выступами островных отмелей Шпицбергена и Гренландии, разделенных узким глубоководным желобом (между 0 и 3° в. д.), соединяющим глубоководную котловину Полярного бассейна (котловина Нансена) с глубоководной впадиной Гренландского моря (Лактионов, Шамоньев и Янес, 1960). Условной границей, отделяющей Норвежское море от Гренландского, служит порог Мона, представляющий систему хребтов, вытянутых в направлении от о-ва Ян-Майен до о-ва Медвежьего. Вершины хребтов поднимаются до 500—600 м (Виноградова, Литвин, 1960; Boyd, 1948), а межгорные долины достигают глубин 3000 м. От о-ва Ян-Майен отходят хребты на юг и на запад. Южный хребет отделяет Норвежскую впадину с глубинами более 3500 м, расположенную в восточной части Норвежского моря, от Исландской впадины с глубинами больше 2000 м, залегающей в западной части Норвежского моря. Норвежская впадина плоская, но на дне обнаружены возвышенности, вытянутые почти в меридиональном направлении, высотой от 500 до 1000 м. Северо-восточная часть впадины Норвежского моря называемая Лафотенской впадиной имеет почти плоское дно. Изобаты в 2000 и 1500 м у Норвежского материкового склона оконтуривают плоское Норвежское плато с глубинами 1300—1400 м. Центральную часть Гренландского моря занимает впадина с глубинами свыше 3000 м. Островная отмель Гренландии, ограниченная изобатой в 300 м, особенно далеко отходит в море между 78 и 80° с. ш. Как со стороны Гренландии, так и со стороны Шпицбергена материковый склон отличается большой крутизной.

Основными водными массами Норвежско-Гренландского бассейна являются теплые воды, идущие с юга из Атлантического океана, и холодные воды, поступающие из Полярного бассейна и спускающиеся на юг вдоль берегов Гренландии. Согласно А. П. Алексееву и Б. В. Истошину (1956, 1960, рис. 2), главная масса атлантических вод вливается в Норвежское море через Фареро-Шетландский пролив. Некоторое количество атлантических вод, огибая с севера Шетландские о-ва, уходит в Северное море, а из Северного моря вдоль берегов Норвегии движется поток опресненных вод так называемое Балтийское течение.

Благодаря сложному рельефу дна Норвежского и Гренландского морей теплые атлантические воды при своем движении разделяются на отдельные ветви и меняют свое направление. У порога Томсона часть атлантических вод отделяется от основного потока, идущего в Норвежское море, и следует на запад, огибая южное мелководье Исландии (течение Ирмингера). В самом Норвежском море воды Атлантического течения начинают свое деление в районе Норвежского плато. По ложбине между Норвежским плато и континентальным склоном проходит восточная ветвь. Западная ветвь огибает плато с запада и, следуя на север, дает довольно мощное ответвление на запад в район о-ва Ян-Майен. На всем пути до о-ва Ян-Майен воды западного ответвления взаимодействуют с холодными водами Восточно-Исландского течения, образуя ряд завихрений. Восточная ветвь Атлантического течения разделяется на воды, идущие в Баренцево море и в Гренландское море. При встрече порога Нансена теплые воды разделяются на воды, идущие на север, в Полярный бассейн, и на отклоняющиеся на запад, огибающие островную отмель Шпицбергена. Дойдя до глубоководного желоба, разделяющего порог Нансена, часть теплых вод отклоняется на юг под напором полярных вод, а другая часть следует на север.

Холодные полярные воды, образующие Восточно-Гренландское

течение, следуя на юг вдоль берегов Гренландии, при подходе к северному исландскому мелководью частично отклоняются к востоку и проникают в юго-западную часть Норвежского моря между о-вом Ян-Майен и Исландией. От смешения этих вод с теплыми водами течения

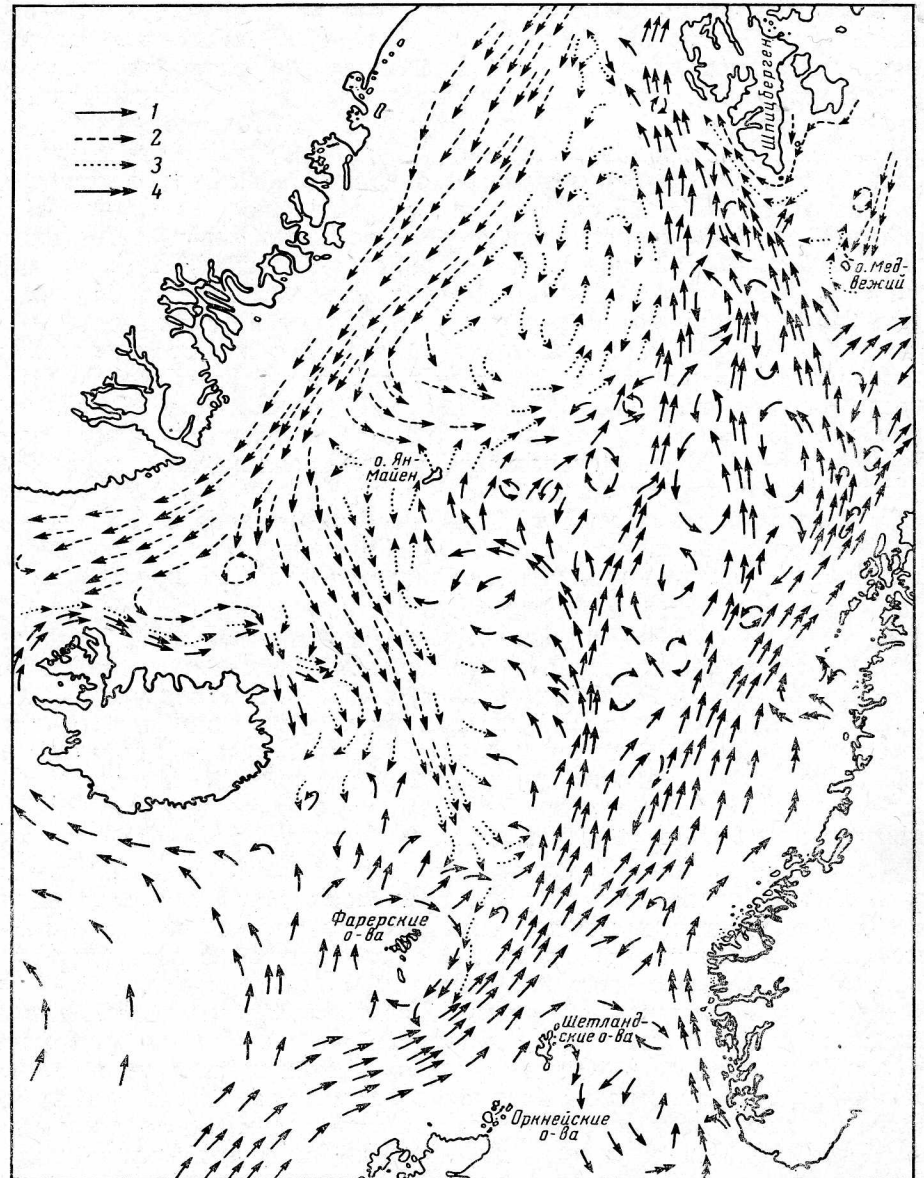


Рис. 2. Карта течений Норвежско-Гренландского бассейна (по А. П. Алексееву и Б. В. Истошину):

1 — атлантическая вода, 2 — полярные воды, 3 — смешанные воды, 4 — опресненные воды.

Ирмингера и западной ветви Норвежского течения образуется Восточно-Исландское течение, спускающееся на юго-восток к Фареро-Шетландскому проливу.

Таким образом, благодаря сложному рельефу дна в Норвежско-Гренландском бассейне образуются области смешения теплых и холод-

Таблица 1

Содержание карбонатов в осадках Норвежского моря, полученные в 1954—1959 гг.  
(в % к абсолютно сухому осадку)

Номер станции	Глубина, м	Координаты		Слой, см	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub> по CO <sub>2</sub>
		φ	λ			
277	350	71°09,5'N	23°57'E	0—3	4,35	9,88
280	205	71°10'	21°00'	0—3	2,33	5,29
283	235	71°10'	18°00'	0—3	6,76	15,36
339	683	71°10,5'	9°16'W	0—3	0,62	1,40
340a	130	70°42,7'	8°57,5'	0—3	5,63	12,79
609	1711	69°19'	19°11'	0—3	1,28	2,90
610	1110	69°20'	18°0'	0—4	3,00	6,80
611	925	69°19'	17°03'	2—4	5,57	12,60
612	1110	69°17'	16°02'	0—3	5,29	12,00
614	1750	69°20'	14°00'	0—3	17,20	39,00
620	1017	69°20'	8°00'	0—4	18,28	41,50
625	480	70°46,5'	6°18'	0—3	3,44	7,80
651	256	71°16,5'	18°04'E	0—2	1,08	2,45
653	1517	71°16,5'	15°41'	0—4	7,20	16,40
655	2405	71°11,6'	12°54'	0—3	11,59	26,20
657	2451	71°10'	11°30'	0—8	10,81	24,60
1045	759	69°20'	14°42'	0—3	3,51	7,10
1047	333	65°45,5'	10°20'	0—3	5,46	12,40
1049	412	65°45'	8°30'	0—3	9,11	20,70
1053	958	65°47'	4°56,5'	0—3	7,10	16,10
1055	1480	65°47,3'	3°23'	0—3	19,37	44,00
1057	2975	65°47,7'	1°50,8'	0—3	18,12	41,20
1061	3330	65°48,0'	1°50'W	0—3	26,09	59,3
1064	3050	65°47,8'	4°05,7'	0—3	26,19	59,50
1065	2795	65°47,7'	5°29,3'	0—2	29,17	66,30
1066	2318	65°47,6'	6°32,7'	0—5	22,82	51,80
1068	1185	65°45,3'	8°01,3'	0—2	16,17	36,80
1069	770	65°48,5'	9°08'	0—2	8,87	20,10
1070	1036	65°48,5'	10°07,3'	0—2	1,59	3,60
1071	927	65°49'	11°10,5'	0—2	0,88	2,00
1096	1119	61°28,0'	3°43,8'	0—2	5,85	13,30
1098	1054	61°11,5'	2°42'	0—2	6,87	15,60
1108	302	60°35,9'	3°27'E	0—2	10,00	22,70
1109	285	60°36,0'	4°07,5'	0—2	9,81	22,30
1110	335	60°36,5'	4°35,2'	0—2	4,04	9,20
1111	391	61°30,0'	4°15,4'	0—2	8,42	19,10
1114	865	63°00,1'	4°27,7'	0—2	6,69	15,10
1116	957	63°00,3'	2°25,5'	0—2	12,20	27,70
1118	1388	63°00,6'	0°38,4'	0—2	15,33	34,80
1120	1884	63°00,9'	1°09'W	0—2	13,91	31,60
1122	2000	63°01'	2°40,5'	0—2	10,40	23,60
1124	2325	63°01,3'	4°12,4'	0—5	16,49	37,50
1126	1905	63°01,7'	5°39,3'	0—3	9,15	20,80
1144	595	63°06,8'	12°54,9'	3—6	3,54	8,00
1147	1627	63°00'	15°00'	3—5	3,14	7,00
1156	372	63°54,3'	24°20,2'	0—3	6,31	14,30
1169	325	66°23,6'	32°14,6'	0—3	2,86	6,50
1214	788	67°53,7'	21°43,1'	0—5	0,54	1,20
1215	904	67°53,7'	20°15,2'	0—5	1,15	2,60
1219	1072	68°23,5'	20°16,9'	0—3	1,00	2,30
1221	1406	68°57,8'	20°19'	0—4	1,43	3,20
1223	1175	68°53,6'	18°53,9'	0—4	0,62	1,40
1227	1452	68°50,1'	15°26,5'	0—4	9,14	20,70
1229	1287	69°23,4'	15°20'	0—4	7,27	16,50
1234	1343	70°04,6'	13°39,0'	0—4	7,64	17,40
1235	1680	70°04,4'	12°46'	0—4	5,34	12,10

Продолжение табл. I

Номер станции	Глубина, м	Координаты		Слой, см	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub> по CO <sub>2</sub>
		φ	λ			
1239	958	70°58,6'	11°56'W	0—4	0,58	1,30
1240	1327	70°58,3'	11°05'	0—4	1,95	4,40
1245	1267	71°10'	6°30'	0—4	2,93	6,60
1247	1098	71°10'	5°00'	0—4	7,20	16,40
1248	2180	71°10'	4°00'	0—4	16,45	37,45
1251	2190	71°08'	1°05,5'	0—5	17,62	40,00
1252	3190	71°07,1'	0°00,6'E	0—5	17,20	39,30
1254	3205	71°06,3'	1°09,8'	0—5	4,92	11,10
1255	3050	71°06'	2°00'	0—5	21,93	49,80
1351	2265	69°39,04'	15°12'	0—3	11,27	25,61
1352	193	65°18,3'	10°29,3'	0—3	7,22	16,41
1355	410	65°59,9'	8°17,8'	0—2	8,26	18,70
1356	427	66°05,3'	7°30,4'	0—3	9,72	22,0
1357	335	66°16,1'	6°46,3'	0—2	6,00	13,63
1358	754	66°27,5'	6°01,5'	0—2	4,08	9,27
1360	1251	66°57,4'	4°03,1'	0—2	11,77	26,75
1361	1248	67°11,8'	3°03,7'	0—3	11,26	25,6
1364	3581	67°53,4'	0°01,3'W	0—3	31,08	70,64
1367	3525	68°34,3'	2°57'	0—5	26,20	59,50
1369	3265	69°01,7'	4°51,7'	0—3	23,24	52,80
1374	1820	70°02,1'	10°15,3'	0—3	20,19	45,90
1376	1817	69°29,1'	12°54,5'	0—5	21,60	49,09
1378	1474	68°54,5'	15°33,5'	0—5	8,89	20,20
1379	1437	68°21,5'	14°51,5'	0—3	6,72	15,20
1392	3628	66°28,9'	3°01,5'	0—3	24,45	55,57
1395	2863	65°33,5'	10°00'E	0—3	23,40	53,20
1396	2955	65°13,0'	1°00,0'	0—3	19,78	44,95
1400	1299	64°05,0'	4°35,5'E	0—5	8,37	19,02
1401	755	63°53,2'	5°20,4'	0—5	11,46	26,04
1402	258	63°39,4'	6°01'	0—5	3,13	7,11
1403	267	63°25,7'	6°41'	0—5	3,69	8,38
1416	2390	63°06,5'	3°36,7'W	0—3	14,84	33,70
1418	2746	63°41'	5°24,6'	0—3	26,4	60,00
1420	2405	64°13'	7°05,4'	0—3	22,06	50,10
1423	680	65°03,7'	9°44,2'	0—3	1,05	2,40
1702	1100	66°38,5'	4°59,9'E	2—5	5,82	13,23
1705	1363	67°19,9'	2°07,0'	0—3	13,10	31,14
1707	3243	—	—	0—2	22,00	50,00
1708	3628	68°00,9'	0°46,3'W	0—2	27,62	62,77
1711	3780	68°39,5'	3°38,3'	0—2	24,11	54,79
1713	3378	69°06,7'	5°20,7'	0—3	24,00	54,54
1714	3016	69°19,5'	6°25,1'	0—2	18,11	41,10
1715	2457	—	—	0—3	14,87	33,79
1716	930	69°44,1'	8°15,2'	2—5	5,56	12,64
1719	1929	69°53'	10°51,1'	0—4	20,81	47,29
1725	1688	67°32,1'	13°15'	0—10	18,63	42,3
1726	1568	67°01,1'	12°35,4'	2—4	7,53	17,11
1727	1220	66°32,5'	12°01,6'	0—2	0,37	0,84
1729	1458	66°35,7'	10°04,4'	0—2	10,26	23,30
1730	1444	66°37,6'	09°05'	2—4	15,13	34,34
1731	1463	66°39,4'	8°06,5'	0—3	17,03	38,71
1732	1704	66°41,2'	7°07,2'	0—2	23,88	54,28
1733	2321	66°43'	6°08,5'	0—3	22,36	50,80
1734	3327	66°44,7'	5°10'	0—2	23,33	53,02
1735	3504	66°46,3'	4°11'	0—3	24,92	56,60
1736	2707	66°32'	2°14,9'	0—2	29,26	66,50
1737	3638	66°32'	2°14,9'	0—2	25,70	58,40
1739	3144	—	—	0—2	22,60	51,40
1740	2959	65°15,2'	1°07,3'E	0—10	23,44	53,30
1741	2889	—	—	0—3	5,38	12,23

## Продолжение таб

Номер станции	Глубина, м	Координаты		Слой, см	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub> по СС <sub>2</sub>
		φ	λ			
1742	2465	64°36'	2°50,8'E	0-2	16,42	37,3
1743	1915	64°24,8'	3°41,8'	0-3	14,01	31,84
1751	359	61°30'	3°45'	0-6	3,46	7,86
1752	396	61°31'	3°02'	0-3	8,56	19,45
1756	698	62°11,5'	0°26,8'W	0-2	5,52	12,50
1757	1650	62°33,3'	1°23'	0-3	13,04	29,63
1758	903	62°44,4'	2°41,9'	0-2	5,21	11,80
1759	1762	63°01,3'	3°33,4'	0-2	7,92	18,00
1760	2500	63°21,4'	4°35,1'	0-6	16,41	37,30
1761	2397	63°41'	5°37'	0-2	22,36	50,80
1762	2807	63°57,5'	6°27,5'	0-5	27,48	55,63
1763	2316	64°15'	7°25,5'	0-2	14,96	34,00
1767	851	65°30'	11°00'	0-2	0,57	1,29
1768	173	65°47,5'	11°02'	0-2	0,74	1,68
1769	278	67°02,2'	23°00,9'	0-2	8,19	18,61
1770	507	67°18'	23°33'	0-2	0,72	1,64
1771	1106	67°33,8'	24°06'	0-4	0,42	0,95
1772	1431	67°49,4'	24°40'	0-6	0,30	0,68
1797	1147	61°27,8'	3°42,2'	0-4	5,57	12,60
1809	301	60°36'	3°53,5'E	0-2	8,91	20,25
1968	2969	69°22,3'	11°53,5'	0-3	15,47	35,10
1976	3260	69°23,8'	3°57,2'	0-3	5,67	12,90
1978	3229	69°23,8'	1°57,5'	0-5	17,65	40,1
1994	1629	67°33,3'	7°50'W	0-4	28,23	64,10
1996	3165	67°34'	5°57,4'	0-3	22,76	51,70
1998	3596	67°35,1'	4°06'	0-4	28,01	63,60
2002	2951	67°30,8'	1°02'	0-3	30,5	69,3
2003	3710	67°30'	0°07'E	0-4	24,67	56,00
2008	1275	67°30'	4°15'	0-4	13,19	29,98
2009	1164	67°30'	5°00'	0-4	13,41	30,48
2011	1235	67°31,1'	6°47,6'	0-4	14,65	33,29
2013	1737	67°35,5'	8°44,5'	0-4	13,17	29,98
2103	2698	63°47,6'	4°36'W	0-3	22,48	51,10
2105	3096	64°17'	3°30'	0-3	23,39	53,10
2108	3130	65°00'	2°00'	0-4	22,65	51,50
2110	221	66°53,9'	14°07'	0-3	0,21	0,48
2111	1019	67°16'	13°25,5'	0-3	1,31	2,97
2115	1843	68°27,7'	12°14'	0-3	27,07	61,52
2116	1735	65°47,5'	11°02'	0-3	24,84	56,40
2118	1858	69°22'	11°11'	0-3	24,97	56,70
2121	1345	70°14,5'	9°53,5'	0-4	11,44	26,00
2122	937	70°35'	9°38'	0-3	1,45	3,29
2124	2217	69°21,3'	10°05'	0-3	27,14	61,70
2127	3240	69°22'	5°00'	0-4	22,12	50,27
2128	3520	69°27,7'	3°00'	0-4	19,87	45,10
2130	3250	69°12,5'	1°09,5'E	0-4	18,46	41,90
2136	3150	69°21,8'	7°31'	0-4	18,15	41,20
2143	920	69°24'	14°53,8'	0-2	3,39	7,70

ных вод — так называемые области полярного фронта. Наиболее сильное смещение происходит в глубоководном желобе, примыкающем с юга к Исландско-Гренландскому порогу; в юго-западной части Норвежского моря и в северо-восточной части Гренландского моря в районе глубоководного желоба, разделяющего порог Нансена.

Эти области конвергенции атлантических и арктических вод, как установлено многими исследователями, имеют очень важное не только научное, но и практическое значение (Ижевский, 1958).

Механический и химический состав осадков Норвежско-Гренландского бассейна в различных районах резко меняется.

Вдоль берегов Норвегии и всех островов залегают песок, илистый песок и песчанистый ил с примесью битой ракушки, камней, игол губок. Цвет верхнего слоя осадков меняется от зеленовато-серого до светло-коричневого. В Фареро-Шетландском канале встречается также песчанистый ил.

В глубоководных участках залегают ил и глинистый ил с различным количеством корненожек (Виноградова и Литвин, 1960; Горшкова, 1960).

При изучении химического состава осадков Норвежско-Гренландского бассейна наибольшие отличия отмечаются в содержании карбонатов, поэтому их распределению мы уделяем наибольшее внимание.

Количество карбонатов определялось по  $\text{CO}_2$  в приборе Кюпа (Горшкова, 1958) и далее перечислялось на  $\text{CaCO}_3^*$  (табл. 1).

В Норвежском море определение карбонатов сделано больше, чем в 200 пробах, в центральной части Гренландского моря между  $72^\circ$ — $78^\circ$  с. ш. сделано всего лишь около 30 определений. Северная часть Гренландского моря между  $78^\circ$  и  $81^\circ$  с. ш. изучена довольно подробно экспедициями э/с «Персей» (Горшкова, 1936) и Арктического института (Белов и Лапина, 1961).

Чтобы убедиться, какое количество карбонатов в осадках Норвежского моря соответствует действительному количеству карбонатов кальция и магния, мы определяли эти элементы в нескольких пробах. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  (растворимых в 10%  $\text{HCl}$ ) в осадках Норвежского моря (в % к абсолютно сухому осадку)

Номер станции	Слой	CaO	MgO
1064	0—2	33,36	1,28
1065	0—2	37,08	0,65
1364	0—3	46,46	0,63
1707	0—2	28,68	1,30
1715	0—3	20,98	1,54
1732	0—2	39,98	0,88
1761	0—2	29,88	1,35
1994	0—4	40,06	0,68
2002	0—3	41,48	0,97
2115	0—3	35,78	0,86
2124	0—3	33,50	1,10

В осадках Норвежского моря карбонаты магния составляют очень незначительный процент, а потому принятый нами пересчет всей  $\text{CO}_2$  на  $\text{CaCO}_3$  очень мало отличается от действительно существующего количества карбонатов осадков Норвежского моря.

На основании литературных данных и полученных новых анализов нами составлена карта содержания карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ) в верхнем слое осадков Норвежско-Гренландского бассейна между  $60^\circ$  и  $81^\circ$  с. ш. (рис. 3).

Наибольшее количество карбонатов содержат осадки, расположенные в западной части Норвежского моря (более 50%  $\text{CaCO}_3$ ) и к юго-западу от Исландии. Отдельные участки, содержащие более 40%  $\text{CaCO}_3$ , отмечены в восточной части Норвежского моря. От 40 до 20%

\* При вычислении  $\text{CaCO}_3$  процент  $\text{CO}_2 \times 100/44$ , так как молекулярный вес  $\text{CaCO}_3 = 100$ , а  $\text{CO}_2 = 44$ .



$\text{CaCO}_3$  содержат осадки восточной части Норвежского моря и узкой полосы восточной части Гренландского моря: от 20 до 10%  $\text{CaCO}_3$  — осадки, прилегающие узкой полосой со всех сторон к предыдущей зоне. В обширной области, прилегающей к Баренцеву морю, а также в северной и центральной частях Гренландского моря, осадки содержат менее 10%  $\text{CaCO}_3$ .

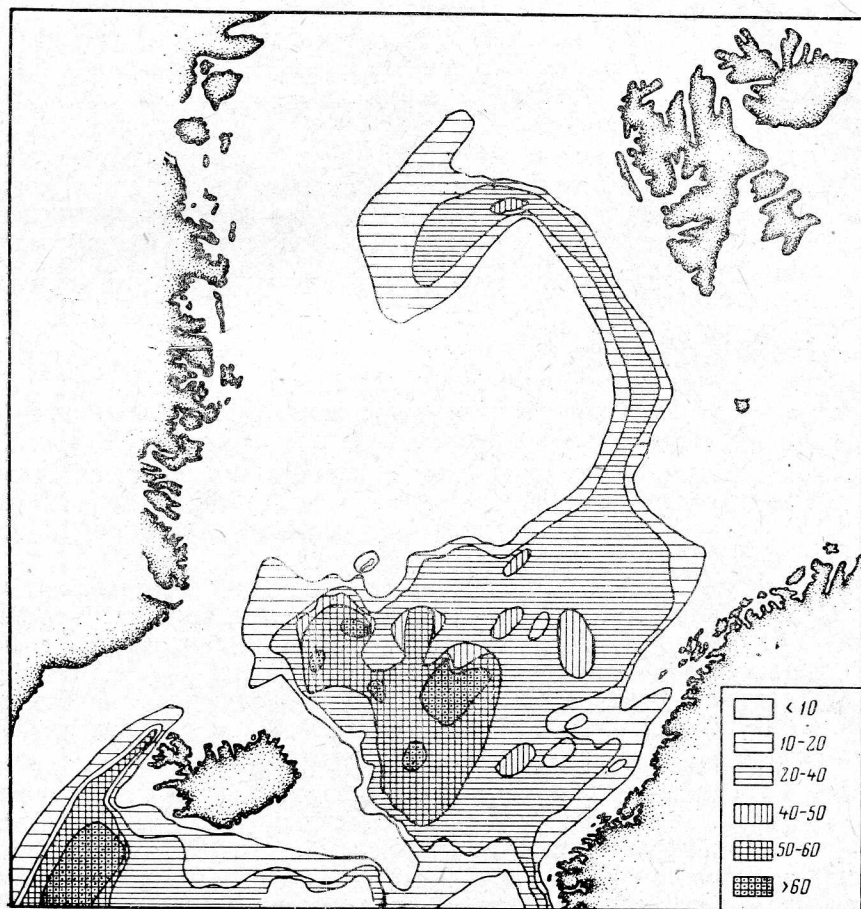


Рис. 3. Карта содержания карбонатов в верхнем слое осадков Норвежско-Гренландского бассейна (в % к абсолютно сухому осадку).

Детальное изучение осадков показало, что карбонаты Норвежского моря образуются главным образом за счет известковых корненожек (*foraminifera*). Помимо известковых, встречаются также и агглютинированные корненожки, но число их значительно меньше, чем известковых. Среди известковых корненожек преобладают планктонные формы, особенно в глубинной части моря. Доминирует так же, как и в осадках Гренландского моря (Щедрина, 1947) и Полярного бассейна (Андросова, 1962; Белов и Лапина, 1961; Горшкова, 1960; Кленова, 1962), планктонная корненожка *Globigerina pachyderma*.

Такое распределение карбонатов в осадках Норвежско-Гренландского бассейна становится понятным, если мы обратимся к его рельефу дна и течениям.

Наибольшее количество карбонатов (более 50%) обнаружено в осадках, расположенных к юго-западу от Исландии, — областях полярного фронта, образованных при встрече Восточно-Гренландского течения с теплым течением Ирмингера. В западной части Норвежского моря очень широкая область осадков, обогащенных  $\text{CaCO}_3$ , расположена в районах смешения вод Восточно-Исландского течения с водами западной ветви Атлантического течения. Немного меньшее количество карбонатов, обнаруженное в восточной части Норвежского моря и в узкой полосе осадков Гренландского моря, совпадает с распространением основного Атлантического течения в Норвежском море и Шпицбергенским течением, идущем на север вдоль берегов Шпицбергена и Шпицбергенского мелководья.

В области полярного фронта, где происходит смешение теплых вод Шпицбергенского течения с холодными водами Восточно-Гренландского течения, снова наблюдается повышение карбонатов в осадках, причем так как под напором полярных вод теплые воды частично опускаются на юг, то и область осадков, обогащенных карбонатами, также опускается на юг.

Как известно, зоны конвергенции характеризуются уплотнением смешивающихся вод (Зубов, 1957), в силу чего они опускаются вниз, а на их место подходят новые воды (Ижевский, 1958). Усиленное опускание вод в зонах конвергенции влечет за собой и усиленное опускание на дно моря планктонных известковых корненожек.

В глубоководные впадины, расположенные на значительном расстоянии от берегов, мало попадает терригенных частиц и осадки обогащаются главным образом планктонными корненожками, принесенными атлантическими водами.

Отдельные участки осадков в восточной части Норвежского моря, обогащенные карбонатами, соответствуют циклоническим течениям, которые способствуют осаждению отмершего планктона и тонкодисперсных частиц.

Чередование осадков, обогащенных и обедненных карбонатами, совпадает со сменой более мягких осадков с более грубозернистыми, расположенными на возвышенных участках.

Карта содержания нерастворимого остатка в осадках Норвежского моря (оставшегося после растворения осадка в 10%  $\text{HCl}$ ) (рис. 4) показывает обратную картину по сравнению с картой карбонатов. Наибольшее количество (до 90%) нерастворимого остатка содержат осадки, расположенные вблизи берегов, куда сносится много крупнозернистого терригенного материала. Наоборот, в глубоководной части Норвежского моря нерастворимый остаток составляет очень незначительную часть (до 15%). В осадках Норвежского моря, помимо планктонных известковых корненожек, найдено очень большое число видов бентосных форм (Таманова и Щедрина, в наст. сборнике; Høltedahl, 1959), особенно на глубинах от 200 до 600 м. На этих глубинах обнаружено сравнительно малое количество карбонатов (см. рис. 3), так как терригенных частиц сюда приносится очень много, на что указывает высокое содержание нерастворимого остатка. Одной из широко распространенных бентосных форм известковых корненожек в осадках Норвежско-Гренландского бассейна является род *Purgo*. Эти корненожки иногда целиком составляют всю крупную часть осадков ( $>1$  мм), что хорошо видно на рис. 5. Этот род корненожек под названием *Biloculina* был обнаружен в осадках, собранных Норвежской экспедицией 1876—1878 гг. Благодаря значительному количеству этих корненожек Шмельк называл глубоководные осадки Норвежско-Гренландского бассейна

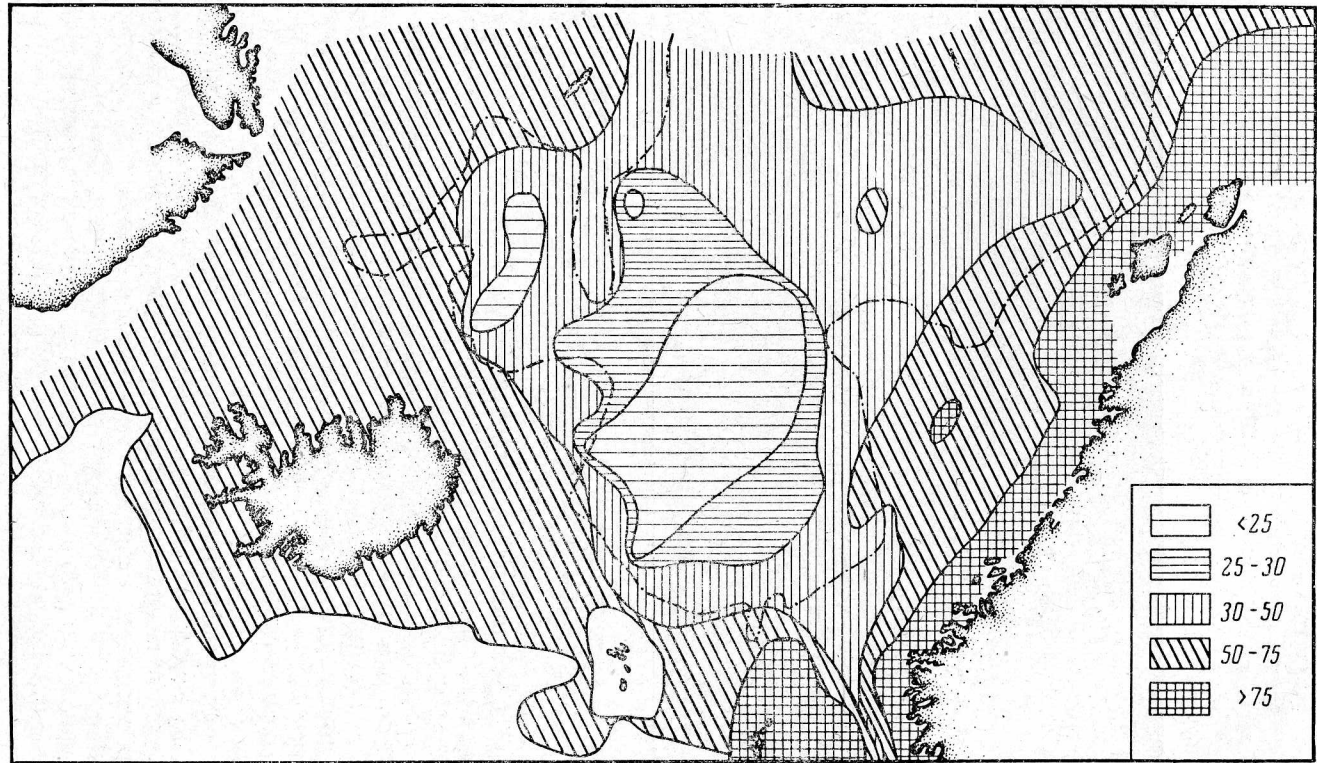


Рис. 4. Содержание нерастворимого остатка в верхнем слое осадков Норвежского моря, в %.

билокулиновым илом. Однако наши исследования показали, что преобладающую часть корненожек в осадках Норвежско-Гренландского бассейна составляют планктонные корненожки рода *Globigerina*, накопление которых находится в тесной зависимости с распространением теплых атлантических вод, поэтому осадки Норвежско-Гренландского бассейна могут быть названы глобигериновым илом.

Из бентосных известковых форм, на наш взгляд, заслуживает внимания *Uvigerina perigrina* (рис. 6), которая в большом количестве была обнаружена нами на ст. 1809 у южных берегов Норвегии. Форма эта

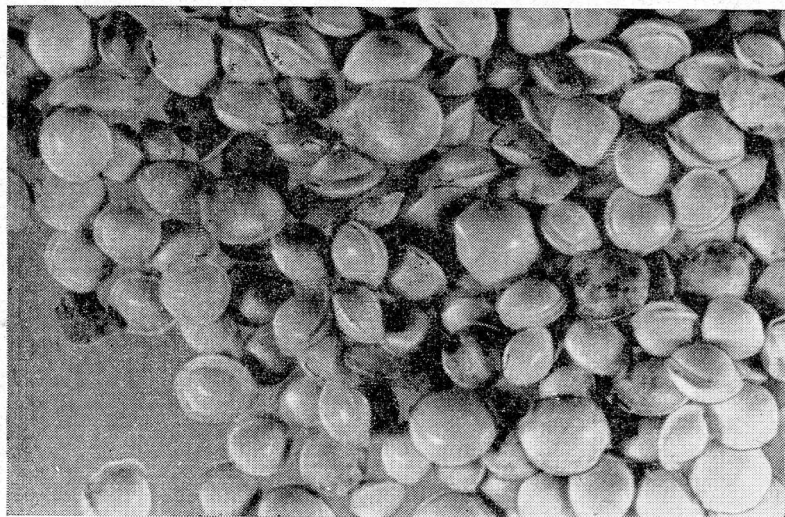


Рис. 5. Ругго в осадках Норвежского моря ст. 1740 фр > 1 мм. Слой 0—10 см.

характерна для опресненных теплых вод, поэтому найденное здесь довольно значительное количество ее можно объяснить наличием опресненного теплого Балтийского течения.

Из приведенных данных видно, что накопление карбонатов на дне Норвежско-Гренландского бассейна находится в тесной связи с рельефом дна и течениями, а потому может быть хорошим индикатором распределения водных масс. Это имеет важное не только научное, но и практическое значение, так как знание распределения водных масс имеет большое значение и для выяснения миграции многих видов пелагических рыб.

Чтобы выяснить зависимость между накоплением карбонатов в осадках и поступлением атлантических вод в Норвежско-Гренландский бассейн в разные этапы четвертичного времени, мы исследовали содержание карбонатов в осадках Норвежского моря и в подстилающих слоях.

Содержание микрофауны в различных слоях колонок оказалось неодинаковым. В связи с этим, помимо определения карбонатов химическим путем, несколько колонок было исследовано и на содержание фораминифер. Колонка со ст. 1251 была изучена в институте геологии Арктики С. В. Тамановой под непосредственным руководством З. Г. Шедриной (публик. в наст. сборнике), а колонки 1066 и 1713 — Л. И. Коробейниковой в Московском Государственном университете.

Результаты определений карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ) и фораминиферо число (число экземпляров фораминифер в 1 г осадка) представлены в табл. 3.

По количеству фораминифер колонка со ст. 1251 разделена на 6 частей, причем в I, III и V частях повышенное содержание фораминифер, а II, IV и VI — пониженное.

Как отмечают С. В. Таманова и З. Г. Щедрина, во всех слоях преобладают планктонные формы. В колонках со ст. 1066 и 1713 Л. И. Коробейниковой фораминиферо число разбито на 3 группы: формы планктонные, бентосные известковые и бентосные агглютинированные.

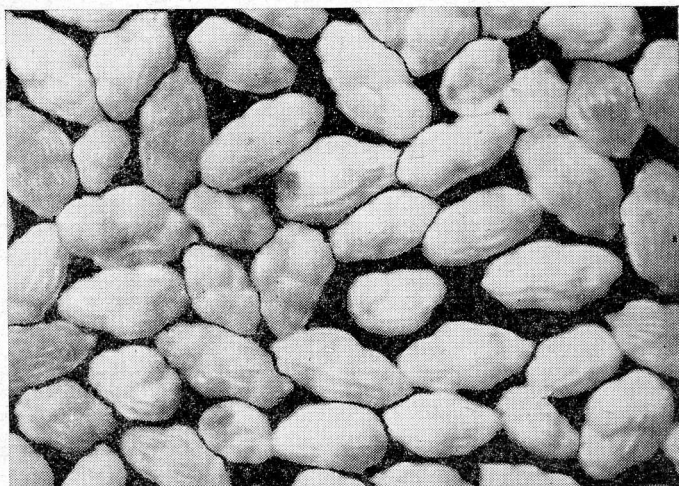


Рис. 6. *Uvigerina perigrina* в осадках Норвежского моря. Ст. 1809 фр > 1 мм. Слой 0—10 см.

Во всех слоях преобладают планктонные формы, а количество бентосных форм значительно меньше. Особенно мало агглютинированных форм, они встречаются только в верхних слоях, а в нижних отсутствуют или представлены единичными экземплярами.

В отличие от ст. 1251 в колонках ст. 1066 и 1713 мы выделили несколько подзон, а колонку ст. 1066 разбили только на 4 зоны, так как, по нашему мнению, зоны V и VI трубкой не пройдены. Во всех осадках наблюдается прямая зависимость между содержанием карбонатов и количеством микрофауны.

Мы уже отмечали, что наибольшее накопление карбонатов происходит в зонах конвергенции полярных и атлантических вод, одна из которых расположена в юго-западной части Норвежского моря, где находится ст. 1066. Планктонных фораминифер в осадках этой станции (см. табл. 3) оказалось больше, чем на ст. 1251 и 1713.

Ст. 1251 была сделана в северной части Норвежского моря, где смешение атлантических и полярных вод проявляется слабее благодаря наличию порога Мона.

Ст. 1713 занимает среднее положение между 1066 и 1251. Здесь сильнее сказывается смешение атлантических и полярных вод, и количество карбонатов и фораминифер больше, чем в осадках ст. 1251.

Выделенные нами горизонты (зоны) в колонках 1713 и 1251 по толщине слоев и по времени образования очень близки между собой.

В колонке ст. 1066 максимальное количество планктонных фора-

Вертикальное распределение CaCO<sub>2</sub> и фораминифер в осадках Норвежского моря

Таблица 3

Ст. 1066, глубина 2318 м							Ст. 1713, глубина 3378 м							Ст. 1251, глубина 2190 м				
слой, см	CaCO <sub>2</sub> , %	зоны	число фораминифер			изменение количества фораминифер	слой, см	CaCO <sub>2</sub> , %	зоны	число фораминифер			изменение количества фораминифер	слой, см	CaCO <sub>2</sub> , %	зоны	число фораминифер	изменение количества фораминифер
			планктонных	бентосных	агло-тированные					планктонных	бентосных	агло-тированные						
0—5 12—15	51,8 46,8	I	67 000	2000	40	Максимальное	0—5 20—26	54,54 38,09	I	40 000 26 000	600 1000	60 70	Максимальное	0—11 11—21	40,0	I	1700	Максимальное
18—20	8,3	II	2000	100	0	Уменьшение	40—44	8,0	II	134	2	1	Уменьшение	21—42	7,0	II	100	Уменьшение
33—45 55—57	14,27 13,60	III	3000	165	0	Увеличение	47—54	12,39	III	5300	130	0	Увеличение	42	24,0	III	16 000	Максимальное
71—38 114—136	10,15 8,88						60—64	43,4						77—80	21,5			
							80—123	10,59						122—125	17,4			
							133—145	12,68										
136—148	1,06		500	44	0	Уменьшение	159—171 171—181 181—184	20,07 31,38 23,20		20 000	400	0	Увеличение	158—160 190—196	7,8 8,0	IV	30	Уменьшение
148—150 150—155 155—173 173—189 189—206	10,95 17,2 19,47 45,13 27,50		1 300	600	0	Максимальное	196—229	10	IV	100	4	0	Минимальное	228—259	14,0	V	2000	Увеличение
			75 000	140	0			229—238	14,04	V	5200	79	0	Увеличение	259—271	10,4	VI	5—10
206—218 215—222	11,7 10,9	IV	3000	30	0	Уменьшение	238—254	12,84	VI	500	5	0	Уменьшение					

минифер — в слое 180—200 см, довольно близко к их количеству второй подзоны III зоны колонки 1713, поэтому в колонке ст. 1066 к III зоне мы относим весь слой от 33 до 206 см, несмотря на то что в слое 136—148 см обнаружено минимальное количество как карбонатов, так и фораминифер.

Если все осадки рассматривать в хронологическом порядке и считать, что различное накопление фораминифер обусловлено усилением или ослаблением доступа атлантических вод в Норвежское море, то VI, IV и II зоны колонок нужно отнести ко времени слабого доступа атлантических вод, а зоны V, III и I — ко времени усиленного их поступления, причем колонка со ст. 1713 показывает, что после слабого поступления атлантических вод в период отложения осадков IV зоны наступил период очень сильного их поступления. Затем количество их постепенно уменьшалось и достигло своего минимума в зоне II, соответствующей по мнению всех исследователей последнему оледенению. После этого наступил современный период, связанный с сильным поступлением атлантических вод. Как было уже отмечено, в колонке со ст. 1066 переход от максимального содержания фораминифер (в III зоне) к минимальному (II зоны) происходит не постепенно, а скачками, что, по всей вероятности, также соответствовало усилению и ослаблению доступа атлантических вод и их смешению с полярными водами.

### ВЫВОДЫ

1. В различных районах Норвежско-Гренландского бассейна накопление карбонатов в верхнем слое осадков различное.

2. Распределение карбонатов, образовавшихся главным образом за счет планктонных известковых корненожек, находится в тесной связи с рельефом дна и течениями. Накопление карбонатов происходит в тех районах, где проходят теплые атлантические воды. Наибольшее количество их обнаружено в зонах конвергенции теплых атлантических и холодных полярных вод, где вместе с усиленно опускающимися водными массами опускаются и планктонные корненожки. Наиболее активно эти явления проявляются к юго-западу от о-ва Исландия, в западной части Норвежского моря и в северной части Гренландского моря, к юго-западу от материковой отмели о-ва Шпицберген.

Во всех этих местах происходит смешение холодных вод Восточно-Гренландского течения и его ответвлений с западными ответвлениями атлантического течения, возникающими при подходах к порогам Томсона, Мона и Нансена.

3. Из планктонных корненожек преобладающей формой в осадках Норвежско-Гренландского бассейна так же, как и в Полярном бассейне, является *Globigerina pachyderma*.

4. Количество бентосных корненожек в осадках этого бассейна всегда значительно меньше, чем планктонных форм, особенно в глубоководных осадках.

5. Присутствие значительного количества *Uvigerina perigrina* у южных берегов Норвегии свидетельствует о наличии теплого опресненного Балтийского течения.

6. В накоплении карбонатов и фораминифер в отдельных слоях осадков Норвежского моря отмечена периодичность, обусловленная усилением и ослаблением поступления атлантических вод в Норвежско-Гренландский и Арктический бассейны. Таким образом, карбонаты Норвежско-Гренландского бассейна являются ярким индикатором для выяснения распределения водных масс как в современную эпоху, так и в предшествующие времена.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А. П., Истошин Б. В. Некоторые результаты океанографических исследований в Норвежском и Гренландском морях. Сб. ВНИРО—ПИНРО. Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.
- Андросова В. П. Фораминиферы донных отложений западной части Полярного бассейна. Тр. ВНИРО. Т. 46. Пищепромиздат, 1962.
- Белов Н. А. и Лапина Н. Н. Донные отложения Арктического бассейна. Л., изд-во «Морской транспорт», 1961.
- Белов Н. А. и Лапина Н. Н. Донные отложения северной части Гренландского моря. Научно-технический бюлл. ПИНРО № 2—3 (20—21). Мурманское книжное изд-во, 1962.
- Виноградова П. С. и Литвин В. М. Исследование рельефа дна и грунтов в Баренцевом и Норвежском морях. Сб. ВНИРО—ПИНРО. Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.
- Горшкова Т. И. Некоторые данные по химическому составу осадков Гренландского моря. Сб. в честь академика В. И. Вернадского. Изд-во АН СССР, 1936.
- Горшкова Т. И. Инструкция по определению углекислоты, карбонатов, органического углерода и общего азота морских осадков. Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1958.
- Горшкова Т. И. Осадки Норвежского моря. Сб. Морская геология. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Горшкова Т. И. Донные осадки западной части Полярного бассейна. Сб. ВНИРО—ПИНРО, 1960.
- Зубов Н. Н. Уплотнение при смешении вод различной температуры и солености. М., 1957.
- Истошин Б. В. и Алексеев А. П. Схема постоянных течений Норвежского и Гренландского морей. Тр. ПИНРО. Вып. 9. Пищепромиздат, 1956.
- Ижевский Г. К. Воды полярного фронта и распределение атлантических сельдей. Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1958.
- Кленова М. В. Осадки Арктического бассейна по материалам л/п «Т. Седов». Изд-во АН СССР, 1962.
- Лактионов А. Ф., Шамоньев В. А., Янес Л. В. Океанографический очерк северной части Гренландского моря. Сб. ВНИРО—ПИНРО. Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.
- Литвин В. М. Карта глубин Норвежско-Гренландского бассейна. Атлас Балт-НИРО, 1962.
- Таманова С. В., Щедрина З. Г. Фауна фораминифер в донных отложениях Норвежского моря. Публикуется в настоящем сборнике.
- Щедрина З. Г. К распределению фораминифер в Гренландском море. Т. LV № 9. ДАН СССР, 1947.
- Boeggild O. B. The deposits of the Sea — bottom the Danish — Ingolf expedition. Copenhagen 1900.
- Boeggild O. B. Sediments Sous-marine recueillis dans la mer du Greenland. Croisiere oceanographique dans la mer du Greenland en 1905. Bruxelles 1909.
- Boyd Louisa A. The coast of Northeast Greenland. American Geographical Society special publication No. 30, New York 1948.
- Holtedah1 Hans. Geology and paleontology of Norwegian Sea bottom cores. Journal of Sedimentary Petrology for March 1959.
- Schmelck Z. On oceanic deposits. The Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878. Chemistry. Christiania 1882 IX.