

ОСАДКИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Канд. хим. наук Т. И. ГОРШКОВА

В связи с развитием тралового рыболовства на Балтийском море было проведено исследование донных осадков этого водоема с целью выяснения их физических и химических свойств, а также их горизонтального и вертикального распределения.

Для решения поставленных задач были использованы материалы, полученные в экспедициях ВНИРО и его филиалов в 1947—1957 гг., а также во время финской экспедиции на э/с «Аранда» в 1956 г. и литературные данные [8, 10, 11].

Во время экспедиций ВНИРО пробы грунта были получены главным образом ударными трубками длиной 1,5 м, дночерпателем Петерсена с площадью раскрытия 0,25 м², тралом Сигсби и оттер-тралом. В экспедиции на э/с «Аранда» пробы грунта были взяты дночерпателем Петерсена с площадью раскрытия 0,1 м² и трубками Кулленберга [13] длиной 3 и 10 м. Материал был собран доктором Игнатиусом [12], часть материала была передана для обработки нам.

При сборе осадков большое внимание было обращено на их физические свойства в момент взятия проб (цвет, вязкость и плотность), так как в сухом состоянии эти свойства резко меняются.

Донные осадки являются хорошим показателем тех условий, при которых они отлагаются; на них сказывается расстояние от берега, волнение, постоянные течения, рельеф дна и другие факторы окружающей среды. Характер осадков связан с историческим прошлым водоема, поэтому, прежде чем перейти к описанию грунтов Балтийского моря, необходимо остановиться на его геологической истории и на рельефе дна.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОШЛОЕ

Балтийское море—сравнительно молодой водоем, возникший в конце ледниковой эпохи. Во время Великого оледенения Скандинавский полуостров, в том числе и ложе современной Балтики, был покрыт громадным ледником, который то увеличивался, то уменьшался. Отступая, ледник оставлял моренные гряды, состоящие из крупных и мелких камней, песка и глины. Остатки этих морен мы до сих пор находим на дне Балтийского моря и его заливов, а также на их берегах [9, 11].

Саурамо [15] историю образования Балтийского моря представил следующим образом.

При таянии ледника у его подножия образовалось громадное ледниковое пресноводное озеро, которое не включало современного Ботнического залива, но простиралось далеко на восток, охватывая область Карельских озер, и достигало бассейна р. Волги. Южная граница этого озера была севернее настоящей береговой линии, поэтому территория современной Дании, о. Борнхольма и южной Швеции составляла одно целое с территорией Германии. Около десяти тысяч лет тому назад произошло опускание суши, вследствие чего ледниковое озеро соединилось с океаном и превратилось в Иольдиево море. По мере дальней-

шего таяния льда происходило поднятие суши, поэтому Иольдиево море отделилось от океана и превратилось в опресненное Анциловое озеро, которое после вторичного соединения с Атлантическим океаном, стало Литториновым морем.

Около семи тысяч лет тому назад образовалась современная связь с океаном через Датский пролив. С тех пор уровень воды продолжает понижаться вследствие непрерывного поднятия суши; это понижение продолжается и поныне в средней и северной частях Балтийского моря. В настоящее время наибольшее поднятие суши наблюдается в Ботническом заливе. На месте бывшего центра оледенения (г. Jakobstad — Финляндия) за сто лет берег поднялся на 90 см. Наоборот, в южной части Балтийского моря, согласно Лундбеку [14], уровень моря понизился на 40 м.

РЕЛЬЕФ ДНА

Распределение глубин в Балтийском море показано на карте (рис. 1), где нанесены изобаты 20, 50, 100 и 200 м и номера станций русских и финских экспедиций, на которых проведены сборы осадков¹.

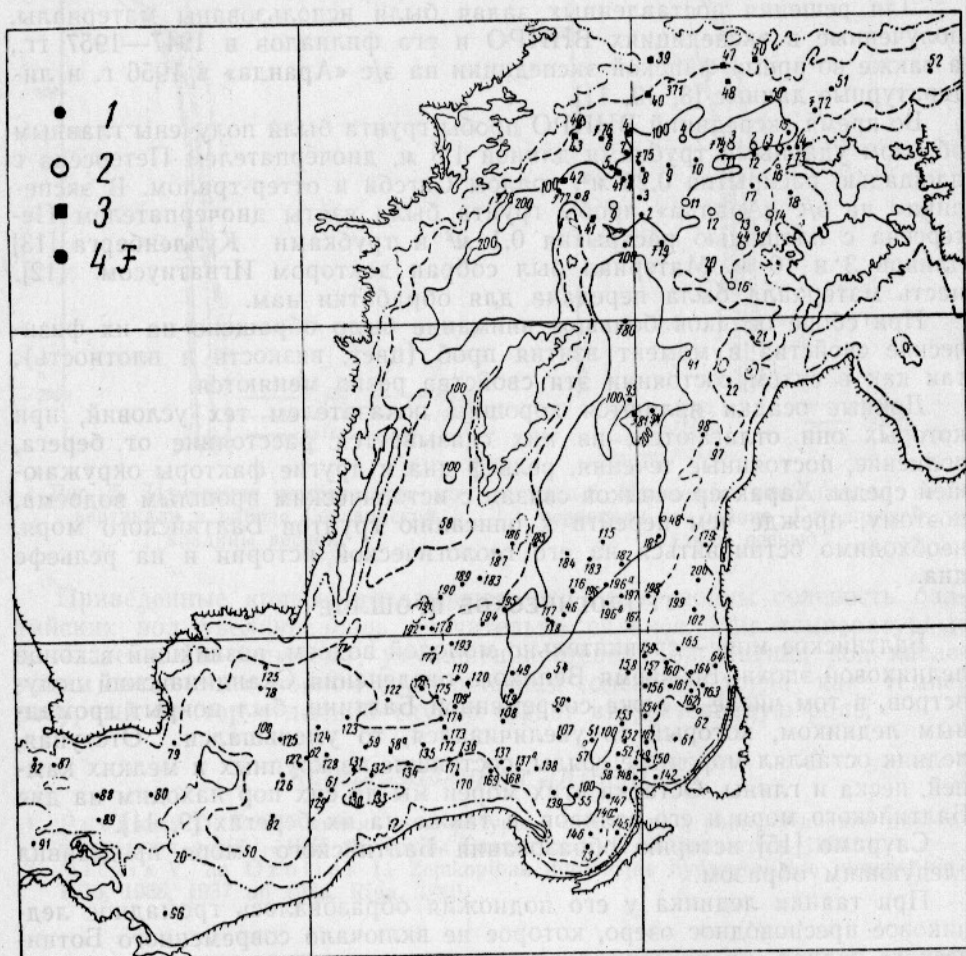


Рис. 1. Схема станций и изобат Балтийского моря:

1—станции научно-исследовательских судов: СРТ-129-(1-22), СРТ-1073-(34-47), СРТ-4309-(48-92), «Липая» — (93-200); 2—станции э/с «Мерсин»; 3—станции э/с «Аранда»; 4F—станции финских экспедиций 1924—1930 гг.

¹ За основу взята карта Главного гидрографического управления № 1569 в масштабе 1:1 200 000.

Рельеф дна Балтийского моря очень сложный; особенно неровное дно имеет его северная часть [3]. Подобно Белому морю, глубокие впадины Балтийского моря своим происхождением обязаны тем тектоническим процессам, которые происходили здесь в палеозойское или даже в архейское время. Линии сбросов в большинстве случаев имели широтное или долготное направление, поэтому наиболее глубоководные впадины Балтийского моря, как например Готландская и Ландсортская, имеют долготное направление, а северная впадина, как и весь Финский залив, — широтное. Наибольшая глубина Балтийского моря, достигающая 469 м, обнаружена в Ландсортской впадине, приблизительно на середине линии, соединяющей Стокгольм с северной оконечностью о. Готланда. Между Аландскими островами и Швецией глубина достигает 301 м, а в Готландской впадине — 250 м. На юге Балтики наиболее глубокими являются Гданьская впадина глубиной более 100 м, Борнхольмская впадина глубиной свыше 80 м и желоб между банкой Штольпе и Южной Средней банкой глубиной около 80 м. Арконская впадина, расположенная к западу от о. Борнхольма, имеет глубину около 50 м. Средняя глубина Каттегата всего 28 м. Зунд, Бельты и пролив между островами Фемари и Дарсерортом имеют глубины, не превышающие 30 м.

Балтийское море очень мелководно, оно богато мелями и подводными опасными рифами. У северного входа в Таллинский залив на глубине 1,5 м находится банка Таллина мадаль (риф Ревельстейн). Кроме того, у берегов Эстонии имеется еще много рифов. В южной части моря находится риф Адлергрунд, лежащий между островами Рюгеном и Борнхольмом [8].

Изобата 20 м оконтуривает мелководья, расположенные к северу от о. Готланда и о. Готска-Сандэна, к юго-востоку от о. Готланда и к юго-западу от о. Борнхольма, а также банки Северную Среднюю, Южную Среднюю и Штольпе.

Изобата 20 м проходит очень близко от берега. Только у берегов Польши против о. Борнхольма она отступает далеко на север к мелководью у этого острова.

Рельеф дна Балтийского моря отражен на восьми разрезах, проведенных перпендикулярно изобатам (рис. 2).

Первый разрез проходит по параллели 59° с. ш. от меридиана 20° до о. Хиума. По этому разрезу наибольшие углы склонов (до $40'$) обнаружены между изобатами 100 и 140 м. От о. Хиума изобаты 20 и 50 м идут на равном расстоянии друг от друга, при угле склона в $10'$.

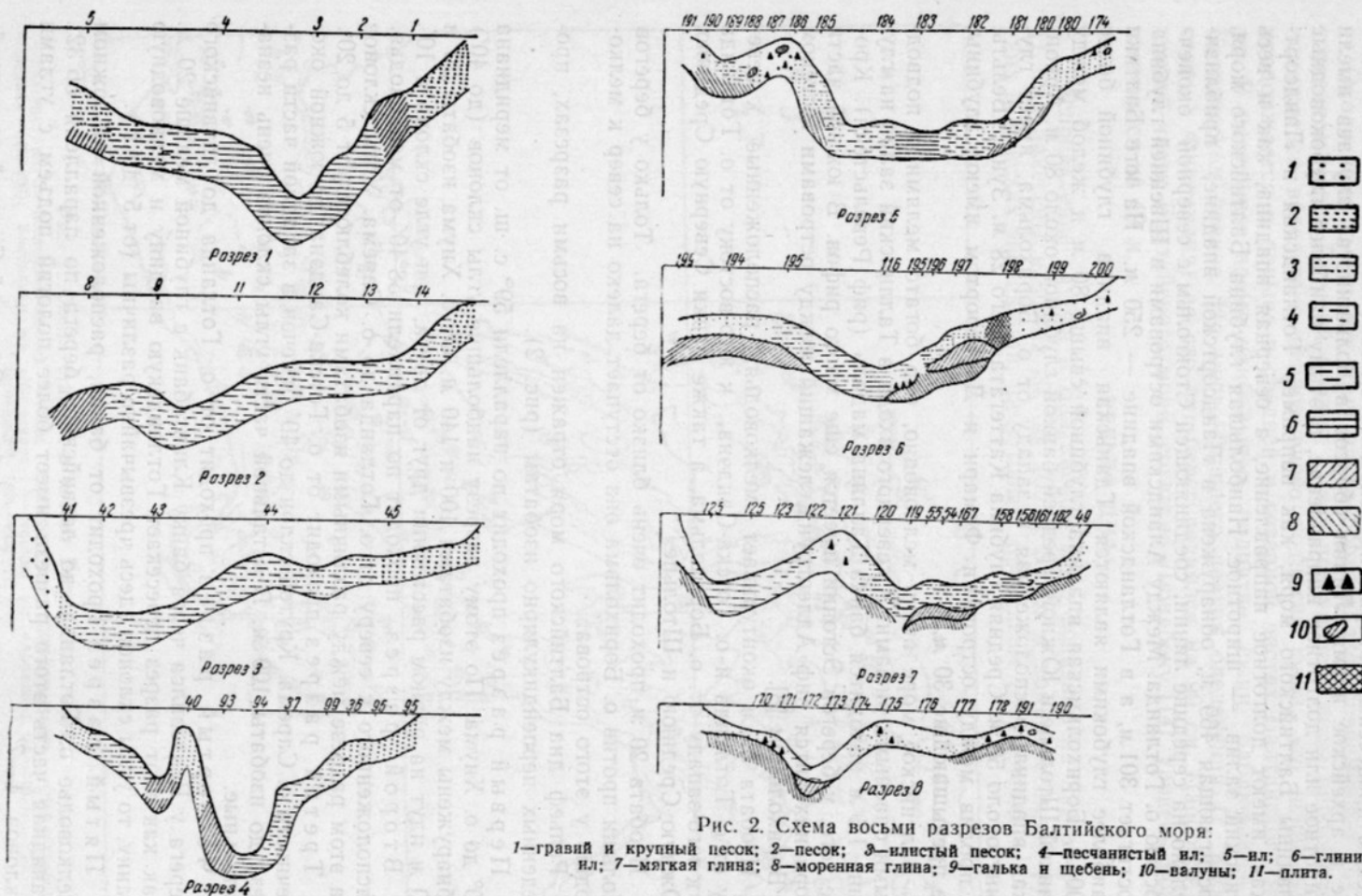
Второй разрез проходит по параллели $58^{\circ}40'$ от мелководья, расположенного к северу от о. Готланда до о. Сарема. Углы склонов на этом разрезе между различными изобатами колеблются от 5 до $20'$.

Третий разрез проходит от о. Готска-Сандэна до южной оконечности о. Сарема. Крутой склон до $40'$ отмечен в западной части разреза до изобаты 100 м. В остальной части углы склонов очень незначительные.

Четвертый разрез проходит от о. Готланда до латвийского берега у Вентспилса через банку Клинтебанк с глубиной меньше 20 м. Так как этот разрез пересекает Готландскую впадину и мелководную банку, то углы склонов здесь чрезвычайно различны (от $5'$ до 2°).

Пятый разрез проходит от банки, расположенной на южном мелководье о. Готланда, до латвийского берега по параллели $56^{\circ}32'$. Западная часть этого разреза имеет более пологий подъем с углами склонов 4— $7'$.

Шестой разрез проходит от банки Северной Средней до латвийского берега ($56^{\circ}10'$ с. ш.). В западной части этого разреза углы склонов достигают $20'$, а в восточной — 2— $8'$.



Седьмой разрез проходит от о. Борнхольма до г. Клайпеды через банку Южную Среднюю. Наибольшие углы склонов на этом профиле достигают $40'$ на склоне от о. Борнхольма до изобаты 80 м. Восточная часть этого профиля имеет очень незначительные углы склонов— $2-5'$. Самый малый угол склона в $0,5'$ между изобатой 100 и 70 м. Здесь намечается глубоководное плато. По направлению к литовскому берегу углы склонов увеличиваются до $12'$.

Восьмой разрез проходит с юга на север примерно по меридиану $17^{\circ}30'$ от южного берега через Южную Среднюю банку до банки Северной Средней. Здесь наиболее крутые склоны до $20'$ идут до изобаты 80 м. Северная часть желоба отличается более пологим поднятием склонов в $7-3'$. Только на подъеме от изобаты 40 м до банки Южной Средней угол склона опять достигает $20'$.

По разрезам видно, что наибольшие углы склонов в Балтийском море между изобатами наблюдаются на склоне впадин (четвертый разрез, пересекающий Готландскую впадину, где углы склонов достигают $1-2^{\circ}$). Наименьшие углы склонов — до $0,5'$ — наблюдаются в юго-восточной части Балтийского моря по разрезу 7 от Клайпеды до глубины 100 м. Район Гданьской впадины имеет углы склонов до $30-40'$ на подъемах ко всем берегам.

Исследования глубин с помощью эхолота показали, что наиболее неровное дно наблюдается в северной части Балтийского моря. Здесь даже на глубинах более 100 м эхолот показывает частое изменение глубин. Наиболее крутые склоны до 13° были обнаружены в местах, указанных в табл. 1 и на рис. 3.

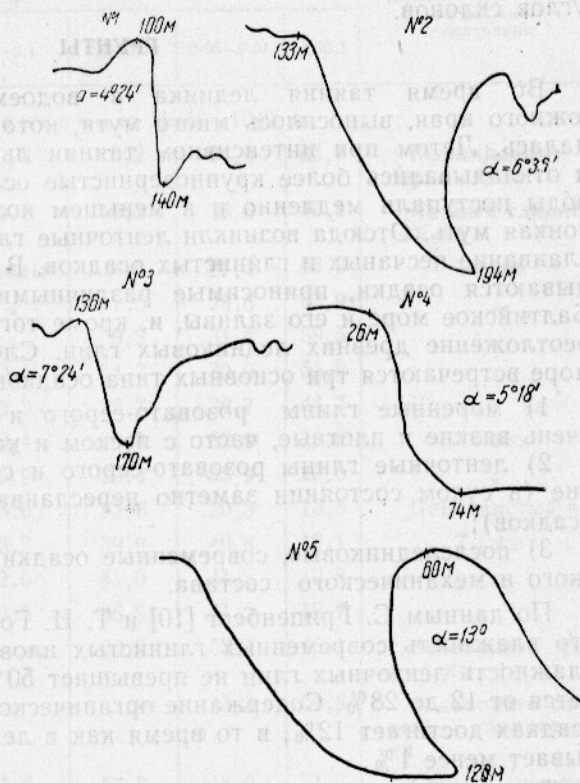


Рис. 3. Эхолотные записи, показывающие резкие изменения глубин в северной части Балтийского моря.

Таблица 1

№	О	Изменение глубины в м	Угол склона
58°58'	20°44'	100—140	4°24'
58°55'	20°15'	133—194	6°36'
58°54,5'	20°13,5'	136—170	7°24'
59°8,2'	22°26'	26—74	6°18'
59°00'	21°50'	60—120	13°00'

При рассмотрении записей эхолота необходимо учесть, что масштабы глубин и расстояния между отдельными точками относятся между собой как 1:22 или 1:23, в зависимости от скорости хода судна. Поэтому показанная эхолотом неровность дна является резко преувеличенной, и для правильного понимания глубин необходимо вычисление углов склонов.

ГРУНТЫ

Во время таяния ледника в водоем, образовавшийся у его южного края, выносилось много мути, которая здесь постепенно осаждалась. Летом при интенсивном таянии льда воды поступало больше и откладывались более крупнозернистые осадки. Зимой, когда тающие воды поступали медленно и в меньшем количестве, осаждалась более тонкая муть. Отсюда возникли ленточные глины, представляющие переслаивание песчаных и глинистых осадков. В современный период откладываются осадки, приносимые различными реками, впадающими в Балтийское море и его заливы, и, кроме того, происходит размыв и перераспределение древних ледниковых глин. Следовательно, в Балтийском море встречаются три основных типа осадков:

1) моренные глины розовато-серого и кирпично-красного цвета, очень вязкие и плотные, часто с песком и камнями;

2) ленточные глины розовато-серого и серого цвета, вязкие и мягкие (в сухом состоянии заметно переслаивание глинистых и песчаных осадков);

3) послеледниковые, современные осадки различного цвета, химического и механического состава.

По данным С. Грипенберг [10] и Т. И. Горшковой [1, 2] установлено, что влажность современных глинистых илов 70—80%, в то время как влажность ленточных глин не превышает 50%, а моренных глин колеблется от 12 до 28%. Содержание органического вещества в современных осадках достигает 12%, в то время как в ледниковых глинах оно часто бывает менее 1%.

Так как на ощупь и по внешнему виду механический состав осадков не всегда можно точно определить, то большинство проб анализируют по методу Осборна [5], при котором весь осадок разделяют по размерам частиц на пять фракций: 1) >1 мм; 2) 1—0,1 мм; 3) 0,1—0,05 мм; 4) 0,05—0,01 мм; 5) $<0,01$ мм.

В зависимости от количества (в %) фракции меньше 0,01 мм осадки подразделяют на следующие группы:

1. Песок с содержанием частиц $<0,01$ мм	от 0 до 5
2. Илистый песок	" " $<0,01$ " " 5 до 10
3. Песчанистый ил	" " $<0,01$ " " 10 до 30
4. Ил	" " $<0,01$ " " 30 до 50
5. Глинистый ил	" " $<0,01$ " " >50

Пески по величине зерен (в мм) делят на следующие виды:

1. Пылеватый песок	— преобладают частицы 0,05—0,1
2. Мелкий	" " " 0,1—0,25
3. Средний	" " " 0,25—0,50
4. Крупный	" " " 0,50—1,0

Во время экспедиций ВНИРО с 1947 по 1957 г. было выполнено около 300 станций. Большинство собранных образцов подверглось механическому анализу. Механический состав осадков Балтийского моря приведен в табл. 2.

Таблица 2

Механический состав осадков Балтийского моря

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции > 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1-0.1	0,1-0,05	0,05-0,01	<00,1	
Э/с „Мерисилл“ 1948-1949 г.								
1	61,5	0-3	—	0,3	9,2	24,8	65,7	Коричневато-серая глина
2	137	0-3	—	0,4	10,2	38,6	50,8	Черный глинистый ил
3	187	0-5	—	Следы	8,8	27,4	63,8	То же
3	—	35-40	—	„	7,5	28,6	63,9	„
4	117	0-5	—	„	9,2	31,3	59,5	„
8	123	0-3	—	0,1	14,3	30,0	55,0	„
9	115	0-3	—	0,3	22,7	32,7	44,3	Черный ил
11	134	0-3	—	0,4	20,8	52,9	25,9	То же
12	80	0-3	—	6,9	29,4	33,9	29,8	„
12	80	12-16	—	13,6	52,6	20,3	13,5	Песчанистый ил
13	73	0-3	—	0,2	39,9	40,8	19,1	То же
14	52	0-3	—	2,0	41,0	44,2	12,8	„
14	52	60-63	—	2,5	36,6	41,2	19,7	„
41	138	0-3	—	Следы	20,2	33,7	45,1	Зеленовато-серый ил
41	138	35-37	—	„	1,9	43,5	54,6	Зеленовато-серый глинистый ил
44	80	0-3	—	11,6	57,8	18,9	11,7	Серый песчанистый ил
44	—	50-52	—	1,9	40,8	37,9	19,4	То же
44	—	70-71	—	1,9	34,5	34,5	29,1	Серый ил
54	85	0-3	—	48,0	25,5	12,8	13,7	Серый песчанистый ил
54	85	23-25	—	0,9	21,8	42,1	32,2	Серый ил
55	82	0-3	—	26,2	60,0	6,4	7,4	Илистый песок
55	82	17-18	—	Следы	13,2	27,4	59,4	Розовато-серая глина
57	96	0-3	—	8,0	15,0	30,0	47,0	Зеленовато-серый ил
57	96	44-46	(3-8)*	5,2	16,4	35,4	43,0	То же
58	96	0-3	—	Следы	14,2	50,3	35,5	„
58	96	55-57	—	„	16,4	45,2	38,4	„
Э/с „Лиепая“ 1949 г.								
93	132	0-3	—	Следы	15,3	18,0	66,7	Розовато-серая глина
94	211	0-3	—	„	13,7	29,1	57,2	Зеленовато-серый глинистый ил
98	44	Верх	(5,0)	24,6	23,7	21,3	30,4	Серая вязкая глина с камнями

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01	
109	53	0-5	(9,6)	42,9	41,4	6,3	9,4	Илистый песок
109	53	50-53	(12,4)	21,4	11,9	23,4	43,3	Розовато-серая глина
115	150	0-3	—	Следы	6,8	44,6	48,6	Черный глинист- тый ил
116	130	Верх	—	"	14,9	38,5	46,6	Темно - серый ил
117	122	0-3	—	"	17,7	36,0	46,3	То же
118	114	Верх	—	"	30,0	40,0	30,0	Серый ил
119	100	0-3	—	"	25,3	38,4	36,3	Зеленовато-се- рый ил
120	60	Верх	(3,8)	59,3	30,3	7,0	3,4	Илистый песок с камнями
120	60	28-30	(9-5)	17,0	9,5	32,4	41,1	Глина с камня- ми
123	70	Верх	—	3,8	33,5	27,4	35,3	Зеленовато-се- рый ил
123	70	58-60	—	2,9	16,1	29,3	51,7	Зеленовато-се- рый глинистый ил
124	86	0-2	—	Следы	20,5	33,1	46,4	То же
125	95	Верх	—	"	10,5	33,3	56,2	"
125	95	85-89	—	"	9,0	34,2	56,8	"
126	144	0-2	(5-9)	49,5	18,1	11,8	20,6	Песчанистый ил
126	144	140-142	(2-1)	2,1	8,3	22,9	66,7	Розовато-серая глина
128	82	0-3	—	0,1	22,2	39,8	37,9	Зеленовато-се- рый ил
129	69	Верх	—	2,3	39,0	39,7	19,0	Песчанистый ил
129	69	65-70	—	Следы	23,4	39,5	37,1	Зеленовато-се- рый ил
137a	80	0-3	(5-3)	79-7	5,6	6,7	8,0	Илистый песок
137a	80	95-96	—	0,7	5,7	41,9	51,7	Глина
138	95	0-3	—	Следы	18,4	44,1	37,5	Зеленовато-се- рый ил
139	115	Верх	—	0,1	15,2	31,8	59,9	Черный глинист- тый ил
139	115	60-62	—	Следы	10,0	42,1	47,9	То же
140	94	Верх	—	"	15,7	49,0	35,3	Черный ил
143	58	"	—	50,9	27,1	11,8	10,2	Серый песча- ный ил
146	82	0-3	—	Следы	21,6	43,3	35,1	Черный ил
147	62	Верх	—	10,2	49,7	23,7	16,4	Песчанистый ил
148	69	"	—	6,5	22,4	35,1	36,0	Коричневато-се- рый ил
149	61	"	—	11,5	45,8	20,2	22,5	Коричневатый песчанистый ил

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции ≥ 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	≤ 0,01	
149	61	28—30	—	12,5	75,8	4,8	6,9	Илистый песок
151	54	0—4	(15,4)	20,5	50,9	24,0	4,6	Верх — песок, низ — глина
153	94	0—2	—	0,3	7,8	48,5	43,6	Черный ил
154	75	0—3	—	1,4	20,6	42,7	35,3	Коричневый ил
154	75	15—20	(1,5)	51,6	30,8	8,8	8,8	Илистый песок с камнями
154	75	56—60	(2,0)	8,8	13,8	33,1	44,3	Глина с камнями
156	78	Верх	—	Следы	12,1	41,2	46,7	Черный глинистый ил
155	78	64—68	—	„	9,8	40,6	40,6	Зеленовато-серый ил
157	68	Верх	—	1,4	12,2	42,8	43,6	Коричневатый ил
157	68	88—90	—	2,0	55,6	30,0	12,4	Зеленовато-серый песчанистый ил
158	70	Верх	—	Следы	13,9	40,8	45,3	Зеленовато-серый ил
159	58	„	—	5,2	75,3	13,3	6,2	Илистый песок
160	53	0—3	—	34,3	57,9	3,1	4,7	То же
161	66	Верх	—	4,7	34,1	33,7	27,5	Зеленовато-серый ил
161	66	70—74	—	12,9	62,7	22,5	11,9	Серый песчанистый ил
162	60	Верх	—	44,0	16,9	22,1	17,0	Коричневый песчанистый ил
171	46	„	(12,2)	33,9	20,2	20,7	25,2	Моренная глина
172	82	„	(8,6)	59,2	12,0	17,3	11,5	Песчанистый ил (4 см)
172	82	100—128	(0,3)	9,0	15,4	29,6	46,0	Розовато-серая глина (119 см)
173	79	0—2	—	2,7	25,4	40,5	31,4	Зеленовато-серый ил
173	79	34—36	—	4,4	38,8	31,9	24,9	Зеленовато-серый песчанистый ил
178	—	Верх	(32,0)	92,2	4,1	1,7	2,0	Песок и камни
178	—	5—7	(7,0)	16,2	20,1	21,5	42,2	Моренная глина
181	122	0—3	—	Следы	10,3	27,7	62,0	Черный глинистый ил
181	122	50—51	—	2,4	15,1	30,2	52,3	Розовато-серая глина
181	122	100—117	(0,7)	1,8	3,2	7,9	87,1	То же
182	123	Верх	—	3,2	20,6	33,7	42,5	Темно-серый ил

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции > 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01	
183	141	0—4	—	Следы	2,6	22,4	75,0	Зеленовато-серый глинистый ил
184	128	0,4		2,3	11,6	40,1	46,0	То же
189	49	3—13	(5,8)	49,4	27,7	12,5	10,4	Илистый песок, ниже—моренная глина
193	57	Верх	(4,4)	62,5	26,5	6,0	5,0	Песок с камнями
193	57	5—7	(3,4)	13,0	14,8	26,2	46,0	Зеленовато-серая глина
193	57	38—40	(2,7)	1,7	0,3	8,5	89,5	Розовато-серая глина
195	62	0—3	—	5,3	44,9	36,6	13,2	Серый песчанистый ил
197	70	Верх	(0,6)	91,5	5,5	1,7	1,3	Мелкий песок
197	70	2—6	(3,7)	11,0	9,0	19,4	60,6	Розовато-серая глина
197	70	55—58	(6,2)	40,2	13,8	14,3	31,7	Кирпичная глина

С РТ-129 1955 г.

2	140	0—3	—	0,5	5,8	42,9	50,8	150 см ил
3	126	0—3	(40,5)	18,3	7,0	21,7	53,0	Глина
4	160	0—3	—	—	1,5	25,2	73,3	Глина
5	99	0—3	(12,26)	72,0	6,4	9,7	11,9	Илистый песок, низ—глина
6	102	0—3	—	2,7	11,8	39,6	45,9	Глинистый ил
7	94	0—20	—	1,4	14,5	22,4	61,7	Глина
7	94	120—139	—	2,2	2,2	10,8	84,8	Глина
8	125	0—3	—	0,3	5,1	39,4	55,2	Глинистый ил
10	136	0—3	(2,7)	70,0	8,0	6,7	15,3	Песчанистый ил
11	58	0—3	(36,8)	40,6	13,4	20,7	25,3	Моренная, розовато-серая глина
12	68	0—3	(29,3)	82,0	5,2	6,7	6,1	Илистый песок
12	68	5—20	(6,5)	13,3	9,0	14,6	63,1	Розоватая глина
12	68	32—45	(13,4)	45,8	20,2	15,1	18,9	Моренная глина с песком
15	110	0—20	—	1,8	4,6	32,4	61,2	Черный глинистый ил
19	72	0—3	—	20,5	46,8	22,2	10,5	Песчанистый ил
22	61	0—3	—	10,7	56,8	23,6	8,9	То же

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции > 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01	
Э/с „Аранда“ 1956 г.								
39	105	Верх	—	2,6	34,5	31,2	31,7	Ил
40	63,5	„	—	15,2	33,8	35,1	15,9	Серый песчаный ил
40	63,5	10 м	—	2,1	2,5	23,7	71,7	Глинистый ил
41	91,5	Верх	—	—	25,3	29,1	45,6	Серый ил
41 а	142,5	„	—	2,2	8,2	25,7	63,9	Серый глинистый ил
41 б	119,5	„	—	—	18,5	33,5	48,0	Серый ил
42	143	„	(0,6)	2,5	8,0	10,0	79,5	Ленточная глина
42	143	10 м	(5,22)	16,0	20,7	14,85	48,5	Глина
43	70	Верх	(42,1)	31,0	18,2	26,7	24,1	Ил с песком и камнями
44	70,5	„	(1,0)	1,6	12,2	14,7	71,5	Ленточная глина
48	80	„	—	—	29,7	37,1	33,2	Ил
48	80	10 м	—	—	10,8	18,4	70,8	Ленточная глина
50 а	114	Верх	—	—	19,7	36,0	44,3	Серый с черным ил
51	134	„	(5,7)	0,7	2,6	11,5	85,2	Глина с камнями
51	—	2,5 м	—	—	21,3	16,4	62,3	То же
52	99	Верх	—	—	4,8	36,9	58,3	Зеленовато-серый с черным пористый глинистый ил

С Р Т-4309 1957 г.

46	127	0—2	—	—	11,8	33,5	54,7	Зеленовато-серый глинистый ил
50	86	0—2	—	10,7	81,2	7,1	1,0	Пылеватый песок, низ — глина
52	90	0—3	—	—	11,4	49,4	39,2	Желтоватый ил
53	40	Верх	—	83,0	7,2	3,0	6,8	Илистый песок
55	110	0—8	—	0,5	10,4	36,0	53,1	Черный глинистый ил
58 а	87	0—5	(15,1)	76,1	10,1	5,5	8,3	Илистый песок
59	87	0—1	(18,0)	45,8	28,6	10,4	15,2	Песчанистый ил с конкрециями
62	92	0—2	—	—	10,2	39,6	50,2	Зеленовато-серый глинистый ил
73	83	0—4	—	—	9,0	39,5	51,5	Черный глинистый ил
78	62	0—16	—	—	43,1	28,7	28,2	Зеленовато-серый ил

№ станции	Глубина в м	Слой в см	Фракции > 1 мм в %	Состав фракций меньше 1 мм в %				Внешний вид грунта во влажном состоянии
				1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01	
80	43	0-3	—	7,9	27,5	31,7	32,9	Зеленовато-серый ил
81	43	Верх	—	76,6	13,5	2,2	7,7	Илистый песок мелкий
82	76	0-2	—	0,2	10,3	43,4	46,1	Верх (2 мм) коричневатый, ниже — зеленовато-серый с черным ил
88	45	0-10	—	7,5	26,9	33,4	32,2	Зеленовато-серый ил
88	45	70-77	—	0,8	41,6	31,3	25,3	То же
89	45	0-3	—	0,3	25,5	38,1	36,1	Черный ил

* Частицы > 1 мм не входят в 100%, поэтому их значения поставлены в скобки. Таблица составлена для фракций < 1 мм.

Как показали анализы, самыми тонкозернистыми осадками являются розовато-серые ленточные глины и более поздние переотложенные глины, отличающиеся во влажном состоянии значительной вязкостью и плотностью.

В ленточных глинах благодаря наличию более грубозернистых прослоек иногда встречаются песчаные частицы размером от 1 до 0,1 мм. Моренные глины, включающие песок и камни, содержат еще больше песчаных частиц (1-0,1 мм) и частиц > 1 мм, поэтому по классификации осадков, основанной на содержании фракции меньше 0,01 мм, моренные глины иногда подходят под название «ил и песчаный ил».

На основании наших анализов и имеющихся литературных данных составлена схема распределения грунтов Балтийского моря (рис. 4)*.

В отличие от навигационных карт, где дается буквенное обозначение осадков, соответствующее только точкам взятия пробы, на грунтовых картах показано распределение осадков, согласно имеющимся пробам грунта и рельефу дна [6].

Самый мягкий осадок — глинистый ил заполняет Борнхольмскую, Гданьскую, Готландскую и Северную впадины. Ландсортская впадина на глубинах 150—200 м и больше также покрыта глинистым илом [8].

В Борнхольмской впадине на глубинах до 40 м глинистый ил окружен илом черного и серого цвета. В Гданьской впадине на глубинах свыше 100 м расположен глинистый ил. К северо-востоку от него на глубинах свыше 70 м залегает второе пятно глинистого ила. К югу и северу от этих пятен залегает ил, а между ними предполагается наличие конечной морены [12], поэтому этот район требует дальнейшей тщательной детализации. В Готландской и Северной впадинах глинистый ил залегает на глубинах больше 140 м. Вокруг глинистого ила на глубинах от 100 до 140 м залегают илы серого и черного цвета.

* На схеме не показано распределение грунтов в заливах Балтийского моря, так как для них составлены отдельные грунтовые карты. Кроме того, грунты, залегающие в прибрежной зоне на глубинах менее 20 м, нами почти не обследованы. Детальные данные по грунтам прибрежной зоны южной Балтики даны в работе А. Климая [7].

Песчанистый ил широко распространен в восточной и северной частях северной Балтики на глубинах 60—100 м. Наиболее широкая полоса этих осадков обнаружена на северо-востоке против Ирбенского пролива.

Илистый песок залегает преимущественно на глубинах менее 40 м.

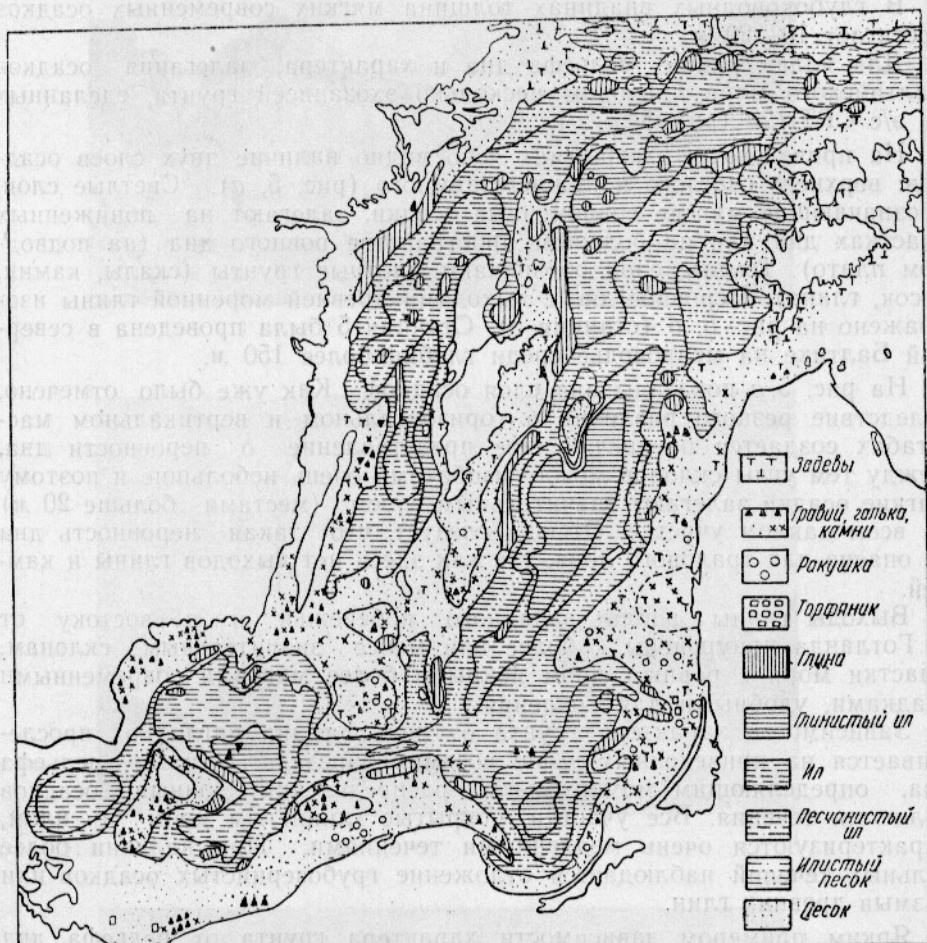


Рис. 4. Схема верхнего слоя осадков Балтийского моря:

Средний и мелкий песок покрывает мелководные прибрежные районы. Наиболее широкая полоса песков обнаружена вдоль польских берегов, где изобата 20 м далеко отходит на север. Широкая полоса песка обнаружена вдоль восточного берега, особенно в районе Клайпеды, где изобата 50 м отходит в глубь моря далеко от берега.

Все мелководья у о-вов Борнхольма, Готланда, у банки Штольпе, Южной и Северной Средних и береговая зона к югу от Лиенаи покрыты крупным песком, гравием, галькой и крупными камнями. Грубозернистые осадки залегают также вдоль о. Эланда и у побережья к юго-западу от этого острова.

Глина. В Балтийском море основой, на которой залегают современные осадки, в большинстве случаев являются моренные отложения, поэтому на возвышенных местах наблюдаются выходы моренной глины. Они обнаруживаются непосредственно на дне моря или лежат под тонким слоем другого грунта, обычно илистого песка, который

является продуктом размыва ледниковой глины и достигает толщины 1,5—10 см. Поэтому, помимо осадков верхнего слоя, на схеме указаны также отдельные участки ледниковых глин, выходящих на поверхность дна или залегающих под слоем других осадков толщиной до 10 см.

В северной Балтике выходы ледниковых глин указаны также внутри изобаты 150 м.

В глубоководных впадинах толщина мягких современных осадков достигает 10—20 м.

Для иллюстрации рельефа дна и характера залегания осадков Балтийского моря приводим несколько эхозаписей грунта, сделанных на э/с СРТ-129 (рис. 5, а, б).

На приведенных эхограммах ясно видно наличие двух слоев осадков: верхнего светлого и нижнего темного (рис. 5, а). Светлые слои, обозначающие мягкие современные осадки, залегают на пониженных участках дна или на большом пространстве ровного дна (на подводном плато). Темные слои обозначают плотные грунты (скалы, камни, песок, глина). Неровное дно с выходами древней моренной глины изображено на рис. 5, б (станция 5). Станция 5 была проведена в северной Балтике на мелководье среди глубин более 150 м.

На рис. 5, в показаны два слоя осадков. Как уже было отмечено, вследствие резкого различия в горизонтальном и вертикальном масштабах создается преувеличенное представление о неровности дна, между тем углы склонов между изобатами очень небольшие и поэтому мягкие осадки залегают значительным слоем (местами больше 20 м) на всем данном участке. Отсюда следует, что такая неровность дна не опасна для тралового лова, так как здесь нет выходов глины и камней.

Выходы глины вдоль западного побережья и к востоку от о. Готланда приурочены к более или менее значительным склонам. Участки моря с ровным дном покрыты более мягкими современными осадками, удобными для траления.

Зависимость характера грунта от рельефа дна наглядно прослеживается на приведенных выше восьми разрезах. Помимо рельефа дна, определяющим моментом в распределении донных осадков являются течения. Все участки, покрытые глинистым илом и илом, характеризуются очень медленными течениями. При наличии более сильных течений наблюдается отложение грубозернистых осадков или размыв древних глин.

Ярким примером зависимости характера грунта от рельефа дна и течений может служить желоб между банками Штольпе и Южной Средней. В южной части этого желоба наблюдается сильное течение, а в северной — очень слабое, поэтому в северной части идет накопление современных осадков — ила и песчанистого ила, а в южной части желоба происходит размыв древней глины.

Подстилающие моренные глины были прослежены по разрезу 8 и на подъемах к банке Северной Средней, где, по всей вероятности, также имеется сильное течение или ввиду малых глубин сказывается волнение.

Вторым примером резкой смены грунтов при изменении рельефа дна может служить южная часть Готландской впадины. Восточная часть этого района на глубинах свыше 114 м покрыта мягким темно-серым илом. В западной части на глубине 106 м под слоем песчанистого ила залегает моренная розовато-серая глина с камнями, что показывает непригодность этого района для тралового лова.

Многочисленные участки глины, отмеченные вдоль восточного берега Балтийского моря, также приурочены к более или менее значительным склонам у изобаты 70 м и к более сильным течениям.

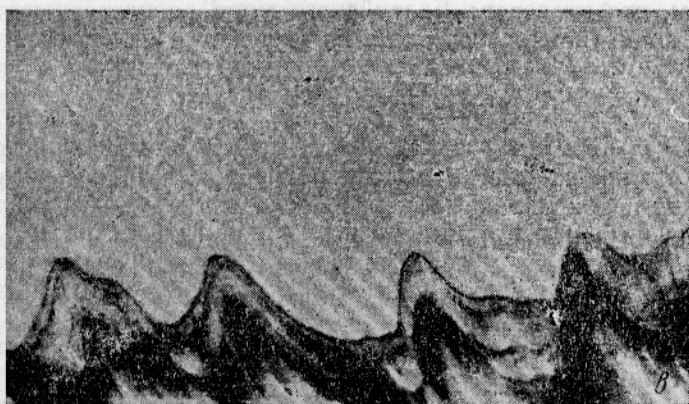
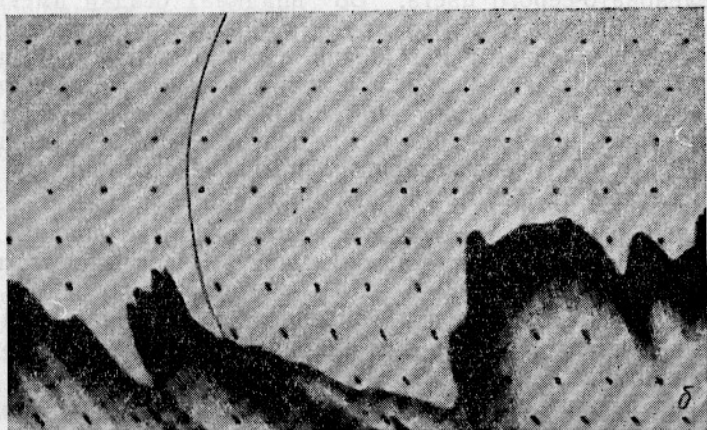
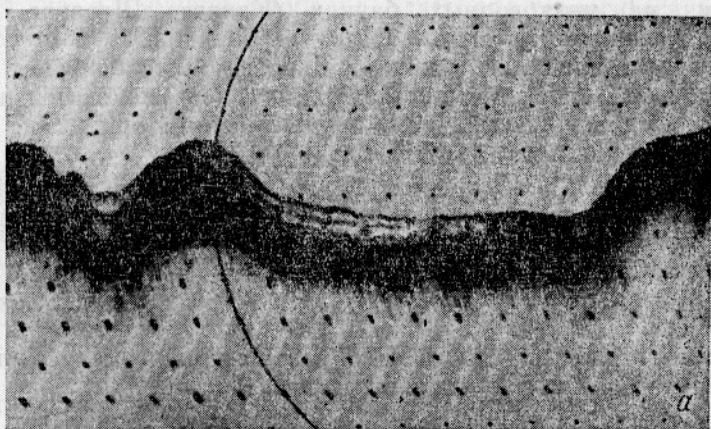


Рис. 5. Эхограммы записей грунта на участках с неровным дном в северной части Балтийского моря.

Наибольшее количество камней обнаружено вдоль берегов о. Хиума и о. Сарема в юго-восточной части Балтийского моря. На глубинах менее 20 м, на мелководных банках (Клинте, Штольпе, Южной и Северной Средней), на мелководье у о. Борнхольма и о. Готланда, а также в прибрежной зоне к югу от Лиепайи. Ввиду большого количества камней здесь отмечено много аварий тралов, следовательно, районы эти непригодны для тралового промысла теми орудиями, которые до сих пор применяются.

Ракушечник в Балтийском море встречается в очень незначительном количестве. Больше всего его у о. Борнхольма, на банке Южная Средняя и на мелководье вдоль восточного берега.

В районе Клайпеды и в юго-восточной части Гданьской бухты встречается много кусков торфа яйцевидной или лепешковидной формы.

Железо-марганцовые конкреции в большом количестве были обнаружены только в районе о. Борнхольма.

В юго-восточной части Балтийского моря на глубинах от 60 до 80 м верхний слой осадков имеет коричневатый-серый цвет; толщина этого слоя от 1 мм до 2 см. На остальной части моря верхний слой осадков зеленовато-серого цвета. Во впадинах осадки имеют темно-серую окраску, содержат много влаги и богаты органическим веществом [1], обуславливающим образование газов, отчего эти осадки часто приобретают пористую структуру. Наличие большого количества газообразных веществ во впадинах неблагоприятно сказывается на жизни донных животных, поэтому биомасса бентоса во всех впадинах, по данным А. Т. Шурин, очень незначительна и резко отличается по качественному составу от фауны мелководных районов [4].

Эти темно-серые пористые осадки, залегающие во впадинах, также препятствуют тралению, так как они часто засасывают траловые доски.

Исследование колонок грунта показало, что механический состав осадков по вертикали в различных районах Балтийского моря изменяется по-разному.

В северной части моря отмечается укрупнение осадков в направлении к верхнему слою (станция 44), в южных районах, наоборот, по мере углубления осадки становятся более пудрообразными (станции 147, 149, 154, 156, 157) (табл. 2). Такое изменение осадков свидетельствует о том, что на севере Балтийского моря до настоящего времени происходит поднятие морского дна, на юге же — опускание.

ВЫВОДЫ

1. Наряду с большим разнообразием глубин для Балтийского моря характерен различный состав и возраст грунтов. Наиболее резко отличаются между собой моренные осадки, ленточные глины и современные осадки. Моренные и ленточные глины ледникового возраста характеризуются небольшим содержанием влаги и органического вещества [1, 2]. Типичные свойства их — вязкость и плотность, в связи с чем эти осадки часто опасны для траления.

Современные осадки имеют различный механический и химический состав, а также цвет. Для глинистого ила и ила характерно высокое содержание влаги и органического вещества, обуславливающих образование в этих осадках газообразных веществ, а иногда наличие в них пористой структуры.

Песчаные илы и илистые пески, залегающие на глубинах от 40 до 100 м, наиболее удобны для тралового лова по своим физическим и биологическим свойствам.

2. В северной Балтике до настоящего времени происходит подъем морского дна, а в южной, наоборот, благодаря геологическим условиям в некоторых местах наблюдается его опускание. В связи с этим в северной части моря происходит укрупнение осадков и частый размыв древних глин, а в южной части откладываются более тонкозернистые осадки. Этим, по всей вероятности, и объясняется наиболее частая смена глубин и грунтов в северной части Балтийского моря.

3. Результаты исследований глубин и грунтов Балтийского моря дают первое приближенное представление о распределении участков, удобных и неудобных для траления.

Удобные для траления участки обнаружены преимущественно на глубинах от 40 до 100 м; против Ирбенского пролива, в районе о-вов Хиума и Сарема к западу от каменистых грунтов и в юго-восточной части Балтийского моря, в районе, где пятидесятиметровая изобата глубоко вдается в море почти в строго широтном направлении. В этом случае при постепенном уменьшении глубин обнаруживаются наиболее продуктивные участки с максимальной биомассой бентоса и изобилующие рыбой.

Согласно исследованиям М. В. Федосова, в этих местах происходит подъем глубинных вод, богатых биогенными элементами. Это обстоятельство заставляет обратить особое внимание на сочетание рельефа дна и течений. Если изобата идет перпендикулярно направлению течения, то перед подъемом течение должно замедляться, а следовательно, здесь могут откладываться более мягкие грунты, в которых концентрируется максимальное количество органического вещества. При дальнейшем подъеме на мелководье эти воды выносят с собой большое количество биогенных элементов, что и обуславливает наибольшую продуктивность бентоса, а поэтому места эти являются наилучшими для откорма рыбы.

Неудобны для тралового лова мелководья с глубинами меньше 20 м; сюда относятся мелководья у о-вов Готланда, Борнхольма, Хиума и Сарема, банки Клинте, Штольпе. Южная и Северная Средняя и мелководья, идущие вдоль восточного берега.

На больших глубинах опасны для траления крутые склоны и места, где имеются сильные течения. Здесь обнаруживаются выходы ледниковых моренных глин, часто с примесью песка и камней.

Черные жидкие глинистые илы, залегающие во впадинах, засасывают траловые доски. Для избежания аварии требуется особенная опытность капитанов при спуске трала.

4. Для детального изучения грунтов необходимо уметь хорошо расшифровывать все записи эхолота. Для того чтобы можно было точно указать участки моря, удобные и неудобные для рыбного промысла, необходимо знать, при каких углах склонов можно удачно тралить обычными способами, при каких применять бобинцы и, наконец, при каких углах склонов тралить опасно.

После детального изучения грунтов с помощью эхолота и сбора осадков необходимо составить таблицу соотношений записей эхолота и характера осадков. До настоящего времени это еще не сделано и является одной из очередных задач исследователей.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горшкова Т. И., Натуральная влажность, карбонаты и органическое вещество как индикаторы условий осадкообразования, Труды ИОАН СССР, т. XVII, 1956.
2. Горшкова Т. И., Химический состав грунтовых растворов Балтийского моря, ДАН СССР, 113, № 4, 1957.
3. Горшкова Т. И., Рельеф и грунты северной части Балтийского моря. Информационный сборник ВНИРО № 1, 1957.
4. Зенкевич Л. А., Фауна и биологическая продуктивность морей, изд. «Советская наука», 1947.

5. Кленова М. В., и Авилов И. К., Инструкция по механическому анализу. Инструкция ГОИНа, № 8, 1933.
 6. Кленова М. В., Геология моря, Учпедгиз, 1948.
 7. Климая Андрей, Места лова южной Балтики (перевод с польского) изд ВНИРО, 1957.
 8. Atlas der Boden Beschaffenheit des Meeres Mittlere Ostsee, N 8, 1941.
 9. Geinitz E., Das Diluvium Deutschlands. Stuttgart, 1920.
 10. Gripenberg S., A study of the Sediments of the North Baltic, 1934.
 11. Henking H., Die Ostseefischerei. Handbuch der Seefischerei Nord-Europas. B., H. 3., 1929.
 12. Ignatius H., On the rate of Sedimentation in the Baltic Sea. Bull. de la Commission geologique de Finlande, N 180, 1958.
 13. Kullenberg B., The piston core Sampler. Hydrograph. Biol. Komm. Ser. 3, 1, 2. 1947.
 14. Lundbeck J., Bodenkarte des Ostsee an der Küste des Samlandes in seiner Bedeutung für die Fischerei. Mitt. d. Deutsch. Seefischerei Ver. XXXY, 7. 274—285, 1929.
 15. Sauramo M., Zur Spätquartären Geschichte der Ostsee. Soc. Geol. de Finlande, № 8, 1934.
-