

УДК 551.464.38(268)

**МАРГАНЕЦ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ****Т. И. Горшкова (ВНИРО)**

Содержание марганца в воде и донных отложениях различных водоемов имеет очень большое значение как с биологической точки зрения, так и в отношении рудообразования. Поэтому за последние годы изучению этого элемента придают очень большое значение как в СССР (Ронов, Ермишкина, 1959), так и в зарубежных странах.

Накопление марганца в осадках зависит от различных факторов, главными из которых являются принос марганца в водоемы впадающими реками, несущими марганец как в растворенном, так и во взвешенном состоянии, а также выделение марганца при выветривании различных минеральных образований на дне моря. Как правило, накопление марганца в осадках морей и океанов наиболее интенсивно идет в гумидной зоне, где речные воды обогащаются гуминовыми кислотами, извлекающими марганец и железо из почвы и изверженных пород, и выносят их в различные водоемы в виде гуматов железа и марганца. При встрече более кислых речных вод с более щелочными морскими и океаническими водами марганец из растворимой закисной формы переходит в более высокие окислы и осаждается вместе с другими минеральными частицами или образует железо-марганцевые конкреции. Однако, если обратиться к морям Советского Союза, омывающим нашу землю с севера и запада, начиная с Чукотского моря и кончая Балтийским, то нетрудно заметить, что накопление марганца в осадках и развитие железо-марганцевых конкреций в разных морях идет по-разному.

Моря Чукотское, Восточно-Сибирское и Лаптевых характеризуются донными осадками зеленовато-серого или желтовато-серого цвета, содержащими, как правило, сотые доли процента марганца и не содержащими железо-марганцевых конкреций.

В Чукотском море, по нашим данным, содержание марганца на глубинах меньше 50 м колеблется от 0,0014% (в песках) до 0,04% (в глинистом иле). На склоне к большим глубинам содержание резко увеличивается: на глубине 131 м оно составляет 0,27%, а на глубине 153 м — 1,82%. В Восточно-Сибирском море илистые осадки центральной части моря содержат 0,03% марганца, а коричневатые-серые илы, залегающие против устья р. Колымы, — 0,11%.

В море Лаптевых, в мелководной части моря марганец в осадках составляет также сотые доли процента; только против устья рек его концентрация несколько увеличивается. При переходе к большим глубинам содержание марганца, так же как и в Чукотском море, увеличивается до 2%.

Совсем другую картину по накоплению марганца представляют моря Карское, Баренцево, Белое и Балтийское.

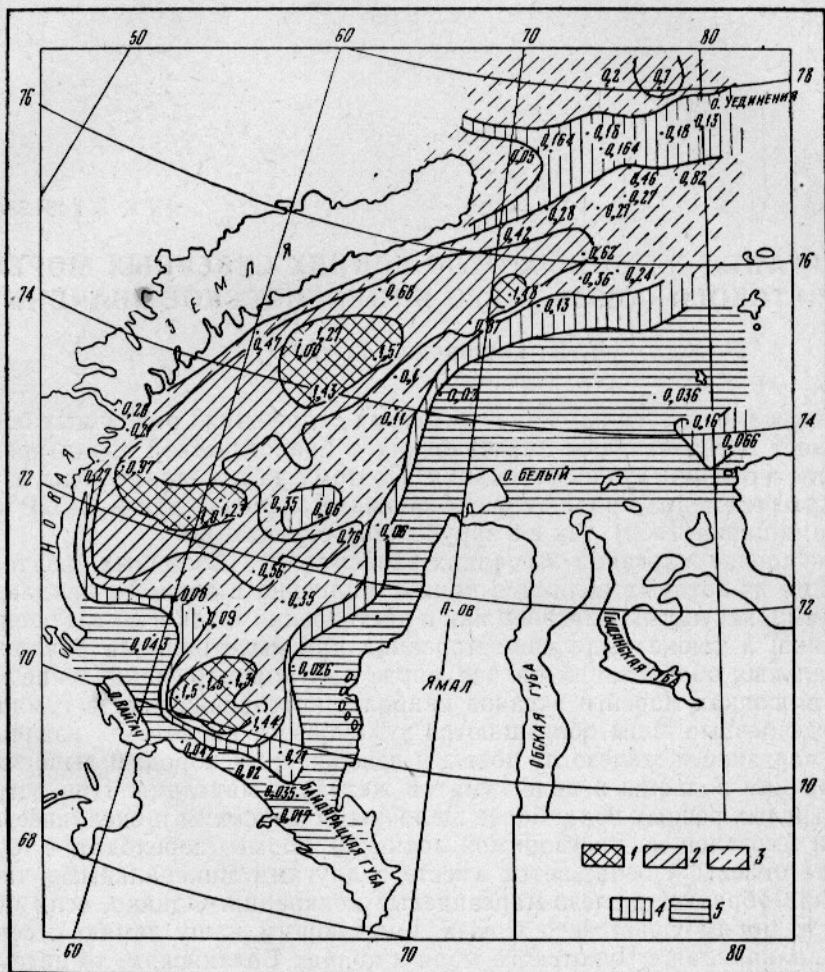


Рис. 1. Процентное содержание марганца в верхнем слое осадков Карского моря (по Т. И. Горшковой):

1 — более 1,0; 2 — 1,0—0,5; 3 — 0,5—0,2; 4 — 0,2—0,05; 5 — менее 0,05.

Работами различных ученых (Горшкова, 1931, 1957; Самойлов и Горшкова, 1924; Пахомова, 1948;) было установлено, что содержание марганца в осадках Карского моря колеблется от 0,017 до 1,57, причем наименьшие количества марганца содержат зеленовато-серые и желтовато-серые грубозернистые осадки прибрежной зоны и мелководья, расположенного в восточной части моря. Осадки глубоководного принозовельского желоба содержат повышенное количество марганца, достигающие в отдельных участках от 1,0 до 1,57% (рис. 1). Концентрация марганца в осадках находится в прямой зависимости от

содержания мелкой фракции. Помимо донных отложений, в Карском море обнаружено большое количество железо-марганцевых конкреций. По мнению Норденшельда, обнаружившего железо-марганцевые конкреции во время экспедиции на «Вега» в 1878—1880 гг. (перевод Барановского, 1881), количество конкреций было таково, что с выгодой могло бы использоваться для выплавки чугуна и выделки железа. Содержание железа в конкрециях Карского моря колеблется от 9 до 16%, а марганца от 9 до 31%. Как правило, распределение конкреций приурочено к переходной зоне от илов к песчаным илам.

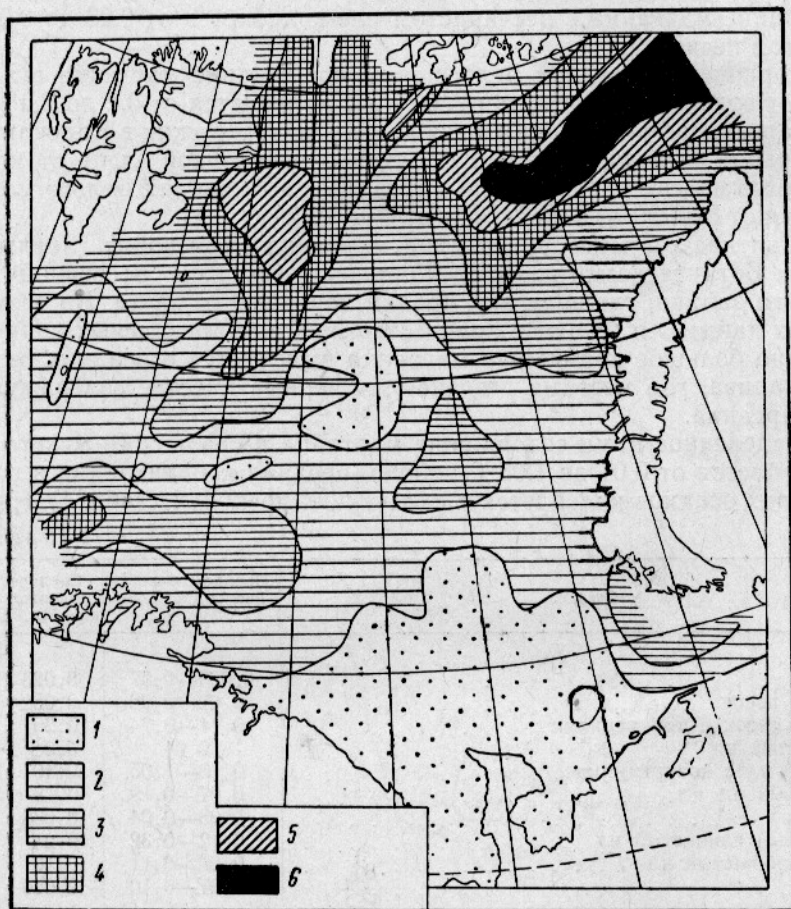


Рис. 2. Процентное содержание марганца в осадках Баренцева моря (по А. С. Пахомовой):

1 — менее 0,02; 2 — 0,02—0,03; 3 — 0,03—0,05; 4 — 0,05—0,10; 5 — 0,10—0,30; 6 — 0,30.

В Баренцевом море коричневые илы, обогащенные марганцем и железо-марганцевыми конкрециями, залегают в северной части моря между землей Франца-Иосифа и 76-й параллелью (Вебер, 1908; Горшкова, 1931; Пахомова, 1948). Наибольшее количество марганца (от 0,3 до 1,0%) было обнаружено в глубоководном желобе между архипелагом Земли Франца-Иосифа и северной оконечностью Новой Земли (рис. 2).

К югу от 76° с. ш. в Баренцевом море залегают зеленовато-серые осадки, содержание марганца в которых составляет меньше 0,05%. Как и для других районов, накопление марганца здесь связано с фракцией

$<0,01$ мм, поэтому наименьшее количество марганца ($<0,02\%$) содержат песчанистые илы центральной возвышенности и южной части Баренцева моря.

В Белом море, подобно Карскому, марганец в осадках составляет очень значительный процент, отчего осадки окрашены в коричневый цвет. Они занимают весь центральный бассейн Белого моря, а также Двинский и Кандалакшский заливы (Горшкова, 1931; Пахомова, 1948). В мелководном Онежском заливе, дно которого покрыто в большей части песчанистыми осадками зеленовато-серого и желтовато-серого цвета, содержание марганца в песчанистом иле колеблется от 0,03 до 0,05%, а в илистом песке $<0,03\%$.

В коричневых осадках Белого моря содержание марганца в зависимости от содержания фракции $<0,01$ мм колеблется от 0,2 до 2,0%. Железо-марганцевые конкреции располагаются, так же как в Карском море, отдельными пятнами, главным образом в переходной зоне от илов к песчанистым илам. Содержание марганца в конкрециях Белого моря колеблется от 8 до 20%, а железа — от 6 до 19,7%.

В Балтийском море накопление марганца происходит главным образом в Ботническом, Рижском (Горшкова, 1961) и восточной части Финского залива, где залегают осадки коричневого цвета. Во всех этих районах найдено и большое количество железо-марганцевых конкреций. Особенно большое количество марганца выделяется в осадках Ботнического залива, где местами встречаются черные пласты, содержащие до 22% марганца.

Определенное нами содержание марганца в осадках Рижского залива колеблется от 0,01 до 1,05%, причем средняя концентрация в различных типах осадков колеблется в следующих пределах (табл. 1) (рис. 3).

Таблица 1

Осадок	Пределы колебаний содержания Мп, %	Среднее содержание Мп, %	Число проб
Песок	0,006—0,07	0,028	11
Илистый песок	0,02—0,06	0,032	12
Илистый песок с конкрециями	0,14—0,74	0,26	5
Песчанистый ил	0,04	0,04	1
Песчаный ил с конкрециями	0,13—1,05	0,40	5
Коричневый ил	0,07—0,19	0,13	10
Черный ил	0,03—0,04	0,035	2
Коричневый глинистый ил	0,12—0,32	0,21	5
Черный глинистый ил	0,09—0,11	0,10	3
Глина	0,01—0,10	0,058	9

Из табл. 1 видно, что накопление марганца в осадках Рижского залива находится в прямой зависимости не только от механического состава, но также и от наличия железо-марганцевых конкреций. Последние обычно встречаются в виде шариков диаметром от 0,5 мм до 1,0 см. При отборе пробы осадка для анализа часть мелких железо-марганцевых конкреций остается в пробе, поэтому содержание марганца в песчанистых осадках иногда бывает больше, чем в глинистом иле. Количество марганца в подстилающих черных илах снижается по сравнению с верхним коричневым слоем, так как осадки Рижского залива содержат значительный процент органического вещества (концентрация $S_{орг}$ составляет около 3%), поэтому в нижних слоях в восстановительных условиях марганец переходит в закисные соединения, растворимые в воде. Ледниковые глины также отличаются незначительным содержанием марганца (от 0,01 до 0,1%).

В восточной части Финского залива содержание марганца в осадках изменяется от 0,02 до 0,14%, железа — от 1,61 до 5,82%, а в железо-марганцевых конкрециях количество марганца меняется в пределах от 8,41 до 29,61%, а железа — от 9,01 до 23,23%.

В западной части Финского залива, имеющей широкую связь с Балтийским морем и характеризующейся зеленовато-серыми и темно-серыми осадками, содержание марганца в осадках невелико и равно сотым

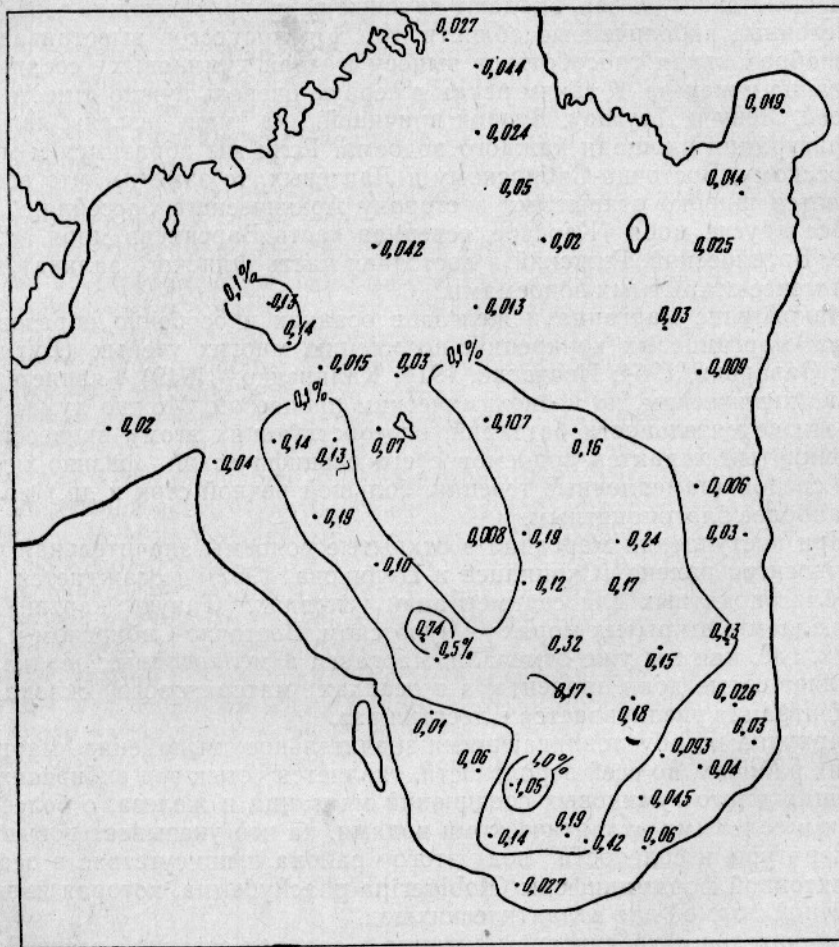


Рис. 3. Процентное содержание марганца в осадках Рижского залива (по Т. И. Горшковой).

долям процента, а железо-марганцевые конкреции обнаружены только в отдельных бухтах.

Осадки собственно Балтийского моря зеленовато-серого и темно-серого цвета; они также содержат сотые доли процента марганца. Резкое отличие представляют осадки, залегающие на наибольших глубинах Готландской впадины, где концентрация марганца доходит до 2% и более. Несмотря на восстановительные условия впадины, обуславливающие отложение осадков черного цвета, содержание марганца в этих осадках оказывается выше, чем в коричневых осадках Карского моря.

Второй участок с обогащением осадков марганцем до 0,73% находится к востоку от о-ва Борнхольм, где развиты илистые осадки. В этом

же районе в песчаных осадках, залегающих на меньших глубинах ближе к о-ву Борнхольм, мы обнаружили в небольшом количестве и железо-марганцевые конкреции.

Столь различное накопление марганца в осадках северных морей Советского Союза обусловлено разными факторами. Содержание марганца в осадках в первую очередь зависит от количества марганца, приносимого реками. В северные моря, омывающие европейскую и азиатскую часть Советского Союза, впадают крупные реки, протекающие через многочисленные заболоченные области, где ход процессов выветривания и почвообразования способствует выносу в моря гуминовых соединений марганца и железа. К таким рекам в первую очередь нужно отнести Обь, Енисей, Лену и Даугаву. Второй причиной, на наш взгляд, является конфигурация площади каждого водоема. Если мы обратимся к морям Чукотскому, Восточно-Сибирскому и Лаптевых, то заметим, что все они являются широко открытыми в сторону Арктического бассейна.

Все другие моря (Карское, северная часть Баренцева моря, Белое море, Ботнический, Рижский и восточная часть Финского залива) являются менее открытыми водоемами.

Накопление марганца и железа в осадках и особенно образование железо-марганцевых конкреций, по мнению многих ученых (Буткевич, 1928; Заварзин, 1964; Исаченко, 1914; Калинин, 1949), является не только химическим, но и биохимическим процессом. Можно думать, что для жизнедеятельности бактерий, способствующих этому процессу, полужамкнутый характер водоемов с его специфической физико-химической средой (замедленные течения, большой речной сток и др.) является наиболее благоприятным.

При поступлении марганца в открытые водоемы значительная часть его уносится далеко (Скопинцев и Цурикова, 1952) и осаждается в более благоприятных для седиментации условиях. Такую картину мы наблюдаем в открытых морях — Чукотском, Восточно-Сибирском и Лаптевых, где, как мы уже отмечали, марганец в мелководных осадках составляет сотые доли процента, а в осадках материкового склона его концентрация увеличивается в десятки раз.

Причинами, обуславливающими значительное выпадение марганца в этих районах, по всей вероятности, является стык вод сибирских рек, несущих много гуминовых соединений марганца и железа, с более теплыми и солеными атлантическими водами, на что указывает повышение температуры и солености вод этого района и присутствие в осадках планктонной фораминиферы *Globigerina phachyderma*, которая является типичной формой для атлантических вод.

Значительное увеличение марганца в осадках северной части Баренцева моря можно также объяснить стыком проникающих сюда обь-енисейских вод с теплыми атлантическими водами (Вебер, 1908; Пахомова, 1948), которые входят в Баренцево море между архипелагом Земли Франца-Иосифа и северной оконечностью Новой Земли и между Шпицбергом и Землей Франца-Иосифа.

В самом Арктическом бассейне, по данным Белова и Лапиной (1961), содержание марганца в осадках колеблется от 0,1 до 1,0%, причем осадки, содержащие наибольшее количество марганца — от 0,5 до 1,0%, располагаются вдоль западного склона хребта Ломоносова и на материковом склоне Восточно-Сибирского и Чукотского морей, что отмечалось и на основании наших исследований.

Исследование вод Ботнического залива, проведенное финским ученым Королевым (1947), и вод Балтийского моря, проведенное нами (Горшкова, Ородовский, 1964), показало, что воды Ботнического залива

содержат до 16 мг/л марганца, что значительно превышает среднее количество марганца в морской воде. Поверхностные воды, выходящие из Ботнического залива, содержат значительно больше марганца, чем воды, выходящие из Финского залива. Особенно обогащенными марганцем оказались придонные воды Готландской впадины, в которых содержание марганца доходило до 924 мг/л. Этот участок Балтийского моря является основным местом стыка североморских вод с водами Ботнического залива, что, по нашему, мнению, является основной причиной выпадения марганца в осадки в этом районе. Проведенные нами определения марганца по длине колонки грунта, взятого в том же районе, показали периодичность накопления марганца в различных слоях осадков, что по всей вероятности связано с различным количеством поступающих вод из Ботнического залива и Северного моря и газовым составом придонных вод.

Такова картина накопления марганца в осадках северных морей и ее основные причины.

Если мы обратимся к донной фауне этих морей, то заметим, что количество и видовой состав донного населения также резко отличны в морях с коричневыми осадками, обогащенными марганцем, и в морях с зеленовато-серыми осадками, содержание марганца в которых не превышает сотых долей процента. В морях Чукотском, Восточно-Сибирском и Лаптевых, как сообщают многие авторы и показали наши собственные наблюдения во время экспедиции Арктического института в 1946 г., в состав бентоса этих морей входят в большом количестве моллюски, амфиподы, черви и др. (Макаров, 1937; Ушаков, 1936). По данным В. В. Макарова, в южной части Чукотского моря на 1 м² приходится от 18 до 198 моллюсков, от 18 до 688 червей и от 0 до 53 245 амфипод, что составляет от 3 до 93% моллюсков, от 18 до 79,6% червей и от 0,4 до 86% амфипод по отношению к весу всей фауны. Резкие колебания числа животных объясняются различными условиями обитания (глубиной, механическим составом грунта, соленостью, температурой и т. д.).

Состав донной фауны южной части Баренцева моря, покрытой зеленовато-серыми осадками, содержащими сотые доли процента марганца, яснее виден из таблицы по распределению фауны в различных районах, составленной нами по данным Л. А. Зенкевича и В. А. Броцкой (1939).

Таблица 2

№ района	Район	Биомасса, г на 1 м ²	Инфауна, г на 1 м ²	Эпифауна, г на 1 м ²	Проценты об общей биомассы					
					моллюски	черви	иглоко- жие	ракооб- разные	губки	прочие
1	Юго-западный	39,5	26,6	12,9	—	—	—	—	Преобладают	—
2	Центральный	85,5	67,7	17,8	26,4	38,7	25,3	1,3	5,3	3
3	Приновоземельский	220,7	180,5	40,8	61,7	15,7	11,5	5,2	0,6	5,3
4	Канино-Печорский	153,8	74,3	79,5	58,8	6,5	6,5	15,6	2,7	9,9
5	Северный	30,0	5,2	24,7	26,4	20,6	38,3	4,0	1,0	9,7

Как видно из табл. 2, количество биомассы бентоса Баренцева моря в разных районах различно (рис. 4), но преобладание инфауны, и в частности моллюсков, в южной части моря ясно заметно.

В северном районе, где залегают коричневые осадки различных оттенков (от светло- до темно-коричневых), общее количество биомассы бентоса резко отличается почти от всех южных и центральных районов.

Количество эпифауны здесь значительно превосходит количество инфауны, моллюски составляют меньший процент, чем в Приновоземельском и Канино-Печорском районе; преобладающими из всех животных являются иглокожие.

Чтобы иметь представление о фауне Карского моря, коричневые грунты в котором обогащены значительным количеством марганца и занима-

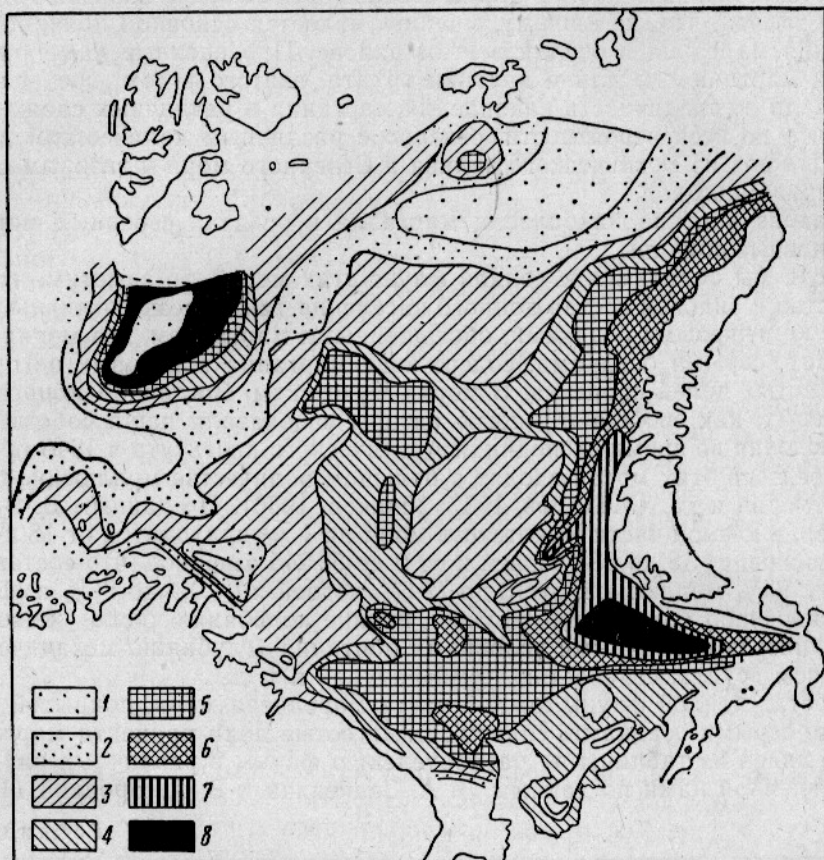


Рис. 4. Распределение биомассы бентоса в Баренцевом море в $г/м^2$ (по В. А. Броцкой и Л. А. Зенкевичу с дополнениями З. А. Филатовой):
 1 — 10; 2 — 10—25; 3 — 25—50; 4 — 50—100; 5 — 100—200; 6 — 200—300; 7 — 300—500; 8 — 500.

ют большую часть моря, обратимся к схеме распределения биоценозов донной фауны Карского моря, составленной З. А. Филатовой и Л. А. Зенкевичем (рис. 5).

По их данным все бентосные биоценозы Карского моря можно разбить на две группы: биоценозы открытого моря и биоценозы прибрежных мелководий. Биомасса бентоса в биоценозах первой группы значительно ниже ($3—5 г/м^2$) по сравнению с мелководными районами ($50—300 г/м^2$). Часто резко преобладающими над другими формами в ней являются иглокожие и большое количество песчаных корневожек.

Во второй зоне, охватывающей мелководья, покрытые серыми песчанистыми осадками, содержащими сотые доли процента марганца, преобладающими формами являются различные моллюски, крупные ракообразные, а также эпифаунные полихеты (Филатова и Зенкевич, 1957).

В Белом море донное население мелководного Онежского залива, покрытого по преимуществу песчанистыми осадками зеленовато-серого или желтовато-серого цвета, также резко отличается от бентоса глубоководной центральной части Белого моря, коричневые илы которой содержат до 2% марганца. В Онежском заливе биомасса бентоса на большей части площади составляет от 100 до 500 г/м² и больше с резким

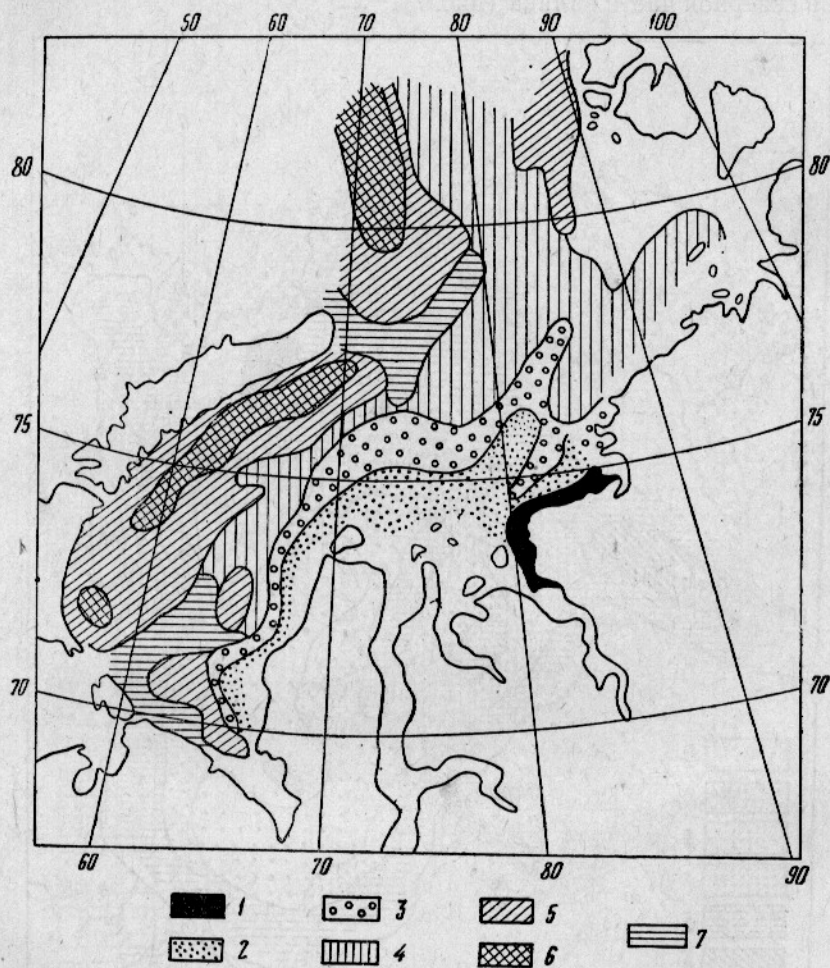


Рис. 5. Схема распределения биоценозов донной фауны Карского моря (по З. А. Филатовой и Л. А. Зенкевичу):

1 — *Portlandia aestuariorum*; 2 — *Portlandia arctica*; 3 — *Astarte borealis placenta*; 4 — *Ophiocten sericeum*; 5 — *Ophiopleura borealis*; 6 — *Ophiopleura — Elpidia*; 7 — *Spiochaetopterus typicus* (баренцевоморский).

преобладанием двустворчатых моллюсков (Иванова, 1957), а в глубинной части моря биомасса бентоса в среднем составляет 20 г/м² (Зенкевич, 1927, 1963). Доминирующими формами являются *Portlandia arctica* и *Leda pernula*, а из иглокожих *Asterias lincki* и *Ophiacantha bidentata*.

Заливы Балтийского моря — Ботнический и Рижский, в которых наблюдается большая концентрация марганца как в самом грунте, так и в железо-марганцевых конкрециях, отличаются также малым количеством биомассы бентоса, особенно в их глубоководных частях. По данным

А. Т. Шурин (1953, 1960), биомасса бентоса в Рижском заливе составляет в прибрежных районах до 100—150 г/м², а в центральной части снижается до 1 г/м² (рис. 6). На глубинах до 20 м, как правило, преобладают двустворчатые моллюски (*Mya*, *Macoma*, *Cardium*) (Шурин, 1961). Ареал распространения *Macoma baltica* несколько шире, чем других моллюсков, поэтому она встречается и на несколько больших глубинах в северной части залива (рис. 7).

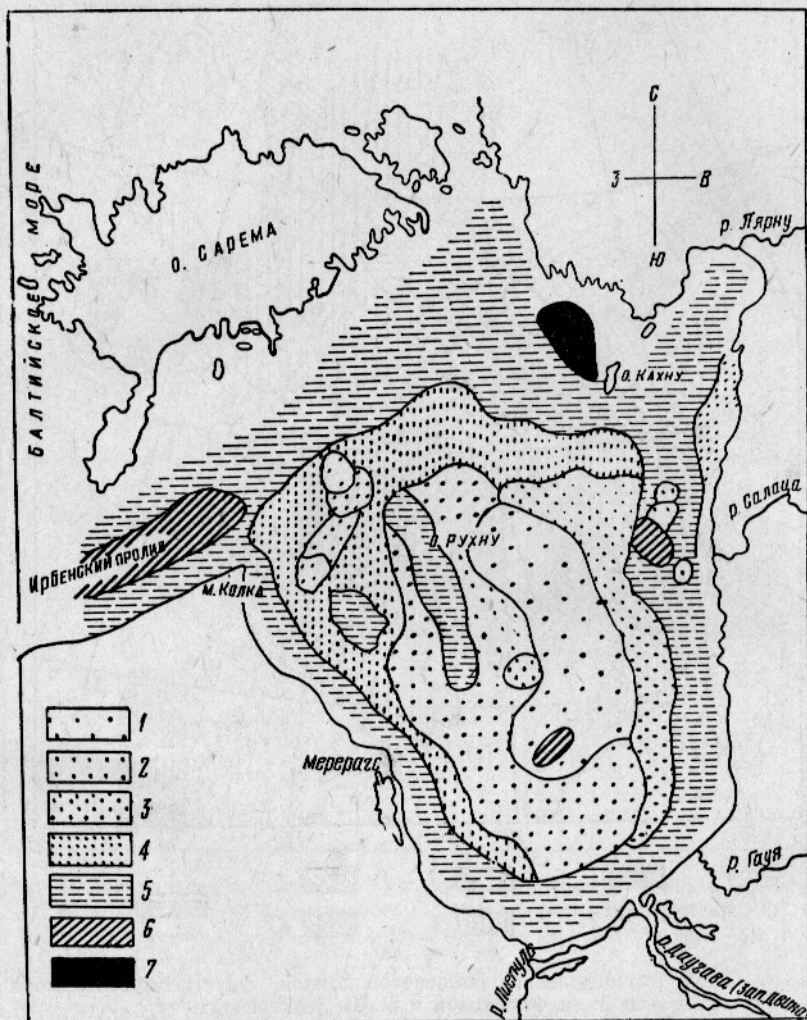


Рис. 6. Схема распределения биомассы бентоса Рижского залива во второй половине лета 1946—1951 гг. в г/м² (по А. Т. Шурин):
 1 — менее 1; 2 — 1—10; 3 — 10—20; 4 — 20—30; 5 — 30—100; 6 — 100—200
 7 — 200.

Наиболее широкое распространение на глубинах от 20 до 40 м имеет *Pontoporeia affinis*, а на более глубоких местах *Pontoporeia femorata*. Так как в Рижском заливе за последние пять лет ежегодно велись бентосные и грунтовые съемки, было установлено, что при различном газовом режиме придонного слоя происходят изменения как в количественном и качественном составе фауны, так и в содержании марганца в грунтах и грунтовых растворах (Горшкова, 1961).

Таким образом, на основании изучения всех морей Советского Союза видно, что в северных морях, имеющих широкое сообщение с Арктическим бассейном, покрытых зеленовато-серыми осадками, как правило, развивается многочисленная разнообразная фауна, в которой часто преобладающее значение имеют моллюски, обладающие довольно толстым

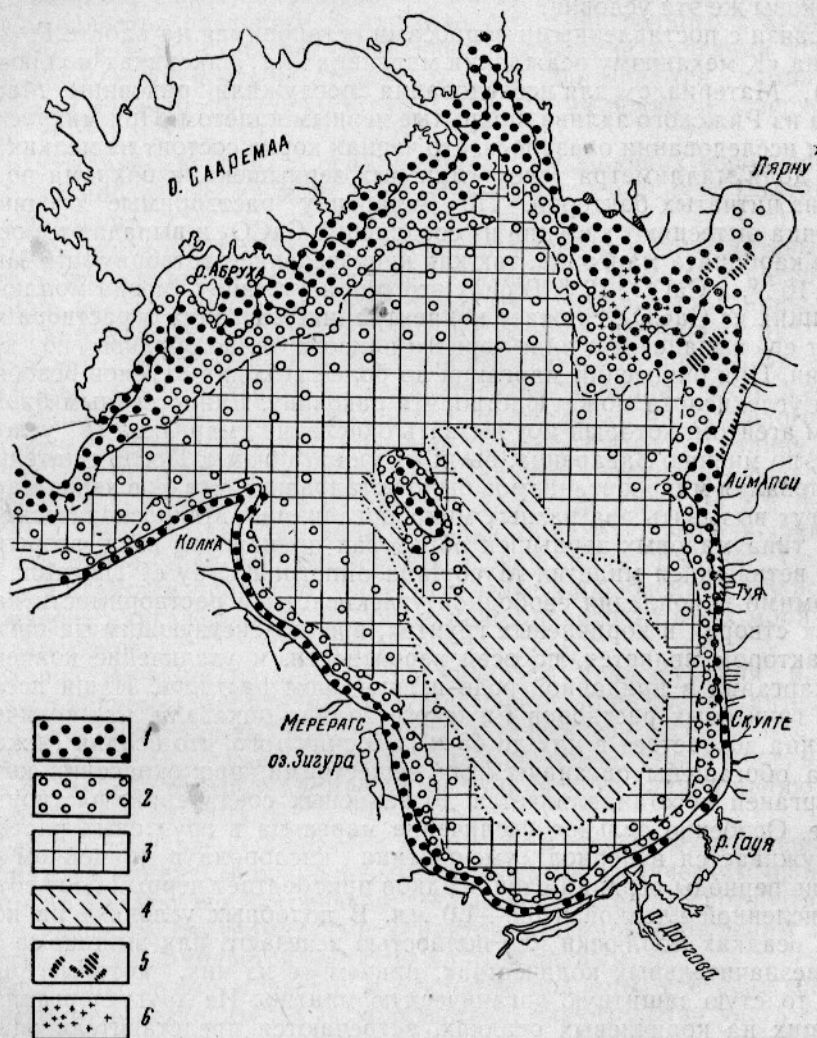


Рис. 7. Схема распределения различных видов животных в Рижском заливе (по А. Т. Шурин):

1 — *Cardium*, *Mya*, *Macoma*; 2 — *Macoma baltica*; 3 — *Pontoporeia affinis*; 4 — *Pontoporeia femorata*; 5 — *Driessena polymorpha*; 6 — *Mytilus*, *Balanus*.

скелетом, состоящим по преимуществу из CaCO_3 . В морях полузамкнутого типа, дно которых покрыто коричневыми осадками, количество биомассы бентоса резко снижается и в ее составе значительно или полностью исчезают организмы, имеющие карбонатные скелеты, к которым в первую очередь относятся моллюски, а преобладающее значение приобретают иглокожие, ракообразные, амфиподы и другие организмы, имеющие часто хитиновый скелет (например, *Mesidotea*) или карбонатный с большой

примесь органического вещества (например, иглокожие), причем, как правило, эпифауна преобладает над инфауной.

Малая общая биомасса бентоса и резкое снижение в ее составе количества организмов с карбонатными скелетами говорят о неблагоприятных условиях для жизни организмов на коричневых грунтах.

Каковы же эти условия?

В связи с поставленными вопросами остановимся на работе Г. А. Заварзина «К механизму осаждения марганца на раковинах моллюсков» (1964). Материалом для исследования послужили раковины *Masoma baltica* из Рижского залива, покрытые черным налетом. При микроскопическом исследовании оказалось, что черная корка состоит из мелких в десятые доли миллиметра точек «маковых зернышек», а бахрома по краям — из нитчатых бактерий. По Заварзину растворимые соединения марганца вытесняют кальций из соединений CaCO_3 и выпадают в осадок в виде карбоната марганца, так как произведение растворимости MnCO_3 равно 10^{-10} , а CaCO_3 10^{-8} . В силу этого присутствие раковин моллюсков, состоящих из CaCO_3 , снижает концентрацию марганца в растворе и вызывает его выпадение в виде черного покрова или ободков по краям раковин. При окислении марганца до более высоких окислов освободившимся агентом, который мог вызвать окисление марганца в условиях опыта, по мнению Заварзина, были микроорганизмы. После тщательного исследования микроорганизмов было установлено, что окисление марганца могут вызывать два разных микроорганизма. Микроскопические колонки типа маковых зернышек образовал подвижный кокк, вторым являлся ветвящийся мицелий *Mycoplana dimorpha* Gray et Thornton.

Помимо накопления свободной углекислоты и растворимости карбонатных створок в коричневых грунтах, вреднодействующим на организмы фактором является, по всей вероятности, и увеличение концентрации марганца в придонной воде и грунтовом растворе. Наши исследования грунтовых растворов Рижского залива показали, что количество марганца возрастает в них до 45 мг/л в силу того, что осадки Рижского залива обогащены органическими веществами, при окислении которого марганец восстанавливается до закисных соединений, растворимых в воде. Особенно сильное увеличение марганца в грунтовых растворах обнаруживается в период уменьшения кислорода в придонном слое. В такие периоды верхний слой осадков приобретает черный цвет со слегка окисленной пленкой в 0,5—1,0 мм. В подобных условиях на коричневых осадках моллюски или полностью исчезают, или выживают только в незначительных количествах, причем те из них, которые имеют более толстую защитную органическую мантию. Из других организмов, живущих на коричневых осадках, встречаются представители эпифауны, скелеты которых обогащены органическим веществом. Эти животные, например морские лилии, погружают в грунт только небольшую часть своего тела или ползают над грунтом. Поэтому они не подвергаются действию свободной углекислоты и избытку марганца, содержанием которых отличается придонная вода и верхние слои грунта.

В настоящее время многочисленными опытами ученых доказана роль микроколичеств марганца как стимулятора жизни растений и животных (Войнар, 1953, 1960).

Наша работа привлекает внимание к выяснению влияния значительных количеств марганца на жизнь организмов, в частности выяснение его роли в коричневых грунтах, где, как показали наши исследования, с увеличением марганца в грунте изменяется качественный состав донной фауны и ее количественное развитие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопление марганца (Mn) в воде и донных отложениях морей имеет очень большое значение для рудообразования и жизни донных организмов.

Причинами, обуславливающими накопление марганца, в первую очередь является различное количество Mn, принесенного с суши впадающими реками. Наиболее интенсивно накопление марганца происходит в морях гумидной зоны, где воды суши обогащаются гуминовыми кислотами, способствующими вымыванию Mn из почвы и изверженных пород.

Содержание марганца в осадках морей, омывающих европейское и азиатское побережье, начиная с Чукотского моря и кончая Балтийским, очень различно.

Дно Чукотского, Восточно-Сибирского морей и моря Лаптевых покрыто зеленовато-серыми осадками, количество марганца в которых составляет, как правило, сотые доли процента. Железо-марганцевые конкреции в них не обнаружены. Такие же осадки покрывают дно Онежского залива, мелководья Карского моря и всю южную часть Баренцева.

Вторую группу водоемов составляют глубоководная часть Карского моря, северная часть Баренцева моря, центральная часть Белого моря, Ботнический залив, Рижский и восточная часть Финского залива. Осадки этих морей — коричневого цвета различных оттенков, а содержание марганца в них колеблется от десятых долей процента до 2% и более.

Так как накопление марганца в осадках в первую очередь зависит от количества его, принесенного реками, а реки Обь, Енисей, Северная Двина и Даугава протекают через наиболее заболоченные области, то накопление марганца наиболее интенсивно происходит в тех морях, куда впадают эти реки.

Второй причиной, на наш взгляд, является конфигурация площади каждого водоема. Моря Чукотское, Восточно-Сибирское и Лаптевых являются широко открытыми в сторону Арктического бассейна. Все другие моря, такие как Карское, северная часть Баренцева, Белое море, а также Ботнический, Рижский и восточная часть Финского залива являются полузамкнутыми водоемами.

Так как накопление марганца в осадках и железо-марганцевых конкрециях, по мнению многих ученых, является биохимическим процессом, то можно думать, что для жизнедеятельности бактерий, способствующих этому процессу, полузамкнутый характер водоемов с большим поступлением марганца является наиболее благоприятным.

При поступлении марганца в открытые водоемы, где осаждение его происходит в незначительных количествах, значительная часть его уносится и осаждается в районах материкового склона при встрече с океаническими водами, отличающимися повышенной температурой, соленостью и рН. В связи с различными физико-химическими условиями среды северных морей донная фауна этих морей отличается как по количеству, так и по видовому составу.

Все открытые моря с зеленовато-серыми осадками, бедными марганцем, отличаются богатым развитием разнообразной донной фауны, особенно моллюсками. В морях полузамкнутого типа с коричневыми осадками биомасса бентоса резко снижена, и в ее составе значительно или полностью исчезают моллюски и известковые фораминиферы. Преобладающее население этих водоемов составляют иглокожие или ракообразные с хитиновым или карбонатным скелетом, обогащенным органическим веществом.

Причиной, обуславливающей бедность фауны и ее своеобразный со-

став на коричневых осадках, по всей вероятности, является наличие свободной углекислоты в придонном слое, создающей неблагоприятный газовый режим для жизни организмов и способствующей растворению карбонатных скелетов. Возможно, что избыточное количество марганца в придонной воде, грунтовом растворе и в самом осадке также неблагоприятно действует на жизнь организмов. Ответом на данный вопрос могут быть экспериментальные работы, проведенные с различными организмами.

ЛИТЕРАТУРА

- Белов И. А. и Лалина Н. Н. Донные отложения Арктического бассейна. Л., Изд-во «Морской транспорт», 1961.
- Броцкая В. А. и Зенкевич Л. А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря. Труды ВНИРО. Т. IV. Пищепромиздат, 1939.
- Буткевич В. С. Образование морских железо-марганцевых отложений и участвующие в нем микроорганизмы. Труды Морского научного ин-та Т. III. Вып. 3, 1928.
- Вебер В. Н. Из экспедиции «Ермака» в 1901 г. Записки СПб Минералогического общества. Т. XLVI, 1908.
- Войнар. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Изд-во «Советская наука», 1953; Изд-во «Вышая школа», 1960.
- Горшкова Т. И. Химико-минералогическое исследование осадков Баренцева и Белого морей. Труды ГОИНа. Т. I. Вып. 2—3, 1931.
- Горшкова Т. И. Осадки Карского моря. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. Т. VIII, 1957.
- Горшкова Т. И. Осадки Рижского залива. Труды НИИ рыбного хозяйства. Т. III. Изд-во АН Латвийской ССР, 1961.
- Горшкова Т. И., Ородовский С. Г. О содержании марганца в Балтийском море. Тезисы докладов научной конференции по химии моря. Изд-во АН СССР, 1964.
- Заварзин Г. А. К механизму осаждения марганца на раковинах моллюсков. ДАН СССР. Т. 154, 1964, № 4.
- Зенкевич Л. А. Количественный учет донной фауны Печорского района Баренцева моря и Белого моря. Труды ПМНИ. Т. II. Вып. 4, 1927.
- Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. Изд-во АН СССР, 1963.
- Иванова С. С. Качественная и количественная характеристика бентоса Онежского залива Белого моря. Сб. «Материалы по комплексному изучению Белого моря». I. Изд-во АН СССР, 1957.
- Исаченко Б. Л. Исследования над бактериями Северного Ледовитого океана. Труды Мурманской научно-промышленной экспедиции. 1906 г. Петроград, 1914.
- Калиненко В. О. Происхождение Fe—Mn-конкреций. «Микробиология». Т. XVIII. Вып. 6, 1949.
- Макаров В. В. Материалы по количественному учету донной фауны северной части Берингова моря и Чукотского моря. Исследование морей СССР. Вып. 25. Л.—М., Гидрометеорологическое издательство, 1937.
- Пахомова А. С. Марганец в морских осадках. Труды ГОИНа. Вып. 5 (17), Гидрометиздат, 1948.
- Путешествие А. Э. Норденшельда вокруг Европы и Азии на пароходе «Вега» в 1878—1880 гг. (перевод со шведского С. И. Барановского). СПб, 1881.
- Ронов А. Б., Ермишкина А. И. Распределение марганца в осадочных породах. «Геохимия», 1958, № 3.
- Самойлов Я. В. и Горшкова Т. И. Осадки Баренцева и Карского морей. Труды ПМНИ. Т. 14, 1924.
- Скопинцев Б. А. и Цурикова А. П. Распределение взвешенных частиц и окрашенных гуминовых соединений в воде Рижского залива в 1949 г. и ее оптические свойства в связи с гидрометеорологическими условиями. Труды ГОИНа, Т. 11. Гидрометеоздат, 1952.
- Ушаков П. В. К бентонической фауне Чукотского моря. Научные работы экспедиции на ледоколе «Красин» в 1935 г. Изд-во «Главсевморпуть», 1936.
- Филатова З. А. и Зенкевич Л. А. Количественное распределение донной фауны Карского моря. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. Т. VIII, 1957.
- Шурин А. Т. Донная фауна Рижского залива. Труды Латвийского отделения ВНИРО. Вып. 1, Изд. АН Латвийской ССР, 1953.
- Шурин А. Т. Донная фауна Рижского залива и условия ее распространения. Труды ВНИРО. Т. XLII, 1960.
- Шурин А. Т. Группировки донной фауны Рижского залива. Труды НИИРХ СНХ Латвийской ССР. Вып. III. Изд. АН Латвийской ССР, 1961.
- Koroleff F. Acta chem. Scand. № 1, 1947.