

УДК 551.464:551.467 (268.45)

**ИЗУЧЕНИЕ БИОГЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛЬДОВ  
БАРЕНЦЕВА МОРЯ****С. Г. Орадовский**

Роль морских льдов в процессе формирования биогенной химической основы продуктивности морских водоемов фактически не изучена.

Многие исследователи обращали внимание на бурное развитие жизни у кромки тающих льдов и высказывали различные гипотезы по этому поводу. Так, П. И. Усачев (1935) считал, что интенсивное «цветение» моря у кромки льда тесно связано с поступлением в верхние слои воды карбонатов при таянии льдов. П. П. Ширшов (1936) высказал предположение, что причиной, вызывающей массовое развитие водорослей, является не столько само таяние льдов, сколько проникновение солнечного света в поверхностные слои моря после вскрытия сплошного ледяного покрова. П. П. Ширшов, однако, признавал, что и таяние льдов оказывает некоторое стимулирующее воздействие на развитие водорослей. В качестве доказательства он приводит пример: в пробах воды, собранных у кромки льда, наблюдалось больше хлорофилла, чем в воде, взятой на некотором удалении от кромки. Это явление П. П. Ширшов объясняет, основываясь на исследованиях А. В. Лангвагена (1936), который во время экспедиции в Чукотском море на ледоколе «Красин» обнаружил высокие концентрации фосфатов в водной вытяжке из ила, взятого с поверхности льдины.

Н. Н. Зубов (1938) считал главной причиной развития жизни у кромки тающих льдов стимулирующее действие так называемых тригидроловых молекул. «Наиболее достоверным признаком близости льда, указывал Н. Н. Зубов, является обилие органической жизни, всегда связанной с процессом таяния... Наоборот, нет никакой жизни ни на льдах, ни в воде у льдов, если льды не находятся в процессе таяния».

В. Г. Богоров (1939) отмечает, что наряду с различными факторами определенную роль в развитии водорослей могут играть вещества, выделяющиеся в воду при таянии льдов.

М. В. Федосов (1962) считает, что воды тающих льдов обогащены большим количеством питательных веществ вследствие непрерывного контакта льдов с постоянно обновляющимися массами морской воды.

Таким образом, большинство исследователей рассматривали лед как аккумулятор питательных для фитопланктона веществ, придавая различное значение компонентам, поступающим при таянии льда в поверхностные слои моря. К сожалению, фактического материала о содержании минеральных питательных солей и органических веществ

в морских плавучих льдах в литературе почти нет. Исследования Мальмгrena (Malmgren, 1930), Л. К. Блинова (1934, 1965), В. С. Красновой (1937) и других ученых касались лишь главных компонентов солевого состава морских льдов.

Единственной работой, в которой приводятся данные о содержании биогенных элементов в морских льдах, является статья И. А. Ермаченко (1965). Ею были собраны пробы льда и снега с поверхности льдин в различных районах Гренландского, Норвежского и Баренцева морей, после чего пробы были подвергнуты химическому анализу. В статье этого автора нет характеристики анализируемых образцов льда, не указываются их возраст, вид, состояние, местонахождение. Весьма существенным недостатком является также то, что в статье приведены лишь обобщенные данные химических определений по всем образцам льда, взятым на анализ. Однако даже эти недостаточно четкие сведения о химическом составе морских льдов позволили автору сделать ряд интересных выводов, касающихся роли льда в процессе формирования первичной продуктивности морских вод. В частности, было отмечено, что лед содержит в несколько раз больше аммонийного азота, чем поверхностные воды. В целях продолжения и расширения работы, выполненной в 1962 г. И. А. Ермаченко, нами в 1969 г. в восточной части Баренцева моря у кромки льда в период перехода от гидрологической зимы к гидрологической весне (апрель — май) были проведены комплексные гидрохимические и льдохимические исследования с борта СРТМ «Икар» (рис. 1). Как известно, ежегодно почти  $\frac{3}{4}$  поверхности Баренцева моря покрывается льдом. В отличие от других морей Арктики это море никогда полностью не замерзает: около  $\frac{1}{4}$  его площади в течение всего года остается свободной от льда.

Это объясняется притоком теплых атлантических вод, которые, по расчетам В. Т. Тимофеева (1960), приносят в Баренцево море  $177369 \times 10^{12}$  ккал тепла и тем самым не позволяют воде охладиться до температуры замерзания (рис. 2). Атлантические воды служат как бы барьером для льдов, надвигающихся с севера. Вследствие слабых течений из Карского моря в Баренцево море льдов оттуда незначителен (Добровольский, Залогин, 1965). Льды в Баренцевом море в основном местного происхождения и лишь небольшое их количество приносится из Белого моря. В центральной и юго-восточной частях моря преобладают однолетние льды, которые образуются зимой и осенью, а весной и летом тают. Только в крайней северной и северо-восточной частях моря встречаются многолетние льды.

Льдообразование в Баренцевом море начинается обычно в ноябре на юго-востоке, в октябре — в центральных районах и в сентябре — в северной части. Преобладают плавучие льды. Припай развит слабо. В открытой части моря встречаются преимущественно однолетние дрейфующие льды: от мелкобитого льда до больших ледяных полей. Максимального распространения как по площади, так и по толщине ледяной покров достигает к апрелю, когда кромка льдов занимает наиболее южное положение. С мая количество льдов в открытом море постепенно уменьшается, достигая минимума в сентябре, после чего начинается льдообразование. Однако из года в год продолжительность ледового периода и площадь ледяного покрова претерпевают значительные изменения.

Наши работы проводились в период наибольшего распространения ледяного покрова. Всего было сделано 8 станций (рис. 1). На первых трех станциях температура воздуха была положительной (около



Рис. 1. Карта-схема работ СРТМ «Икар» в Баренцевом море в апреле — мае 1969 г.

— среднегодовая граница кромки льдов март  
(Морской атлас, т II, 1953г)

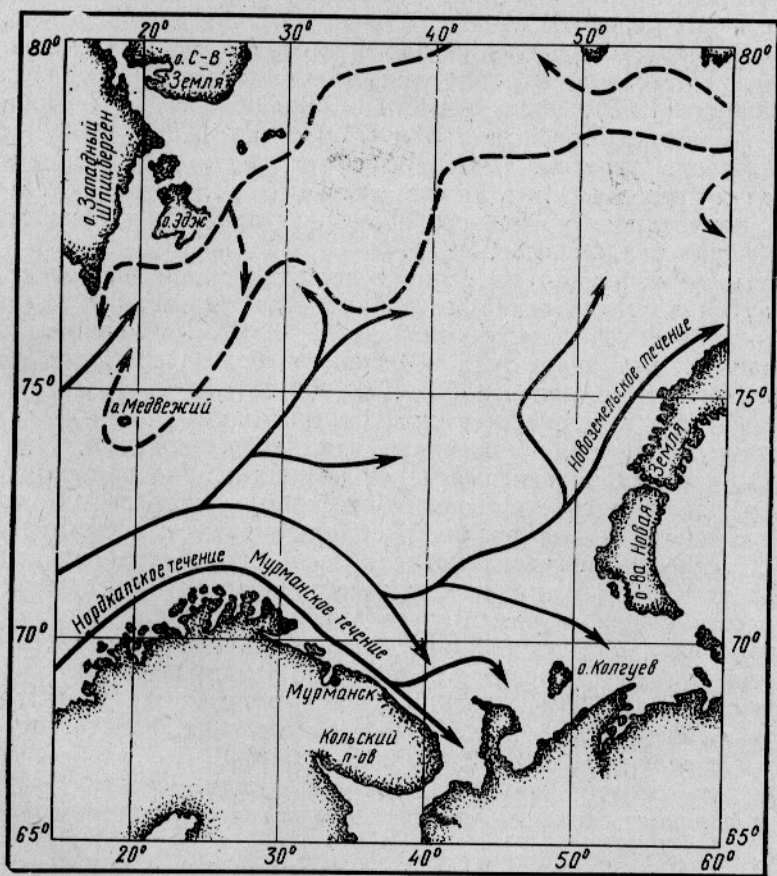


Рис. 2. Схема постоянных течений Баренцева моря:  
Сплошная линия — теплое течение; пунктирная — холодное течение.

+1°С), что обусловило слабое таяние снегового покрова льдин; на остальных станциях температура была отрицательной (до -10°С). Температура воды на поверхности все время была отрицательной, причем на большинстве станций она приближалась к температуре замерзания (-1,6 ÷ -1,8°С), что практически исключало таяние плавающих льдов.

Для взятия проб льда и снега с борта судна спускали мотобот, который швартовался к льдине. С помощью съемной крышки полиэтиленового ведра в него аккуратно сгребали поверхностный снеговой покров льдины. Лед скалывали топориком в другое полиэтиленовое ведро. Ведра плотно закрывали притертыми полиэтиленовыми крышками и оставляли в лаборатории судна до полного таяния снега и льда.

Пробы воды брали с борта судна батометром с горизонтов 5, 10, 25, 40 м и с поверхности с помощью полиэтиленового ведра.

Непосредственно на судне в снеге, льду и морской воде определяли фосфаты, нитриты, кремний и рН. Для анализа на берегу были взяты пробы на нитраты, аммиак, соленость, микроэлементы, а также органические углерод, азот и фосфор.

Фосфаты, нитриты и кремний на судне определяли на удлиненном фотозлектроколориметре, а рН — колориметрическим способом. Затем на берегу были проведены контрольные измерения величины активной реакции на рН-метре ЛПМ-60М. Соленость определяли на солемере Броуна и Хемона. Определения проводились по методике, описанной в сборнике «Методы рыбохозяйственных химико-океанографических исследований» (1968), лишь фосфаты определялись с аскорбиновой кислотой по методу Морфи и Райли (Murphy and Riley, 1962).

Органические углерод, азот и фосфор (результаты определений первых двух ингредиентов в данной статье не рассматриваются) определялись после предварительного облучения проб ультрафиолетовыми лучами (Мордасова, Федосов, 1969).

Нитраты фиксировали на судне сулемой, а затем на берегу определяли путем восстановления их до нитритов с помощью амальгамированного кадмия (Исаева, Богоявленский, 1968). Аммонийный катион определяли по методике Буха (Методы рыбохозяйственных химико-океанографических исследований». Ч. I, 1968).

Данные всех выполненных определений приводятся в таблице.

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно прежде всего заключить, что лед в зависимости от возраста, вида и состояния существенно различается по своему биогенному и солевому составу. Еще более значительные различия обнаруживаются в химизме снега и льда. Соленость снегового покрова льдин колеблется от величины менее 2,8 до 11,87‰, при этом соленость недавно выпавшего снега приближается к нулю. Сравнительно высокие величины солености снегового покрова льдин на станциях № 1, 4 и 6 можно объяснить захлестыванием льдин морскими волнами во время штормов.

Соленость льдов изменялась в зависимости от их возраста. Так, соленость крупнобитого, сравнительно старого льда была относительно невелика (от величины менее 2,8 до 2,95—6,64‰).

Соленость более молодого, тонкого льда — ниласа достигала 7,13‰, а соленость только что образовавшегося блинчатого льда на станции № 5—17,65‰.

Соленость приледных вод на всех станциях была довольно высока и изменялась в узких пределах в зависимости от района и глубины (от 34,06 до 34,64‰), лишь на станции № 5 на поверхности она понизилась до 33,20‰. Однако это легко можно объяснить наличием

Результаты химического анализа льдов, снегового покрова и приледной воды  
Баренцева моря, апрель—май 1969 г.

№ станции	Дата, координаты и глубина	Объект анализа	Температура воды, °С	Соленость, ‰	pH	Фосфор, мкг/л				Кремний, мкг/л	Нитриты, мкг/л	Нитраты, мкг/л	Аммиак, мкг/л
						P вал	P мин	P раствор (орг.)	P взв				
1	22/IV 1969 Ф=68°15' с. ш. λ=39°35' в. д. 80 м	Снег с льдины	—	11,87	7,23	22	22	0	0	214	3,2	156	396
		Лед (крупнобитый)	—	5,04	7,06	39	14	8	17	203	3,4	141	394
		Вода, 0 м	-1,61	34,55	8,13	41	35	—	6	266	0,0	177	Следы
		Вода, 5 м	-1,23	—	7,98	31	—	—	—	257	0,4	—	—
2	23/IV 1969 Ф=69°24' с. ш. λ=41°00' в. д. 115 м	Снег с льдины	—	2,8	3,89	65	29	12	24	340	1,8	198	300
		Лед (крупнобитый)	—	2,87	6,64	16	16	0	0	256	2,2	177	269
		Вода, 0 м	-1,20	34,28	7,78	23	23	0	0	255	1,0	199	89
		Вода, 40 м	-1,05	—	8,00	32	—	—	—	235	0,0	—	—
3	24/IV 1969 Ф=69°54' с. ш. λ=43°01' в. д. 100 м	Лед (молодой, тонкий — нилас, без снегового покрова)	—	7,13	7,56	32	8	11	13	164	0,4	131	400
		Вода, 0 м	-1,44	34,06	7,97	28	6	15	7	156	0,4	134	92
		Вода, 5 м	-1,09	34,32	8,03	27	13	12	2	198	0,9	126	136
4	25/IV 1969 Ф=70°56' с. ш. λ=45°56' в. д.	Снег с льдины	—	3,70	6,59	31	28	3	0	237	7,2	113	638
		Лед (крупнобитый, голубой с желтыми пятнами)	—	2,95	6,33	26	8	15	3	190	3,5	120	440
		Вода, 0 м	-1,42	34,55	8,06	47	17	19	11	217	0,5	162	88
		Вода, 10 м	+0,11	34,64	7,94	40	21	14	5	230	0,9	141	119
5	27/IV 1969 Ф=71°06' с. ш. λ=45°20' в. д. 180 м	Вода, 40 м	-0,60	34,48	7,92	28	19	9	0	255	0,9	149	119
		Снег с льдины (атмосферные осадки)	—	2,8	3,42	90	40	—	—	168	0,5	156	1250
		Лед (блинчатый)	—	17,65	7,24	32	29	0	3	155	0,7	146	268
		Вода, 0 м	-1,83	33,20	7,94	57	36	15	6	186	0,7	150	109
6	01/V 1969 Ф=69°28' с. ш. λ=41°20' в. д. 160 м	Снег с льдины	—	6,55	7,46	27	20	7	0	160	1,4	135	271
		Лед (крупнобитый)	—	2,8	7,22	21	21	0	0	192	2,4	133	394
		Вода 0 м	-0,80	34,21	8,14	41	18	19	4	232	1,1	169	110
7	2/V 1969 Ф=68°50' с. ш. λ=38°50' в. д. 130 м, в милях от кромки льдов	Вода, 0 м	-1,22	34,54	8,22	35	35	0	0	250	0,0	178	101
		Вода, 0 м	-0,56	34,57	8,20	35	35	0	0	245	0,0	203	87
8	2/V 1969 Ф=68°46' с. ш. λ=38°14' в. д. 120 м В 20 милях от кромки льдов	Вода, 0 м	-0,56	34,57	8,20	35	35	0	0	245	0,0	203	87

в пробе морской воды, взятой на анализ, большого количества ледяных кристаллов, которые после таяния опреснили ее.

Значения pH снега и льда менялись в значительных пределах. Наиболее низкие величины (до 3,42—3,89) были зафиксированы у снега; величина pH льдов, как правило, была не ниже 6,33. Наиболее высокие значения pH имели молодой лед — нилас и блинчатый лед (соответственно 7,56 и 7,24). Эти виды льдов ближе всего по своим физическим и химическим свойствам к морской воде, тогда как снег, имеющий иное происхождение, существенно от нее отличается. Именно атмосферные осадки (снег) имели наиболее низкую величину pH (3,42), что свидетельствует о присутствии в них соединений, дающих при диссоциации слабокислую реакцию, тогда как морская вода, как известно, имеет слабощелочную реакцию. Величины pH приледных вод колебались в пределах 7,78—8,14; на некотором удалении от кромки льдов они возрастали до 8,20—8,22.

Особый интерес при изучении роли льдов в процессе формирования химической основы бипродуктивности Баренцева моря представляют данные о содержании в них биогенных элементов.

**Фосфор.** Нами проводились определения валового, минерального и органического растворенного фосфора; кроме того, по разности между общим содержанием фосфора и суммой минерального и растворенного органического фосфора оценивалась концентрация взвешенного фосфора.

Наибольшая доля от общего (валового) содержания фосфора в снеговом покрове льдин, льдах и приледных водах приходится на минеральный, т. е. фосфатный фосфор. Его содержание в снеге колеблется в пределах 20—29 *мкг/л*, а в атмосферных осадках в виде снега достигает даже 40 *мкг/л*. Во льдах фосфатного фосфора несколько меньше — 8—21 *мкг/л*; лишь в блинчатом льде содержание его повышается до 29 *мкг/л*. В приледных водах минеральный фосфор находится в различных концентрациях — от 6 до 30—36 *мкг/л*.

Таким образом, можно заключить, что больше всего фосфора фосфатов содержалось в снеговом покрове льдин и атмосферных осадках (в виде снега). В морских водах, прилегающих к кромке льдов, содержание его было в среднем несколько меньше, в водах, удаленных от льдов, оно было большим, и, наконец, в собственно льдах содержание минерального фосфора было наименьшим, однако не настолько заметно, чтобы из этого можно было бы сделать далеко идущие выводы.

Несколько менее пестрая картина наблюдалась в распределении растворенного органического фосфора: в снеге — 0—12 *мкг/л*, во льдах — 0—15 *мкг/л* и в приледных водах — 0—19 *мкг/л*, причем наибольшие величины были найдены в поверхностных водах у кромки льдов и на некоторых станциях во льдах.

Взвешенный фосфор был обнаружен в незначительных концентрациях. Лишь на станции № 2 в снеге и на станциях № 1 и 3 во льдах его концентрации были значительны. Высокое содержание взвешенного фосфора на станции № 2 (24 *мкг/л*) можно связать с высоким содержанием кремния в снеговом покрове (340 *мкг/л*). Весьма вероятно, что льдина, образец которой был взят для химического анализа, была принесена из Белого моря, и, возможно, она представляла собой обломок берегового припая.

Наиболее равномерно распределен валовый фосфор; лишь на станциях № 2 и 5 в образцах снега были обнаружены резко повышенные концентрации валового фосфора, а также в поверхностной приледной воде на станции № 5, что можно связать с обильным выпадением снега на поверхность моря в момент взятия пробы. На остальных станциях и в снеге, и во льдах, и в приледных водах содержание общего фосфора колебалось в пределах 16—47 *мкг/л*, причем скольконибудь заметной закономерности в его распределении выявить не удалось.

**Кремний.** На всех станциях как в снеге, так и во льдах и приледных водах было обнаружено достаточно высокое содержание минерального кремния (155—266 *мкг/л*, а в снеге на станции № 2 даже 340 *мкг/л*). Наиболее высокие концентрации кремния наблюдались на двух первых и на двух последних станциях, расположенных в зоне, прилегающей к горлу Белого моря. Возможно, что и льды, и воды в этом районе были беломорского происхождения.

**Нитриты.** Эти соединения азота в сравнительно небольших количествах были обнаружены почти во всех пробах снега, льда и морской

воды. Исключение представляет лишь станция № 1, где в приледных водах на поверхности и на глубине 40 м нитриты отсутствовали, а также станции № 7 и 8, удаленные от кромки льдов. Наибольшие концентрации нитритов были найдены на станции № 4 в снеге со льдины — 7,2 мг/л и в крупнобитом, сравнительно старом льде — 3,5 мг/л. Примерно такие же концентрации обнаружили в снеге и в крупнобитом льде на станции № 1. В молодом льде — ниласе и блинчатом — содержалось незначительное количество нитритов: 0,4—0,5 мг/л. Нитриты, являясь промежуточным продуктом процесса нитрификации, могут, видимо, иметь и более высокие концентрации во льдах и снеге, однако в рассматриваемый период, когда процесс «цветения» моря вследствие массового развития водорослей только начинался, а их распад практически был слабо выражен, концентрации нитритов были минимальными.

**Нитраты.** Содержание нитратов во всех исследуемых пробах было довольно высоким и менялось в узких пределах (113—203 мг/л). Определенных закономерностей в их распределении установить не удалось. Однако можно констатировать, что поверхностные приледные воды на некоторых станциях имели более высокие концентрации нитратов, чем снег и лед. Можно предположить, что процесс фотосинтеза в приледных водах в это время года протекал менее интенсивно, чем во льдах и снежном покрове льдин. Это вызывало более заметное потребление нитратов в ледовых и снежных образованиях. Данные Н. В. Мордасовой, определявшей содержание хлорофилла в образцах снега, льда и пробах приледной воды, собранных во время наших работ, подтверждают это предположение.

**Аммонийный азот.** Выполненные исследования позволили выявить весьма характерное распределение аммонийного азота в морских приледных водах, снежном покрове льдин и льдах. Наиболее высокие концентрации аммонийного азота были обнаружены в снежном покрове льдин и в атмосферных осадках (снеге): соответственно 271—638 мг/л и более 1200 мг/л. Эти данные свидетельствуют об атмосферном характере происхождения аммонийного азота снежных образований. Столь высокие концентрации аммонийного азота, однако, не явились для нас неожиданными, так как ранее Г. Мрозе (1969) обнаружил в атмосферных осадках в виде снега еще более высокие количества аммиака (до 2 мг/л); по его данным, содержание аммиака в воде тумана может достигать 28 мг/л.

Содержание аммонийного азота во льдах было несколько ниже, однако тоже высокое — 271—440 мг/л. Наиболее низким было содержание аммонийного азота в приледных водах: на поверхности — от следов до 88—110 мг/л, в нижележащих слоях — до 136 мг/л. Интересно, что молодой лед — нилас и блинчатый — содержали значительно более высокие концентрации аммонийного азота, чем приледные воды, из которых эти льды образовались (соответственно в 4 и 2,5 раза). Этот факт дает основание полагать, что при образовании льда происходит накопление аммонийного азота во льдах. С чисто химической точки зрения это вполне объяснимо, так как растворимость аммиака увеличивается с понижением температуры.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования позволили оценить химический биогенный состав морских плавучих льдов Баренцева моря до момента их интенсивного таяния. Если сравнить полученные нами материалы с

данными И. А. Ермаченко (1965), то наряду с определенным сходством (в отношении минерального и органического фосфора, солености, нитритов и в какой-то степени — нитратов) обнаруживаются существенные различия. Так, например, И. А. Ермаченко не удалось определить кремний во льдах и снеге со льдины. В связи с этим ею был сделан вывод, что соединения кремния не переходят в лед из морской воды, а также не поступают на его поверхность с атмосферными осадками. Выполненные нами в Баренцевом море работы, а также материалы предыдущих исследований (Орадовский, 1968; Орадовский, Волковинский, Ткаченко, 1969) дают основание не согласиться с этим положением.

Вывод И. А. Ермаченко о том, что льды содержат в 5—10 раз больше соединений аммонийного азота, чем морская вода, полностью совпадает с нашими результатами, разница заключается лишь в концентрациях, точнее — в порядке концентраций, найденных нами и И. А. Ермаченко. По всей вероятности, более высокие концентрации аммонийного азота, определенные нами в морских водах и льдах, объясняются тем, что наши работы выполнялись в период, когда весеннее таяние льдов, обуславливающее вымывание из них биогенных веществ, а также весеннее «цветение» воды, вызванное массовым развитием фитопланктона, ассимилирующего эти вещества, практически были выражены довольно слабо. Важность же аммонийного азота в питательном балансе водорослей была выявлена многими современными исследованиями, в частности, на это указывал Ваккаро (Vaccaro, 1963), проводивший работы в Северной Атлантике.

### Выводы

Гидрохимические и льдохимические исследования, выполненные в Баренцевом море в апреле—мае 1969 г. у кромки плавучих льдов, позволяют оценить биогенный химический состав льдов и приледных вод. В период таяния морские льды могут служить дополнительным источником пополнения минеральными питательными солями фотосинтетического слоя, особенно аммонийным азотом. Этот факт, на наш взгляд, является одной из причин бурного развития фитопланктона у кромки тающих льдов в период вегетации.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Блинов Л. К. К вопросу о химической природе морского льда. Бюллетень ГОИН, № 18, 1934.
- Блинов Л. К. Солевой состав морской воды и льда. Труды ГОИН. Вып. 83, 1965.
- Богоров В. Г. Особенности сезонных явлений в планктоне полярных морей и их значение для ледовых прогнозов. «Зоологический журнал». Т. 18. Вып. 5, 1939.
- Добровольский А. Д., Залогин Б. С. Моря СССР. Изд. «Мысль», 1965.
- Ермаченко И. А. Условия новообразования и распада органического вещества в зоне льдов Гренландского и Баренцева морей. Труды ВНИРО. Т. 57, 1965.
- Зубов Н. Н. Морские воды и льды. Гидрометеоздат. М., 1938.
- Исаева А. Б., Богоявленский А. Н. Определение нитратов в морской воде восстановлением их до нитритов при помощи амальгамированного кадмия. Океанология. Т. 8. Вып. 3, 1968.
- Краснова В. С. К вопросу о химическом составе морского льда. «Журнал общей химии». Т. 7. Вып. 12, 1937.
- Лангваген А. В. Некоторые данные о гидрохимических работах экспедиции ледокола «Красин» в 1935 г. Сб. «Научные работы экспедиции на ледоколе «Красин» в 1935 г.» Изд. Главсевморпути. Л., 1936.
- Методы рыбохозяйственных химико-океанографических исследований. Ч. 1 и 2. ВНИРО, ОНТИ. М., 1968.
- Мордасова Н. В., Федосов М. В. О содержании хлорофилла и феофитина в воде и льдах Баренцева моря (в настоящем сборнике).



- Мордасова Н. В., Федосов М. В. Методика определения органического углерода в морской воде с использованием ультрафиолетового излучения. Тезисы докладов конференции молодых ученых МГУ по проблемам Мирового океана. Изд. МГУ. М., 1969.
- Морской атлас. Т. 2. Изд. Главного штаба ВМС, 1953.
- Мрoze Г. Измерения pH и химический анализ воды дождя, снега и тумана. Сб. «Исследования по ядерной метеорологии и химии атмосферы». Гидрометеиздат, 1969.
- Орадовский С. Г. О продуктивности антарктических вод. «Рыбное хозяйство», № 8, 1968.
- Орадовский С. Г., Волковинский В. В., Ткаченко В. Н. Некоторые черты химии вод моря Скотия. Труды ВНИРО. Т. 66, 1969.
- Тимофеев В. Т. Водные массы Арктического бассейна. Гидрометеиздат, 1960.
- Усачев П. И. Состав и распределение фитопланктона Баренцева моря летом 1931 г. Труды АНИИ. Т. 21, 1935.
- Федосов М. В. Формирование химической основы первичной продуктивности в северных морях. Труды ВНИРО. Т. 46, 1962.
- Ширшов П. П. Планктон как индикатор ледового режима. Сб. «Научные работы экспедиции на ледоколе «Красин» в 1935 г.». Изд. Главсевморпути. Л., 1936.
- Malmgren T. On the properties of sea—ice. Sci. Res. Norw. North Polar Expedition. 1918—1925. Oslo, 1930.
- Murphy G. and Riley. G. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, v. 27, № 1, 1962.
- Vaccaro P. F. Available nitrogen and phosphorus and the biochemical cycle in the Atlantic off New England. *J. Mar. Res.*, v. 21, 1963.

#### SUMMARY

The results are considered of investigations in the Barents Sea, carried out aboard the SRTM Ikar at the edge of drift ice in April—May. Eight ice—chemical and hydrochemical stations were made. The samples of ice, snow from ice floes, precipitation in the form of newly—fallen snow and near—ice waters were analysed for salinity, pH, total mineral and organic phosphorus (particulate), silicate, nitrites, nitrates and ammonium nitrogen.

It has been established that in the melting period sea ice may serve as an additional source of replenishment of mineral nutrient salts to the active photosynthetic zone.