

“УТВЕРЖДАЮ”

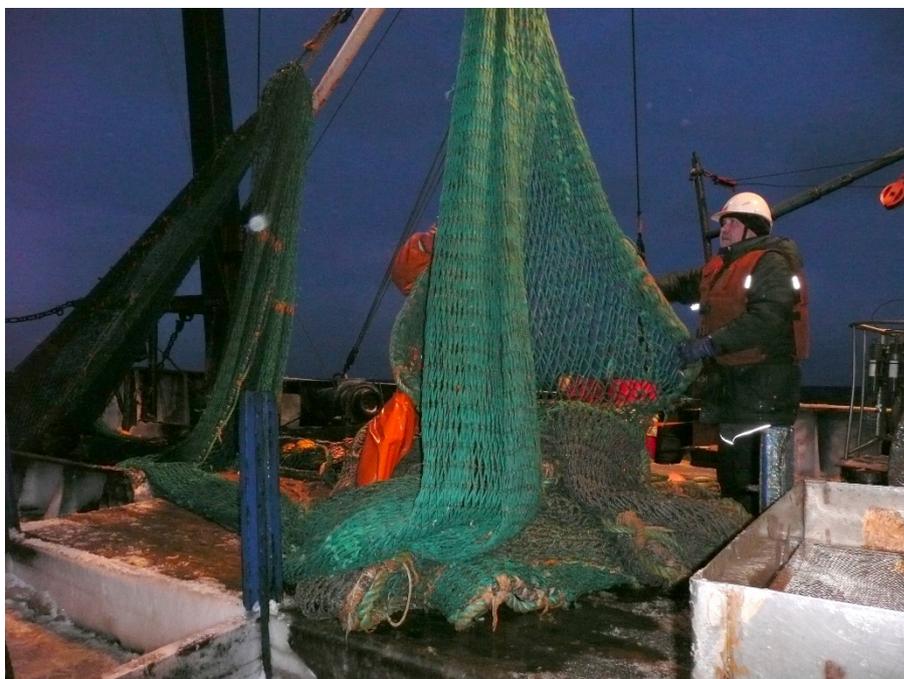
Директор ММБИ КНЦ РАН

_____ П.Р. Макаревич

« ____ » _____ 2019 г.

**РЕЙСОВЫЙ ОТЧЕТ КОМПЛЕКСНОЙ
ЭКСПЕДИЦИИ НА НИС “ДАЛЬНИЕ ЗЕЛЕНЦЫ”
В БАРЕНЦЕВО И КАРСКОЕ МОРЯ
С 23 ОКТЯБРЯ ПО 27 НОЯБРЯ 2019 г.**

Нач. экспедиции _____ А.А. Дерябин



Мурманск
2019

Тематика исследований

Проведение систематических комплексных геоэкологических исследований в арктических морях является основой фундаментальных исследований региона. Подобные работы позволяют нам пополнять имеющиеся данные по структуре и особенностям функционирования морских экосистем, и охватывают все уровни экосистемной организации, как абиотических составляющих (гидрологических, гидрометеорологических и гидрохимических характеристик), так и изучение биоты – от исследования организмов, осуществляющих первичную продукцию органического вещества (фитопланктон) до представителей высших звеньев трофических цепей (морские млекопитающие и птицы).

Экспедиция проводилась на научно-исследовательском судне Мурманского морского биологического института КНЦ РАН “Дальние Зеленцы” в период с 23 октября по 27 ноября 2019 года.

Состав научной группы ММБИ:

- 1. Дерябин А.А. - Нач. экспедиции, океанолог;
- 2. Мещеряков Н.И. - Зам. нач. экспедиции, радиоэколог, к.г.н;
- 3. Човган О.В. - Микробиолог;
- 4. Максимовская Т.М. - Океанолог;
- 5. Москвин К.К. - Бентолог;
- 6. Румянцева З.Ю. - Бентолог;
- 7. Зимина О.Л. - Бентолог;
- 8. Гарбуль А.А. - Бентолог;
- 9. Салахов Д.О. - Альголог;
- 10. Ишкулова Т.Г. - Гидрохимик;
- 11. Водопьянов Д.А. - Радиоэколог;
- 12. Валуйская Д.А. - Радиоэколог;
- 13. Расхожева Е.В. - Ихтиолог.

Цели и задачи экспедиции

Целью экспедиции являлось проведение прикладных научных исследований по мониторингу морских акваторий и арктических архипелагов, и сбора данных для комплексного анализа и прогноза экосистемных процессов в Баренцевом море и в северо-западной части Карского моря. В соответствии с вышеуказанной целью в экспедиции решались следующие задачи:

- определение гидрометеорологических и гидрохимических параметров водной среды;

- отбор проб воды для определения фотосинтетических пигментов, первичной продукции, бактерио-, фито- и зоопланктона;
- отбор проб донного осадка для определения характеристик микроводорослей;
- отбор проб донного осадка для определения характеристик бентосных организмов;
- отбор проб бентосных организмов и донного осадка для проведения экотоксикологических исследований;
- проведение ихтиологических исследований;
- отбор проб воды и донного осадка для определения концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Сроки работ и маршрут экспедиции

Маршрут экспедиции проходил вдоль Кольского разреза и станций, располагающихся между северной частью арх. Новая Земля и Землей Франца-Иосифа.

Маршрут экспедиции, расположение и координаты станций представлены на рисунке 1 и в таблице 1 (приложение).

Экспедиция проведена в период с 23 октября по 27 ноября 2019 г.

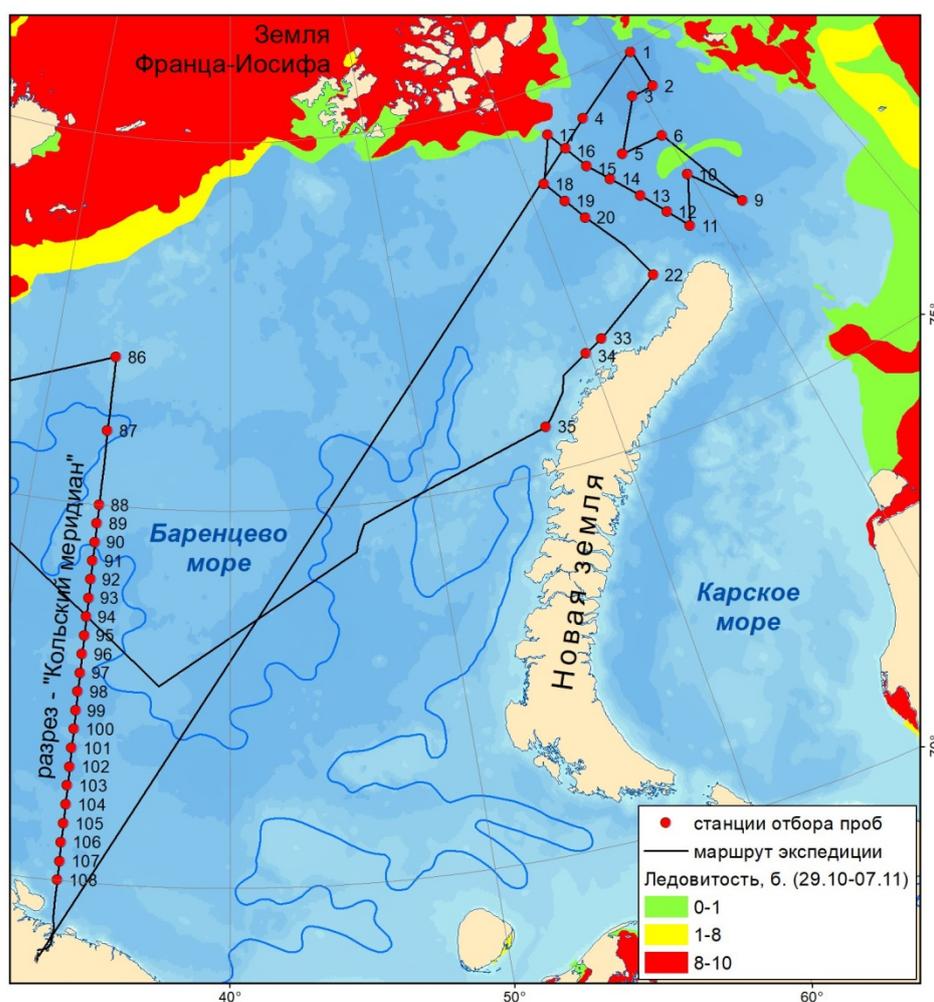


Рис. 1. Общая карта-схема района работ и расположение станций

Содержание и объем работ, выполненных в ходе экспедиции

Всего в ходе экспедиции было выполнено 52 станций (рис. 1-2, приложение – таблица 1).

Оборудование

Для проведения океанографических, гидрохимических, биологических исследований и отбора проб на загрязнители использовались следующие приборы:

- STD-зонд SBE 19plus V2 фирмы SEA-BIRD ELECTRONICS (США);
- Судовая метеостанция Airmax (США);
- Розетка HydroBios (Германия);
- Батометры HydroBios на 8 л, 5 л и 1.7 л (Германия);
- Батометры General Oceanics на 10 л, 1.7 л (США);
- Фильтровальная установка (Россия);
- Вакуумный насос фирмы GAST model DOA-P704 SHOWN (США);
- Универсальный цифровой титратор фирмы VITLAB continuous E (Германия);
- Планктонная сеть Джели (Россия);
- Дночерпатель ван Вина (Россия);
- Морозильная камера (Россия);
- Холодильник (Россия);
- Шланги, канистры, лабораторная посуда, реактивы;
- Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ;
- Иономер И-160;
- Фотоколориметр ЭКРОС ПЭ-5300ви;
- Универсальный цифровой титратор VITLAB continuous E;
- Конвенционный донный трал;
- Сцинтилляционная установка «LS 6500»;
- Бинокляр МБС-10.

Океанографические исследования

Методика и краткие результаты

Сбор, обработка и анализ материала осуществлялся в соответствии со стандартными океанографическими и гидрометеорологическими методами и наставлениями:

- Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. (Л., Гидрометеиздат, 1977);
- Атлас облаков (СПб, 2006).

Гидрологические наблюдения включали в себя инструментальные измерения основных океанографических параметров морской среды (температуры и солености) методом STD-профилирования с помощью зонда SBE 19 plus V2 SEACAT (рис. 3). Всего

было выполнено 44 профилирования водной толщи. Полученные данные обрабатывались при помощи программного обеспечения от фирмы-производителя зонда в соответствии с руководством "SBE 19 plus V2 SEACAT PROFILER. User Manual, Version 011. Bellevue, Washington. USA. 2013".



Рис. 3. СТД-зонд SEACAT SBE 19 plus V2 (фото Е. Расхожевой)

В период морских экспедиционных работ выполнялись визуальные наблюдения за атмосферными явлениями, количеством облачности (баллы), степенью и типом волнения, а также метеорологические наблюдения за следующими параметрами: температура воздуха, атмосферное давление скорость и направление ветра с судовой метеостанции (табл. 2).

Таблица 2

Метеорологические наблюдения, выполненные в ходе экспедиции с 30 октября по 27 ноября 2019 г.

Номер станции	Дата	Время	Координаты		Глубина (эхолот), м	Глубина (зонд), м	Температура, °С	Отн. влажность, %	Давление, гПа	Скорость ветра, м/с	Направление ветра
			Широта	Долгота							
9	30.10.2019	13:30	7729.334	7201.524	307	300	-7	69	1004	16.8	SSW
10	30.10.2019	22:51	7808.232	6954.360	450	441	-6	83	1006	10.4	ENE
6	31.10.2019	8:07	7844.724	6945.708	515	503	-7	86	1008	14.6	E
3	31.10.2019	17:00	7923.874	6921.858	542	536	-9	64	1011	13.5	NE
4	31.10.2019	22:34	7923.766	6528.776	437	432	-9	60	1011	5.7	NE
17	01.11.2019	5:15	7921.582	6240.086	199	194	-8	56	1011	3.3	SSE
16	01.11.2019	14:10	7906.000	6327.000	277	275	-7	64	1011	9.9	ESE
15	01.11.2019	20:17	7846.662	6414.148	365	352	-7	67	1010	12.5	E
5	02.11.2019	4:15	7844.832	6647.988	346	330	-8	73	1008	12.1	NE
14	02.11.2019	10:50	7830.011	6519.535	375	348	-9	71	1008	18.9	ENE
13	02.11.2019	17:50	7808.178	6634.676	385	373	-11	72	1008	15.6	SE
12	03.11.2019	1:00	7748.000	6736.000	437	427	-12	77	1009	11.9	SE
11	03.11.2019	7:00	7729.910	6825.920	505	500	-13	79	1010	13	SE
22	03.11.2019	17:50	7705.528	6508.442	102	97	-9	71	1009	12.4	ESE
20	04.11.2019	5:10	7737.050	6416.956	378	370	-9	73	1010	12.1	SE
19	04.11.2019	11:33	7808.256	6247.754	187	268	-10	74	1011	14.6	ESE
18	04.11.2019	14:20	7826.408	6200.021	188	165	-10	75	1012	17.1	ESE

33	06.11.2019	18:50	7844.826	6107.416	82	80	-9	78	1012	11.1	NE
34	07.11.2019	0:55	7631.944	6057.672	123	118	-9	72	1013	11.7	NE
35	07.11.2019	12:25	7624.097	5951.738	155	155	-9	66	1016	12.3	ENE
86	24.11.2019	0:50	7700.000	3330.043	160	155	-7	87	1014	14.1	NE
87	24.11.2019	7:25	7600.000	3330.266	305	299	-7	87	1014	14.1	NE
88	24.11.2019	14:10	7500.000	3330.110	145	143	-5	89	1011	13.4	SE
89	24.11.2019	16:10	7445.000	3330.641	230	226	-3	90	1009	9.3	E
90	24.11.2019	18:55	7430.000	3330.753	262	255	-2	90	1007	7.5	SSW
91	24.11.2019	21:42	7415.007	3330.554	316	311	-1	90	1005	13	SW
92	25.11.2019	0:40	7400.000	3330.517	325	315	0	94	1002	13.9	SW
93	25.11.2019	3:35	7345.000	3330.379	330	317	0	94	1002	13.9	SW
94	25.11.2019	5:25	7330.000	3330.477	283	315	0	83	1001	16	W
95	25.11.2019	8:26	7315.040	3330.337	203	194	0	83	1001	16	W
96	25.11.2019	10:15	7300.002	3329.993	214	203	0	83	1001	16	W
97	25.11.2019	12:20	7245.000	3330.552	260	253	-1	72	1003	14.5	N
98	25.11.2019	15:15	7230.000	3330.778	287	274	-2	68	1004	18.9	NNW
99	25.11.2019	18:15	7215.000	3330.047	262	263	-3	80	1004	16.5	NNE
100	25.11.2019	20:00	7200.000	3330.370	266	264	-2	69	1005	8	NNE
101	25.11.2019	22:09	7145.000	3329.994	315	313	-2	77	1005	4.5	NW
102	26.11.2019	0:15	7130.000	3330.233	277	275	-1	73	1004	1.8	WSW
103	26.11.2019	5:00	7115.000	3329.286	251	240	-1	66	1002	16.2	WNW

104	26.11.2019	8:03	7100.000	3331.408	220	218	-1	66	1002	16.2	WNW
105	26.11.2019	10:06	7044.998	3330.680	220	213	-1	66	1002	16.2	WNW
106	26.11.2019	13:10	7030.000	3330.021	250	245	-1	66	1002	16.2	WNW
107	26.11.2019	20:14	7015.000	3330.920	246	235	-1	87	996	14	NNE
108	27.11.2019	0:45	7000.000	3330.097	150	143	-1	72	997	12.9	N

Предварительные результаты

Гидрологические наблюдения включали в себя инструментальные измерения давления, электропроводности и температуры морской воды в режиме непрерывного зондирования от поверхности до дна. Зондом SBE-19 Plus V2 SEACAT было выполнено 20 STD-профилерований водной толщи.

Скорость ветра по маршруту следования судна изменялась от 3.3 до 18.9 м/с. Максимальный истинный ветер имел направление ВСВ и наблюдался 2 ноября на станции №14. Атмосферное давление изменялось в диапазоне от 1004 до 1016 гПа. Температура воздуха варьировала в диапазоне от -13 до -6 °С (рис. 2, 3).

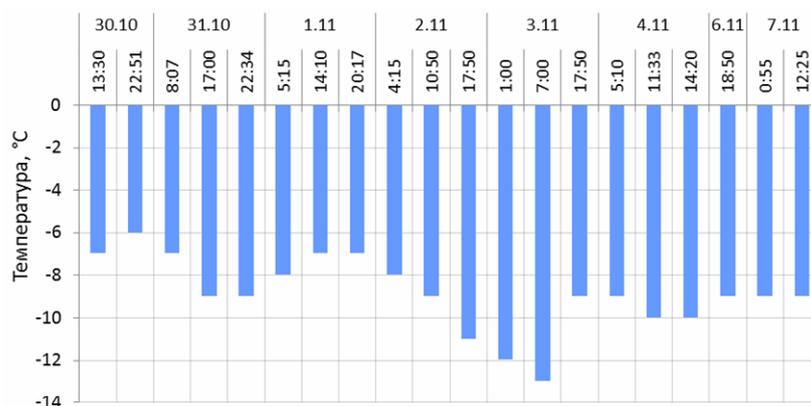


Рис. 2. Изменчивость температуры воздуха по маршруту следования судна в северо-восточной части Баренцева моря

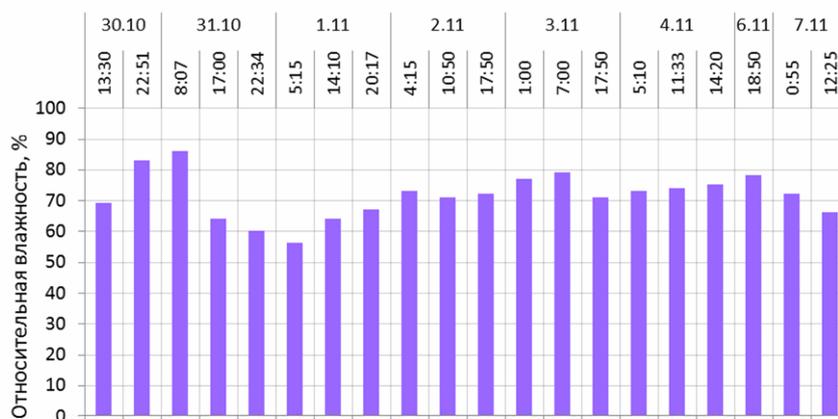


Рис. 3. Изменчивость относительной влажности воздуха по маршруту следования в северо-восточной части Баренцева моря

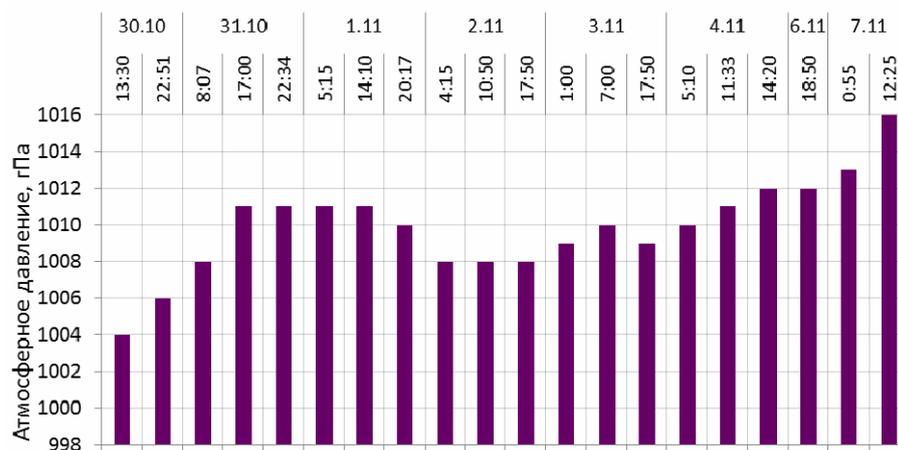


Рис. 4. Изменчивость атмосферного давления по маршруту следования судна в северо-восточной части Баренцева моря

Кольский разрез (рис. 5, 6) выполнялся с 24 по 26 ноября 2019 г. Зондирование водной толщи осуществлялось с 77° с. ш. по меридиану 33°30' в южном направлении до 70° с. ш. Всего на разрезе были выполнены 23 гидрологические станции.

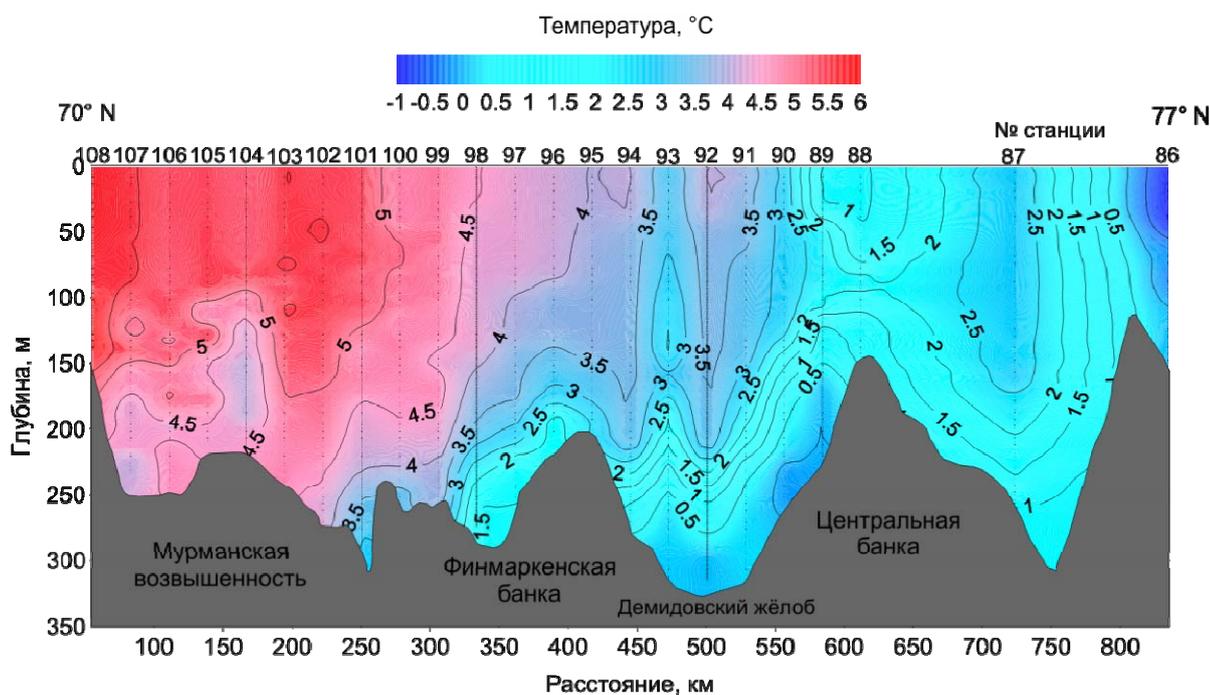


Рис. 5. Распределение температуры, °C на Кольском разрезе

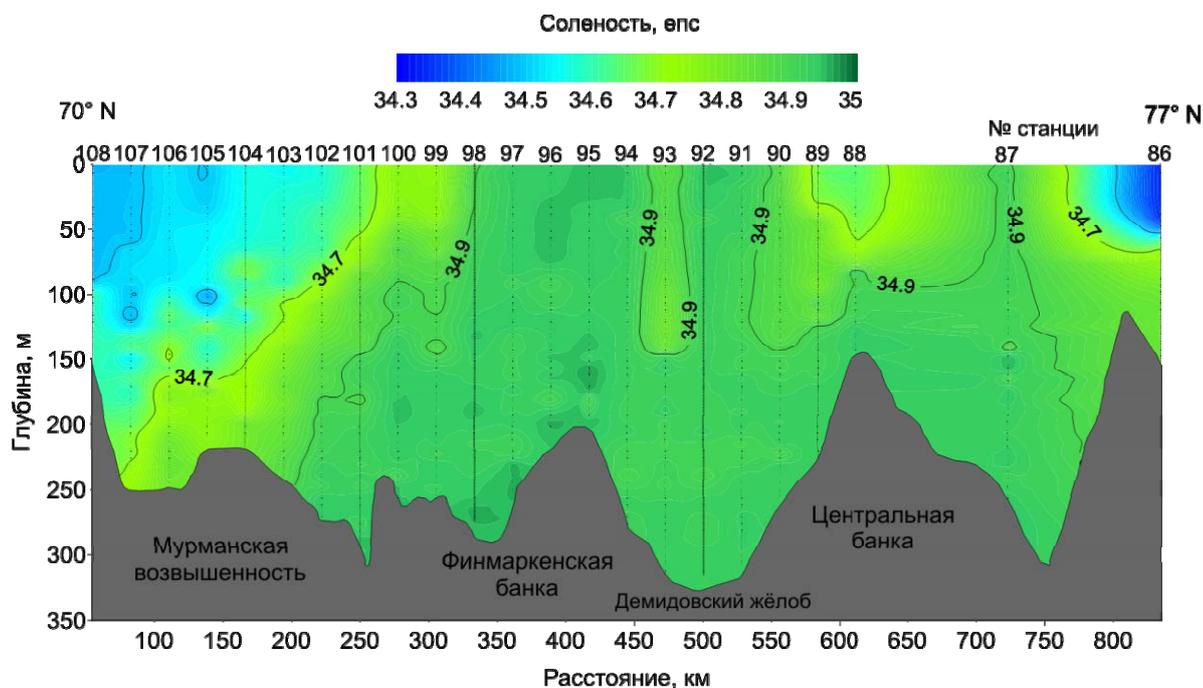


Рис. 6. Распределение солёности, епс на Кольском разрезе

Для девяти станций с 70° по 74° с.ш. с Кольский разреза с дискретностью 30 морских миль были рассчитаны аномалии средних взвешенных значений температуры и солёности по слоям (табл. 3).

Таблица 3

Аномалии средней взвешенной температуры и солёности 25 - 27 ноября 2019 г.

слой, м	ΔT_{St_2}	ΔT_{St_3}	ΔT_{St_4}	ΔT_{St_5}	ΔT_{St_6}	ΔT_{St_7}	ΔT_{St_8}	ΔT_{St_9}	$\Delta T_{St_{10}}$	$\Delta T_{ср}$ д.
0-50	0.14	-0.02	0.10	0.41	0.13	0.18	0.62	0.07	0.15	0.20
0-100	0.15	-0.02	0.14	0.46	0.26	0.16	0.61	-0.06	0.01	0.19
150-200	-	0.80	0.39	0.81	0.75	0.14	0.06	-0.03	0.03	0.38
0-200	-	0.29	0.11	0.59	0.44	0.19	0.43	-0.09	-0.03	0.25
0-дно	0.31	0.45	0.19	0.77	0.52	0.02	0.45	-0.19	-0.06	0.24
аномалии средней взвешенной солёности										
слой, м	ΔS_{St_2}	ΔS_{St_3}	ΔS_{St_4}	ΔS_{St_5}	ΔS_{St_6}	ΔS_{St_7}	ΔS_{St_8}	ΔS_{St_9}	$\Delta S_{St_{10}}$	$\Delta S_{ср}$ д.
0-50	0.00	-0.04	-0.06	-0.08	-0.01	0.02	0.01	-0.03	-0.03	0.03
0-100	-0.02	-0.06	-0.05	-0.08	0.01	0.01	-0.01	-0.05	-0.04	0.02
150-200	-	0.00	-0.03	0.02	0.00	-0.05	-0.05	-0.09	-0.09	0.02
0-200	-	-0.04	-0.05	-0.03	0.01	-0.01	-0.03	-0.06	-0.06	0.01
0-дно	-0.03	-0.04	-0.05	-0.03	0.00	-0.02	-0.03	-0.07	-0.06	0.02

Во время исследований на Кольском разрезе скорость ветра изменялась от 4.5 до 18.9 м/с. Максимальный истинный ветер имел направление ССЗ и наблюдался 25 ноября на станции № 98. Атмосферное давление изменялось в диапазоне от 996 до 1014 гПа. Температура воздуха варьировала в диапазоне от -7 до 0 °С (рис. 7-9).

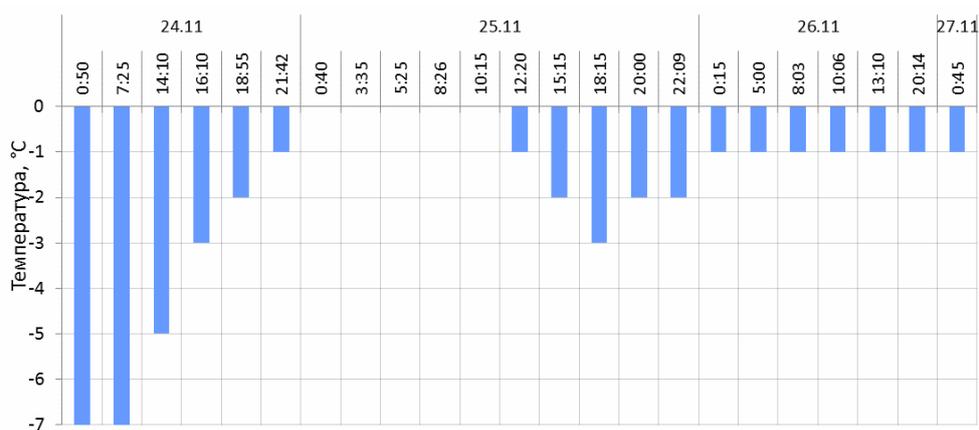


Рис. 7. Изменчивость температуры воздуха по маршруту следования судна на Кольском разрезе

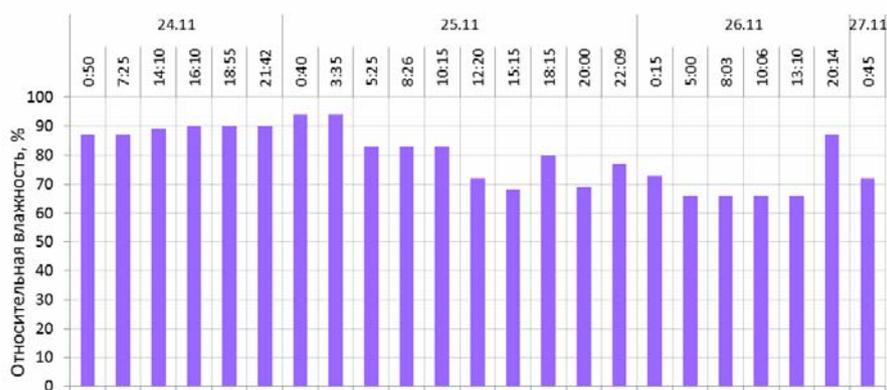


Рис. 8. Изменчивость относительной влажности воздуха по маршруту следования судна на Кольском разрезе

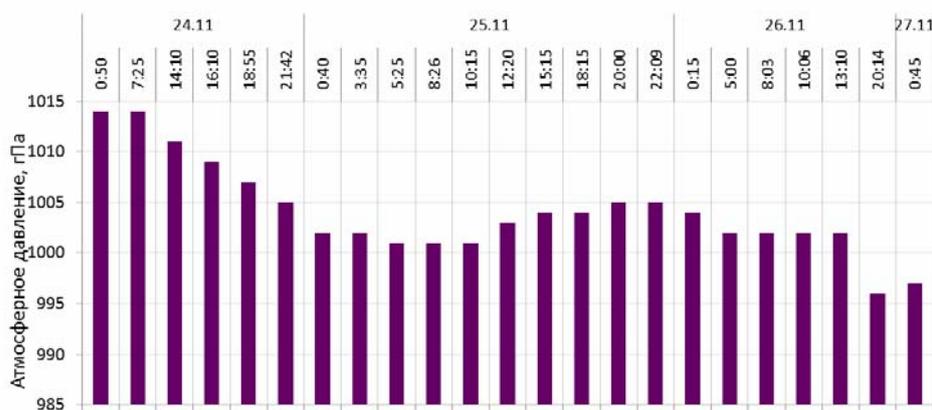


Рис. 9. Изменчивость атмосферного давления по маршруту следования судна на Кольском разрезе

Гидрохимические исследования

Материалы и методы

Отбор проб для измерения параметров гидрохимического комплекса, проводили в стандартных горизонтах (0, 10, 25, 50, 100, 200 м и т.д., дно) пластиковыми батометрами 1.7 л, 5 л, 8 л.

На акватории между ЗФИ и Новой Землей было отобрано 78 проб морской воды.

Производился отбор проб для аналитического измерения следующих параметров гидрохимического комплекса:

- водородного показателя;
- растворенного кислорода (% насыщения);
- фосфора минерального;
- фосфора валового;
- азота нитритного;
- азота нитратного;
- азота валового;
- кремния растворенных силикатов.

После отбора проб в условиях судовой лаборатории производилась фильтрация проб через мембранный фильтр диаметром 0.45 мкм вакуумным насосом фирмы GAST.

Для последующей камеральной обработки нефилтрованные пробы для определения валового азота и фосфора, а также филтрованные – для определения растворенных форм общего азота и фосфора, замораживали в морозильной камере при температуре не ниже -18°C.

Определение концентраций растворенного в воде кислорода (O_2) производили методом Винклера при помощи универсального цифрового титратора фирмы VITLAB. Относительное кислородонасыщение рассчитывали по стандартным формулам ЮНЕСКО, принятым в океанологической практике (Таблицы., 1976). Показатель кислотно-щелочного равновесия (рН) измеряли в нефилтрованных пробах воды на иономере И-160 с приведением к значению *in situ*. Кремний растворенных силикатов ($Si-SiO_3$) - методом Королева, фосфор минеральный ($P-PO_4^{3-}$) определяли методом Морфи-Райли, азот нитритный ($N-NO_2^-$) и азот нитратный ($N-NO_3^-$) - методом Бендшнайдера и Робинсона. Нитраты предварительно восстанавливали до нитритов в колонке с омедненным кадмием при выравнивании рН раствором ЭДТА (рН 12.3-12.6) согласно прописи (Руководство., 1993; Справочник..., 1991).

Определение валового содержания фосфора Робщ и азота Nобщ в пробах воды выполняли после оттаивания при комнатной температуре без доступа света методом Королева-Вальдеррама - совместного «мокрого сжигания» в щелочно-кислой среде на водяной бане под давлением 1.5 атм (Руководство., 1993). Последующее после сжигания определение нитратного азота и фосфатного фосфора проводили вышеописанными методами анализа.

Измерение оптической плотности биогенных элементов производилось на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ. Аналитические определения выполняли сразу же после отбора проб, на борту судна.

Предварительные результаты

Кислород (O₂)

Величины концентрации кислорода на полигоне исследования были не высокими, и в среднем составляли 7.50 мл/л. Расчетные значения средних величин кислородосодержания на исследованной акватории находились около 94 % по насыщению.

Наиболее высокие величины концентраций O₂ чаще всего отмечаются в толще водных масс на глубине 10-25 м. Вертикально распределение растворенного кислорода на всех станциях сходно - его количество уменьшается с увеличением глубины. Максимально низкие значения O₂ (ниже 7.00 мл/л) соответствуют наиболее глубоким станциям.

Водородный показатель (pH)

Величина водородного показателя на всей исследованной акватории изменялась в нешироких пределах и в среднем составила 7.9 единиц. По вертикали количество pH незначительно уменьшается. Максимальное уменьшение водородного показателя с глубиной (250 м) составило 1.2% на ст. 33.

Биогенные элементы

По полученным данным выявлено увеличение содержания от поверхности ко дну минерального фосфора, растворенного кремния и нитратного азота. Распределение нитритного азота имеет противоположную тенденцию в распределении. Предварительное изучение полученных результатов позволяет утверждать, что в водных массах происходят процессы разложения органических веществ и накопления минеральных форм биогенных элементов в придонных горизонтах, что характерно для осенне-зимнего периода. Максимальное количество большинства биогенных элементов обнаружено у дна на наиболее глубоких станциях. Минимальное количество нитритов наблюдалось на станциях 15 и 16 (практически во всем водном столбе).

Исследования компонентов микропланктона

Хлорофилл *a*

С целью исследования пространственного и вертикального распределению концентраций фотосинтетических пигментов фитопланктона был проведен отбор 68 проб на 12 станциях в водах северо-восточной части Баренцева моря и на 9 станциях, приуроченных к Кольскому разрезу (табл. 4).

Отбор и последующая подготовка проб были выполнены согласно рекомендациям ГОСТа (Вода. ..., 2001). Морская вода в объеме 3-4 л была отобрана на станциях пластиковыми батометрами Нискина на горизонтах 0 м, 50 м и 100 м, а так же 25 м и 75 м в случае глубин менее 250 м. Фильтрация была проведена на базе судовой лаборатории (рис. 10) посредством фильтровальной установки под вакуумом (насос производства фирмы GAST (США) рис. 10). Использовали мембранные фильтры Владипор МФАС-ОС-4 с диаметром рабочей поверхности 47 мм и размером пор 0.6 мкм. По завершению фильтрации фильтр складывали осадком внутрь, подсушивали под слоем фильтровальной бумаги и упаковывали в подписанный бумажный конверт. Приготовленные таким

образом пробы были помещены в пластиковую тару с силикагелем, которая подлежала хранению в морозильной камере при температуре минус 18°C (до обработки в стационарных условиях). Последующее экстрагирование фитопигментов в ацетоне, спектрофотометрия полученных экстрактов и их анализ позволят определить:

- концентрацию хлорофилла *a*;
- содержание феофитина;
- пигментный индекс;
- пространственное распределение пигментов фитопланктона, его физиологическое состояние и трофический статус исследуемых акваторий.

Бактериопланктон

Отбор морской воды с целью выявления количественных параметров бактериопланктона проводили по 5-7 стандартным гидрологическим горизонтам. Всего на определение количественных характеристик бактериопланктона отобрано 59 проб морской воды с 8 станций на северо-востоке Баренцева моря (табл. 4).

Пробы на бактериопланктон в объеме 50 мл фиксировали безбактериальным формалином (2.5 мл) и хранили при пониженной температуре до камеральной обработки в условиях стационарной лаборатории (Руководство..., 1990; Современные..., 1983).

Таблица 4

Объем работ по отбору проб морской воды на исследования бактериопланктона и хлорофилла *a*

№ ст.	Дата	Координаты		Глубина, м	Количество проб морской воды, шт.	
					Бактериопланктон	Хлорофилл <i>a</i>
		Долгота	Широта			
4	31.10.2019	7923.145	6526.706	437	7	3
17	01.11.2019	7921.893	6243.938	190	9	3
16	01.11.2019	7906.072	6328.706	278		3
15	01.11.2019	7846.237	6409.197	368	8	3
14	02.11.2019	7829.599	6514.721	370		3
13	02.11.2019	7808.823	6632.849	375	8	3
12	03.11.2019	7747.955	6733.64	437		3
11	03.11.2019	7730.727	6820.382	510		3
20	04.11.2019	7808.653	6244.761	378	8	3
33	06.11.2019	7631.797	6057.332	85	5	4
34	07.11.2019	7623.411	5951.165	123	7	5
35	07.11.2019	7536.099	5634.151	158	7	5
89	24.11.2019	7444.684	3330.006	232		3
90	24.11.2019	7430.000	3328.992	266		3
91	24.11.2019	7415.101	3330.039	323		3
92	25.11.2019	7400.000	3332.517	322		3
94	25.11.2019	7329.280	3333.643	283		3
102	26.11.2019	7130.013	3329.368	280		3

103	26.11.2019	7115.000	3329.286	251		3
106	26.11.2019	7030.464	3328.395	250		3
107	26.11.2019	7014.997	3330.03	246		3



Рис. 10. Вакуумный насос и установка для фильтрования морской воды на определение концентрации хлорофилла в условиях судовой лаборатории (фотография Калинка О.П.)

Фитопланктон и микрозоопланктон

В рамках научно-исследовательского рейса был обеспечен отбор проб воды батометрическим (фитопланктон) и сетным методом (микрозоопланктон), что позволяет исследовать структурную организацию сообществ микропланктона в осенний период. Пробы микропланктона подлежат к исследованию следующих показателей:

- видовой состав;
- общая численность и биомасса;
- численность и биомасса основных систематических групп и видов;
- пространственное и вертикальное распределение;
- плотность распределения.

Общее количество проб микропланктона составило 194 штук, на северо-востоке Баренцева моря 84 получены батометрическим методом и 14 – сетным, на станциях вдоль Кольский разреза – 76 и 17 проб морской воды соответственно. Перечень станций, на которых проводились работы, а также количество проб морской воды указаны в таблице 5.

Батометрический метод. Отбор проб батометрами системы Нискина (1.7 – 10 л) был осуществлен на следующих горизонтах: каждые 25 м от поверхности до дна при глубине 250 м и каждые 50 м при глубине более 250 м. Первичная обработка отобранного материала проведена на базе судовой лаборатории. Вода была слита в сосуды 1 л и сконцентрирована посредством камеры обратной фильтрации И. Ю. Сорокина (размер пор ядерных фильтров 2 мкм) в пробирки по 15 мл.

Сетной метод. Послойный отбор проб микрозоопланктона выполнен посредством мелкоячейной сети Джели (размер ячеек 29 мкм), модифицированным батометром системы Нискина (5 л). Планктонные организмы облавливались в 2-3 слоях водной толщи в

зависимости от температурного или соленостного скачка. Пробу воды сливали в тару объемом 0.5 л.

Отобранные батометрическим и сетным методом пробы воды подлежали этикированию и фиксации раствором нейтрального формальдегида (конечная концентрация в пробе 4%) для исследования в лаборатории планктона ММБИ КНЦ РАН.

Таблица 5

Объем работ по отбору проб фитопланктона (батометрический метод) и микропланктона (сетной метод)

№ ст.	Дата	Координаты		Глубина, м	Количество проб морской воды, шт.	
		Долгота	Широта		Фитопланктон	Микрозоопланктон
17	01.11.2019	7921.893	6243.938	190	9	2
16	01.11.2019	7906.072	6328.706	278	7	
15	01.11.2019	7846.237	6409.197	368	8	2
14	02.11.2019	7829.599	6514.721	370	8	
13	02.11.2019	7808.823	6632.849	375	9	2
12	03.11.2019	7747.955	6733.64	437	10	
11	03.11.2019	7730.727	6820.382	510	11	2
20	04.11.2019	7808.653	6244.761	378	8	
33	06.11.2019	7631.797	6057.332	85	5	2
34	07.11.2019	7623.411	5951.165	123	5	2
35	07.11.2019	7536.099	5634.151	158	7	2
89	24.11.2019	7444.684	3330.006	232	9	3
90	24.11.2019	7430.00	3328.992	266	10	2
91	24.11.2019	7415.101	3330.039	323	7	
92	25.11.2019	7400.732	3332.517	322	6	3
94	25.11.2019	7329.28	3333.643	283	7	3
102	26.11.2019	7130.013	3329.368	280	7	2
103	26.11.2019	7115.000	3329.286	251	10	
106	26.11.2019	7030.464	3328.395	250	10	2
107	26.11.2019	7014.997	3330.920	246	10	2

Зоопланктон

Пробы зоопланктона отобраны на 20 станциях (табл. 6) в общем количестве 20 шт., облавливаемый слой воды 0 – 25 м, 50 м – дно. В качестве орудия лова использована планктонная сеть Джели (диаметр входного отверстия 37 см, размер ячеи 150 мкм). Отобранные пробы воды концентрировались до объема 0.1 литра и фиксировались нейтральным раствором формальдегида (конечная концентрация в пробе – 4%) для последующей камеральной обработки в лаборатории планктона ММБИ КНЦ РАН.

Полученные сетные пробы позволяют исследовать ряд показателей:

- видовой состав;
- общая численность и биомасса;
- численность и биомасса основных систематических групп и видов;
- пространственное и вертикальное распределение;
- плотность распределения;
- размерная структура популяций массовых видов зоопланктона;

- производственные характеристики основных видов (групп) «кормового» зоопланктона.

Таблица 6

Объем работ по отбору проб морской воды на исследование зоопланктона

№ ст.	Дата	Время	Широта	Долгота	Орудие, слой отбора	Глубина, м
9	30.10.2019	13:30	7729.33	7201.52	Сеть Джели	307
10	30.10.2019	22:51	7808.23	6954.36	Сеть Джели	450
6	31.10.2019	8:07	7844.72	6945.71	Сеть Джели	515
3	31.10.2019	17:00	7923.87	6921.86	Сеть Джели	542
4	31.10.2019	22:34	7923.77	6528.78	Сеть Джели	437
17	01.11.2019	5:15	7921.58	6240.09	Сеть Джели	199
16	01.11.2019	14:10	7906.00	6327.00	Сеть Джели	277
15	01.11.2019	20:17	7846.66	6414.15	Сеть Джели	365
5	02.11.2019	4:15	7844.83	6647.99	Сеть Джели	346
14	02.11.2019	10:50	7830.01	6519.54	Сеть Джели	375
13	02.11.2019	17:50	7808.18	6634.68	Сеть Джели	385
12	03.11.2019	1:00	7748.00	6736.00	Сеть Джели	437
11	03.11.2019	7:00	7729.91	6825.92	Сеть Джели	505
22	03.11.2019	17:50	7705.53	6508.44	Сеть Джели	102
20	04.11.2019	5:10	7808.26	6247.75	Сеть Джели	378
19	04.11.2019	11:33	7826.41	6200.02	Сеть Джели	187
18	04.11.2019	14:20	7844.83	6107.42	Сеть Джели	188
33	06.11.2019	18:50	7631.94	6057.67	Сеть Джели	82
34	07.11.2019	0:55	7624.10	5951.74	Сеть Джели	123
35	07.11.2019	12:25	7536.24	5633.49	Сеть Джели	155

Микрофитобентос

Отобранные пробы грунта позволяют оценить структурные показатели сообществ бентосных форм микроводорослей, а также информативны с точки зрения определения характера грунта в пределах баренцевоморской акватории. Пробы грунта отобраны дночерпателем ван Вина с глубины 1 см³ от поверхности дна в количестве 5 проб в водах северо-восточной части Баренцева моря (ст. № 12, 15, 16, 33). Фиксация организмов выполнена нейтральным раствором формальдегида 4% в объеме 10 мл на пробу.

Макрозообентос

Методика

В ходе экспедиции отобраны пробы зообентоса в северо-восточной части Баренцева моря между арх. Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. Отбор бентосных проб производился дночерпателем ван Вина с площадью захвата 0.1 м² в 3-кратной повторности. Грунт промывался через капроновое сито с ячейей 0.75 мм. После промывки пробы были зафиксированы в пластиковых емкостях 4% раствором формалина, нейтрализованного тетраборатом натрия. Всего отобрано 35 дночерпательных проб на 12 станциях (табл. 7).

Предварительные результаты

Характеристики станций, на которых отбирались пробы зообентоса, приведены в таблицах.

Таблица 7

Характеристика станций и состав проб для исследований макрозообентоса

№ ст.	Дата	Кол-во проб	Долгота	Широта	Глуб., м	T, °C	S, ‰	Характеристика грунта	Фауна
10	30.10.19	3	7808.341	6946.665	445	-0.1	34.9	Песчанистый коричневый ил, серая глина	<i>Maldanidae g.sp.</i> , <i>Macoma calcarea</i>
6	31.10.19	3	7843.800	6940.627	507	-0.2	34.9	Коричневый ил, "фораминиферный песок", мягкая коричневая глина	<i>Spiochaetopterus typicus</i> , <i>Ophiopleura borealis</i>
4	31.10.19	3	7922.748	6525.392	427	-0.25	34.79	Коричневый ил, "фораминиферный песок", мягкая коричневая глина	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
17	1.11.19	3	7922.002	6251.200	186	-1.2	34.7	Коричневый песчанистый ил, "фораминиферный песок, серая плотная и коричневая мягкая глина, в нижних слоях - мелкий песок	<i>Ctenodiscus crispatus</i> , <i>Ophiopleura borealis</i> , <i>Ophiacantha bidentata</i>
15	1.11.19	3	7846.029	6401.667	361	-0.3	34.9	Песчанистый коричневый ил, мягкая коричневая глина, "фораминиферный песок"	<i>Spiochaetopterus typicus</i> , <i>Ophioscolex glacialis</i>

5	2.11.19	3	7844.734	6642.679	343	-0.2	34.9	Песчанистый коричневый ил, мягкая коричневая глина, "фораминиферн ый песок"	<i>Spiochaetopteus typicus, Ophiacantha bidentata</i>
12	3.11.19	3	7747.800	6732.570	430	-0.2	34.9	Тонкий слой коричневого ила, серая глина, немного камней	<i>Spiochaetopteus typicus</i>
11	3.11.19	3	7730.982	6816.857	502	-0.3	34.9	Тонкий слой коричневого ила, серая глина, немного камней	<i>Spiochaetopteus typicus, Maldanidae g.sp., Gersemia fruticosa, Polychaeta var.</i>
22	3.11.19	3	7705.687	6506.458	106	-0.1	34.8	Среднезернисты й песок, камни, серая вязкая глина	<i>Maldanidae g.sp., Golfingia sp., Brachiopoda g.sp., Macoma calcarea, Cardium ciliatum</i>
20	4.11.19	3	7809.220	6236.026	392	-0.3	34.9	Песчанистый коричневый ил, серая глина, немного фораминифер	<i>Polychaeta var.</i>
33	6.11.19	2	7630.598	6058.803	105	-0.1	34.9	Крупнозернисты й песок, камни, серая вязкая глина	<i>Strongylocentrotu s sp., Macoma calcarea, Golfingia sp.</i>
34	7.11.19	3	7623.328	5951.014	127	0.8	34.8	Крупнозернисты й песок, камни, серая вязкая глина	<i>Ophiopholis aculeata, Ophiacantha bidentata, Amphiura sp., Brachiopoda g.sp., Strongylocentrotu s sp.</i>

Все собранные количественные пробы переданы в лабораторию зообентоса ММБИ КНЦ РАН для обработки и подробного анализа.



Рис. 11. Отбор проб зообентоса в рейсе на НИС "Дальние Зеленцы" в ноябре 2019 г.

Все собранные количественные пробы переданы в лабораторию зообентоса ММБИ для обработки и подробного анализа.

Экотоксикологические исследования макрозообентоса и донных отложений

Методика

В ходе экспедиции отобраны пробы зообентоса между северо-восточным районом Баренцева моря и северо-западной части Карского моря. Отбор бентосных проб производился дночерпателем ван Вина с площадью захвата 0/1 м² в 3-кратной повторности. Грунт промывался через капроновое сито с ячейей 0.75 мм. В обоих районах отобраны пробы бентосных организмов и донных отложений для экотоксикологических исследований (табл. 8, рис. 12).

Предварительные результаты

Характеристики станций, на которых отбирались пробы зообентоса, приведены в таблицах.

Таблица 8

Характеристика станций и состав проб для экотоксикологических исследований

№ ст.	Дата	Широта	Долгота	Глубина, м	Состав образца
10	30.10.2019	7808.341	6946.665	445	грунт <i>Maldane sarsi</i> <i>Laonice cirrata</i>

					<i>Macoma calcaria</i>
15	01.11.2019	7846.029	6901.667	361	грунт <i>Ophioscolex glacialis</i> <i>Actinostola sp.</i> <i>Colus islandicus</i> <i>Gersemia fruticosa</i>
22	03.11.2019	7705.687	6506.458	106	грунт <i>Maldane sarsi</i> <i>Haploops tenuis</i> <i>Melitidae g.sp.</i> <i>Ampharetidae g.sp.</i> <i>Strongylocentrotus sp.</i> <i>Sabinea septemcarinata</i> <i>Spirontocaris spinus</i> <i>Crossaster papposua</i> <i>Sclerocrangon boreas</i>

Пробы донных отложений и бентосных организмов для экотоксикологических исследований переданы в аналитическую лабораторию ААНИ РАЭ-Ш в пос. Баренцбург для химического анализа.



Рис. 12. Отбор проб донного осадка и зообентоса в рейсе на НИС "Дальние Зеленцы" в ноябре 2019 г.

Ихтиологические исследования

Проведение в Баренцевом и Карском морях, в ближайшем будущем - потенциальном крупнейшем районе добычи, транспортировки и хранения нефти и газа, целенаправленных комплексных и систематических геоэкологических исследований является потребностью сегодняшнего дня. В настоящее время имеются опасения, что по мере ухудшения состояния морской среды и снижения численности представителей верхнего трофического звена, в том числе рыб, функциональная целостность и

продуктивность прибрежных и шельфовых морских экосистем претерпевают существенные изменения.

Для оценки современного состояния ихтиофауны и рыбохозяйственного значения между северо-восточным районом Баренцева моря и северо-западной части Карского моря были проведены ихтиологические исследования в период с 29 октября по 6 ноября 2019 г. в экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы». В ходе работ выполнена ихтиологическая съемка разноглубинным тралом на 20 станциях обследованной акватории (табл. 9).

Всего выполнено 20 донных и 3 пелагических траления (№ 9, 18, 21).

Таблица 9

Объем работ и координаты тралений

Дата	Станция	Начало траления		Окончание траления		Время	Глубина места, м
		Широта	Долгота	Широта	Долгота		
29.10.2019	1	7956.120	7056.290	7956.860	7102.420	05:30-06:00	568-563
29.10.2019	2	7923.700	7101.100	7923.700	7107.300	14:40-15:10	520
29.10.2019	7	7845.430	7230.110	7845.200	7237.200	23:25-23:55	502-500
30.10.2019	8	7808.200	7259.700	7808.200	7306.100	06:15-06:45	427-420
30.10.2019	9	7729.300	7203.500	7729.300	7158.000	15:00-15:30	302
31.10.2019	10	7807.500	6954.400	7808.600	6953.900	02:30-03:00	445
31.10.2019	6	7844.724	6945.708	7845.292	6952.216	10:45-11:15	512
31.10.2019	3	7923.800	6823.600	7923.600	6816.400	18:10-18:40	542
01.11.2019	4	7923.700	6531.700	7923.700	6525.300	01:30-02:00	430
01.11.2019	17	7921.581	6240.087	7920.381	6243.791	10:27-10:57	187-197
02.11.2019	15	7846.600	6411.000	7846.500	6416.900	00:00-00:30	365-366
02.11.2019	5	7845.100	6649.800	7844.000	6641.400	06:45-07:15	345-338
02.11.2019	13	7808.290	6634.392	7807.174	6637.929	21:45-22:15	380

03.11.2019	11	7729.926	6826.038	7729.300	6820.477	11:10-11:40	510-498
04.11.2019	20	7808.846	6242.645	7808.196	6248.176	09:30-10:00	380-378
04.11.2019	18	7845.200	6109.200	7844.200	6105.200	14:50-15:20	187-188
04.11.2019	27	7808.211	5847.210	7808.701	5853.026	22:30-23:00	323-325
05.11.2019	25	7730.198	6011.826	7730.236	6017.423	05:40-06:10	268-270
06.11.2019	32	7653.245	5821.380	7654.049	5825.892	04:10-04:40	205-208
06.11.2019	23	7653.129	6203.630	7653.154	6209.081	14:00-14:30	166-178

Методика выполнения работ

Сбор информации о видовом составе ихтиофауны, количественном распределении и биологическом состоянии рыб в слое от поверхности до дна выполнялся с помощью разноглубинного трала, оснащенного мелкоячейной вставкой «рубашкой» с ячейей 12 мм (рис.13). Продолжительность одного траления отсчитывалась с момента постановки ваеров на стопор и составляла 30 минут при средней скорости буксировки 3.0 узла.

Улов разбирали по видам, взвешивали, просчитывали и обрабатывали по методике общепринятой в полевых ихтиологических исследованиях (Инструкции и методические рекомендации..., 2001). Виды рыб определяли по определителям (Андрияшев, 1954; Долгов, 2011). Для промысловых видов проводили полный биологический анализ (ПБА), который включал измерение длины и массы тела, определение пола и стадии зрелости гонад, степени наполнения желудочно-кишечного тракта, качественный анализ питания, сбор возрастных проб (отолиты) (рис. 14). При больших уловах выборка ПБА составляла не менее 25 экземпляров, для остальной части улова выполнялся массовый промер. У непромысловых видов и молоди рыб измеряли длину и массу тела.

Отолиты разламывали на части, годовые кольца просматривали на сломе в капле воды под биноклем МБС-10.



Рис. 13. Трал на борту. Выливка улова



Рис. 14. Проведение полного биологического анализа сайки (станция № 2)

Объем полевых работ

Всего на акватории выполнено 20 разноглубинных тралений, в результате которых поймано 349 экземпляров рыб, общий улов составил 17 кг (рис. 15-20). Количество измеренных и обработанных на полный биологический анализ рыб представлено в таблице 10.

Виды и кол-во обработанных рыб

Виды рыб	Общий улов		Количество исследованных рыб, экз.	
	кг	экз.	ПБА	Промер
Полярный скат <i>Amblyraja hyperborea</i>	9.54	6	6	0
Сайка <i>Boreogadus saida</i>	3.23	265	235	30
Атлантический крючкорог <i>Artediellus atlanticus</i>	0.03	2	1	1
Арктический шлемоносный бычок <i>Gymnocanthus tricuspis</i>	0.03	1	1	0
Атлантический двурогий ицел <i>Icelus bicornis</i>	0.02	4	0	4
Полярный триглопс <i>Triglops nybelini</i>	0.11	26	8	18
Остроносый триглопс <i>Triglops pingelii</i>	0.08	2	0	2
Лисичка-лептагон <i>Leptagonus decagonus</i>	0.01	1	0	1
Ледовитоморская лисичка, ульцына <i>Ulcina olrikii</i>	0.03	7	1	6
Карепрокт <i>Careproctus sp.</i>	0.17	3	0	3
Чернобрюхий липарис <i>Liparis fabricii</i>	0.41	19	10	9
Липарис Парра <i>Liparis bathyarcticus</i>	0.32	3	0	3
Камбала-ерш <i>Hypoglossoides platessoides limandoides</i>	3.07	10	10	0
Всего	17.02	349	272	77



Рис.15. Улов на станции № 2: чернобрюхий липарис и сайка



Рис. 16. Улов на станции № 8: сайка, полярный триглопс, чернобрюхий липарис, карепрокт



Рис. 17. Полярный скат (станция № 8)



Рис. 18. Видовой состав улова на станции № 20: сайка, чернобрюхий липарис, липарис Парра, камбала-ерш, остроносый триглонс, полярный триглонс, атлантический двурогий ицел, лисичка-лептагон, улыцына



Рис. 19. Арктический шлемоносный бычок (станция № 18)

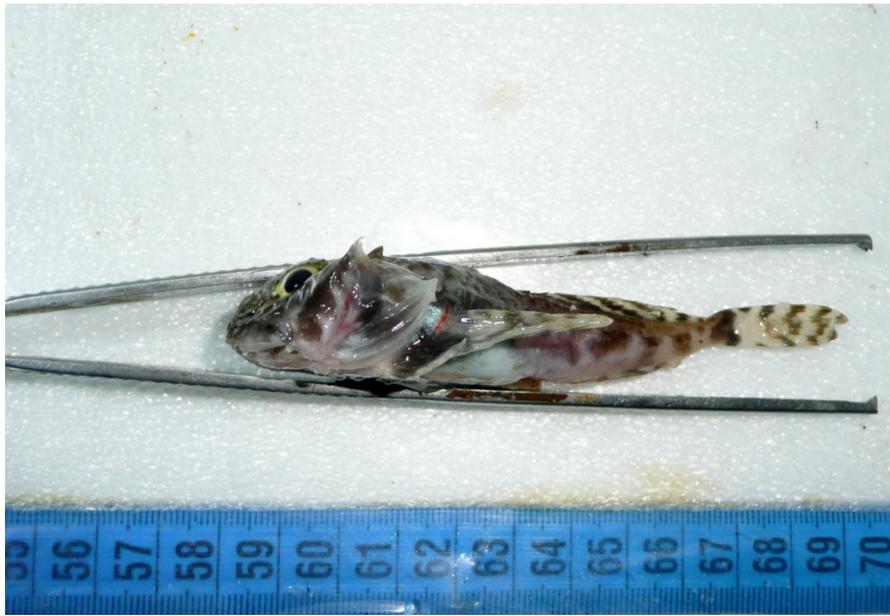


Рис. 20. Атлантический крючкорог (станция № 18)

Пелагические траления не дали результатов, трал был пустым.

Радиоэкологические исследования

В рамках данного направления исследований проводились отбор и частичная подготовка проб морской воды и донных отложений (рис. 21, 22, 23) для определения концентраций искусственных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . В течение рейса было выполнено 19 комплексных станций.

Всего в течение экспедиции было отобрано:

- 20 проб воды объемом по 100 л на ^{137}Cs ;
- 16 проб воды объемом по 20 л на ^{90}Sr ;
- 2 колонки донных отложений;
- 10 проб верхнего слоя донного осадка (0-2 см) на ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Объем радиоэкологических работ представлен в таблице 11. В дальнейшем эти пробы будут анализироваться на содержание в них радионуклидов.

Таблица 11

Объем радиоэкологических работ, выполненных в рейсе НИС «Дальние Зеленцы» с 29.10.19 по 7.11.19 г.

№ ст.	Дата	Время	Координаты		Глубина, м	Горизонт, м	Вода		Донный осадок	
			Широта	Долгота			Cs	Sr	0-5	керна
1	29.10.2019	5:30	7956.120	7056.290	568	0	+	+		
2	29.10.2019	14:40	7923.700	7101.100	520	0	+			
3	31.10.2019	17:00	7923.874	6921.858	542				+	
5	02.11.2019	4:15	7844.832	6647.988	346	0	+			
		4:35				80	+	+		
6	31.10.2019	8:07	7844.724	6945.708	512					+
7	29.10.2019	23:25	7845.430	7230.110	502	0	+	+		
8	30.10.2019	6:15	7808.200	7259.700	427	0	+			
9	30.10.2019	13:30	7729.334	7201.524	307	0	+	+		
10	30.10.2019	22:51	7808.232	6954.360	442				+	
11	03.11.2019	7:00	7729.910	6825.920	495	0	+		+	
13	02.11.2019	17:50	7808.178	6634.676	385			+		
14	02.11.2019	10:50	7830.011	6519.535	375				+	+
16	01.11.2019	14:10	7906.000	6327.000	277	0		+	+	
17	01.11.2019	5:15	7921.582	6240.086	190	0	+			
		6:15				180	+	+		
20	04.11.2019	5:10	7808.256	6247.754	378	0	+	+	+	
						100	+	+		
22	03.11.2019	17:50	7705.528	6508.442	102	0	+	+	+	
		17:55	7705.565	6508.459		95	+	+		
33	06.11.2019	18:50	7631.944	6057.672	82	0	+	+	+	
		19:20				75	+	+		
34	07.11.2019	0:55	7624.097	5951.738	123	0	+	+	+	
		0:57				80		+		
35	07.11.2019	12:25	7536.242	5633.489	155	0	+	+	+	
		13:20				147	+	+		
Итого:							20	16	10	2

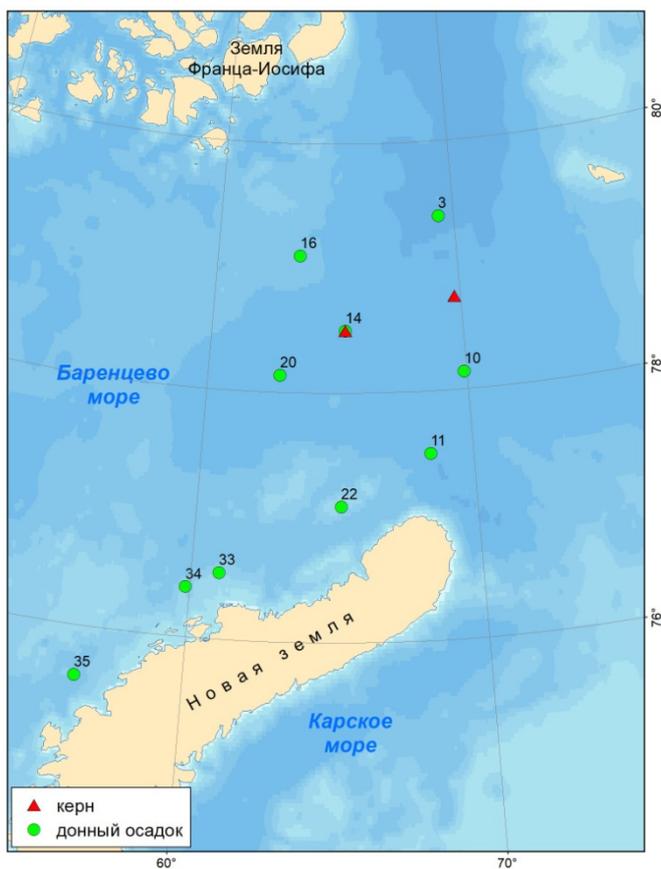


Рис. 21. Карта-схема отбора проб донных отложений

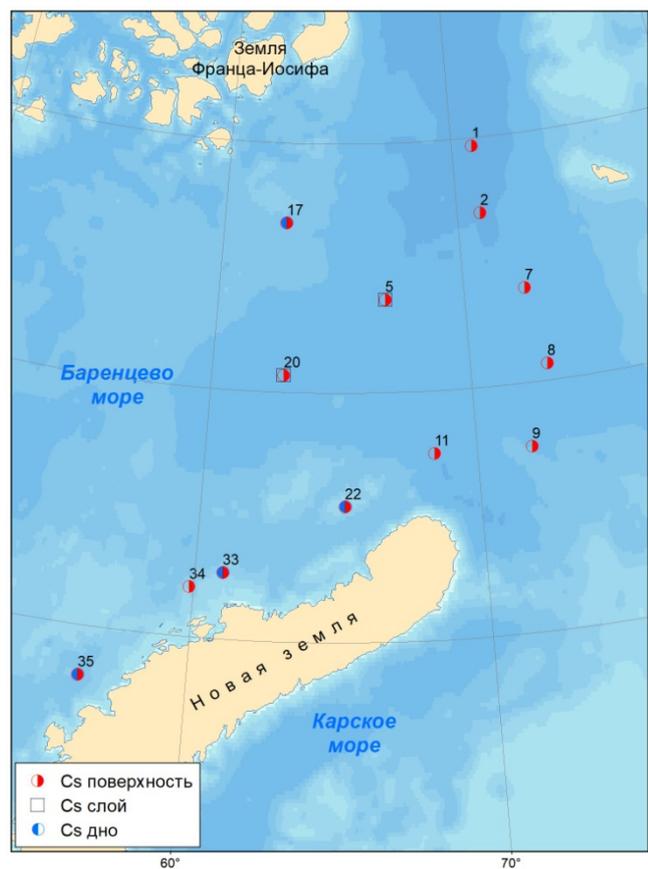


Рис. 22. Карта-схема отбора проб морской воды для определения концентрации ^{137}Cs

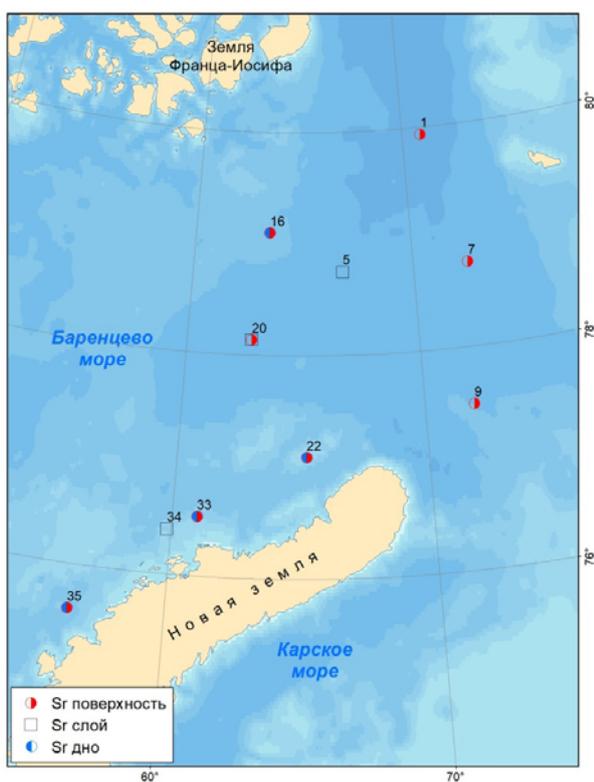


Рис. 23. Карта-схема отбора проб морской воды для определения концентрации ^{90}Sr

Методика отбора и первичной пробоподготовки морской воды

Отбор проб морской воды из поверхностного и придонного слоев производился батометрическим методом, а также с помощью системы подачи морской воды. Для определения удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , объем пробы воды с одного горизонта составил 100 и 30 л, соответственно.

Отбор проб на анализ ^{137}Cs проводился методом, основанном на сорбционном концентрировании цезия в динамических установках из водных растворов с помощью селективного целлюлозно-неорганического сорбента «АНФЕЖ» (Методика..., 1991).

Подготовка сорбента

Необходимое количество сорбента (объемом 100 мл на пробу), помещают в химический стакан, заливают горячей водой (70-90°C) и выдерживают не менее 30 минут.

Ход сорбирования

100 л воды помещают в бочку. Водную суспензию сорбента переносят из химического стакана в колонку, (колонку заполняют до высоты 10-12 см) и на вход подают отфильтрованную от взвеси пробу анализируемой воды, обеспечивая скорость воды в колонке не более 80 см/мин (600-700 мл/мин). После пропускания пробы сорбент выгружают из колонки в полиэтиленовый пакет или пластиковый контейнер, маркируют и направляют на гамма-спектрометрический анализ.

Подготовку проб морской воды для выполнения измерений активности ^{90}Sr проводили в соответствии с п. 6 приложения А «Методики выполнения измерений удельной активности стронция-90 в пробах окружающей среды на сцинтилляционной установке «LS 6500»».

Радиохимическая подготовка проб воды:

1. В анализируемую пробу воды объемом от 1 литра до 10 л вносят 8.0 мл стандартного раствора носителя стронция. В раствор пробы добавляют соляную кислоту с концентрацией 6 Моль/л до pH=3-4, перемешивают и нейтрализуют раствором NH_4OH до pH=7-8.

2. При перемешивании добавляют горячий 20% раствор карбоната натрия Na_2CO_3 до выпадения хлопьевидного осадка, прибавляют избыток от 50 до 70 мл. Пробе дают постоять для полного осаждения осадка. Отстоявшийся раствор декантируют с помощью резинового шланга. Осадок отделяют центрифугированием, переносят в пластиковую или стеклянную тару и отправляют в лабораторию для дальнейшей обработки.

Методика отбора донных отложений

Пробы донных отложений отобраны с помощью дночерпателя ван Вина. Масса навески пробы составляла 0.5-1.5 кг сырой массы.

Заключение

Проведены комплексные экспедиционные исследования в Баренцевом и Карском морях в осенне-зимний период. Выполнен большой объем полевых работ, включая донные и пелагические траления в Баренцевом и Карском морях.

В рамках океанографических исследований было выполнено 44 STD-профилирования водной толщи.

Было отобрано 78 гидрохимических проб морской воды. В северо-восточной части Баренцева моря сделан гидрохимический разрез. В судовой лаборатории получены предварительные результаты содержания в воде кислорода, водородного показателя

биогенных элементов. Полный анализ на содержание биогенных элементов будет производиться в лаборатории ММБИ КНЦ РАН.

В рамках исследований компонентов микропланктона были отобраны пробы на определение хлорофилла *a* (68 шт.), бактериопланктона (59 шт.), фито- и микрозоопланктона (194 шт.) и зоопланктона (44 шт.)

Для определения структурных показателей сообществ бентосных форм микроводорослей были отобраны 5 проб донного осадка.

Отобрано 35 проб макрозообентоса на 12 станциях.

Экотоксикологические исследования бентосных организмов и донного осадка включали в себя 9 проб.

При проведении ихтиологических исследований сделано 20 донных и 3 пелагических траления. Материалы тралений были оперативно обработаны и представлены в настоящем отчете.

В рамках радиэкологических исследований отобраны пробы воды (36 шт.), верхнего слоя (10 шт.) и кернов (2 шт.) донного осадка.

Литература

- Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л., Гидрометеиздат, 1977
- Атлас облаков СПб, 2006
- Руководством по эксплуатации STD-зонда "SBE 19 plus V2 SEACAT PROFILER. User Manual, Version 011. Bellevue, Washington. USA. 2013"
- Таблицы растворимости кислорода в морской воде / под ред. З.И. Мироненко. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 165 с.
- Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство / А.И. Агатова и др.; отв. ред. В.В. Сапожников. М.: Агропромиздат, 1991. 222 с.
- Руководство по химическому анализу морских вод. Руководящий документ. Л.: Гидрометеиздат, 1993. 265 с.
- Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. С. 551-563.
- Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / Отв. ред. Виноградов М.Е. – М.: Наука, 1983. – 280 с.
- Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений (временное) // Под ред.: А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 188 с.
- Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. 291 с.
- Андрияшев А.П.. Рыбы северных морей СССР. Определители по фауне СССР Зоол. ин-та АН СССР. N . 53. М.; Л. Изд-во АН СССР, 1954. 556 с.
- Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. 291 с.
- Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений (временное) // Под ред.: А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 188 с.
- «АНФЕЖ» Методика..., 1991
- Методика подготовки проб окружающей среды и неорганических сыпучих материалов для определения ^{137}Cs , ^{90}Sr и ЗН. - СПб: ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. – 8 с.
- Методика выполнения измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением спектрометра энергии гамма-излучения CANBERRA с программным обеспечением GENIE 2000. СПб: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2009. 43 с.
- Методика выполнения измерений удельной активности стронция-90 в пробах окружающей среды на сцинтилляционной установке «LS 6500» СПб: ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. 16 с.

Приложение

