

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

НАУЧНЫЙ ОТЧЁТ
КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА НИС
“ДАЛЬНИЕ ЗЕЛЕНЦЫ”
В БАРЕНЦЕВО МОРЕ
С 15 ПО 31 АВГУСТА 2023 г.



Мурманск
2023 г.

УДК 551.46.07

Экспедиция Мурманского морского биологического института РАН на НИС "Дальние Зеленцы" проведена в период с 15 по 31 августа 2023 г. В рамках экспедиции выполнены комплексные экосистемные исследования на разрезе вдоль арх. Новая Земля в Баренцевом море, а также в центральной части Карского моря. Получены новые данные о термохалинных и гидрохимических характеристиках водных масс. Отобраны пробы воды для определения концентрации хлорофилла *a*, численности, биомассы и видового состава бактерио-, фито- и зоопланктона, а также для анализа уровней радионуклидов (^{137}Cs) и тяжёлых металлов в морской воде. Произведено 15 донных тралений в рамках проведения ихтиологических исследований. В течение всего рейса на трансектах и станциях производились наблюдения за морскими птицами и млекопитающими.

Ил. – 25, табл. - 12, прил. - 1, библиогр. - 40 назв.

Отв. редактор – к.г.н. Д.В. Моисеев

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ИНФОРМАЦИЯ О РЕЙСЕ (Ежов А.В.)	4
1.1. Цель исследований и программа рейса	4
1.2. Состав научной группы	4
1.3. Маршрут экспедиции и объём выполненных работ	5
1.4. Оборудование	6
2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ (А.В. Ежов, М.В. Григорьева, И.А. Пастухов, П.Р. Макаревич, А.А. Олейник, М.П. Венгер, Е.В. Расхожева, О.В. Бондарев, К.К. Москвин)	7
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	144
3.1. Океанографические характеристики (М.В. Григорьева)	144
3.2. Гидрохимические условия (И.А. Пастухов)	1717
3.3. Исследования планктона (П.Р. Макаревич, А.А. Олейник, М.П. Венгер)	2121
3.4. Исследования мегабентоса (К.К. Москвин)	27
3.5. Ихтиологические исследования (Е.В. Расхожева, О.В. Бондарев) ..	31
3.6. Орнитологические и териологические исследования (А.В. Ежов) ..	33.33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Ежов А.В.)	38
ЛИТЕРАТУРА	38
ПРИЛОЖЕНИЕ (М.В. Григорьева)	42

1. ИНФОРМАЦИЯ О РЕЙСЕ

1.1. Цель исследований и программа рейса

Проведение систематических комплексных экосистемных исследований в арктических морях является основой фундаментальных исследований региона. Подобные работы позволяют не только пополнять имеющиеся базы данных, связанные со структурой и особенностями функционирования морских экосистем, но и дают возможность прогнозировать изменения в экосистемах в условиях климатических циклов и антропогенной нагрузки. Они охватывают все уровни экосистемной организации: от условий среды обитания живых организмов (метеорологические, термохалинные и гидрохимические характеристики) до всех уровней морских экосистем - от организмов, осуществляющих первичную продукцию органического вещества (фитопланктон) до представителей высших звеньев трофических цепей (морские млекопитающие и птицы).

Целью экспедиции являлся сбор данных в рамках комплексных экосистемных исследований Баренцева и Карского морей, необходимых для анализа и прогноза происходящих в них природных процессов и антропогенного воздействия. В соответствии с вышеуказанной целью в экспедиции решались следующие задачи:

- Определение гидрометеорологических показателей водной среды;
- Определение гидрохимических параметров водной среды;
- Отбор проб воды для определения характеристик фотосинтетических пигментов, бактерио-, нано-, фито- и зоопланктона;
- Отбор проб воды для определения концентраций ^{137}Cs и тяжёлых металлов;
- Исследования макрозообентоса;
- Ихтиологические исследования;
- Наблюдения за морскими птицами и млекопитающими.

Экспедиция проводилась на научно-исследовательском судне Мурманского морского биологического института РАН “Дальние Зеленцы”.

1.2. Состав научной группы

В экспедиции принимали участие 6 сотрудников ММБИ РАН представляющих все направления научных исследований, запланированных в ходе рейса. Их них 4 человека являлись молодыми учёными в возрасте до 39 лет. Персональный состав участников экспедиции представлен ниже:

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| 1. Ежов А.В. | нач. экспедиции, орнитолог, териолог; |
| 2. Григорьева М.В. | океанолог; |
| 3. Пастухов И.В. | гидрохимик, планктонолог; |
| 4. Москвин К.К. | бентолог; |
| 5. Расхожева Е.В. | ихтиолог; |
| 6. Бондарев О.В. | ихтиолог |

1.3. Маршрут экспедиции и объём выполненных работ

Экспедиция проведена в период с 15 по 31 августа 2023 г. В соответствии с программой исследования проходили на акватории Баренцева и Карского морей. Основу маршрута экспедиции составили районы вдоль западного побережья арх. Новая Земля в Баренцевом море и в центральной части Карского моря. Маршрут экспедиции, расположение и координаты станций представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

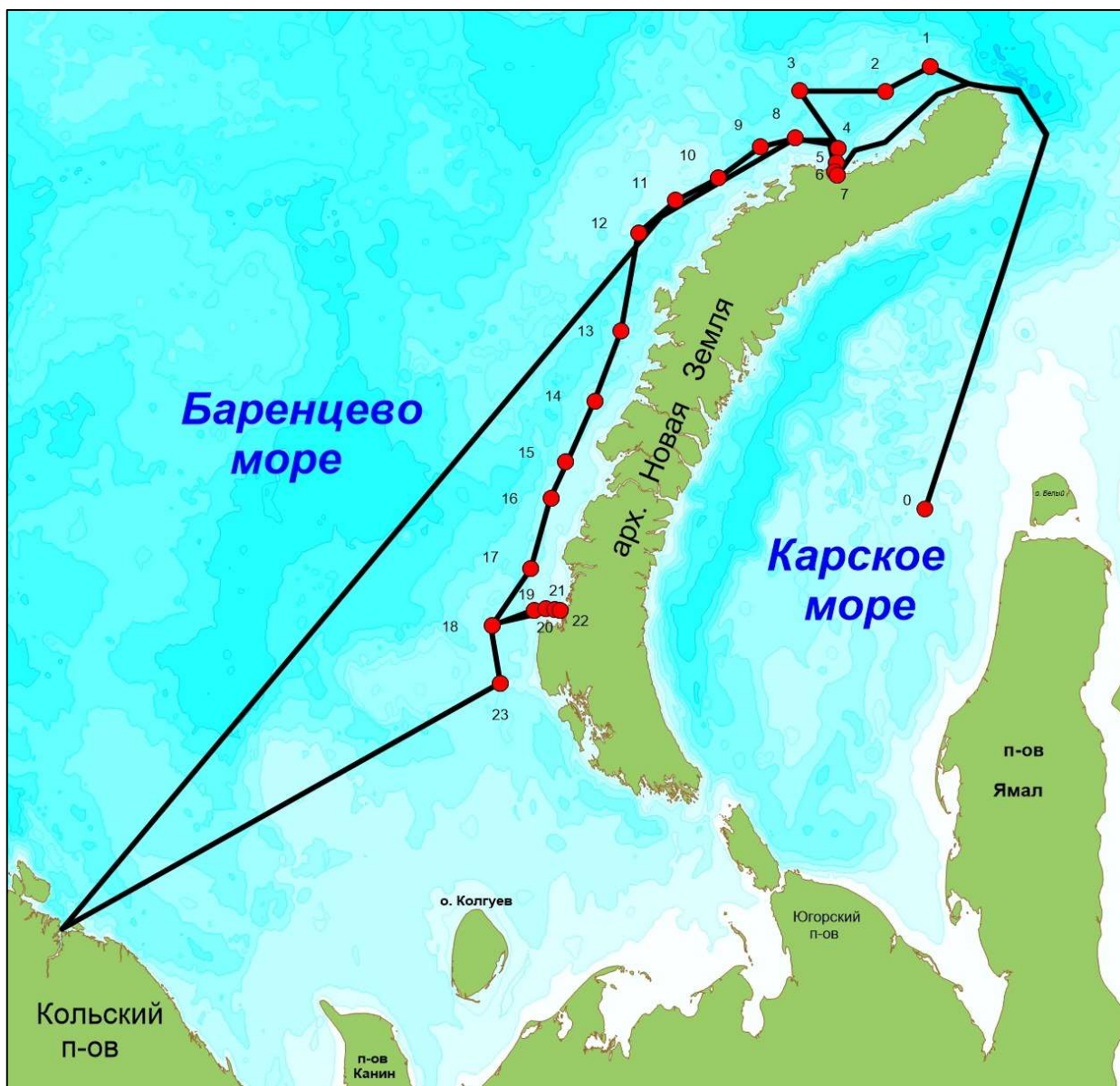


Рис. 1. Общая карта-схема района работ, маршрут и расположение станций в рейсе на НИС “Дальние Зеленцы” 15-31 августа 2023 г.

Всего в ходе экспедиции было выполнено 24 станции (табл.1, рис. 1). Сводная таблица координат станций, характера и объёма выполненных работ отражена в приложении – таблица П.1.

Таблица 1

Объём работ в исследуемых районах Баренцева и Карского морей

Станция	Дата	Координаты		Глубина м	Примечание
		N ГГММ.МММ	E ГГММ.МММ		
0	23.08.2023	7134.310	5002.898	58	Карское море
1	25.08.2023	7712.330	6610.654	85	Баренцево море
2	25.08.2023	7658.716	6430.460	150	
3	25.08.2023	7659.119	6116.640	129	
4	25.08.2023	7627.572	6243.548	196	
5	26.08.2023	7619.834	6238.756	166	
6	26.08.2023	7614.923	6234.942	101	
7	26.08.2023	7612.938	6241.110	38	
8	26.08.2023	7633.084	6107.270	83	
9	26.08.2023	7628.298	5948.861	121	
10	26.08.2023	7611.148	5813.398	108	
11	27.08.2023	7558.889	5637.280	106	
12	27.08.2023	7541.253	5514.387	102	
13	27.08.2023	7447.533	5434.837	108	
14	27.08.2023	7408.798	5334.919	145	
15	27.08.2023	7335.885	5229.372	90	
16	28.08.2023	7315.738	5155.907	82.5	
17	28.08.2023	7237.193	5110.311	94	
18	28.08.2023	7205.871	4943.174	115	
19	28.08.2023	7214.482	5117.991	75	
20	28.08.2023	7215.012	5144.454	43	
21	28.08.2023	7214.509	5204.367	40	
22	28.08.2023	7214.483	5216.606	36	
23	29.08.2023	7134.310	5002.898	121	

1.4. Оборудование

1. STD-зонд SEACAT SBE 19plus V2;
2. STD-зонд 90 M Series II
3. Батометры Нискина объёмом 10 л;
4. Планктонная сеть Джеди;
5. Вакуумный насос фирмы GAST model DOA-P704 SHOWN;
6. Преобразователь ионометрический Аквилон И-500;
7. Бюретка полуавтоматическая Vitalab Continuous E
8. Спектрофотометр Экрос ПЭ-5300ВИ;
9. Фотоаппарат Nikon D850;
10. Бинокуляр Barska Hanter Master 10x42;
11. Навигаторы Garmin GPSMAP 64, eTrex 20;
12. Морозильная камера;
13. Лабораторная посуда;
14. Шланги, канистры, посуда для хранения проб.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Океанографические исследования. Сбор, обработка и анализ материала осуществлялся в соответствии со стандартными океанографическими методами и наставлениями (Руководство..., 1977)



Рис 2. - СТД-зонд SEACAT SBE 19plus V2 (фото М.В. Григорьевой).

Гидрологические наблюдения включали в себя инструментальные измерения основных океанографических параметров морской среды (температуры и солёности) методом СТД-профилирования с помощью зонда SBE 19 plus V2 SEACAT (рис. 2). Всего было выполнено 23 профилирований водной толщи (приложение, табл.1). 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”.

Гидрохимические исследования. Отбор проб для измерения параметров гидрохимического комплекса, проводили на горизонтах: 0, 10, 25, 50, 100, придонный) пластиковым батометром системы Нискина объёмом 10 л. Всего было отобрано 78 проб морской воды на 16 станциях.

Производился отбор проб для аналитического измерения следующих параметров гидрохимического комплекса:

- соотношения 18O/16O;
- растворённого кислорода (абсолютное и % насыщения);
- фосфора минерального;
- азота нитритного;
- азота нитратного;
- кремния растворённых силикатов.

После отбора проб в условиях судовой лаборатории производилась фильтрация проб через мембранный фильтр диаметром 0.45 мкм вакуумным насосом фирмы Армед. Для последующей камеральной обработки фильтрованные пробы для определения растворённых форм общего азота и фосфора, замораживали в морозильной камере при температуре не ниже -18°C.

Определение концентрации растворенного кислорода O₂ (мг/л) выполняли с помощью стандартного метода Винклера, используя полуавтоматическую бюретку. Относительное кислородонасыщение рассчитывали по стандартным формулам ЮНЕСКО, принятым в океанологической практике (Таблицы..., 1976). Кремний растворённых силикатов (Si-SiO₃) определяли методом Королева, фосфор минеральный (P-PO₄₃-) определяли методом Морфи-Райли, азот нитритный (N-NO₂-) и азот нитратный (N-NO₃-) - методом Бендшнайдера и Робинсона. Нитраты предварительно восстанавливали до нитритов в колонке с омеднённым кадмием при выравнивании pH раствором ЭДТА (pH 12.3-12.6) согласно прописи (Руководство..., 1993; Справочник..., 1991). Измерение оптической плотности биогенных элементов производилось на спектрофотометре Экрос ПЭ-5300ВИ. Аналитические определения биогенных элементов выполнялись в лаборатории института.

Исследования планктона. В ходе настоящего рейса получены пробы воды с целью исследования различных групп планктонных организмов, слагающих пелагическое сообщество, а именно – бактериопланктона, фитопланктона и зоопланктона. Кроме того, получены пробы (мембранные фильтры с пигментным осадком) для исследования концентрации хлорофилла *a* – косвенного параметра развития фотосинтезирующего планктона (Биологический..., 2000). В стационарных условиях изучение планктонных проб позволяет оценить следующие показатели биоты (Современные методы..., 1983):

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

В ходе экспедиции в августе 2023 г. проведены комплексные станции на разрезе вдоль западного побережья арх. Новая Земля, а также в центральной части Карского моря. Пробы воды отобраны посредством батометра Нискина (10 л) со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 25, 50, 100 м и дно, первичная обработка обеспечена согласно общепринятым методикам на базе судовой лаборатории.

Таблица 2

Координаты станций и количество отобранных проб

№ ст.	Дата	Долгота ГГ.ГГГГГ	Широта ГГ.ГГГГГ	Нижний горизонт	Количество проб. шт.			
					Chl <i>a</i>	планктон		
						бактерио-	фито-	зоо-
1	25.08.23	77.291667	66.348333	84	3	5	5	2

№ ст.	Дата	Долгота ГГ.ГГГГГ	Широта ГГ.ГГГГГ	Нижний горизонт	Количество проб. шт.			
					Chl <i>a</i>	планктон		
						бактерио-	фито-	зоо-
3	25.08.23	77.016389	61.444444	129	3	5	5	2
4	25.08.23	76.608889	62.868889	192	3	6	6	2
5	26.08.23	76.548333	62.843333	158	3	6	6	2
6	26.08.23	76.489722	62.828333	97	-	5	5	-
7	26.08.23	76.460556	62.713889	37	2	4	4	2
10	26.08.23	76.224444	58.327222	107	3	5	5	2
12	27.08.23	75.753611	55.340833	98	3	5	5	2
14	27.08.23	74.352222	53.788333	142	3	6	6	2
16	28.08.23	73.670278	51.253056	80	3	5	5	2
18	28.08.23	72.325278	49.76500	112	3	5	5	2
19	28.08.23	72.367222	51.558611	74	3	5	5	2
20	28.08.23	72.253333	51.859444	42	2	4	4	2
21	28.08.23	72.374722	52.168611	37	-	4	4	-
22	28.08.23	72.367500	52.43500	33	2	3	3	2
23	29.08.23	71.652778	50.282778	120	3	5	5	2

Методика отбора и первичной обработки проб хлорофилла *a*

Отбор и последующая подготовка проб проводились согласно рекомендациям ГОСТа (Вода..., 2001). Морскую воду в объеме 3 л отбирали на станциях пластиковыми батометрами на 3 стандартных гидрологических горизонтах (0, 10–25 м, дно). Фильтрацию осуществляли в судовой лаборатории на фильтровальной установке под вакуумом (насос производства фирмы GAST (США)). 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 пакетик. Приготовленные таким образом пробы помещали в пластиковую тару с силикагелем, которую хранили в морозильной камере при температуре минус 18°C (до обработки в стационарных условиях). Общее количество проб – 39.

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.

Методика отбора и обработки проб бактериопланктона. Отбор морской воды на микробиологический анализ проводили в августе 2023 г. Морскую воду отбирали на стандартных гидрологических горизонтах в количестве 3–8 л в зависимости от глубины. Пробы помещались в стерильную пластиковую ёмкость (по 50–100 мл), затем их фиксировали безбактериальным формалином (40% формальдегид) до конечной концентрации 2% в пробе в условиях судовой лаборатории. При этом руководствовались методами, принятыми в практике проведения микробиологических работ в море (Руководство..., 1992; Современные..., 1983). Фиксированные пробы хранили в холодильнике до начала их камеральной обработки в условиях стационарной лаборатории. Последующее сгущение клеток на фильтре, их окраска и микроскопирование смонтированных препаратов (Porter J., Feig Y.S., 1980) позволят определить:

- общую численность и биомассу бактериопланктона;
- морфологическое разнообразие;
- вклад доминирующих типов клеток в основные количественные характеристики сообщества.

Общую численность бактериальных сообществ определяли методом прямого счёта на ядерных фильтрах с диаметром пор 0.2 мкм (производство Россия, г. Дубна), предварительно окрашенных раствором судана чёрного Б. В качестве красителя-флуорохрома использовали DAPI (4'6-диамидино-2-фенилиндол) (Hobbie et al., 1977; Porter, Feig, 1980 и др.). Препараты просматривали под микроскопом Olympus BX53, при увеличении $\times 1000$. В каждой пробе просчитывали от 400 до 1000 клеток, их линейные размеры (для вычисления биомасс) устанавливали, промеряя от 60 и более клеток.

На основании полученных данных будут выявлены особенности пространственного распределения количественных показателей бактериопланктона, установлен трофический статус исследуемых акваторий. Общее количество проб – 78.

Методика отбора и первичной обработки проб фитопланктона. Пробы воды в объёме 1 л отобраны батометрическим методом на стандартных гидрологических горизонтах 0, 10, 25, 50 м. Камеральная обработка проб проведена в судовой лаборатории: концентрирование планктонных организмов методом обратной фильтрации посредством камеры Ю.И. Сорокина (размер пор ядерных фильтров 2 мкм) (Sorokin et al., 1975). Фиксация живых организмов выполнена раствором нейтрального формальдегида (конечная концентрация в пробе 4%) (Суханова, 1983). Объём работ охватывает всю сетку планктонных станций на разрезах. Общее количество проб – 78.

Методика отбора и первичной обработки проб зоопланктона. С целью отбора проб на исследование зоопланктона производили облов слоёв 0–10 м и 0 м–дно водной толщи, в качестве орудия лова применяли стандартную модель сети Джеди (БСД, диаметр входного отверстия 37 см, среднего обруча 50 см, размер ячеей фильтрующего полотна 180 мкм). С целью фиксации биологического материала использован 40%-й раствор формалина (конечное содержание в пробе – 4%) (Инструкции..., 2001).

В ходе экспедиции на 14 станциях было отобрано 28 проб зоопланктона.

Методика исследования мегабентоса. Видовое разнообразие мегабентоса было исследовано в приловах ихтиологического донного трала (горизонтальное раскрытие 12-14 м, вертикальное – 4.5–3.5, размер ячеи в кутовой части мешка 138 мм, ячея мелкоячейной вставки – 12 мм), буксируемым со скоростью 3 узла в течение 30 минут (за исключением станции 12, где траление длилось 15 минут). Осуществлялся отбор всех бентосных организмов из улова, проводилась их идентификация до максимально возможного таксономического уровня (Дьяконов, 1949; Захаров, 2017), определялись биомасса и численность. Обработка бентосных организмов из траловых сборов производилась на борту судна сразу после подъёма трала и после обработки возвращены в морскую среду. Всего в Баренцевом море было выполнено 15 тралений, в Карском море близ Русановского лицензионного участка было выполнено 1 донное траление при глубине 58 м.

Методика сбора проб ихтиофауны. Донные траления были выполнены с помощью конвенционного донного трала (чертеж № 2387.02.155, горизонтальное раскрытие 12–14 м, вертикальное раскрытие 4.5–3.5 м) с ячеей в кутовой части мешка 138 мм, оснащенного мелкоячейной вставкой «рубашкой» с ячеей 12 мм (рис. 5). Продолжительность одного траления отсчитывалась с момента постановки вайеров на стопор и составляла 30 минут при средней скорости буксировки 3.2 узла. На станции № 8 траление выполняли в течение 15 минут, так как не был разобран большой улов предыдущей станции.

Улов разбирали по видам, взвешивали, просчитывали и обрабатывали по методике общепринятой в полевых ихтиологических исследованиях (Инструкции и методические рекомендации..., 2001; Методическое пособие..., 2006). Виды рыб определяли по определителям (Андряшев, 1954; Долгов, 2011).

На каждой станции выполнялся полный биологический анализ (ПБА) промысловых видов рыб, который включал измерение длины и массы тела, определение пола и стадии зрелости гонад, степени наполнения желудочно-кишечного тракта, качественный анализ питания, сбор отолигов для определения возраста. При больших уловах выборки ПБА составляли не менее 25 экземпляров, для части улова (100 экземпляров) выполнялся массовый промер. Возрастные пробы были доставлены для камеральной обработки в лабораторию «Ихтиологии и физиологии» ММБИ РАН.

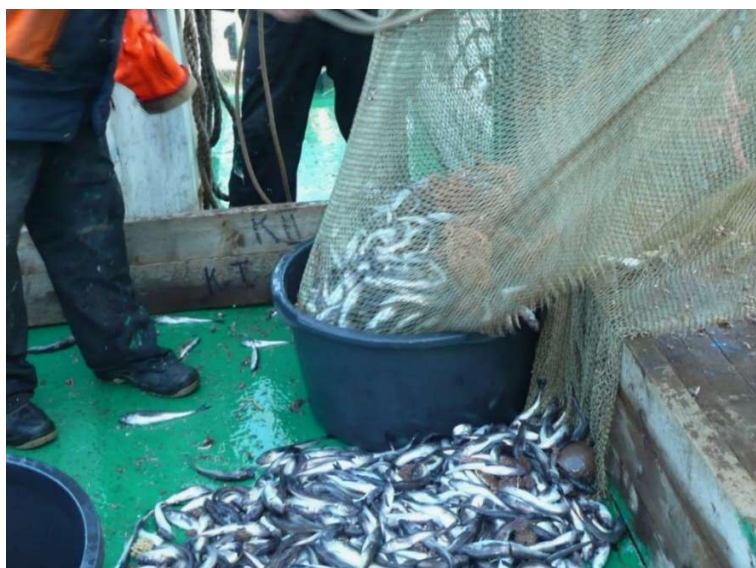


Рис. 5. Улов сайки донным тралом. (фото Е.В. Расхожевой).

Наблюдения за морскими птицами и морскими млекопитающими. Наблюдения морских птиц и млекопитающих проведены на 18 трансектах общей протяженностью около 215 км. Учёт птиц проводился по одному из стандартных методов (Gould, Forsell, 1989). Методика использует принцип трансектного учёта птиц с получением показателя учёта – плотности распределения на 1 км². Общая учётная площадь трансект для птиц составила 129 км². Морские млекопитающие учитывались по всему маршруту одним наблюдателем, в секторе 180° на всей доступной зрению акватории. Протяженность учётного маршрута для морских млекопитающих составила 215 км.

Наблюдения птиц и морских млекопитающих проводились во время переходов между станциями, с пеленгаторной палубы, с высоты около 7 м над уровнем моря, невооруженным глазом; бинокль (Barska Hanter Master 10x42) использовался только в случае необходимости уточнения вида. Места встреч животных фиксировались по показаниям GPS/ГЛОНАСС навигатора. По возможности наблюдения документировались фото и видео съемкой.

Также был проведён учёт гнездящихся колониальных птиц в заливе Русская Гавань на о. Богатый и в рамках договора о сотрудничестве с Национальным парком “Русская Арктика” на Больших и Малых Оранских островах (арх. Новая Земля).

Помимо этого, на акватории между Оранскими островами и на о. Большой Оранский Восточный был проведён тотальный учёт моржей.

Радиоэкологические исследования. В рамках данного направления исследований проводились отбор и частичная подготовка проб морской воды для определения концентраций тяжёлых металлов и искусственных радионуклидов ¹³⁷Cs.

В течение рейса были выполнены 12 станций, на которых отобраны и профильтрованы 7 проб воды объёмом по 100 л на ¹³⁷Cs, 11 и проб воды объёмом 0.5 л для определения концентраций тяжёлых металлов. Объём радиоэкологических работ представлен в таблице 1, которая находится в приложении. В дальнейшем эти пробы будут анализироваться на содержание в них радионуклидов и тяжёлых металлов.

Методика отбора и первичной пробоподготовки морской воды. Отбор проб морской воды из поверхностного слоя производился с помощью гидрофора заборной воды. Для определения удельной активности радионуклидов ¹³⁷Cs объём пробы воды с одного горизонта составил 100 л.

Отбор проб на анализ ¹³⁷Cs 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 (объёмом 100 мл на пробу) помещали в химический стакан, заливали горячей водой (70-90°C) и выдерживали не менее 30 минут.

Ход сорбирования. 100 л воды помещали в пластиковую бочку (рис. 3). Водную суспензию сорбента переносили из химического стакана в колонку, (колонку заполняли до высоты 10–12 см) и на вход подавали отфильтрованную от взвеси пробу анализируемой воды, обеспечивая скорость воды в колонке не более 80 см/мин (600–700 мл/мин). После

пропускания пробы сорбент выгружали из колонки в полиэтиленовый пакет или пластиковый контейнер, маркировали и направляли на гамма-спектрометрический анализ.



Рис 3. – Сорбирование морской воды для последующего определения удельной активности радионуклидов ^{137}Cs . (фото М.В. Григорьевой).

Методика отбора морской воды для определения концентраций тяжёлых металлов. Отбор проб морской воды проводился по методике «Общие требования к отбору проб морской воды» (Типовая рабочая процедура №1.... 2021). Пробы морской воды для определения металлов отбирали с помощью пластикового батометра. Объём одной пробы составил 0.5 л (рис. 4). Для подготовки отобранной пробы к хранению проводили консервацию, охлаждение или замораживание.



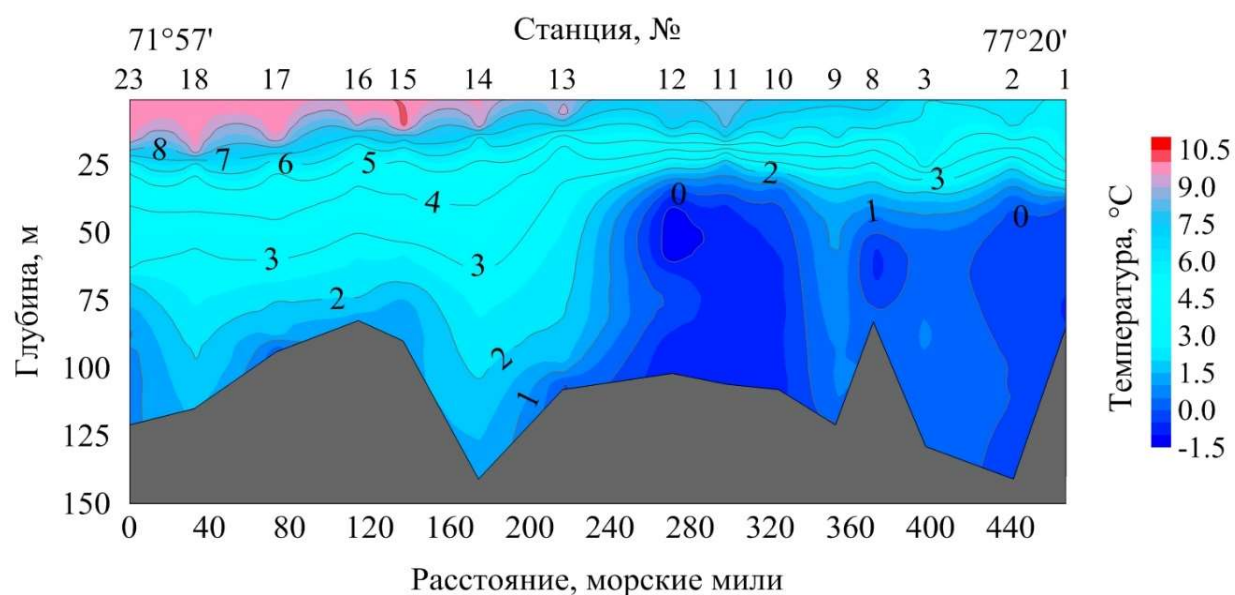
Рис 4. - Отобранная морская вода для последующего определения концентраций тяжёлых металлов. (фото М.В. Григорьевой).

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

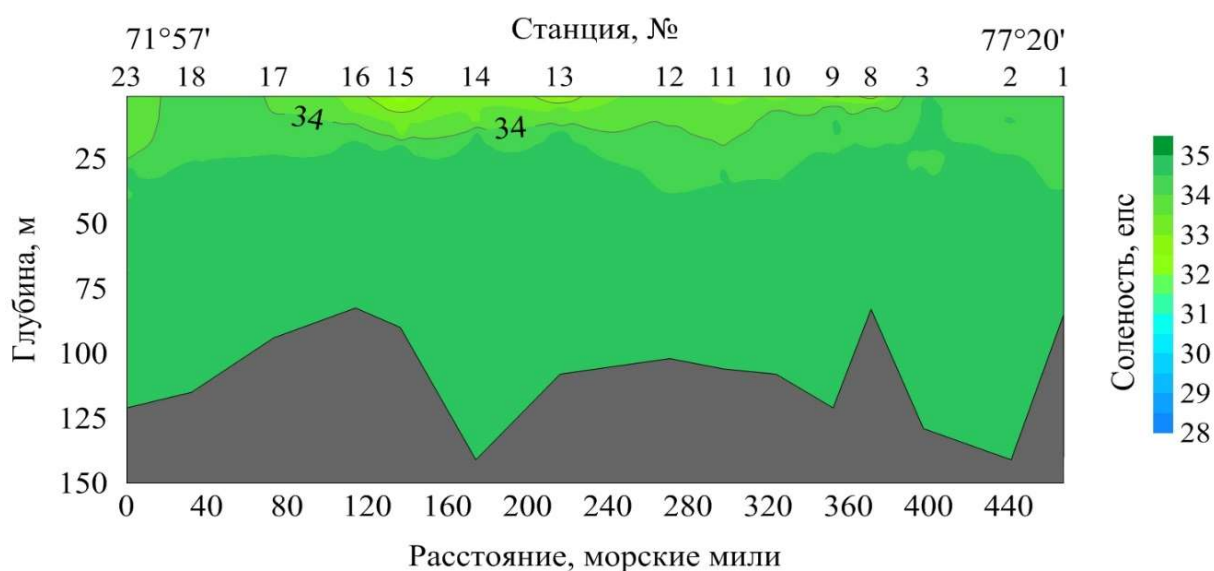
3.1. Океанографические характеристики.

По результатам СТД-профилирования для каждой станции построены профили вертикального распределения температуры и солёности (приложение, рис. 1–2). Гидрологические наблюдения включали в себя инструментальные измерения давления, солёности и температуры морской воды в режиме непрерывного зондирования от поверхности до дна. Всего было выполнено 24 профилирования водной толщи, один продольный и два поперечных океанографических разреза.

Продольный океанографический разрез был выполнен вдоль новой Земли от 71°57' до 77°20' с.ш. (рис. 6). Температура воды варьировалась от -0.6 до 8.15°C, солёность от 32.38 до 34.88 епс.



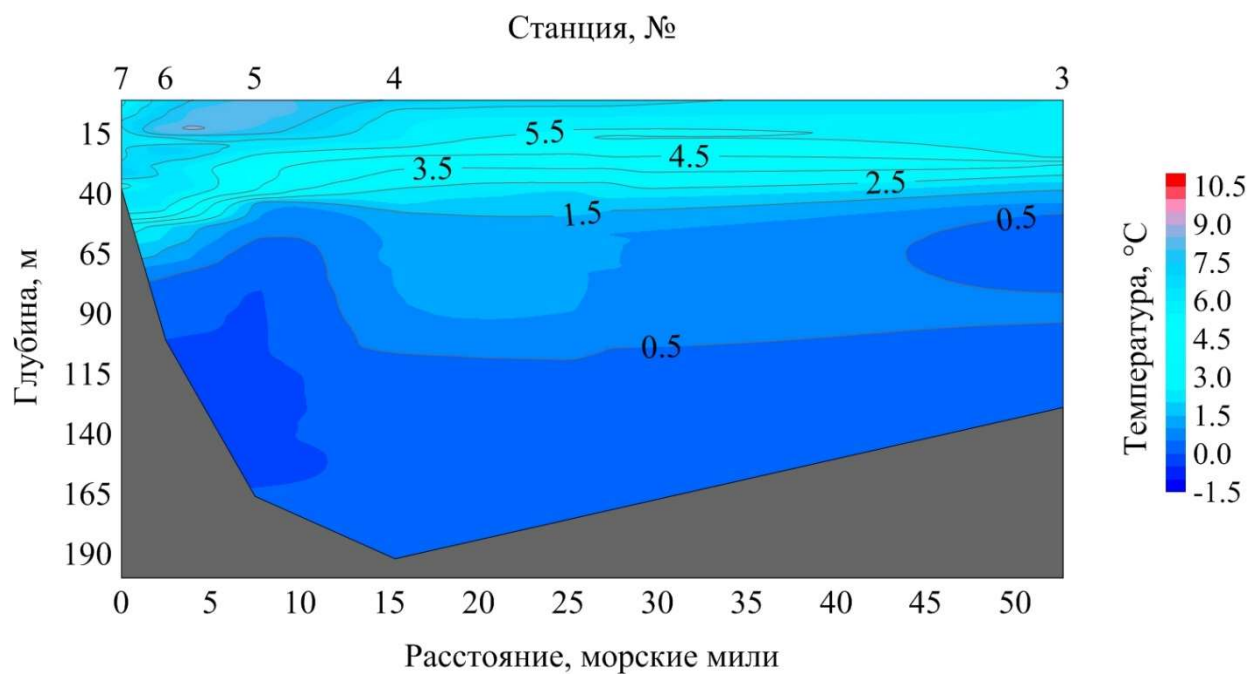
а)



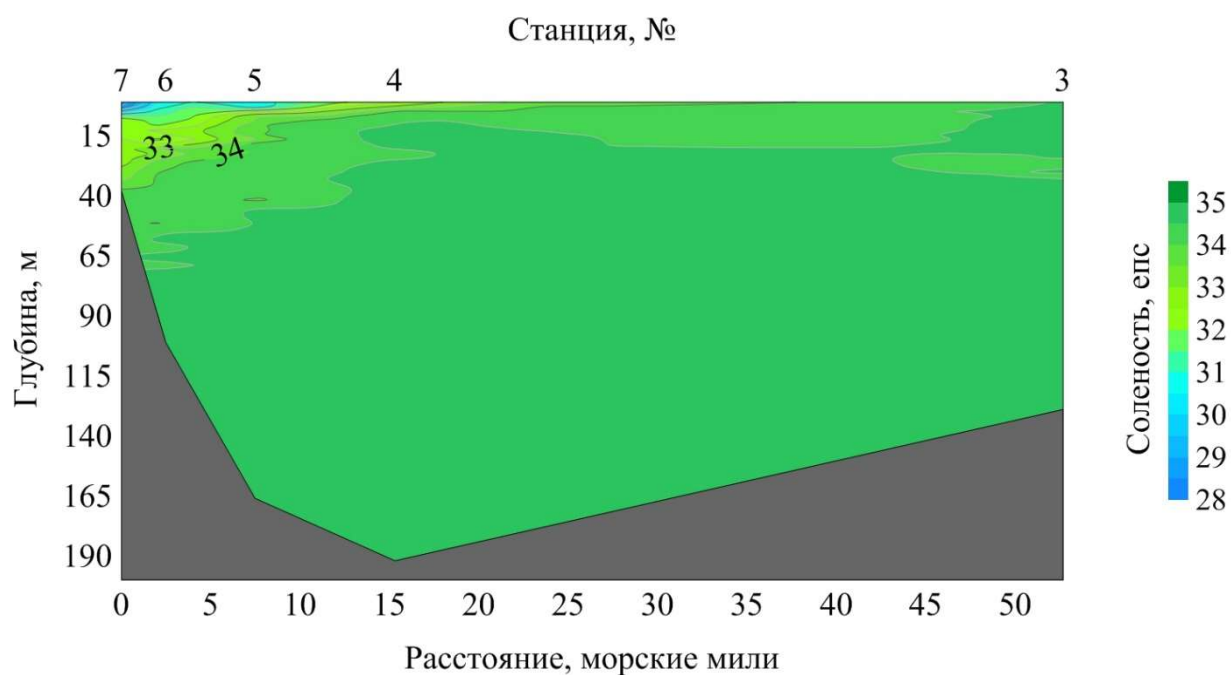
б)

Рис. 6. - Вертикальное распределение температуры (а) и солёности (б) морской воды на продольном разрезе вдоль Новой Земли.

Первый поперечный разрез (рис. 7) проходил от 61°27' в.д. до 62°68' в.д. на 76° с.ш. На этом разрезе видно, что температура и солёность варьировались от -0.1°C до 8.6°C и от 28.12 епс до 34.88 епс, соответственно.



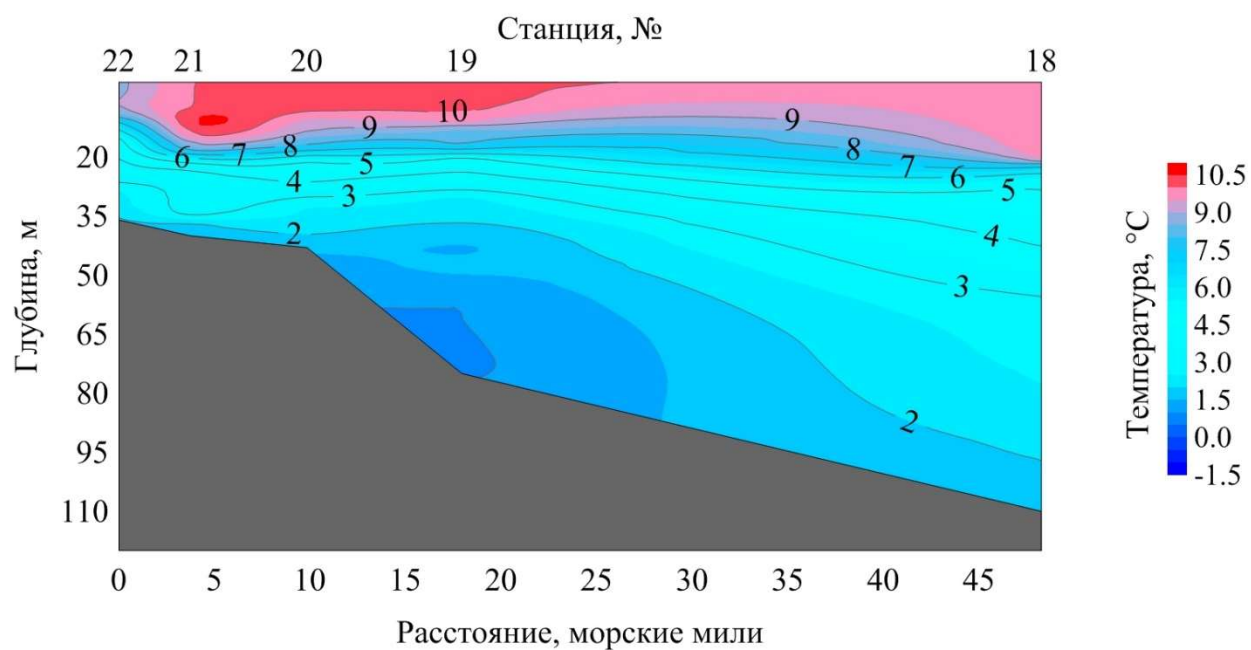
а)



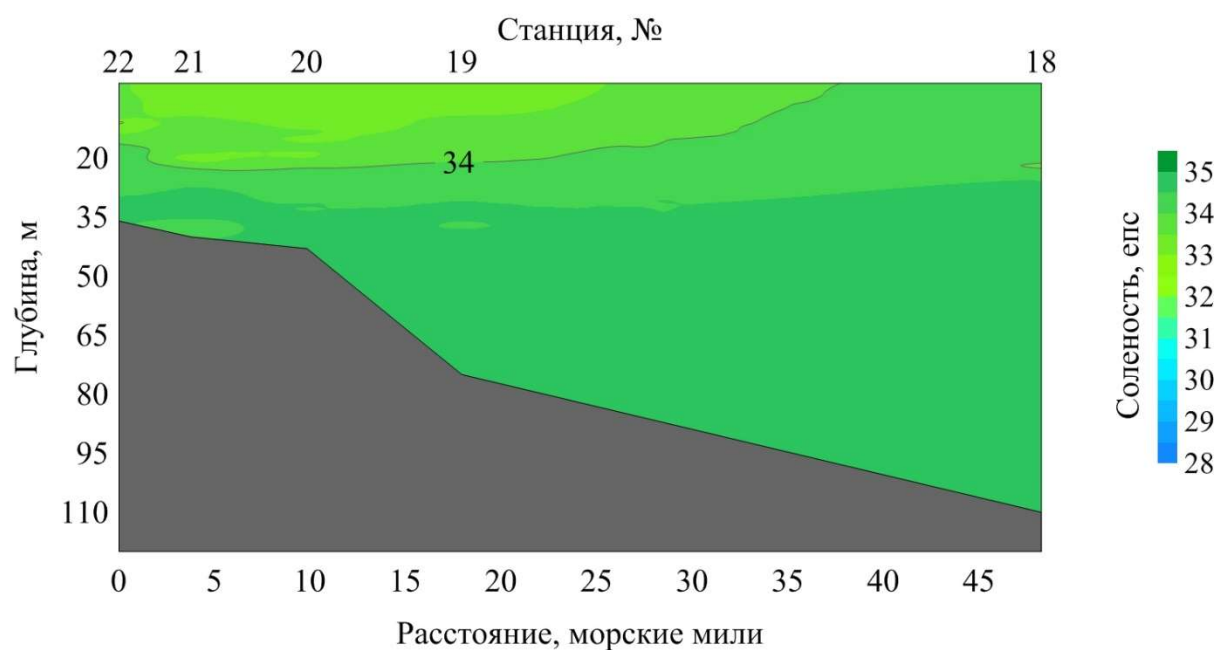
б)

Рис. 7. Вертикальное распределение температуры (а) и солёности (б) морской воды на первом поперечном разрезе.

Второй поперечный разрез (рис. 8) проходил от 49°72' в.д. до 52°27' в.д. на 72° с.ш. На этом разрезе видно, что температура и солёность варьировались от 0.92°C до 10.46°C и от 32.85 епс до 34.78 епс, соответственно.



a)



б)

Рис. 8. Вертикальное распределение температуры (а) и солёности (б) морской воды на втором поперечном разрезе.

3.2. Гидрохимические условия

Предварительные результаты гидрохимических исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения измеренных гидрохимических показателей

станция	дата	время	N ГГ.ГГГГГ	Е ГГ.ГГГГГ	глубина, м	горизонт, м	O ₂ (мл/л)
1	25.08.23	06:30:00	77.291667	66.348333	84	0	7.10
						10	7.25
						25	7.51
						50	7.20
						Придонный (84)	6.31
3	25.08.23	16:30:00	77.016389	61.444444	129	0	7.17
						10	7.14
						25	7.23
						50	8.37
						Придонный (129)	7.03
4	25.08.23	22:30:00	76.608889	62.868889	192	0	6.83
						10	6.61
						25	7.45
						50	8.59
						100	7.45
						Придонный (192)	7.06
5	26.08.23	01:00:00	76.548333	62.843333	158	0	7.21
						10	6.33
						25	7.16
						50	8.00
						100	7.98
						Придонный (158)	8.04
6	26.08.23	03:40:00	76.489722	62.828333	97	0	7.11
						10	7.15
						25	7.03
						50	7.68
						Придонный (97)	7.80
7	26.08.23	06:00:00	76.460556	62.713889	37	0	7.53
						10	7.14
						25	7.18
						Придонный (37)	7.28
10	26.08.23	20:30:00	76.224444	58.327222	107	0	6.75
						10	7.13
						25	7.90
						50	8.09
						Придонный (107)	7.14
12	27.08.23	06:00:00	75.753611	55.340833	98	0	6.81
						10	6.95
						25	8.00
						50	8.47
						Придонный (98)	6.78
14	27.08.23	17:30:00	74.352222	53.788333	142	0	6.57
						10	7.21
						25	7.63

станция	дата	время	N ГГ.ГГГГГ	Е ГГ.ГГГГГ	глубина, м	горизонт, м	O ₂ (мл/л)
						50	7.26
						100	6.86
						Придонный (142)	6.41
16	28.08.23	02:30:00	73.670278	51.253056	80	0	6.50
						10	6.80
						25	7.69
						50	7.43
						Придонный (80)	6.73
18	28.08.23	14:30:00	72.325278	49.765	112	0	6.51
						10	6.76
						25	7.59
						50	7.49
						Придонный (112)	6.58
19	28.08.23	19:00:00	72.367222	51.558611	74	0	6.44
						10	6.71
						25	7.59
						50	7.03
						Придонный (74)	6.85
20	28.08.23	20:30:00	72.253333	51.859444	42	0	6.53
						10	6.56
						25	7.64
						Придонный (42)	7.28
21	28.08.23	22:30:00	72.374722	52.168611	37	0	6.67
						10	6.02
						25	7.34
						Придонный (37)	7.56
22	28.08.23	23:15:00	72.3675	52.435	33	0	6.96
						10	6.95
						Придонный (33)	7.37
23	29.08.23	09:00:00	71.652778	50.282778	120	0	6.60
						10	6.65
						25	7.64
						50	7.68
						Придонный (120)	6.69

Первый, «перпендикулярный», разрез выполнялся от 77° с.ш. 61°46' в.д. в сторону береговой линии. Разрез состоял из 5 комплексных станций с определением гидрохимических параметров. Протяжённость разреза составила 38 морских миль (рис. 9).

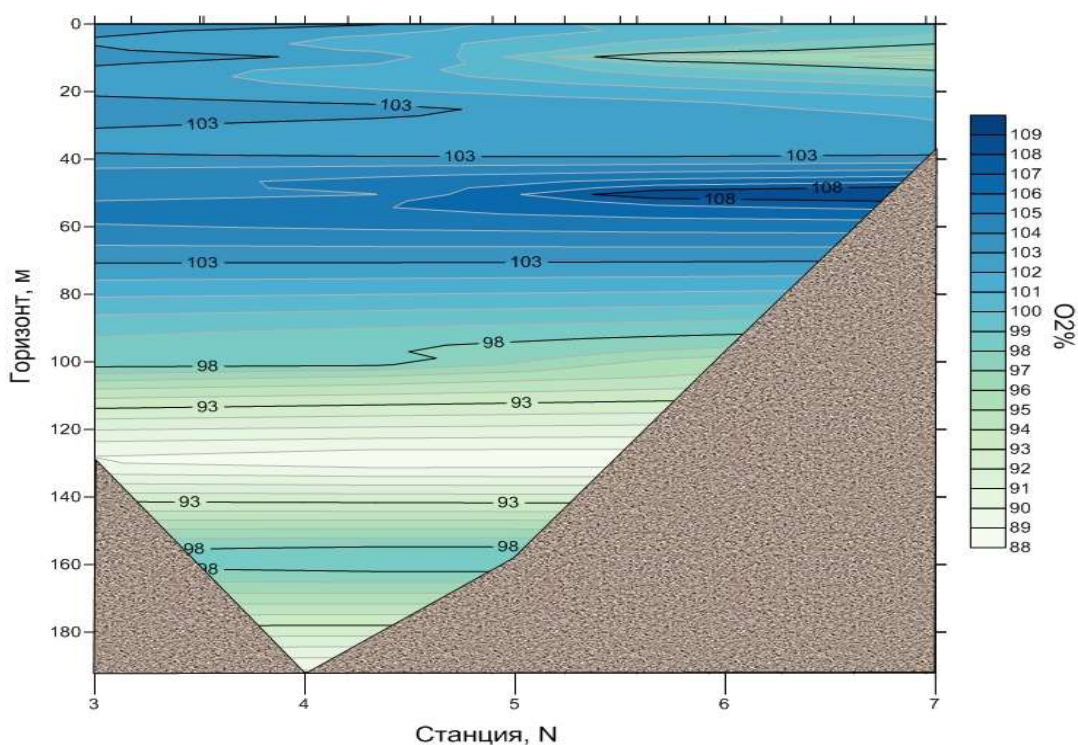


Рис. 9. Вертикальное распределение содержания растворённого кислорода в морской воде на первом «перпендикулярном» разрезе (15–31 августа 2023 г.).

Второй разрез, «Продольный», выполнялся от 77°3' с.ш. 66°35' в.д. вдоль западной стороны архипелага Новая Земля в направлении с севера на юг. Разрез состоял из 8 комплексных станций с определением гидрохимических параметров. Протяжённость разреза составила 422 морские мили (рис. 10).

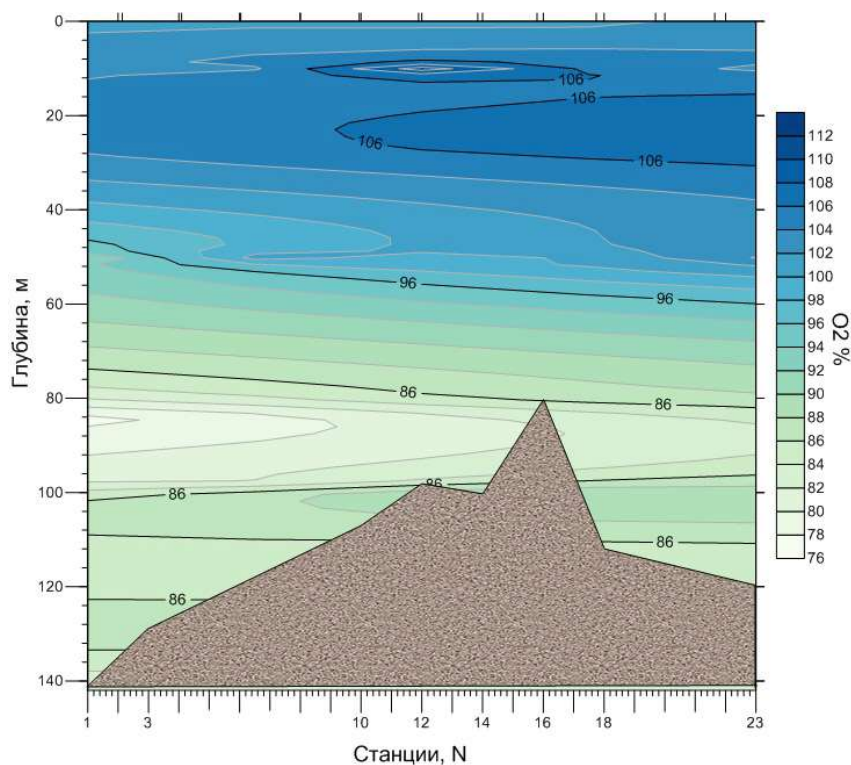


Рис. 10. Вертикальное распределение содержания растворённого кислорода в морской воде на «продольном», разрезе (15–31 августа 2023 г.).

Третий разрез, «второй перпендикулярный», выполнялся от 72°3' с.ш. 49°75' в.д. в сторону береговой линии. Разрез состоял из 5 комплексных станций с определением гидрохимических параметров. Протяжённость разреза составила 48 морских миль (рис. 11).

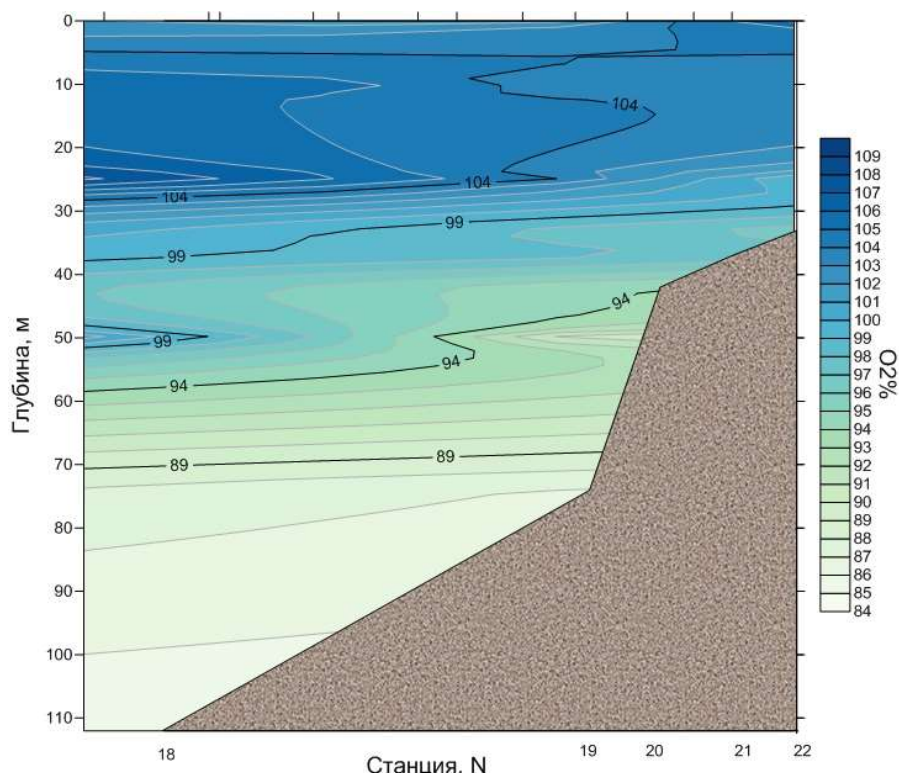


Рис. 11. Вертикальное распределение содержания растворённого кислорода в морской воде на «втором перпендикулярном» разрезе (15–31 августа 2023 г.).

3.3. Исследования планктона

В рамках мониторинга абиотических и биотических показателей состояния экосистемы центральной части Карского моря проведены исследования таксономического состава и количественных характеристик пелагических сообществ (рис. 1, ст. 0).

Бактериопланктон.

Бактериальное население наиболее многочисленный, активный, метаболически разнообразный компонент планктонных сообществ морских экосистем. Ему принадлежит ключевая роль в минерализации органических веществ, в результате которой образуются биогенные элементы, необходимые для развития первичных продуцентов. Обилие микроорганизмов является показателем специфичности водных масс морей и океанов и определяется не столько их гидрологическим режимом, сколько содержанием растворенных органических веществ. Их концентрация значительно увеличивается в поверхностном фотическом слое в периоды интенсивного развития и последующего отмирания микроводорослей.

Несмотря на давнюю историю микробиологических исследований Карского моря, бактериопланктон его эстуарных и шельфовых экосистем изучен довольно слабо и преимущественно в осенний безледный период (Мицкевич, Намсараев, 1994; Meon, Amon,

2004; Романова, 2012; Романова, Сажин, 2015; Мошарова и др., 2016; Копылов и др., 2015; Копылов и др., 2017; Романова, Сажин, 2018; Романова, Болтенкова, 2020).

В настоящей работе мы приводим данные пространственного распределения количественных показателей микробных сообществ в исследуемый период в водах Карского моря.

Бактериопланктон поверхностных вод характеризовался повышенной средней численностью, составлявшей 0.5 ± 0.1 млн кл/мл при биомассе 31.4 ± 2.6 мг/м³. Абсолютные значения его количественных показателей варьировали от 0.4 до 0.6 млн кл/мл, биомасса – от 28.8 до 34.0 мг/м³, соответственно.

Количественные показатели бактериопланктона в этот период соответствовали характеристике морских вод олиго-мезотрофной категории (по классификации Ю.И. Сорокина (1977)).

Параметры микробоценоза в августе 2023 года были близки результатам, полученным в сентябре 2007 года в водах желоба Святой Анны и Воронина (Романова, 2012). Схожими численностями бактериопланктона характеризовались северные участки шельфа в августе 2001 и сентябре 2007 годов (Меон, Амон, 2004; Саввичев и др., 2010) (таблица 4).

Таблица 4

Численность бактериопланктона Карского моря в безлёдный период по литературным данным

Месяц, год	N, млн кл/мл
	min–max
Август-октябрь, 1993*	0.1–0.3
Август, 2001**	0.2–0.5
Сентябрь, 2007***	0.02–0.6
Сентябрь, 2007****	0.1–0.6

* По: Мицкевич, Намсараев, 1994;

** По: Меон, Амон, 2004;

*** По: Романова, 2012;

**** По: Саввичев и др., 2010.

По нашим наблюдениям основную часть бактериопланктона представляли клетки трёх размерных групп: мелкой – (преимущественно размером 0.2–0.45 мкм); средней (от 0.5 до 1.9 мкм); крупной (от 2 и более мкм) и клетки-нити, с отношением длины к ширине ≥ 10 .

Бактериопланктон карскоморских вод был представлен преимущественно одиночными мелкими и средними клетками, составлявшими $95.5 \pm 0.5\%$ по численности и $71.4 \pm 2.6\%$ по биомассе. Крупного размера клетки составляли 3.3–4.2% от общей численности, их вклад в общую биомассу был более значительным и достигал 19.9–24.7%. Реже встречались нити, их доля в общей численности была незначительной 0.7–0.8%, в биомассе – 3.0–6.2%. Клетки в составе микроколоний и агрегированные на детрите микроорганизмы в пробах воды практически не встречались.

Таким образом, мы можем заключить, что исследованная акватория представляет собой крайне гомогенную среду обитания, что выражается в слабой вариабельности количественных показателей бактериопланктона. В бактериопланктоне исследуемых вод преобладали одиночные свободноживущие клетки мелкой и средней размерной фракции.

Фитопланктон.

Предварительный анализ полученных материалов показал, что на исследованной акватории сообщество фитопланктона представляло собой типичный аркто-бореальный летний комплекс характерный как для Баренцева, так и для Карского морей.

Таксономическое разнообразие микроводорослей было достаточно высоким для летнего сезона, однако почти половину видового списка составляли динофлагелляты, свойственные летнему сезону - виды широко распространённые и обычные в морских альгоценозах и встречающиеся в пелагиали на протяжении всего года. В то же время практически полностью отсутствуют формы, относящиеся к ледовой альгофлоре, такие как мелкие пеннатные диатомовые бентосного происхождения, характерные для вод этого района Карского моря.

Идентифицировано 37 видов таксонов видового ранга: диатомеи (13 таксонов), динофлагелляты (14), золотистые (2), инфузории (6), коловратки (2 вида) (табл. 5).

Таблица 5

Таксономический список микропланктона

Bacillariophyta, 13 видов
<i>Attheya longicornis</i> Crawford & Gardner
<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve
<i>Chaetoceros diadema</i> Gran aff.
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve
<i>Eucampia groenlandica</i> Cleve
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve
<i>Melosira arctica</i> Dickie
<i>Nitzschia longissima</i> Ralfs aff.
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. <i>delicatissima</i> complex
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
<i>Skeletonema costatum</i> Cleve
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Mereschkowsky
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve
Dinophyta, 14 видов
<i>Amphidinium sphenoides</i> Wulff
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparède & Lachmann
<i>Peridiniella catenata</i> Balech
<i>Gyrodinium lachryma</i> Kofoid & Swezy
<i>Heterocapsa triquetra</i> Stein
<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & Taylor aff.
<i>Prorocentrum balticum</i> Loeblich III

<i>Protoceratium reticulatum</i> Bütschli
<i>Protoperidinium bipes</i> Balech
<i>Protoperidinium brevipes</i> Balech
<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh
<i>Protoperidinium pyriforme</i> Balech
<i>Torodinium teredo</i> Kofoid & Swezy
Chrysophyta, вкл. Dictyochophyceae
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg
<i>Dinobryon balticum</i> Lemmerman
Ciliophora, 6 видов
<i>Acanthostomella norvegica</i> (Daday)
<i>Gymnozoum viviparum</i> Meunier
<i>Leprotintinnus pellucidus</i> (Cleve)
<i>Strombidium strobilus</i> (Lohmann) (= <i>Laboea strobila</i> Lohmann)
<i>Tintinnopsis parvula</i> Jörgensen (= <i>T. beroidea</i> Stein, <i>T. fusus</i> Meunier, <i>T. rapa</i> Meunier)
<i>Tontonia gracillima</i> Fuaré-Fremiet (= <i>Paratontonia gracillima</i> (Fauré-Fremiet))
Rotifera
<i>Synchaeta triophthalma</i> Lauterborn
<i>Synchaeta baltica</i> Ehrenberg
Всего 37 таксонов

Общая численность микропланктона составила 118 тыс. экз./л, биомасса – 180 мкг/л (табл. 6).

Таблица 6

Численность и биомасса всего микропланктона, отдельных таксономических групп и видов

Группа микропланктона	Численность, тыс. экз./л	Биомасса, мкг/л
Всего микропланктон	118	180
Всего фитопланктон	117	127
Всего Bacillariophyta	109	66
<i>Chaetoceros subtilis</i>	9.0	4.1
<i>Chaetoceros</i> sp.	29.0	7.4
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. <i>delicatissima</i> compl.	30.0	3.2
<i>Skeletonema costatum</i>	13.6	1.4
<i>Thalassiosira nordenskioeldii</i>	6.6	21.8
Всего Dinophyta	6.8	56
<i>Protoperidinium bipes</i>	1.3	3.1
<i>Prot. brevipes</i>	1.8	10.7
<i>Prorocentrum balticum</i>	1.3	0.7
<i>Gymnodinium</i> sp.	0.07	14.1
<i>Gyrodinium lachryma</i>	0.31	9.9

Всего Chrysophyta	0.92	5.6
Всего зоопланктон	0.83	53
Всего Ciliophora	0.70	23
<i>Gymnozoum viviparum</i>	0.26	7.8
<i>Tintinnopsis parvula</i>	0.17	7.7
Всего Rotifera	0.10	30

Фон численности составили диатомовые водоросли (рис. 12, табл. 6), 93% общей численности микропланктона; в этой таксономической группе доминировали два неидентифицированных до вида таксона: *Pseudo-nitzschia* sp. из комплекса видов *delicatissima* и мелкая одиночная диатомея *Chaetoceros* sp. На эти две формы приходится соответственно 28 и 26% от всей численности клеток диатомей. Еще на два вида, *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros subtilis*, приходится соответственно 12 и 8% от численности диатомей, примерно по 6% приходится на диатомовых *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschioides* и *Thalassiosira nordenskioldii*. Доля прочих диатомей не превышает 3% от суммарной численности клеток Bacillariophyta.

Динофлагелляты формируют около 6% общей численности микропланктона. В этой группе доминирует три вида: *Protoperidinium brevipes* Prot. *bipes* и *Prorocentrum balticum*, соответственно 26, 19 и 19% от суммарной численности Dinophyta (табл. 6).

Прочие таксоны существенного вклада в общую численность микропланктона не вносят.

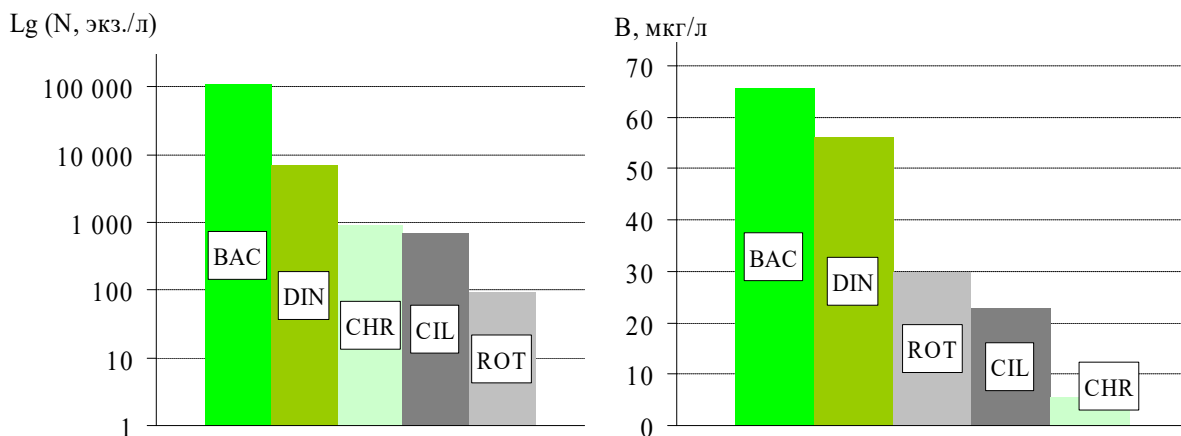


Рис. 12. Распределение логарифма численности Lg N (десятичный логарифм числа экземпляров в литре, экз./л), и биомассы В (мкг/л) по основным компонентам микропланктона. Условные обозначения: BAC – Bacillariophyta, DIN – Dinophyta, CHR – Chrysophyta, CIL – Ciliophora, ROT – Rotifera.

В структуре биомассы основной вклад вносят примерно в равной степени диатомеи и динофлагелляты, 37 и 31% общей биомассы микропланктона.

В группе диатомовых водорослей доминирует *Thalassiosira nordenskioldii* – 33% суммарной биомассы диатомей (табл. 6); ещё четыре таксона (*Eucampia groenlandica*, *Chaetoceros diadema* aff., *Ch.* sp., *Thalassionema nitzschioides*.) формируют по 9-10% суммарной биомассы Bacillariophyta.

В группе динофитовых водорослей доминируют неидентифицированный *Gymnodinium* sp. (25% суммарной биомассы динофлагеллят), *Gyrodinium lachryma* (18%), *Protoperidinium brevipes* (19%) и *Prot. pellucidum* (12%).

В группе золотистых водорослей по численности и биомассе доминирует *Dictyocha speculum*, почти 99% численности и биомассы всех Chrysophyta. В общие параметры обилия микропланктона вклад этой группы несуществен.

Микроводоросли, зарегистрированные по результатам настоящего исследования (табл. 5), входят в состав планктонного альгоценоза Карского моря (Druzhkov and Makarevich, 1999) (за исключением одного вида – недавно описанной динофлагелляты *Lessardia elongata* Saldarriaga & Taylor 2003).

При анализе альгоценоза в условиях одного календарного сезона также отмечается высокое постоянство его состава и структуры. Например, из 29 видов микроводорослей, идентифицированных в настоящем исследовании, 25 видов отмечено по результатам масштабных исследований в Карском море в августе-сентябре 1981 г. (всего было идентифицировано 99 видов). На уровне видов-доминантов или субдоминантов сходство также высокое, в частности, в оба года исследований доминировали (по всей акватории или на отдельных участках Карского моря) *Pseudo-nitzschia* sp. *delicatissima* complex, *Thalassiosira nordenskioeldii*, *Gyrodinium lachryma*, *Protoperidinium bipes*, *Prot. brevipes*. Однако в структуре доминирования, которая, очевидно, зависит от условий вегетации конкретного года, обуславливающих смену комплексов микроводорослей (стадий сукцессионного цикла), имеются также и заметные различия. Так, некоторые доминанты/субдоминанты фитопланктона 1981 г. – *Chaetoceros decipiens*, *Thalassiosira decipiens* Th. *gravida* – в нашем исследовании не отмечены. Напротив, один из доминантов в нашем исследовании – обычная в регионе арктических морей диатомея *Chaetoceros subtilis* – по данным 1981 г. не встречалась. Также в 1981 г. не отмечена динофлагеллята *Prorocentrum balticum*, которая в нашем исследовании была одним из доминантов в отделе Dinophyta. Обычная в регионе арктических морей диатомея *Rhizosolenia setigera* в нашем исследовании встречалась регулярно, хотя и в невысокой численности, тогда как в 1981 г. её встречаемость составила только в 3%.

Таким образом, на основании анализа таксономического состава, набора доминантов и абсолютных величин количественных показателей сообщество микроводорослей исследованного района можно охарактеризовать как смешанное автотрофно-миксотрофное пелагическое сообщество летней фазы годового сукцессионного цикла (Makarevich et al., 2012), для которой характерны невысокие уровни обилия и видового разнообразия. По результатам настоящего исследования следует сделать вывод о высокой степени консервативности таксономического состава планктонного альгоценоза (фитопланктона) и цилиатоценоза в Карском море. Таксономический состав этих компонентов планктона, установленный по результатам настоящего исследования, соответствует многолетним данным.

Зоопланктон.

Микрозоопланктон.

Систематический анализ состава пелагических инфузорий, даже в пределах небольшого объёма рассмотренного материала зафиксировано высокое таксономическое разнообразие. На исследованной акватории численность и биомасса микрозоопланктона,

представленного в основном представителями Ciliophora, достигала соответственно 0.83 тыс. экз./л и 53 мкг/л. Сообщество микрозоопланктона имело типичный для данного сезона состав Фораминиферы и радиолярии в районе исследований не найдены. Зоогеографический анализ таксономического состава пелагических Protozoa показал, что формирование микрозоопланктонного сообщества поверхностных вод в данном районе идёт за счёт морской биоты и солоноватоводного компонента, что связано с влиянием поступающих в этот регион как баренцевоморских водных масс, так и пресных вод с континента (Дружков, 1989).

Из шести идентифицированных видов инфузорий по численности и биомассе примерно в равной степени доминируют два вида, *Gymnozoum viviparum* и *Tintinnopsis parvula*, формируя соответственно около 25 и 35% суммарной численности и по 33% суммарной биомассы Ciliophora. Также примерно равны численности и биомассы двух идентифицированных видов коловраток – *Synchaeta baltica* и *S. triophthalma*.

Инфузории и коловратки заметного вклада в общую численность микропланктона не вносят (рис. 12); в структуру биомассы вклад этих микропланктеров составляет соответственно 13 и 17% общей биомассы микропланктона; суммарная биомасса Ciliophora и Rotifera (микрозоопланктон) и биомасса микроводорослей (микрофитопланктон) соотносятся как 3:7.

В составе цилиатоценоза представлены тривиальные виды арктических морей (Agatha, 2011; Dolan and Pierce, 2017).

Оба вида коловраток, идентифицированных в настоящем исследовании, ранее в Карском море не отмечались (Кутикова, 1970; Kutikova, 2009). Однако исследований Rotatoria в Карском море ранее и не проводилось.

Мезопланктон и макропланктон.

В ходе проведённых работ на исследованной акватории было обнаружено 23 таксона морских организмов различного систематического порядка, относящихся к зоопланктону и включающих в себя как представителей голо-, так и меропланктона. Основу зоопланктонного сообщества формировали представители копепод, эвфаузиид, хетогнат и личинки полихет, с экологической точки зрения сообщество характеризовалось достаточно гетерогенной структурой. Мезопланктонные формы были представлены-взрослыми формами копепод *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*, макропланктон представителями эвфаузиид, хетогнат и других организмов.

В пробах имели преимущественное распространение копеподы с преобладанием *C. finmarchicus* и *C. glacialis* и их доля составляла до 60% от общей биомассы планктона. Эвфаузииды были представлены тремя видами - *Thysanoessainermis*, *Th. raschii* и *Th. longicaudana*. Среди гипериид превалировали *Themisto libellula*, *T. Abyssorum*. На станциях отбора проб биомасса зоопланктона не превышала 400 мг/м³.

3.4. Исследования мегабентоса

Всего в пределах побережья архипелага Новая Земля (Баренцево море) было выполнено 15 тралений. Был охвачен диапазон глубины от 73 до 159 м и температурных условий от -0.85 до 1.86°C (табл. 7).

Таблица 7

Информация о станциях, на которых выполнялись траления

№	Дата	Координаты начала/конца траления		Глубина начала /конца траления, м	Придонная температура, °C	Придонная солёность, ‰
		Широта ГГММ,М	Долгота ГГММ,М			
1	25.08.23	7710,5	6605,1	89	-0.52	34.8
		7711,3	6608,9	73		
2	25.08.23	7700,0	6439,9	140	-0.23	34.8
		7659,2	6434,0	140		
3	25.08.23	7659,4	6128,0	137	0.39	34.8
		7659,5	6120,7	137		
8	26.08.23	7634,1	6116,0	100	-0.53	34.7
		7633,6	6110,3	100		
9	26.08.23	7626,0	5943,8	88	0.51	34.8
		7627,3	5947,5	107		
10	26.08.23	7608,8	5806,9	92	-0.65	34.7
		7610,2	5811,2	100		
11	27.08.23	7600,8	5641,2	98	-0.83	34.7
		7559,7	5636,8	102		
12	27.08.23	7542,5	5515,9	105	-0.85	34.8
		7541,9	5515,0	100		
13	27.08.23	7449,9	5436,3	140	1.65	34.8
		7448,6	5435,4	132		
14	27.08.23	7411,0	5336,9	159	1.25	34.8
		7409,6	5335,4	153		
15	27.08.23	7338,2	5230,6	87	1.19	34.7
		7336,8	5228,8	87		
16	28.08.23	7318,2	5159,3	89	1.43	34.7
		7316,8	5157,0	93		
17	28.08.23	7239,2	5114,3	101	1.86	34.7
		7237,8	5112,5	100		
18	28.08.23	7208,1	4938,7	116	1.69	34.8
		7206,6	4939,7	115		
23	29.08.23	7136,1	5007,6	120	0.88	34.7
		7134,9	5004,6	120		

Донный ихтиологический трал является качественным орудием сбора, так как оценить площадь облова возможно только приблизительно. Количественные показатели в данном случае носят только информативный характер для оценки относительного обилия и доминирования видов в улове (табл. 8).

Таблица 8

Видовой состав зообентоса в уловах донного ихтиологического трала и частота встречаемости (ЧВ, %) видов по станциям

Таксон	1	2	3	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	23	ЧВ
Annelida																
<i>Spiochaetopterus typicus</i>						+			+	+						20,0
Arthropoda																
<i>Balanus balanus</i>				+	+							+				20,0
<i>Chionoecetes opilio</i>				+	+	+	+	+	+	+				+	+	60,0
<i>Hyas araneus</i>				+	+					+	+	+	+			40,0
<i>Pagurus sp.</i>				+												6,7
<i>Pandalus borealis</i>				+	+		+			+	+					33,3
<i>Sabinea sp.</i>				+				+	+						+	26,7
<i>Sclerocrangon sp.</i>				+	+		+									20,0
<i>Spirontocaris sp.</i>				+	+		+				+					26,7
Cnidaria																
Hydroidea g.sp.				+	+	+				+						26,7
<i>Hormanthis digitata</i>				+				+								13,3
<i>Hormanthis nodosa</i>				+	+					+						20,0
Echinodermata																
<i>Crossaster sp.</i>				+	+	+	+	+								33,3
<i>Gorgonocephalus sp.</i>				+	+	+	+	+	+	+	+		+			60,0
<i>Heliopecten glacialis</i>				+	+											13,3
<i>Ophiacantha bidentata</i>										+						6,7
<i>Ophiopholis aculeata</i>						+										6,7
<i>Ophiura sarsii</i>					+											6,7
<i>Pteraster obscurus</i>				+												6,7
<i>Solaster sp.</i>									+	+						13,3
<i>Stegophiura nodosa</i>				+												6,7
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>				+	+	+	+	+			+	+	+	+		60,0
<i>Strongylocentrotus pallidus</i>				+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		66,7
<i>Urasterias lincki</i>				+	+											13,3
Mollusca																
<i>Chlamys islandica</i>									+						+	13,3
Porifera					+	+										13,3

12 из 15 тралов содержали материал для исследования, остальные были пустыми. Наибольшая частота встречаемости характерна для морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* (66.7%) и *Strongylocentrotus droebachiensis* (60%), а также офиур рода *Gorgonocephalus* (60%) и краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (60%).

В Карском море близ Русановского лицензионного участка было выполнено 1 донное траление при глубине 58 м (таблица 9).

Таблица 9

Информация о станциях, на которых выполнялись траления

№ станции	Дата	Координаты начала/конца траления		Глубина начала /конца траления, м	Придонная температура, °C	Придонная солёность, ‰
		Широта	Долгота			
0	23.08.23	73°10,5'	66°01,1'	58	-1.63	33.6
		73°09,1'	65°58,8'	58		

В целом, близ Русановского лицензионного участка в трале идентифицировано 6 видов крупных беспозвоночных, представленных десятиногими ракообразными, офиурами и морскими звёздами (таблица 10). Отмеченный видовой состав мегабентоса типичен для района исследования (Зими́на, 2021), однако непосредственно видовое разнообразие на станции невелико. Плотность поселения и биомасса представителей мегабентоса низкие (таблица 10). По биомассе преобладают представители типа Echinodermata – офиуры рода *Gorgonocephalus* (82.6%) (рис. 13). Среди ракообразных отмечен бентофаг краб-вселенец *Chionoecetes opilio*, присутствие которого может влиять на изменение состава донных сообществ при дальнейших исследованиях данного района.

Таблица 10

Видовой состав мегазообентоса в уловах донного ихтиологического трала с плотностью поселения (П.П.) и биомассой указанных видов в центральной части Карского моря

Таксон		Станция 0	
		П.П., экз./км ²	Биомасса, кг/км ²
Arthropoda			
<i>Chionoecetes opilio</i>	(Fabricius, 1788)	25,6	0,65
<i>Sabinea sp.</i>		25,6	0,04
Echinodermata			
<i>Gorgonocephalus arcticus</i>	(Leach, 1819)	25,6	4,90
<i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	(Müller & Troschel, 1842)	25,6	5,40
<i>Icasterias panopla</i>	(Stuxberg, 1879)	25,6	0,78
<i>Urasterias lincki</i>	(Müller & Troschel, 1842)	25,6	0,70



Рис. 13. Общий вид улова на станции 0 (фото К.К. Москвина)

3.5. Ихтиологические исследования

Для оценки современного состояния ихтиофауны и распределения рыбной части сообществ на мелководьях архипелага Новая Земля в летний период была выполнена съёмка донным тралом. Ихтиологические исследования включали сбор информации о видовом составе, численности и биомассе, биологическом состоянии рыб. Всего было выполнено 15 донных тралений на 15 станциях (табл. 11). Биомасса улова составила 1008 кг, количество пойманных рыб 21041 экземпляров. Число проб рыб, для которых был проведён полный биологический анализ и промер представлено в таблице 12.

Таблица 11

График и координаты донных тралений

Дата	Станция	Время	Начало траления		Время	Окончание траления		Глубина места, м
			Широта	Долгота		Широта	Долгота	
25.08.2023	1	5:30	77°10.5'	66°05.0'	6:00	77°11.2'	66°08.8'	89–73
25.08.2023	2	10:00	77°00.0'	64°39.9'	10:30	76°59.2'	64°34.0'	140
25.08.2023	3	15:25	76°59.4'	61°28.0'	15:55	76°59.5'	61°20.7'	137–136
26.08.2023	4	10:30	76°34.1'	61°16.0'	11:00	76°33.6'	61°10.2'	100
26.08.2023	5	14:06	76°26.0'	59°43.8'	14:36	76°27.3'	59°47.5'	88–107
26.08.2023	6	19:07	76°08.9'	58°06.9'	19:37	76°10.2'	58°11.2'	92–100
27.08.2023	7	0:15	76°00.8'	56°41.2'	0:45	75°59.7'	56°36.8'	98–102

Дата	Станция	Время	Начало траления		Время	Окончание траления		Глубина места, м
			Широта	Долгота		Широта	Долгота	
27.08.2023	8	4:39	75°42.5'	55°15.9'	4:54	75°41.9'	55°15.0'	105–100
27.08.2023	9	11:30	74°49.9'	54°36.3"	12:00	74°48.6'	54°35.4'	140–132
27.08.2023	10	16:40	74°11.0'	53°36.9'	17:10	74°09.6'	53°35.4'	159–153
27.08.2023	11	22:10	73°38.2'	52°30.6'	22:40	73°36.8'	52°28.8'	87
28.08.2023	12	1:20	73°18.2'	51°59.3'	1:50	73°16.8'	51°57.0'	89–93
28.08.2023	13	7:44	72°39.2'	51°14.3'	8:14	72°37.8'	51°12.5'	101–100
28.08.2023	14	13:10	72°08.1'	49°38.7'	13:40	72°06.6'	49°39.7'	116–115
28.08.2023	15	8:10	71°36.1'	50°07.6'	8:40	71°34.9'	50°04.6'	120

Таблица 12

Количество собранных проб ихтиофауны

Вид рыбы	Биомасса улова, кг	Численность улова, экз.	Исследовано рыб, экз.	
			Полный биологический анализ	Промер
Звездчатый скат <i>Amblyraja radiata</i>	1.640	1	1	0
Мойва <i>Mallotus villosus</i>	19.845	1282	182	409
Сайка <i>Boreogadus saida</i>	810.093	19579	135	423
Треска атлантическая <i>Gadus morhua</i>	122.436	77	70	7
Пикша <i>Melanogrammus aeglefinus</i>	2.255	6	6	
Чернобрюхий липарис <i>Liparis fabricii</i>	0.001	1	0	1
Липарис Парра <i>Liparis bathyartcticus</i>	0.160	1	0	1
Европейский крючкорог <i>Artediellus atlanticus corniger</i>	0.022	1	0	1
Атлантический двурогий ицел <i>Icelus bicornis</i>	0.004	1	0	1
Остроносый триглопс <i>Triglops pingeli</i>	0.049	2	0	1
Лисичка лептагон <i>Leptagonus decagonus</i>	0.038	3	0	1
Сетчатый ликод <i>Lycodes reticulatus</i>	0.130	1	0	1
Зубатка пятнистая <i>Anarhichas minor</i>	22.300	2	2	
Зубатка полосатая <i>Anarhichas lupus</i>	5.430	9	5	4
Камбала-ёрш <i>Hippoglossoides platessoides limandoides</i>	23.966	75	75	0
Итого	1008.368	21041	476	850



Рис. 14. Сайка (фото Е.В. Расхожевой)

В районе исследований выполнено 15 донных тралений. На станции № 1 рыбы не было. Всего в составе уловов отмечено 15 видов рыб, среди них к промысловым относятся 7 видов – треска атлантическая, пикша, мойва, сайка (рис. 14), зубатка полосатая, зубатка пятнистая, камбала-ёрш. Число видов рыб в уловах на станциях колебалось от 1 до 7 (в среднем 3.6 вида на донное траление). По частоте встречаемости доминировали сайка, мойва и камбала-ёрш. Численность уловов колебалась 6–12653 экз./полчаса траления, биомасса 0.08–503 кг/полчаса траления. Основу биомассы уловов составляли сайка, мойва, атлантическая треска и камбала-ёрш. Большая часть исследованных рыб находилась в посленерестовом состоянии с гонадами в стадии зрелости VI–II и активно нагуливалась.

3.6. Орнитологические и териологические исследования

Проведены наблюдения за морскими млекопитающими и птицами на 18 трансектах общей протяжённостью около 215 км.

Орнитофауна

Как и ожидалось, в восточной части Баренцева моря, вдоль арх. Новая земля основу орнитофауны составляли колониальные птицы, гнездящиеся на архипелаге: моевка, толстоклювая кайра. Помимо этого, часто отмечались бургомистры, а также короткохвостый поморник и полярная крачка.

Немаловажен тот факт, что во время следования НИС “Дальние Зеленцы” от мыса Желания в южном направлении вдоль арх. Новая Земля до залива Моллера, было встречено 4 особи серого буревестника (рис. 15–18), что подтверждает и дополняет ранее опубликованную сотрудниками ММБИ РАН информацию о расширении ареала этого вида птиц в Баренцево и Карское моря (Горяев и др., 2021).



Рис. 15-18. Серые буревестники в восточной части Баренцева моря (фото А.В. Ежова).

В целом, видовой состав авифауны вдоль арх. насчитывал 13 видов птиц:

1. ГЛУПЫШ *Fulmarus glacialis* (L., 1761)
2. СЕРЫЙ БУРЕВЕСТИК *Puffinus griseus* (Gmelin, 1789)
3. ОБЫКНОВЕННАЯ ГАГА *Somateria mollissima* (L., 1758)
4. КОРОТКОХВОСТЫЙ ПОМОРНИК *Stercorarius parasiticus* (L., 1758)
5. ЗАПАДНОСИБИРСКАЯ ЧАЙКА *Larus heuglini* (Bree, 1876)
6. БУРГОМИСТР *Larus hyperboreus* (Gunnerus, 1767)
7. МОЕВКА *Rissa tridactyla* (L., 1758)
8. ПОЛЯРНАЯ КРАЧКА *Sterna paradisaea* (Pontoppidan, 1763)
9. ЛЮРИК *Alle alle* (L., 1758)
10. ТОНКОКЛЮВАЯ КАЙРА *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763)
11. ТОЛСТОКЛЮВАЯ КАЙРА *Uria lomvia* (L., 1758)
12. ЧИСТИК *Cerphus grylle* (L., 1758)
13. ТУПИК *Fratercula arctica* (L., 1758)

Обследование колоний на о. Богатый и Оранских островов (Большие и Малые) показало, что снижения числа гнездящихся моевок не произошло. Что касается количества гнездящихся кайр, то к моменту проведения учётов, примерно треть взрослых птиц с птенцами уже покинула места гнездования, в связи с чем корректно оценить численность этого вида кайр в 2023 г. не представляется возможным.

Что касается орнитофауны центральной части Карского моря, то видовой состав авифауны был крайне беден. Вероятнее всего, это связано с периодом проведения

наблюдений и штормовой погодой. Всего было зафиксировано 3 вида птиц: глупыш, короткохвостый поморник и полярная крачка. Численность этих видов была крайне низкой. Всего было встречено по одной особи глупыша и короткохвостого поморника и пара полярных крачек. Возможно, птицы предпочли переместиться из штормовых районов в акватории с более благоприятной погодой и приемлемыми условиями для добычи кормовых объектов.

Ранее, в предыдущие годы наблюдений, в этой части Карского моря наблюдались такие виды как западносибирская чайка, средний *Stercorarius pomarinus* (Temminck, 1815) и длиннохвостый *Stercorarius longicaudus* (Vieillot, 1819) поморники, бургомистры. На осеннем пролёте встречались краснозобые *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763) и чернозобые *Gavia arctica* (L., 1758) гагары. Однако, как и в случае в 2023 году, численность этих видов в указанном районе моря была не высока. В первую очередь это связано с районом наблюдений, не самым богатым кормовыми объектами птиц в открытой части акватории. Наибольшая численность и видовой состав птиц приурочен к береговым участкам, где концентрируются утки (гага обыкновенная *Somateria mollissima* (L., 1758), гага-гребенушка *Somateria spectabilis* (L., 1758), морянки *Clangula hyemalis* (L., 1758)), кулики CHARADRII (LIMICOLAE) и чайковые LARIDAE.

Териофауна

За время проведения экспедиции, на акватории Баренцева моря (вдоль западного побережья арх. Новая Земля) было отмечено присутствие 4 видов морских млекопитающих:

- БЕЛОМОРДЫЙ ДЕЛЬФИН *Lagenorhynchus albirostris* (Gray, 1846);
- МАЛЫЙ ПОЛОСАТИК *Balaenoptera acutorostrata* (Lacepede, 1804);
- АТЛАНТИЧЕСКИЙ МОРЖ *Odobenus rosmarus rosmarus* (L., 1758);
- БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ *Ursus maritimus* (Phipps, 1774).

Малые полосатики и беломордые дельфины отмечались вдоль северной части западного побережья арх. Новая земля от залива Моллера до залива Русская Гавань.

Всего было встречено 5 взрослых одиночных малых полосатиков и 6 групп дельфинов, численностью от 5 до 8 особей.

Что касается моржей, то все встречи произошли на акватории между Большими и Малыми Оранскими островами, а также на о. Большом Оранском Восточном, где было отмечено лежбище моржей. Учёт моржей на акватории показал наличие около 100 взрослых и 20-25 щенков. Учёт моржей на лежбище и на акватории, примыкающей к нему, показал присутствие 888 взрослых и щенков (рис. 19). В общей сложности, численность атлантического моржа в районе Больших и Малых Оранских островов можно оценить в 1000 особей.



Рис. 19. Лёжка моржей на о. Большой Оранский Восточный (фото А.В. Ежова).

Встречи белых медведей в ходе экспедиции были приурочены исключительно к островам арх. Новая Земля. Так 2 взрослых медведя были обнаружены на о. Богатый (залив Русская Гавань).

Один медведь находился на плато острова (рис. 20), второй – перемещался вокруг острова вдоль береговой линии, где собирал погибших кайр (рис. 21).



Рис. 20. Белый медведь на плато о. Богатый (фото А.В. Ежова).



Рис. 21. Белый медведь с погибшей кайрой у уреза воды о. Богатый (фото А.В. Ежова).

Ещё три особи белых медведей были встречены на Оранских островах. Одиночный медведь отмечен на о. Большой Оранский Западный (в один из моментов сошёл с острова в воду и дважды сделал попытку подплыть к судну (рис. 22)) и два взрослых медведя встречены на одном из Малых Оранских островов (рис. 23).



Рис. 22. Подплывший к борту судна НИС “Дальние Зеленцы” белый медведь (фото А.В. Ежова).



Рис. 23. 2 взрослых белых медведя на одном из Малых Оранских островов (фото А.В. Ежова).

В Карском море за время наблюдений морских млекопитающих отмечено не было, однако в предыдущие годы наблюдений на акватории встречались такие виды как малый полосатик, а ближе к побережью - кольчатые нерпы *Phoca (Pusa) hispida* (Schreber, 1775), морские зайцы *Erignathus barbatus* (Erxleben, 1777) и белухи *Delphinapterus leucaus* (Pallas, 1776).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспедиционные работы успешно завершены. Был выполнен весь запланированный объём комплексных исследований в восточной части Баренцева моря и центральной части Карского моря.

Литература

- Андрияшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. Определители по фауне СССР Зоол. ин-та АН СССР. № 53. М.; Л. Изд-во АН СССР. 556 с.
- «АНФЕЖ» Методика..., 1991.
- Биологический атлас морей Арктики 2000: планктон Баренцева и Карского морей. Национальный центр океанографических данных // НОАА. США. 2000. 365 с.

- Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a* // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. С. 551–563.
- Горяев Ю.И., Ежов А.В., Клепиковский Р.Н. О смещении границы общего ареала серого буревестника *Puffinus griseus* в Северной Атлантике в моря западного сектора Российской Арктики // Беркут. 2021. Том 30, Вып. 1. С. 25-26.
- Долгов А.В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2011. 188 с.
- Дружков Н.В. Микрзоопланктон // Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1989. С. 54–60.
- Дьяконов А.М. Определитель иглокожих дальневосточных морей (Берингова, Охотского и Японского). Владивосток: Приморское краевое изд-во, 1949. 134 с.
- Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. 291 с.
- Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Манушин И.Е., Зимина О.Л., Галиков А.В. Палубный определитель основных групп мегабентоса Баренцева моря. Мурманск 2017 г. 44 с.
- Зимина, О.Л. Десятиногие ракообразные Карского моря по результатам траловых съемок 2012 и 2016 гг.: фауна и распределение // Труды Зоологического института РАН 2021. Том 325, № 3. С. 364–372.
- Копылов А.И., Сажин А.Ф., Заботкина Е.А., Романова Н.Д. Вириопланктон Карского моря: влияние вирусов на смертность гетеротрофных бактерий // Океанология. 2015. Т. 55, № 4. С. 620–631.
- Копылов А.И., Сажин А.Ф., Заботкина Е.А., Романенко А.В., Романова Н.Д. Вирио- и бактериопланктон в эстуарной зоне реки Обь и прилегающих районах шельфа Карского моря // Океанология. 2017. том 57, № 1. С. 118–127.
- Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. (Rotatoria): Подкласс Eurotatoria. Ленинград: Наука. 1970. 744 с.
- Методика подготовки проб окружающей среды и неорганических сыпучих материалов для определения ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ЗН. - СПб: ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. 8 с.
- Методическое пособие по проведению инструментальных съемок запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. 163 с.
- Мицкевич И.Н., Намсараев Б.Б. Численность и распределение бактериопланктона в Карском море в сентябре 1993 г. // Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 704–708.

- Мошарова И.В., Ильинский В.В., Мошаров С.А. Состояние гетеротрофного бактериопланктона эстуария реки Енисей и зоны Обь-Енисейского речного выноса в осенний период в связи с факторами окружающей среды // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. С. 202–215.
- Романова Н.Д. Структурно-функциональные характеристики бактериопланктона Карского моря: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. биолог. наук / ИОАН им. П.П. Ширшова. - М., 2012. 26 с.
- Романова Н. Д., Сажин А. Ф. Гетеротрофный микропланктон южной оконечности желоба Святой Анны в осенний период (Карское море) // Океанологические исследования. 2018 Т. 46, № 3. С. 116–129.
- Романова Н.Д., Болтенкова М.А. Сезонная изменчивость бактериопланктона эстуария р. Енисей // Океанология. 2020. том 60, № 1. С. 87–96.
- Романова Н.Д., Сажин А.Ф. Бактериопланктон шельфовой части Карского моря // Океанология. 2015. том 55, № 6. С. 949–954.
- Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях (Л., Гидрометеиздат, 1977).
- Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений (временное) // Под ред.: А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 188 с.
- Руководство “SBE 19 plus V2 SEACAT PROFILER. User Manual, Version 011. Bellevue, Washington. USA. 2013”.
- Саввичев А.С., Захарова Е.Е., Веслополова Е. Фидр. Микробные процессы циклов углерода и серы в Карском море // Океанология. 2010. Т. 50, № 6. С. 942–957.
- Современные методы количественной оценки распределения морского планктона // Под ред.: М.Е. Виноградова. М.: Наука, 1983. 277 с.
- Сорокин Ю.И. Бактериальная продукция в водоёмах // Общая экология. Биоценология. Гидробиология. Т.1. М.: ВИНТИ АН СССР, 1973. С. 47–101.
- Сорокин Ю.И., Суханова И.Н., Коновалова Г.В., Павельева Е.Б. Первичная продукция и фитопланктон района экваториальной дивергенции в восточной части Тихого океана. В сб.: Экосистемы пелагиали Тихого океана. Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1975. Т. 102. С. 108–122.
- Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе. В сб.: Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 97–108.

- Таблицы растворимости кислорода в морской воде / под ред. З.И. Мироненко. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 165 с.
- Agatha S. 2011. Global Diversity of Aloricate Oligotrichea (Protista, Ciliophora, Spirotricha) in Marine and Brackish Sea Water. PLoS ONE 6(8): e22466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022466>
- Gould P.J., Forsell D.J. Techniques for shipboard surveys of marine birds // US Fish and Wildlife Service. 1989. 25 pp.
- Dolan J.R. and Pierce R.W. and Yang E.J. 2017 Tintinnid ciliates of the marine microzooplankton in Arctic seas: a compilation and analysis of species records. Polar. Biol. 40, 1247–1260.
- Druzhkov N.V. and Makarevich P.R. 1999. Comparison of the Phytoplankton Assemblages of the South-Eastern Barents Sea and South-Western Kara Sea: Phytogeographical Status of the Regions. Botanica Marina. 42, 103-115.
- Hobbie J.E., Daley R.J., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl. Environ. Microbiol. 1977. V. 33. P. 1225–1228.
- Kutikova L.A. Phylum Rotifera // Illustrated keys to free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Volume 1. 2009. C. 3–17.
- Makarevich, P.R.; Druzhkova, E.I.; Larionov, V.V. Primary producers of the Barents Sea. In Diversity of Ecosystems. InTech. 2012. P. 367–393.
- Meon B., Amon R.M. Heterotrophic bacterial activity and fluxes of dissolved free amino acids and glucose in the Arctic rivers Ob, Yenisei and the adjacent Kara Sea // Aquatic Microbial Ecology. 2004. V. 37. P. 121–135.
- Porter K., Feig Y. The use of DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. V. 25. N 5. P. 943–948.

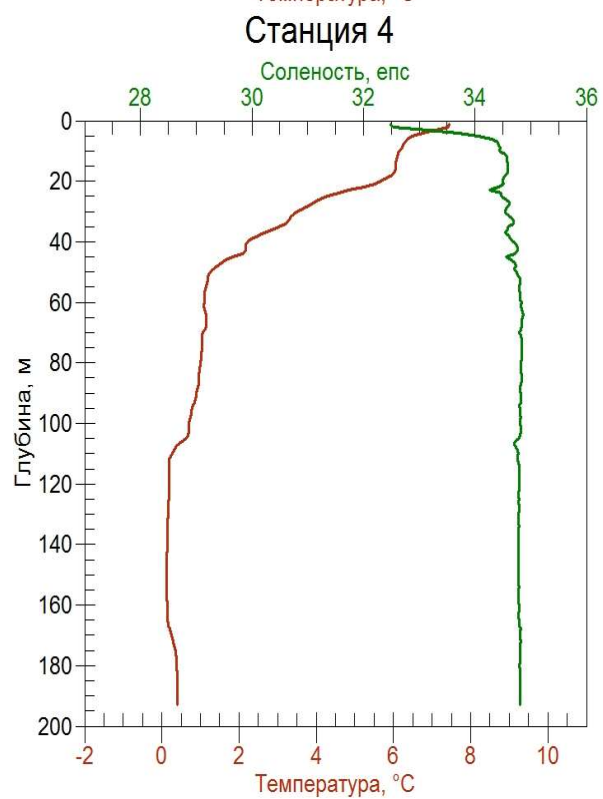
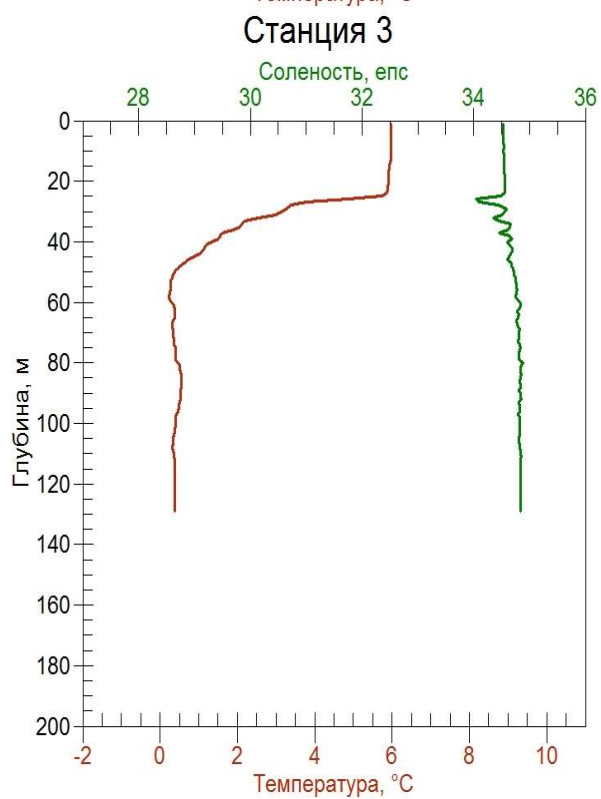
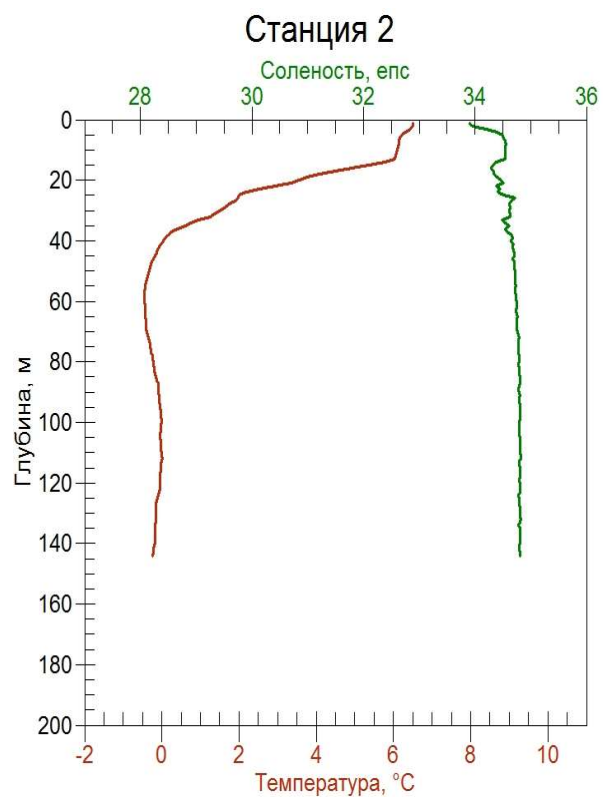
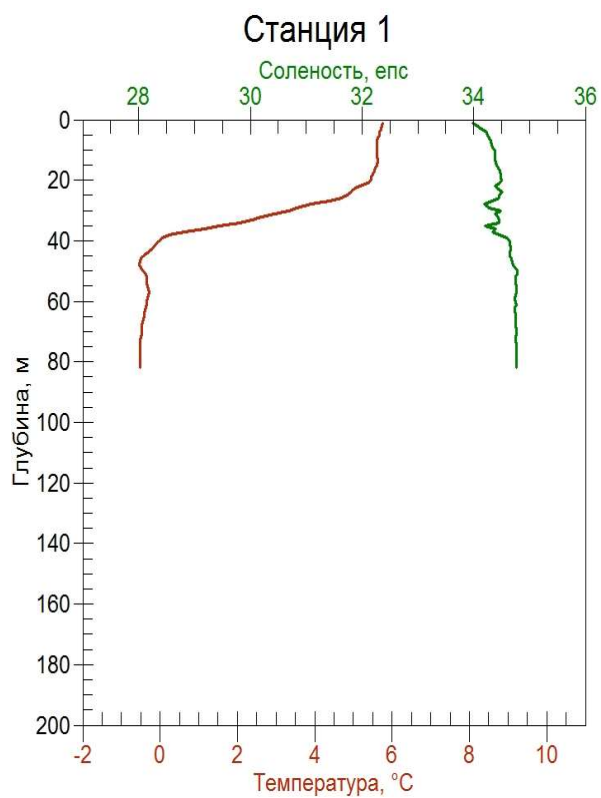
ПРИЛОЖЕНИЕ

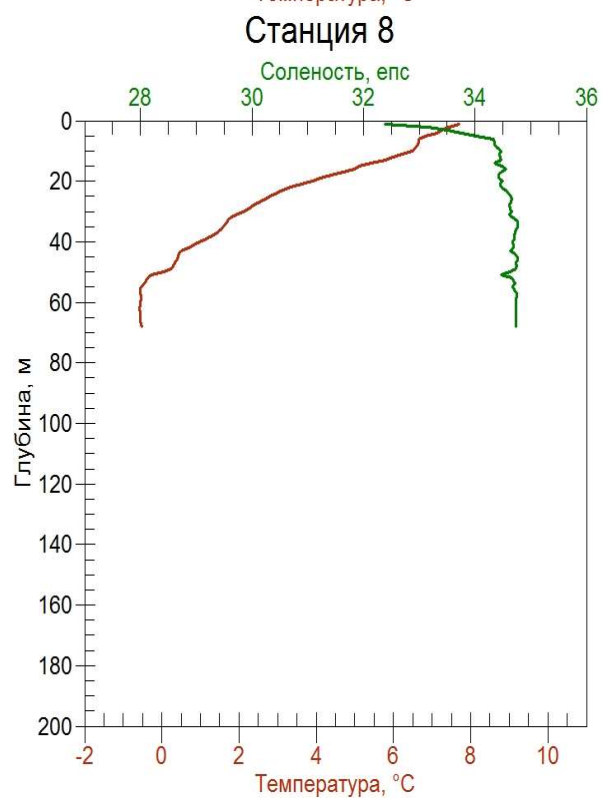
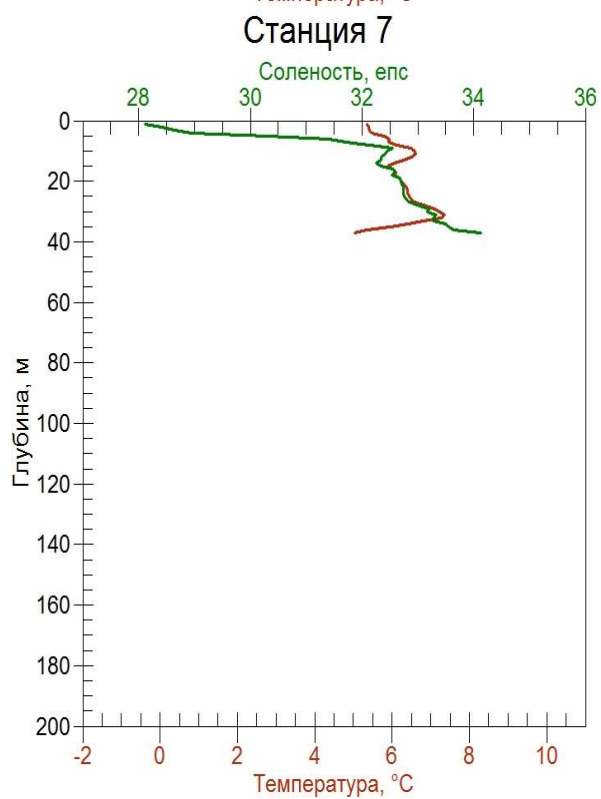
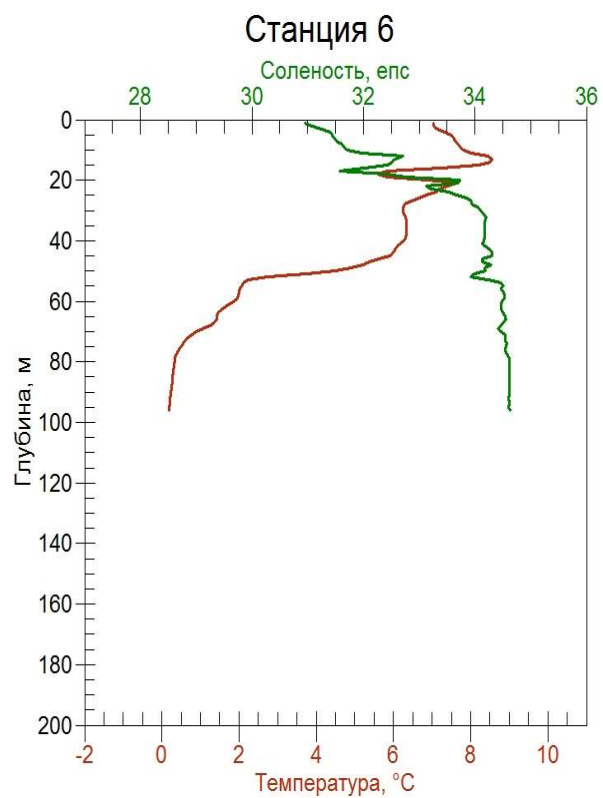
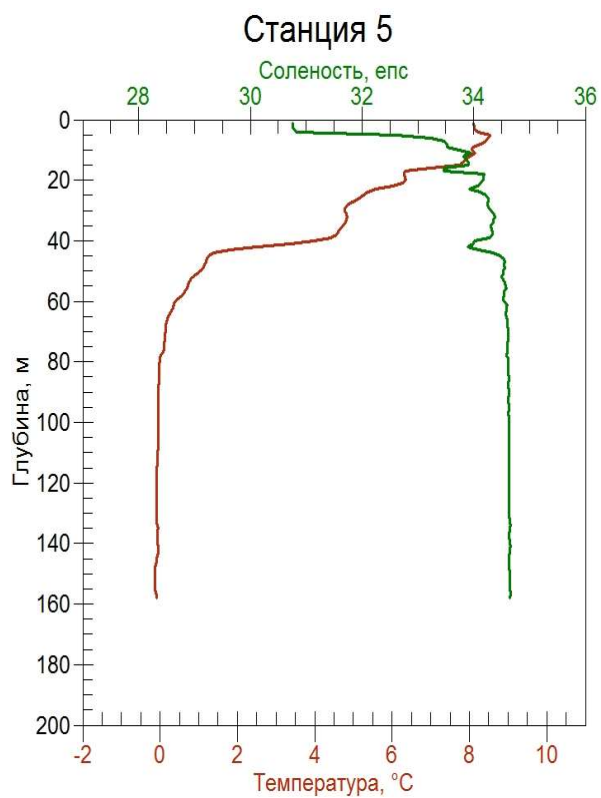
Таблица П.1

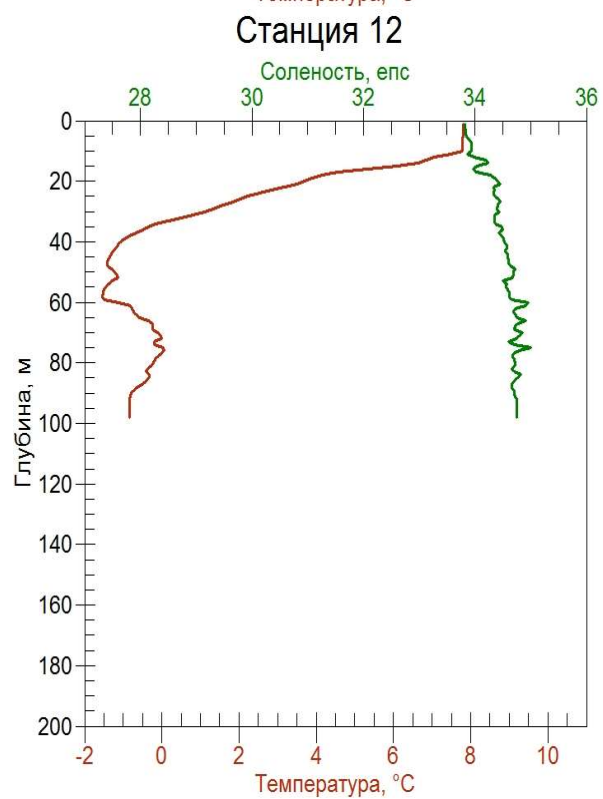
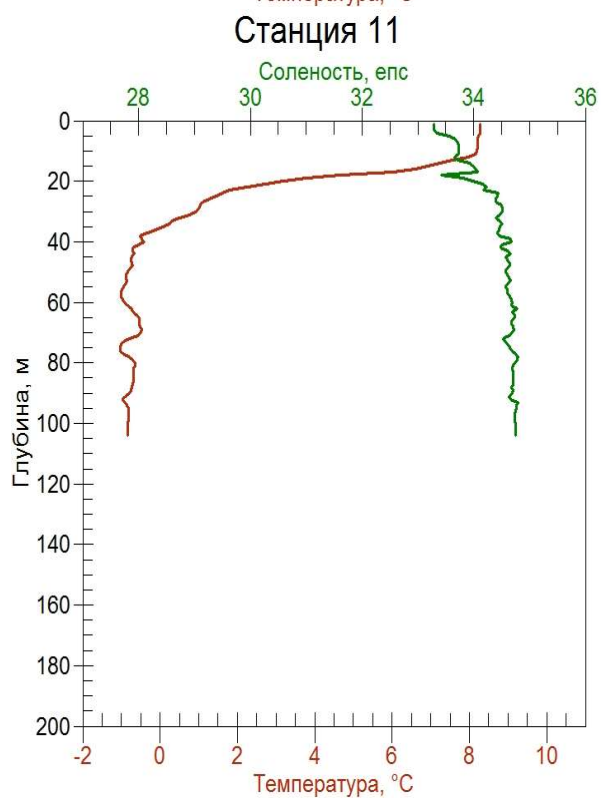
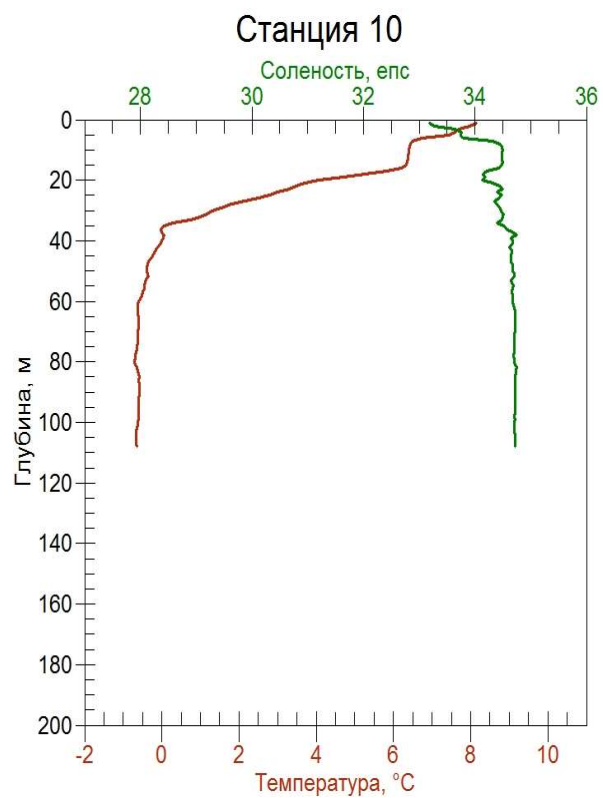
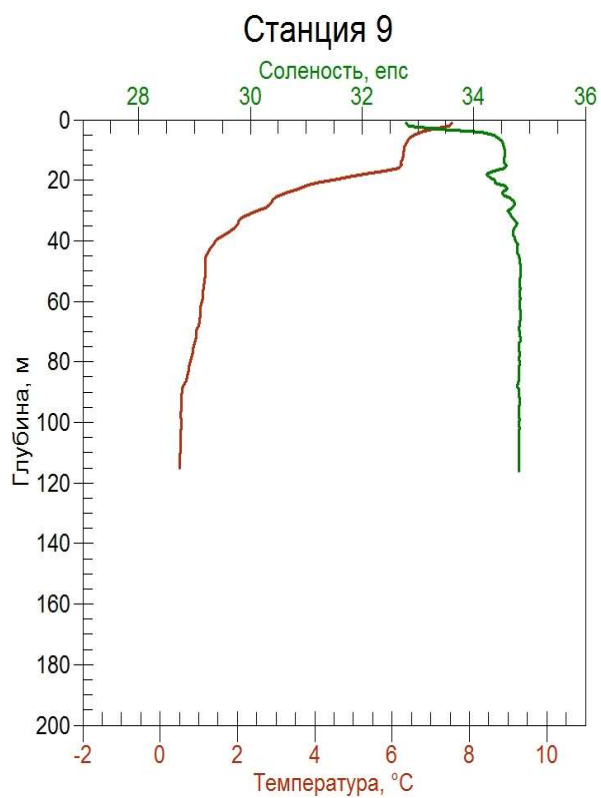
Сводная таблица координат станций, где были выполнены океанологические и радиоэкологические работы в экспедиции на НИС “Дальние Зеленцы”
с 15 по 31 августа 2023 г.

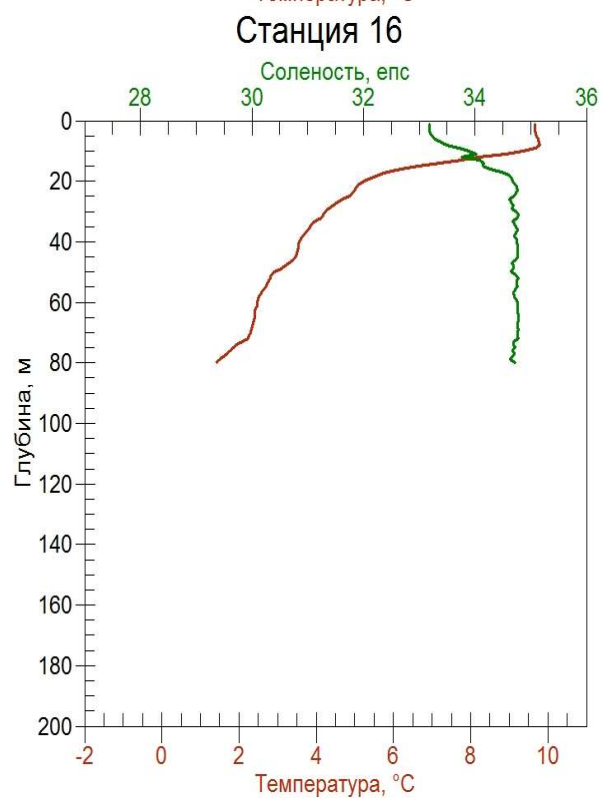
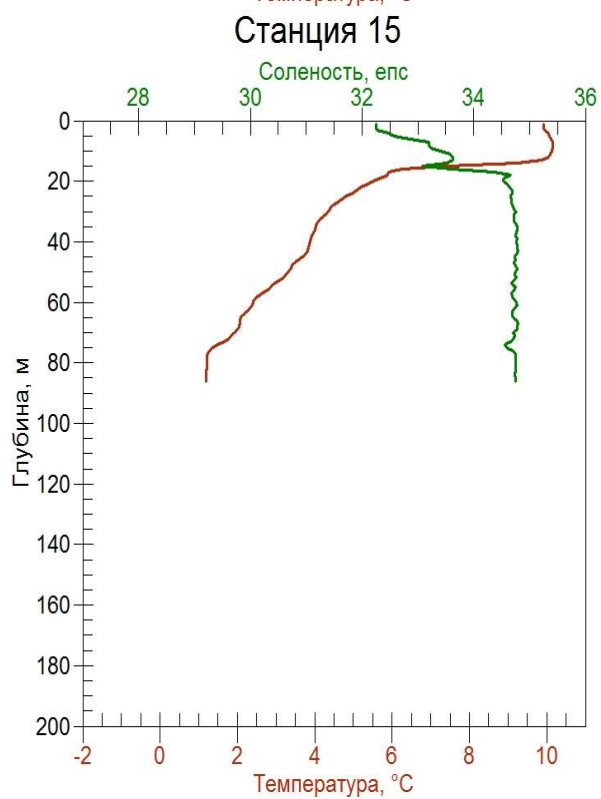
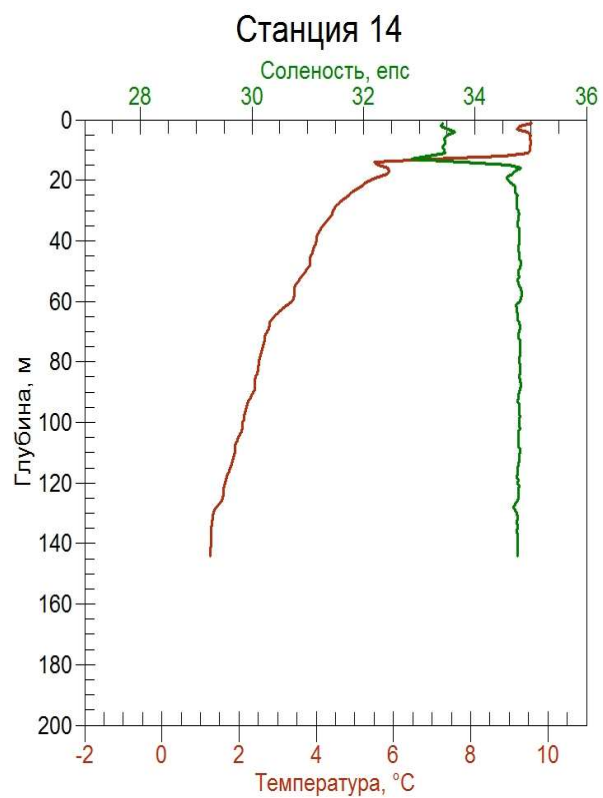
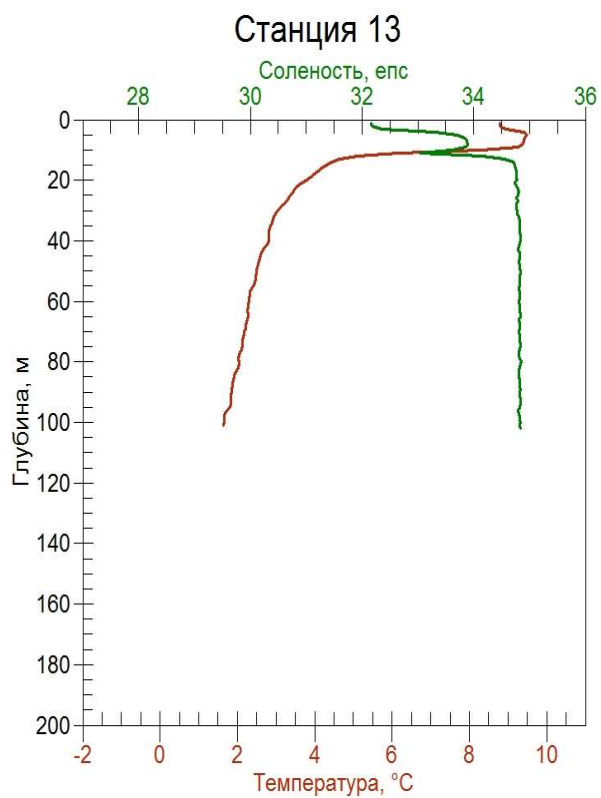
Станция	Дата	Время	Вид работ	Координаты		Глубина
				N	E	
1	25.08.2023	6:40	СТД-зондирование	7712.330	6610.654	85
2	25.08.2023	11:07	СТД-зондирование + отбор воды (^{137}Cs)	7658.716	6430.460	150
3	25.08.2023	16:29	СТД-зондирование	7659.119	6116.640	129
4	25.08.2023	22:11	СТД-зондирование	7627.572	6243.548	196
5	26.08.2023	1:02	СТД-зондирование	7619.834	6238.756	166
6	26.08.2023	3:44	СТД-зондирование	7614.923	6234.942	101
7	26.08.2023	5:50	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ* и ^{137}Cs)	7612.938	6241.110	38
8	26.08.2023	11:25	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ)	7633.084	6107.270	83
9	26.08.2023	15:09	СТД-зондирование	7628.298	5948.861	121
10	26.08.2023	20:08	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ и ^{137}Cs)	7611.148	5813.398	108
11	27.08.2023	1:16	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ)	7558.889	5637.280	106
12	27.08.2023	5:35	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ и ^{137}Cs)	7541.253	5514.387	102
13	27.08.2023	12:30	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ и ^{137}Cs)	7447.533	5434.837	108
14	27.08.2023	17:50	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ и ^{137}Cs)	7408.798	5334.919	145
15	27.08.2023	23:09	СТД-зондирование	7335.885	5229.372	90
16	28.08.2023	2:24	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ)	7315.738	5155.907	82.5
17	28.08.2023	8:45	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ)	7237.193	5110.311	94
18	28.08.2023	14:21	СТД-зондирование	7205.871	4943.174	115
19	28.08.2023	18:35	СТД-зондирование	7214.482	5117.991	75
20	28.08.2023	20:35	СТД-зондирование	7215.012	5144.454	43
21	28.08.2023	22:18	СТД-зондирование	7214.509	5204.367	40
22	28.08.2023	23:18	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ и ^{137}Cs)	7214.483	5216.606	36
23	29.08.2023	9:13	СТД-зондирование + отбор воды (ТМ)	7134.310	5002.898	121

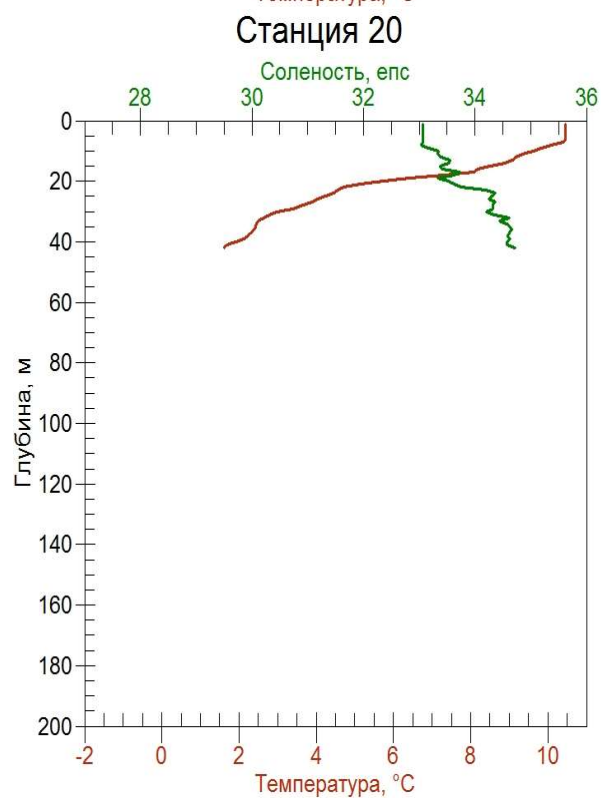
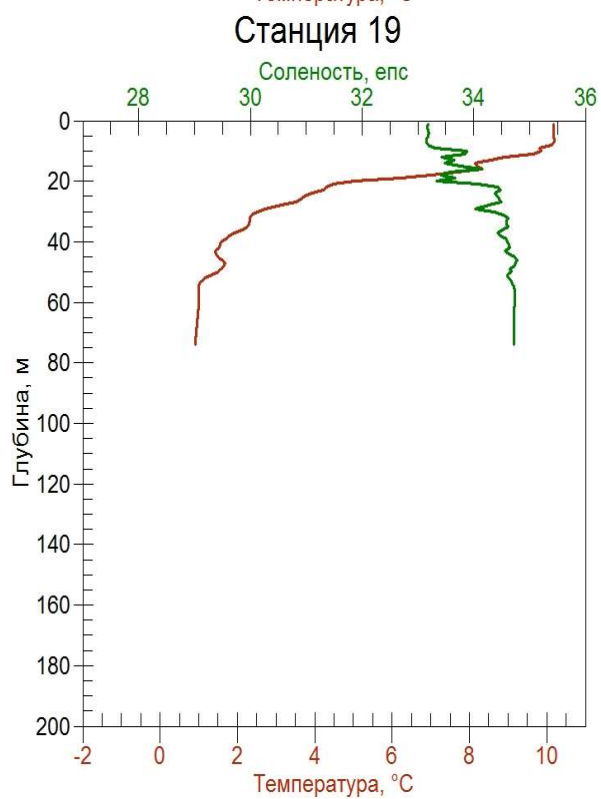
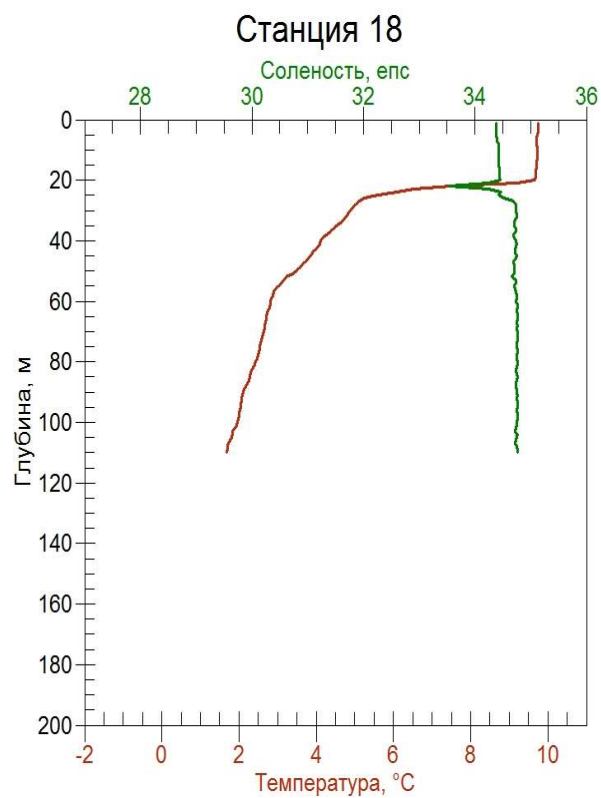
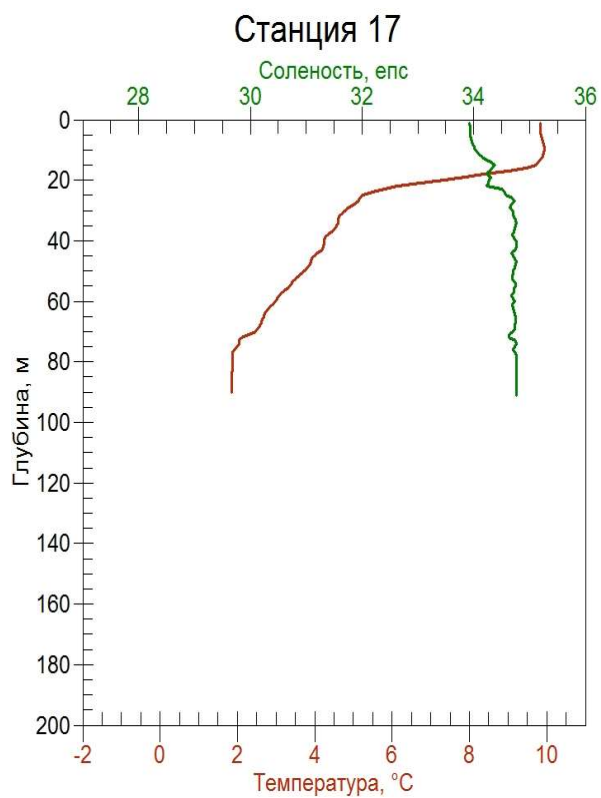
* ТМ – тяжёлые металлы











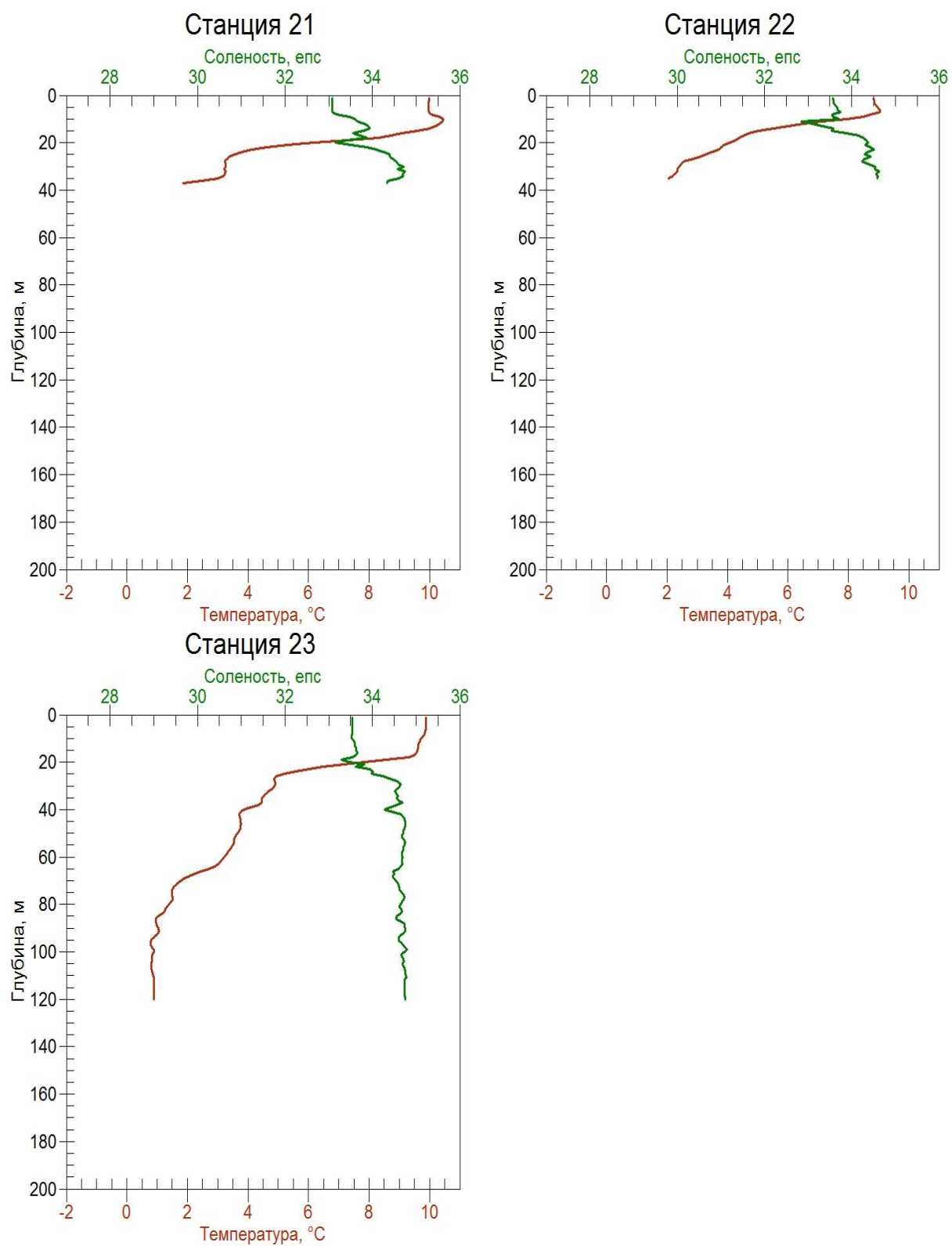


Рис. 1.- Профили вертикального распределения температуры и солёности воды на станциях 1-23.

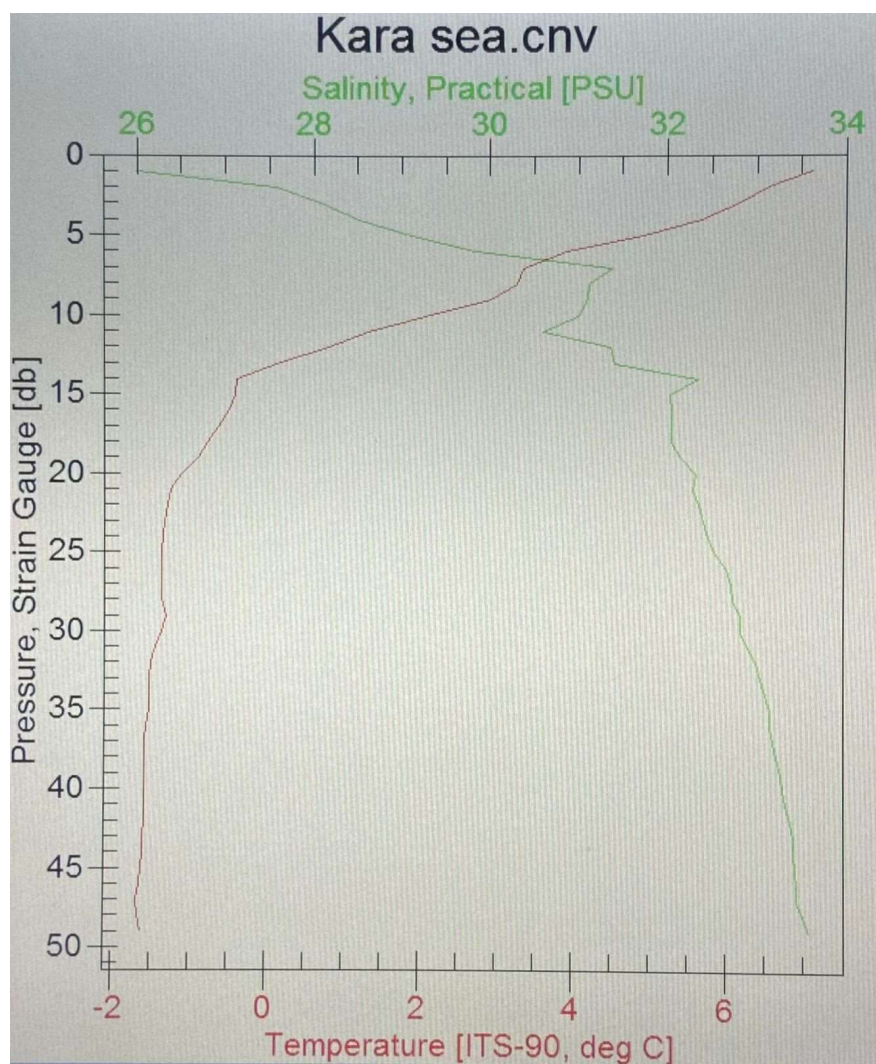


Рис. 2.- Профили вертикального распределения температуры и солёности воды на станции 0 в Карском море.