

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КНЦ РАН



АТЛАС

климатических изменений
в больших морских экосистемах
Северного полушария (1878–2013)

Регион 1

Моря Восточной Арктики

Регион 2

Чёрное, Азовское и Каспийское моря

Ростов-на-Дону
Издательство ЮНЦ РАН
2014

УДК 551.582(084.4)
А92

Авторы:

Г.Г. Матишов, С.В. Бердников, А.П. Жичкин, П.Р. Макаревич, С.Л. Дженюк, В.В. Кулыгин, Н.А. Яицкая, В.В. Поважный, И.В. Швердяев, С.В. Кумпан, И.А. Третьякова, А.Е. Цыганкова

А92

Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013).
Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря / Г.Г. Матишов,
С.В. Бердников, А.П. Жичкин [и др.]. – Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2014. – 256 с. –
ISBN 978-5-4358-0080-7.

УДК 551.582(084.4)

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SOUTHERN SCIENTIFIC CENTRE
INSTITUTE OF ARID ZONES
MURMANSK MARINE BIOLOGICAL INSTITUTE OF KSC RAS



Atlas

of Climatic Changes in Large
Marine Ecosystems of the
Northern Hemisphere (1873–2013)

Region 1

The Eastern Arctic Seas. Region

Region 2

The Black Sea, the Sea of Azov, and the Caspian Sea

ISBN 978-5-4358-0080-7

© ЮНЦ РАН, 2014
© ИАЗ ЮНЦ РАН, 2014
© ММБИ КНЦ РАН, 2014

Rostov-on-Don
SSC RAS Publishers
2014

Authors:
Matishov, G.G., Berdnikov, S.V., Zhichkin, A.P., Makarevich, P.R., Dzhenyuk, S.L.,
Kulygin, V.V., Yaitskaya, N.A., Povazhniy, V.V., Sheverdyayev, I.V., Kumpan, S.V., Tret'yakova, I.A., Tsygankova, A. E.

М39 Matishov, G.G., Berdnikov, S.V., Zhichkin, A.P., et al. (2014). **Atlas of Climatic Changes in Large Marine Ecosystems of the Northern Hemisphere (1873–2013)**. Region 1. The Eastern Arctic Seas. Region 2. The Black Sea, the Sea of Azov, and the Caspian Sea. Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers. 256 pages. ISBN 978-5-4358-0080-7.

UDC 551.582(084.4)

СОДЕРЖАНИЕ

База данных	5
Участники проекта	8
Благодарности.....	8
Аннотация	9
Введение	10
1. Океанографическая база данных	11
1.1. Источники данных	11
1.2. Форматы данных.....	11
1.3. Доступ к данным.....	14
1.4. Контроль качества данных	15
1.5. Методы обработки данных	16
2. Регион 1. Большие морские экосистемы (БМЭ) Восточной Арктики.....	16
2.1. Баренцево и Белое моря.....	20
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	20
База данных по планктону.....	24
Временные ряды температуры и солёности вод	27
Временные ряды ледового режима.....	28
Временные ряды рыболовства.....	29
2.2. Карское море.....	33
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	33
2.3. Море Лаптевых.....	36
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	36
2.4. Восточно-Сибирское море	38
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	38
2.5. Чукотское море.....	40
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	40
3. Регион 2. Большие морские экосистемы Чёрного, Азовского и Каспийского морей.....	42
3.1. Чёрное море.....	44
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	44
Временные ряды температуры и солёности вод	47
3.2. Азовское море.....	49
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	49
Временные ряды температуры и солёности вод	54
Временные ряды ледового режима.....	55
3.3. Каспийское море	57
Океанографическая база данных и инвентаризация.....	57
Временные ряды температуры и солёности вод	64
Временные ряды ледового режима.....	67
3.4. База данных по планктону южных морей	69
4. Содержание DVD	75
5. Перечень таблиц и рисунков	77
Перечень таблиц.....	77
Перечень рисунков	78
6. Литература	80
7. Приложение.....	84

CONTENTS

Database..... 5

Project participants 8

Acknowledgements 8

Abstract..... 9

Introduction 10

1. Oceanographic database 11

1.1. Data sources..... 11

1.2. Data format 11

1.3. Data access 14

1.4. Data quality control 15

1.5. Data processing methods 16

2. Region 1. Large Marine Ecosystems of the Eastern Arctic 16

2.1. The Barents and White Seas..... 20

Oceanographic database and inventory 20

Plankton databas..... 24

Water temperature and salinity time-series 27

Ice conditions time-series..... 28

Fisheries time-series..... 29

2.2. The Kara Sea..... 33

Oceanographic database and inventory 33

2.3. The Laptev Sea..... 36

Oceanographic database and inventory 36

2.4. The East Siberian Sea 38

Oceanographic database and inventory 38

2.5. The Chukchi Sea..... 40

Oceanographic database and inventory 40

3. Region 2. Large Marine Ecosystems of the Black Sea, the Sea of Azov, and the Caspian Sea..... 42

3.1. The Black Sea 44

Oceanographic database and inventory 44

Water temperature and salinity time-series 47

3.2. The Sea of Azov 49

Oceanographic database and inventory 49

Water temperature and salinity time-series 54

Ice conditions time-series..... 55

3.3. The Caspian Sea..... 57

Oceanographic database and inventory 57

Water temperature and salinity time-series 64

Ice conditions time-series..... 67

3.4. Plankton database of the southern seas..... 69

4. DVD contents..... 75

5. List of tables and figures..... 77

6. References 80

7. Appendix..... 84

БАЗА ДАННЫХ

Регион 1. БМЭ морей Восточной Арктики

(Большие морские экосистемы (БМЭ) Восточной Арктики)

Период: 1849–2013

Общее количество станций: 337 618

Общее количество проб планктона: 5 471

БМЭ Баренцева моря (включая подрайон Белого моря):	238 286 станций (1870–2013)
БМЭ Карского моря:	38 445 станций (1870–2013)
БМЭ моря Лаптевых:	6 570 станций (1878–2009)
БМЭ Восточно-Сибирского моря:	3 459 станций (1878–2008)
БМЭ Чукотского моря:	50 858 станций (1849–2012)

Регион 2. БМЭ Чёрного, Азовского и Каспийского морей

(Большие морские экосистемы (БМЭ) Чёрного (включая подрайон Азовского моря) и Каспийского морей)

Период: 1884–2012

Общее количество станций: 196 778

Общее количество проб планктона: 1 411

БМЭ Чёрного моря:	86 836 станций (1884–2012)
Подрайон Азовское море:	66 609 станций (1891–2012)
БМЭ Каспийского моря:	43 333 станций (1897–2011)

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

Академик Г.Г. Матишов – директор Мурманского морского биологического института КНЦ РАН (г. Мурманск, Россия), Председатель Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону, Россия).

Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия): С.В. Бердников, В.В. Поважный, И.В. Шевердяев, А.Е. Цыганкова.

Институт аридных зон ЮНЦ РАН (ИАЗ ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия): В.В. Кулыгин, Н.А. Яицкая, С.В. Кумпан, И.А. Третьякова.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН (ММБИ КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия): С.Л. Дженюк, П.Р. Макаrechич, А.П. Жичкин.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящая работа выполнена сотрудниками Российской академии наук совместно с коллегами из Лаборатории морского климата Национального центра океанографических данных НОАА, США, в рамках программы НОАА «Климат и глобальные изменения», программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы модернизации полиэтничного макрорегиона в условиях роста напряжённости», «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология», Отделения Наук о Земле РАН «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов» и национальной программы России «Мировой океан».

Благодаря поддержке Межгосударственной Океанографической Комиссии ЮНЕСКО (ИОС), проекту ГОДАР (Глобальное спасение и архивация океанографических данных) и проекту ИОС «База данных Мирового океана» спасен большой объём данных.

Большую помощь в выполнении данного проекта оказали сотрудники Лаборатории Морского Климата (Ocean Climate Laboratory) NODC NOAA (г. Силвер Спринг, США) С. Левитус, И.В. Смоляр.

Существенную помощь в поиске и получении книг, статей, графического материала, содержащих первичные океанографические данные, оказали сотрудники Центральной библиотеки НОАА, а также библиотек Ростова-на-Дону (Т.А. Шарапова, Е.М. Колесникова, О.А. Меньших, С.А. Бондаренко).

Мы благодарим сотрудников ИАЗ ЮНЦ РАН (Д.Г. Матишова, О.Е. Архипову, Л.В. Дашкевич, Н.В. Лихтанскую, В.В. Сорокину), ММБИ (Д.В. Моисеева), МО УкрНИГМИ (Н.Н. Дьякова, В.В. Фомина, О.В. Левицкую, И.Н. Фомину, Т.Ю. Тимошенко, Е.С. Мартынову) за помощь в создании базы данных.

Особую признательность выражаем сотрудникам ЮНЦ РАН и ИАЗ (Н.В. Алешиной, Е.Г. Алешиной, Д.С. Аксенову, А.В. Викрищук, Р.Е. Вербицкому, Г.Ю. Глущенко, К.С. Григоренко, О.И. Елисеевой, В.В. Ермолову, Е.В. Ермолаевой, В.А. Иванову, Г.В. Ковалевой, К.В. Креновой, О.Л. Лужняк, Е.П. Олейникову, Е.П. Пономаренко, В.В. Сапрыгину, Л.В. Свистуновой, В.Г. Сойеру, Т.Б. Филатовой, А.В. Шишкиной, О.Н. Ясаковой) и ММБИ (И.В. Берченко, А.А. Дерябину, В.Г. Дворецкому, Е.И. Дружковой, А.В. Кузнецову, А.А. Олейнику, А.А. Шумилкову), которые в период 2000–2013 гг. получали первичные данные в морских экспедициях, гидрохимических и биологических лабораториях.

Выражаем признательность руководителю Департамента Ростидромета по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам А.А. Базелюку за предоставленную возможность ознакомиться с историческими данными по ледовому режиму Азовского и Каспийского морей.

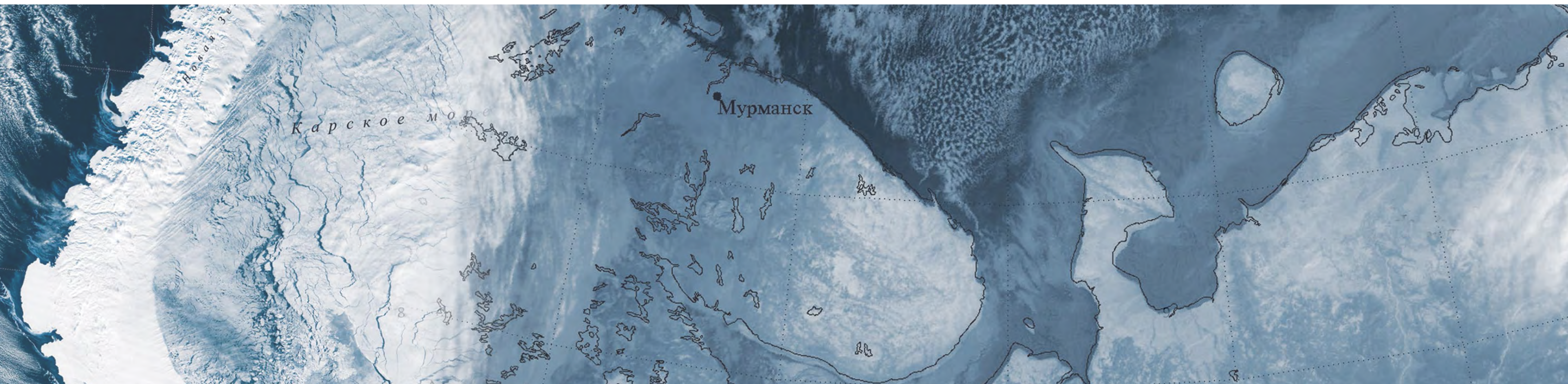
АННОТАЦИЯ

Атлас объединяет большие морские экосистемы Арктических морей Восточного полушария (Баренцево, включая Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское моря) и Чёрного, включая Азовское, и Каспийского морей и содержит первичные океанографические данные, охватывающие период с 1848 по 2013 гг., представленные на DVD.

Кроме первичных океанографических данных, Атлас содержит результаты их обработки для выявления климатической изменчивости гидрологических процессов в Арктике и в южном регионе, сезонные климатические карты вертикального распределения температуры и солёности вод для ключевых гидрологических разрезов Баренцева, Чёрного, Азовского и Каспийского морей, а также временные серии аномалий температуры и солёности вод для каждого месяца каждого года или характерного периода.

В Атласе впервые представлены многолетние данные о ледовом режиме Баренцева моря и карты рыбного промысла, сведения о многолетней изменчивости ледового режима Баренцева, Азовского и Каспийского морей.

Учитывая климатические изменения, происходящие во всем Северном полушарии, «Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013)» является своевременным и необходимым инструментом для учёных, исследующих природные и социальные явления, и администраторов, связанных с управлением морскими ресурсами и поддерживающих глобальное движение и стремление к устойчивому развитию больших морских экосистем мира.



ВВЕДЕНИЕ

Конец XX – начало XXI века характеризуется как эпоха глобальных климатических изменений, которые затрагивают различные аспекты человеческой деятельности во многих странах. В этих условиях выводы о тенденциях изменения климата важны как с научной, так и с практической точек зрения. Прогнозы изменения климата являются важным элементом планирования развития хозяйственной инфраструктуры многих стран. Особенно велика значимость этой проблемы для стран, имеющих выход к морю, так как прибрежные районы отличаются наиболее развитой хозяйственной инфраструктурой, и эти районы являются наиболее чувствительными к изменению морского климата и различным экстремальным погодным и климатическим явлениям.

Процесс изучения изменений климата предполагает высокую степень международного сотрудничества как в плане сбора информации о состоянии окружающей среды, так и в плане её анализа с целью раскрытия механизмов изменений климата и прогнозирования климатических изменений в различных пространственно-временных масштабах. Задача настоящей работы состоит в объединении усилий специалистов России, США и Украины для формирования общедоступной океанографической базы данных и документирования климатических изменений на обширной морской акватории северного полушария.

Настоящая работа охватывает большие морские экосистемы Баренцева, Белого, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского морей на севере и Азовского, Чёрного и Каспийского морей на юге.

Кроме первичных океанографических данных, Атлас содержит результаты их обработки для выявления климатической изменчивости гидрологических процессов в Арктике и в южном регионе. Для ключевых гидрологических разрезов Баренцева, Чёрного, Азовского и Каспийского морей построены вертикальные среднеклиматические распределения солёности и температуры вод и их аномалии для каждого месяца каждого года, обеспеченного данными, и для характерных периодов.

В Атласе впервые представлены многолетние данные о ледовом режиме Баренцева моря и карты рыбного промысла, сведения о многолетней изменчивости ледового режима Азовского и Каспийского морей.

В результате сотрудничества специалистов России (ЮНЦ РАН) и Украины (МО УкрНИГМИ, г. Севастополь) существенно расширилась база данных по Азовскому морю (до 67 тыс. морских станций).

В Атлас включены экспедиционные наблюдения, выполненные в период 2001–2013 гг. ММБИ (1 290 станций в Баренцевом и Карском морях) и ЮНЦ РАН (7 169 станций в Азовском, Чёрном и Каспийском морях).

База данных по планктону Баренцева моря дополнена 863 станциями, впервые в Атлас включена база данных по планктону Азовского моря (1 411 станций).

Первая глава содержит общую характеристику океанографической базы данных, ссылки на источники получения информации, обсуждение форматов хранения и процедур контроля качества исторических и современных экспедиционных данных, методов их обработки.

Во второй и третьей главах дано описание баз данных для арктического и южного регионов соответственно. Для каждого моря рассмотрены присущие ему особенности распределения станций, представленных в базе данных. Для Баренцева и южных морей приведены примеры построения временных серий температуры и солёности вод, ледового режима и промысла.

Четвёртая глава содержит описание структуры данных DVD, на котором размещены базы данных и все графические материалы.

1. Океанографическая база данных

1.1. Источники данных

Данные для настоящего Атласа получены из следующих основных источников:

– Климатические Атласы, опубликованные НОАА [Matishov et al., 1998; 2000; 2004; 2006; 2008; Luchin et al., 2009];

– база данных Мирового центра данных по океанографии, Silver Spring, NOAA, США (http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/pr_wod.html);

– база данных Единой (российской) государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) (<http://data.oceaninfo.ru>).

Часть современных данных за период 2001–2013 гг. была получена из экспедиционных отчётов ЮНЦ РАН и ММБИ.

Материалы, значимые для исследования изменений климата больших морских экосистем на протяжении последних 140 лет, были найдены в библиотеках Норвежского Полярного Института (г. Тромсё), Дартмут Колледж (США), Университета штата Аляска (г. Феербенкс), Музея Натуральной Истории (г. Нью Йорк), Российской академии наук (г. Санкт-Петербург), а также в публичных библиотеках городов Мурманска, Ростова-на-Дону, Москвы и Санкт-Петербурга.

Исторические данные о ледовом режиме Азовского и Каспийского морей были предоставлены Департаментом Росгидромета по ЮФО и СКФО, использованы также наблюдения специалистов ЮНЦ РАН последних лет в дельте Дона.

Источниками данных по ледовому режиму Баренцева моря являются ледовые карты Национального центра данных по исследованию снега и льда США (National Snow and Ice Data Center, <http://nsidc.org>) за 1977–1996 гг. и обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана ледового центра Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ, <http://www.aari.ru>) за 1997–2010 гг.

Первичные данные по российскому рыболовству в Баренцевом море с 1985 по 2010 гг. предоставлены сотрудниками НПК «Морская информатика» (г. Мурманск) Д.Н. Ключковым и Б.М. Шатохиным.

1.2. Форматы данных

Для представления первичных данных в электронном виде используется принятый в НОАА «WODselect csv format», где в качестве разделителя используется запятая. Чтение данных в этом формате не требует специализированного программного обеспечения. Именно в этом формате данные представлены на DVD в папке DATABASE.

Формат имеет блочную структуру, состоящую из разделов **GENERAL FIELDS**, представленных в таблице 1.1. Каждая станция начинается с ключевого слова CAST в первом столбце, и её описание разделено на несколько секций. Ниже в таблицах 1.2–1.4 приведено описание основных разделов CAST, METADATA, BIOLOGY METADATA, VARIABLES, BIOLOGY.

Таблица 1.1. Основные секции формата «WODselect csv»:		
Индикатор начала секции	Индикатор окончания секции	Содержание
CAST	индикатор начала следующей секции	расположение и дата станции, идентификация рейса
METADATA	индикатор начала следующей секции	страна, судно/платформа, проект, организация, метеорология и другая информация, относящаяся к проведению измерений
VARIABLES	END OF VARIABLES SECTION	профили наблюдений (если присутствует)
BIOLOGY METADATA	BIOLOGY	информация об отборе проб планктона (если присутствует)
BIOLOGY	END OF BIOLOGY SECTION	результаты наблюдения за планктоном (если присутствует)

Таблица 1.2. Формат секций CAST / METADATA / BIOLOGY METADATA:				
Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5
КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО	Название измеряемой переменной (пусто для полей метаданных)	Значение	Единицы измерения или тип кодировки	Текстовое описание
Пример секции «CAST»				
CAST		7550947	WOD Unique Station	WOD code
NODC Cruise ID		GE_9629	NODC code Latitude	-11.3338 decimal degrees
Пример секции «METADATA»				
Country		GE	ISO code	GERMANY
Ship/platform		7977	WOD code	METEOR
Dataset	Temperature	4	WOD code	CTD: TYPE UNKNOWN
Пример секции «BIOLOGY METADATA»				
Water_volume		23.4	m³(cubic meters)	
Mesh_size		54	um (micrometers)	
Gear_code		101	WOD code	

Таблица 1.3. Формат секции VARIABLES:							
VARIABLE	Depth	F	O	Variable 1	F	O	...
UNITS	m			variable 1 units			...
Prof-Flag (entire profile)		(WOD code)			(WOD code)		...
номер горизонта	значение глубины на горизонте	флаг качества горизонта	флаг качества источника	значение переменной на горизонте	флаг качества значения переменной на горизонте	флаг качества источника значения переменной на горизонте	...
Пример секции «VARIABLES»							
VARIABLES	Depth	F	O	Temperature	F	O	...
UNITS	m			degrees C			...
Prof-Flag		0			0		...
1	12.23	0	2	25.4467	0	2	...
2	30.72	0	2	25.4405	0	2	...
3	50.80	0	2	19.9403	0	2	...

Примечание. F – флаг качества WOD для отдельного горизонта, O – флаг качества источника для отдельного горизонта.

Таблица 1.4. Формат секции BIOLOGY:			
Номер столбца	Название столбца	Описание столбца	Пример
1	BIOLOGY	порядковый номер записи в секции	1
2	Upper Z	верхняя граница слоя отбора пробы, м	0
3	Lower Z	нижняя граница слоя отбора пробы, м	200
4	Value Type	тип значения, указанного в столбце 5	Taxon count, Wet Mass, etc.
5	ORIGINAL VALUE	исходное значение измерений	(value)
6	F	флаг качества источника данных	WOD code
7	Orig Unit	исходные единицы измерения	#/m², mg/haul
8	WOD CBV value	значение после пересчета в стандартные единицы измерения	(value)
9	F	флаг World Ocean Database CBV	WOD code
10	_unit	единица измерения	#/m³, mg/m³, or ml/m³
11	_meth	метод расчета	WOD code
12	WOD PGC	групповой код планктона	4212000 (= zooplankton, crustacean, copepod)
13	ITIS TSN/Name	таксономический номер/название ITIS	85272 (= Calanus finmarchicus)
14	mod	таксономический модификатор	WOD code (sp., spp., ...)
15	sex	индикатор пола	WOD code (male, female)
16	lif	индикатор жизненной стадии	WOD code (egg, larva, copepodite, ...)
17	trp	индикатор трофической принадлежности	WOD code (parasitic, autotrophic, ...)
18	rlm	индикатор среды обитания	WOD code (benthic, pelagic, endobiotic, ...)
19	ft	форма таксона	WOD code
20	spm	метод определения численности	WOD code (special dyes or lighting)
21	min size	минимальный размер	WOD code or mm
22	max size	максимальный размер	WOD code or mm
23	ind length	длина таксона	microns
24	ind width	ширина таксона	microns
25	ind rad	радиус таксона	microns
26	tsv	объем пробы	used for multi-net samplers

Более подробное описание содержится на сайте NODC http://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/dbsearch/csv_info.html. В таблицах используются специальные коды, которые представлены на сайте http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD09/wod_codes.html, а также размещены на DVD в папке DATABASE/WODCODES в двух форматах *.pdf и *.txt.

1.3. Доступ к данным

Данные расположены на DVD в папке DATABASE в виде архивов *.zip. Они структурированы по типам применяемых для измерения методов (инструментов). Здесь содержатся папки, имена которых совпадают с кодом соответствующего инструмента, представленного в колонке DATASET таблицы 1.5. Например, папка с именем OSD включает данные, полученные с применением батометра для отбора проб воды. Внутри папки находятся файлы данных, имена которых состоят из сокращённого названия моря в соответствии с таблицей 1.6 и через нижнее подчеркивание тип DATASET. Например, файл с именем br_osd.zip будет содержать заархивированный набор данных формата *.csv для Баренцева и Белого морей, измеренных с помощью батометров.

Для некоторых данных, представленных на диске, отсутствуют уникальные коды, которые присваивает NODC для рейсов и станций, например, поле NODC Cruise ID будет содержать пропуск, поскольку на момент издания Атласа данные находились в обработке в NODC. Прежде всего, это относится к большим массивам данных по Азовскому и Каспийскому морям, а также наблюдениям, которые выполнены ММБИ в Баренцевом и Карском морях в последние годы.

На диске также размещен файл DatabaseInfo.txt, в котором содержится справочная информация о файлах с данными и их размерами в байтах после разархивирования.

Представленные на DVD данные можно также прочитать с применением программы Ocean Data View (<http://odv.awi.de/>).

Таблица 1.5. Типы инструментов в базе данных Атласа	
DATASET	SOURCE
OSD	Батометр и измерения планктона
CTD	Зонд для измерений электропроводности, температуры и глубины высокого разрешения (high-resolution Conductivity-Temperature-Depth), невозвратный зонд для измерений электропроводности, температуры и глубины высокого разрешения (high-resolution XCTD)
MBT	Механический батитермограф (Mechanical Bathythermograph), цифровой батитермограф (DBT)
XBT	Невозвратный батитермограф (Expendable BathyThermograph)
SUR	Наблюдения на поверхности океана (ведро, термосолонограф)
APB	Автономные батитермографы, прикрепленные к морским слонам
MRB	Заякоренный буй
PFL	Профилирующий буй (Profiling float)
DRB	Поверхностный дрейфующий буй (Drifting buoy)
UOR	Данные зондов, установленных на буксируемых транспортных средствах, которые поднимаются и опускаются в толще воды более или менее регулярным образом по пути следования транспортного средства
GLD	Глайдер

Примечание. Более подробное описание типов инструментов дано на сайте NODC <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD09/docwod09.html>.

Таблица 1.6. Таблица сокращений в имени файлов для больших морских экосистем		
БМЭ	LME	Сокращение в названии файлов
Азовское море	Sea of Azov LME	az
Баренцево море (включая Белое море)	Barents Sea LME (including the White Sea)	br
Каспийское море	Caspian Sea LME	cs
Чёрное море	Black Sea LME	bl

Продолжение таблицы 1.6.		
БМЭ	LME	Сокращение в названии файлов
Карское море	Kara Sea LME	kr
Море Лаптевых	Laptev Sea LME	lp
Восточно-Сибирское море	East Siberian Sea LME	es
Чукотское море	Chukchi Sea LME	ch

1.4. Контроль качества данных

Контроль качества данных проводился в соответствии со схемой, принятой в Лаборатории Морского Климата (Ocean Climate Laboratory) NODC [Ingleby, Huddleston, 2007; Johnson et. al., 2009].

Также при подготовке климатических атласов Азовского моря 2006 и 2008 гг. и в рамках данного проекта были разработаны общие подходы к контролю качества данных, которые использовались при формировании баз данных (БД) [Матишов и др., 2005; Матишов и др., 2009; Matishov et. al., 2009; Matishov et. al., 2010; Moiseev et al., 2012].

Процедура контроля качества включает:

- автоматизированный этап объективного контроля качества данных, выполняемый с применением разработанных для этих целей компьютерных программ;
- этап субъективного анализа, выполняемый специалистом.

Процедура имеет итеративный характер, т.к. после исправления найденных ошибок при повторной автоматической проверке могут быть обнаружены новые.

На этапе объективного контроля производится поиск и учёт возможных ошибок в данных. Результатом является отчёт, содержащий информацию о найденных ошибках и предупреждениях. Наряду с этим также осуществляется автоматическая установка флагов качества для анализируемых данных.

Все проверки можно разделить на несколько групп:

- контроль форматов данных;
- проверка пространственно-временного расположения;
- проверка вертикальной структуры измерений;
- проверка значений измерений;
- поиск дубликатов.

В состав первой группы, помимо проверки соответствия формату представления информации, входит набор логических проверок (принадлежность даты станции периоду продолжительности рейса, порядок следования станций и т.д.) и контроль наличия необходимых данных о станции и/или рейсе для сохранения в БД.

Во вторую группу входят проверки, касающиеся правильности координат и контроля временной группы (дата, время):

- проверка соответствия временного интервала между двумя последовательно выполненными станциями допустимой скорости хода судна;
- попадание координат станций на сушу;
- проверка глубины станции в соответствии с рельефом дна (в случае наличия значения глубины на станции);
- контроль курса судна в течение рейса на предмет определения резко меняющихся направлений движения (зигзагов).

В третью группу входят:

- проверка на дублирование горизонтов;
- проверка на наличие отрицательных горизонтов;
- проверка соответствия значений горизонтов и глубины станции (в случае наличия значения глубины на станции);
- проверка порядка следования горизонтов (упорядочивание по глубине);
- контроль на допустимые градиенты гидрологических и гидрохимических параметров.

В четвертую группу входит контроль параметров на попадание в допустимые диапазоны (по акваториям, времени года, времени суток). Для совместных измерений температуры и солёности воды предусмотрены проверки на инверсию плотности и температуру замерзания. В случае наличия информации об измерительном приборе и его погрешности осуществляется проверка количества значащих цифр для измеренных значений.

В эту группу также входит проверка, основанная на сравнении методик определения некоторых параметров, например, расчёт значений солёности воды на основе результатов измерения значений хлорности.

Помимо проверки корректности данных, существует проблема появления дублируемой информации. При большом числе источников информации вероятность получения одних и тех же данных многократно возрастает. Поэтому поиск и исключение дубликатов является актуальной задачей. Трудности её решения обусловлены тем, что часть данных представлена не в первоначальном виде, а после некоторой обработки, особенности которой, как правило, неизвестны.

Для выполнения визуального контроля пространственного расположения все станции наносятся на карту в геоинформационной системе, разработанной с помощью ArcGIS Desktop 9.*. Также визуально производится контроль временной и пространственной изменчивости вертикальных профилей гидролого-гидрохимических параметров.

С помощью разработанных программ [Matishov et. al., 2009; Matishov et. al., 2010] осуществляется импорт данных в БД. Это заключительный этап обработки данных. Все океанологические данные, используемые для подготовки атласов в рамках International Ocean Atlas and Information Series, доступны без ограничений через интернет-портал, поддерживаемый Национальным центром Океанологических данных НОАА.

1.5. Методы обработки данных

Обработка данных включала следующие этапы:

- инвентаризацию данных;
- статистический анализ, оценку и исключение «выбросов» данных;
- построение распределений станций по квадратам, районам и разрезам;
- усреднение данных для определения климатической нормы;
- построение вертикального распределения температуры и солёности вод на разрезах;
- расчёт аномалий.

Выполнялось несколько видов инвентаризации данных:

- построение карт распределения станций для каждого месяца по годам;
- построение карт распределения станций по месяцам для всего периода наблюдений;
- построение карт распределения станций по месяцам за весь период наблюдений для океанографических разрезов (для Баренцева моря и южных морей).

Эти материалы частично представлены на DVD в разделе INVENTORY.

Для проверенных данных выполнялся статистический анализ, результаты которого использовались для выявления «выбросов». На данном этапе контроля качества данных рассматривались закономерности изменений годового климатического цикла температуры и солёности с целью определения пределов допустимых значений этих параметров на различных горизонтах. Если измерение выходило за эти пределы, то оно помечалось специальным кодом (флагом) и не использовалось при построении климатических полей и временных серий температуры и солёности.

2. Регион 1. Большие морские экосистемы (БМЭ) Восточной Арктики

Климатические изменения в Арктике характеризуются наибольшим размахом и ведут к серьёзным последствиям для экосистем и морской хозяйственной деятельности. Природная среда сформировалась, по существу, в послеледниковый период, который длится более 10 тыс. лет. Только по отношению к этому периоду можно обсуждать природные аномалии как отклонения от статистиче-

ски достоверной нормы. В современной истории климата самым тёплым был период атлантического оптимума – около 6,8 тыс. лет назад [Матишов, Павлова, 1990]. За последние столетия отмечались циклические изменения климата и состояния ледяного покрова, заведомо не связанные с антропогенными воздействиями. Среди них выделяется «малый ледниковый период» в середине минувшего тысячелетия, который был отмечен похолоданием в Европе, ухудшением ледовых условий в морях Западной Арктики, гибелью поселений европейцев в Гренландии.

Чрезвычайно интересным является вопрос истории исследования Арктики. Еще 150 лет назад голландцы своими съёмками у Новой Земли заложили основу будущего понимания колебаний климата в Арктике. В конце XIX – начале XX в. благодаря усилиям плеяды выдающихся учёных – исследователей Арктики – наши знания об этом регионе значительно расширились (рис. 2.1).

К концу XIX в. в морях Арктики была развёрнута сеть метеорологических станций и организованы регулярные океанографические и ледовые съёмки. По этим данным сформированы информационные базы, позволяющие делать обоснованные выводы о тенденциях последнего столетия. Среди климатических индикаторов в практическом отношении важны изменения температуры воды и характеристик ледяного покрова. От них зависят состояние биоресурсов и условия рыболовства, а также возможности освоения нефтегазовых ресурсов шельфа. Ледовая обстановка всецело определяет условия навигации по Северному морскому пути (СМП).

Общепризнанным показателем изменений климатического режима является вековой ряд наблюдений за температурой воды на разрезе «Кольский меридиан» Баренцева моря (по 33°30' в.д.).

В течение XX в. наиболее ярко выраженной аномалией было «потепление Арктики» в 1920–1930-х гг. Этот феномен проявился в повышении температуры воздуха на побережьях и островах, сокращении сезонного ледяного покрова в арктических морях [Фролов и др., 2007]. Систематических данных по ледовитости морей тогда не было, но показательно, что ещё до появления новых ледоколов были начаты регулярные рейсы по СМП (тогда как экспедиция 1914–1915 гг. на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач» не смогла пройти его за одну навигацию).

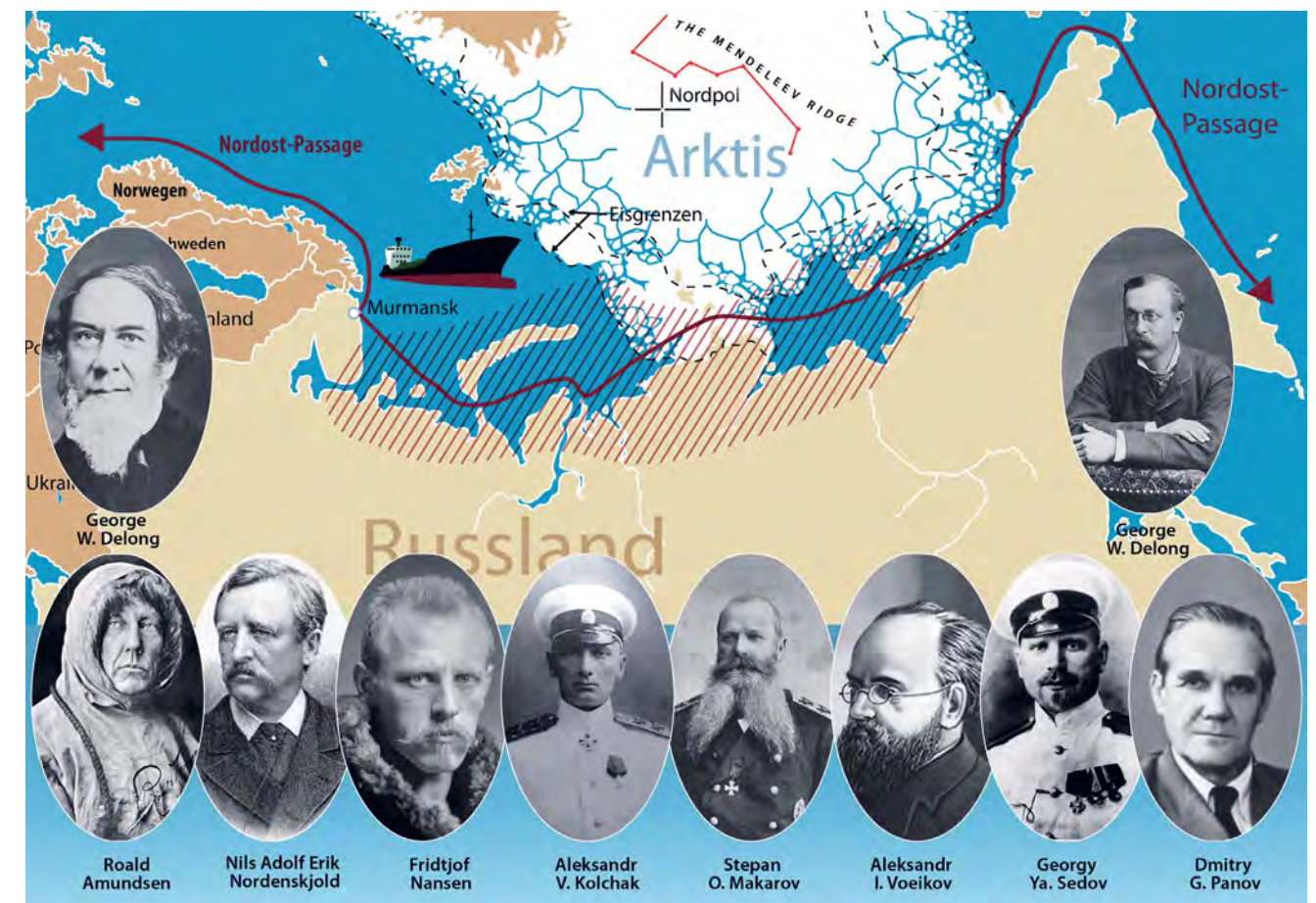


Рисунок 2.1. Выдающиеся исследователи Арктики XIX – начала XX в.

В 1878 г. Нильс Норденшельд на судне «Вега» прошел за лето от Стокгольма до Берингова пролива практически всю трассу Северного морского пути (СМП).

До начала 1990-х гг. климатические условия в Арктике были относительно стабильными, с чередованием умеренных аномалий разного знака. В течение последних 20 лет в северной полярной области наблюдается ярко выраженное потепление, которое заметно сказалось на состоянии атмосферы, океана, морских и наземных льдов [Фролов и др., 2007; Levitus et al., 2005; Levitus et al., 2009; Алексеев и др., 2010; Матишов и др., 2011; Матишов, Дженюк, 2012].

Причины климатических флуктуаций в разных частях Арктики неодинаковы. В Баренцевом море важнейшими факторами внешнего воздействия являются преобладающие переносы в атмосфере (широтные или меридиональные) и поступление тёплых атлантических вод, интенсивность которого зависит от глобальной океанической циркуляции и системы Гольфстрима как одной из её самых динамичных составляющих. Для морей Восточной Арктики большое значение имеют изменения водного и теплового стока великих сибирских рек. При повышенном водном стоке усиливается опреснение поверхностного слоя морей, что ускоряет образование ледяного покрова. Вместе с тем обильный паводковый сток с его высоким теплосодержанием способствует раннему таянию льда.

Существует широкий диапазон точек зрения относительно природы климатических изменений – от безоговорочного принятия гипотезы глобального антропогенного потепления до полного её отрицания. Отсюда следуют противоположные политические стратегии. В одном случае необходимы срочные согласованные меры по снижению выбросов парниковых газов, в другом – можно полагаться на стабильность и саморегулирование климатической системы (что не исключает её аномальных состояний, подобных четвертичному оледенению) и не ограничивать экономическое развитие экологическими запретами. Среди мировых лидеров первой позиции придерживаются страны ЕС, Япония и, с некоторыми оговорками, Россия, второй – США, Китай, Индия, к которым в декабре 2011 г. примкнула Канада.

Морские и наземные экосистемы Арктики более чувствительны к изменениям климата и воздействиям антропогенных факторов, чем экосистемы других природных зон. Последствия потепления для большинства видов скорее благоприятны, но аномалии ледяного покрова нарушают пищевые взаимодействия в прикромочных зонах, ухудшается экологическая ситуация для ряда видов животных.

При отсутствии надёжных прогнозов глобального климата необходимо быть готовыми к следующим вариантам развития процессов в морской Арктике: первый – продолжение потепления в соответствии с тенденцией двух последних десятилетий; второй – стабилизация на уровне, достигнутом к середине последнего десятилетия; третий – возврат к норме, за которую приняты условия второй половины XX в.; четвёртый – смена знака аномалии в сторону понижения температуры и ухудшения ледовых условий.

Представленная в Атласе база данных наблюдений за морской средой и результаты обработки этой информации в графическом виде на DVD дают основу для построения более надёжных прогнозов возможных климатических тенденций.

Во второй части Атласа рассматриваются большие морские экосистемы (БМЭ) Арктики, включающие Баренцево и Белое моря, Карское море, Море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря (рис. 2.2).

В часть базы данных Атласа по северным морям включено 337 618 станций. Их распределение по морям приведено в таблице 2.1, по годам и месяцам на рисунке 2.3.

В морях Северного Ледовитого океана, где экспедиции всегда проводятся в сложной природной обстановке и требуют повышенных затрат, возможности судов должны использоваться наиболее полно. Принципиально важное значение для всего комплекса арктических исследований имеет сбор данных о среде и экосистемах арктического шельфа. Длительное время ареной морских экспедиций были в основном незамерзающие моря Западной Арктики, в которых ведётся рыбный промысел. Ледовитые моря – от Карского до Чукотского – всегда представляли интерес, но были доступны для экспедиционного флота только в короткий навигационный период, как правило, с июля по сентябрь. Биологические процессы в период зимнего покоя до последнего времени были слабо изучены, и считалось, что они мало сказываются на биопродуктивности и видовом разнообразии.

За многие десятилетия научной деятельности ММБИ приобрел большой опыт морских и береговых экспедиций, организации научных стационаров в Арктике. Качественно новым этапом исследо-

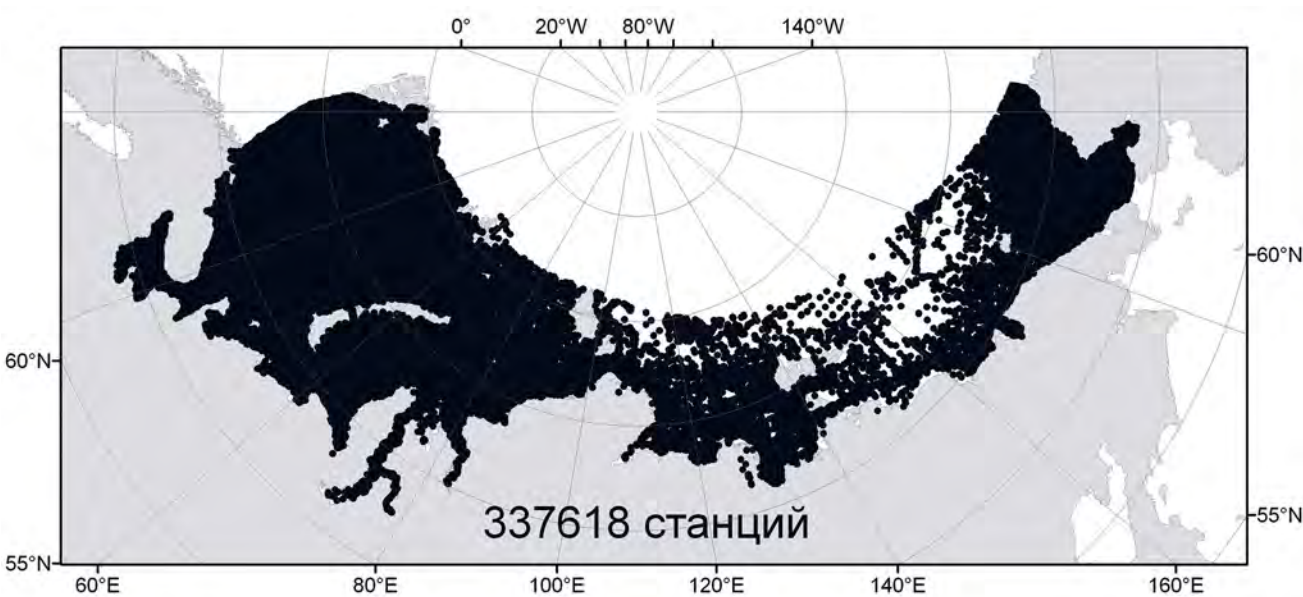


Рисунок 2.2. Распределение станций в морях Восточной Арктики в период 1827–2013 гг.

Таблица 2.1. Распределение станций по большим морским экосистемам Восточной Арктики		
Большие морские экосистемы	Число станций	Период, годы
Баренцево море (включая Белое море)	238 286	1870–2013
Карское море	38 445	1870–2013
Море Лаптевых	6 570	1878–2009
Восточно-Сибирское море	3 459	1878–2008
Чукотское море	50 858	1849–2012
Всего	337 618	

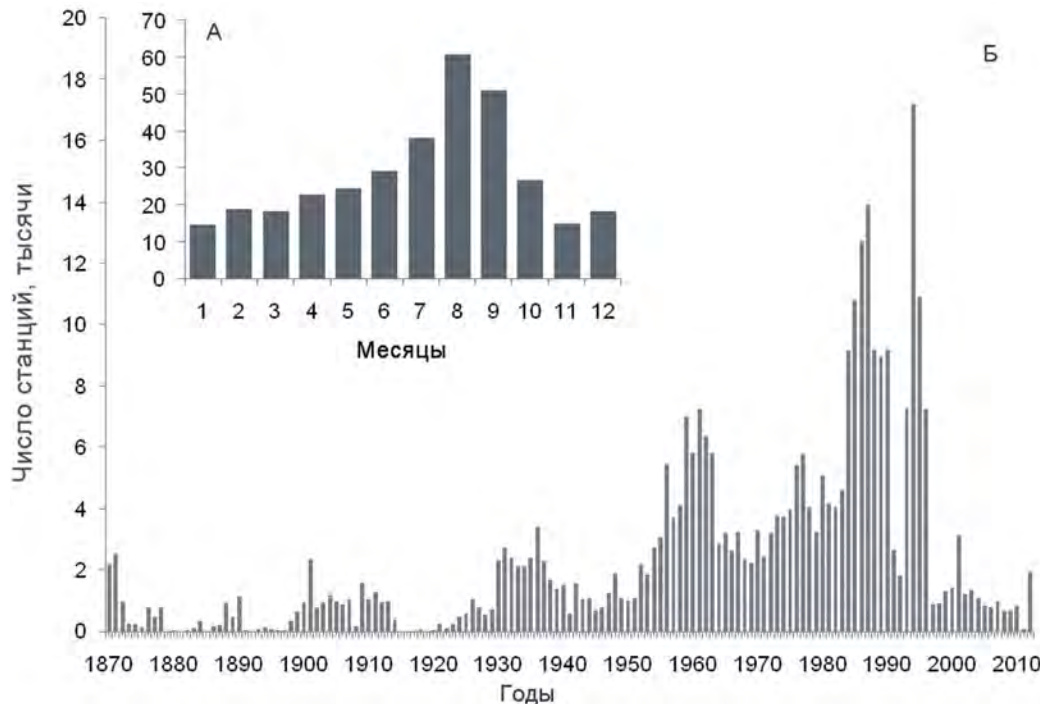


Рисунок 2.3. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных морей Восточной Арктики (1827–2013 гг.)

ваний труднодоступных морей Арктики стали работы ММБИ на трассе Северного морского пути с использованием атомного ледокольного флота.

Первая экспедиция ММБИ по трассе Севморпути была проведена в феврале – марте 1996 г. на атомных ледоколах «Таймыр» и «Вайгач». Её основной задачей была оценка возможности использования попутных рейсов для научных исследований. Результаты экспедиции подтвердили, что в условиях ледокольного плавания можно собирать уникальный научный материал. Поэтому такие рейсы практически сразу стали постоянной составляющей экспедиционной деятельности института.

С тех пор в институте проводится от двух до четырёх экспедиций в год. Всего за период 1996–2013 гг. был выполнен 61 рейс, в ходе которых собран научный материал на 2 379 станциях (рис. 2.4).

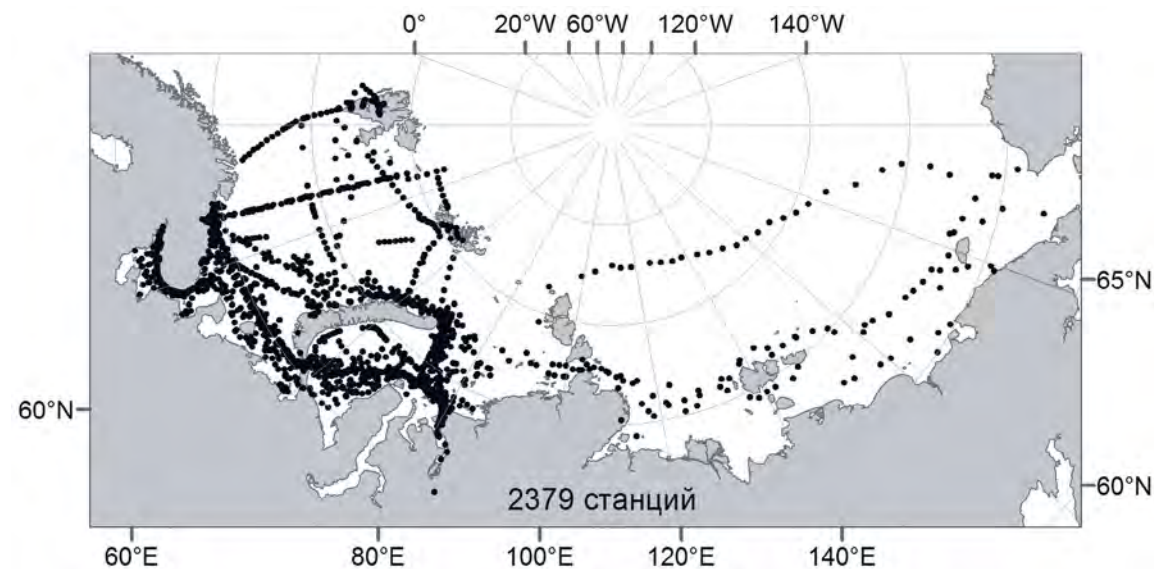


Рисунок 2.4. Станции отбора проб в экспедициях ММБИ в 1996–2013 гг., в том числе по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах Мурманского морского пароходства

2.1. Баренцево и Белое моря

Исследования среды и экосистем Баренцева и Белого морей на методическом и техническом уровне, отвечающем современным требованиям, проводятся уже более столетия. На Баренцевом море они восходят к работам научно-промысловой экспедиции под руководством Н.М. Книповича, начатым в 1899 г. В Белом море этапным моментом было открытие биологической станции на Соловецких островах в 1883 г.

В последующем развитии выделяется этап 1970–80-х гг., когда был организован полномасштабный мониторинг Баренцева и Белого морей, включающий регулярные глубоководные съёмки на стандартных разрезах, работы по программе Общегосударственной системы наблюдений и контроля загрязнения окружающей среды (ОГСНК), наблюдения на сети береговых станций, инструментальные авиасъёмки.

В истории исследований Баренцева моря преимущественное внимание уделялось температурному режиму. Сведения о температуре воды имеют первостепенное значение в промысловой океанологии. Гидрофизические и акустические процессы в водной толще зависят, прежде всего, от температуры воды, так как изменчивость солёности в пелагиали Баренцева моря относительно невелика. Данные термохалинных съёмок постоянно используются для расчётов циркуляции вод и водообмена динамическим методом. Именно поэтому такое большое значение придается регулярности выполнения съёмок на вековых и стандартных разрезах и формированию баз океанологических данных.

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Баренцева и Белого морей включено 238 286 станций за период 1870–2013 гг., при этом на акваторию Белого моря приходится 24 156 станций (рис. 2.5).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рисунке 2.6. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

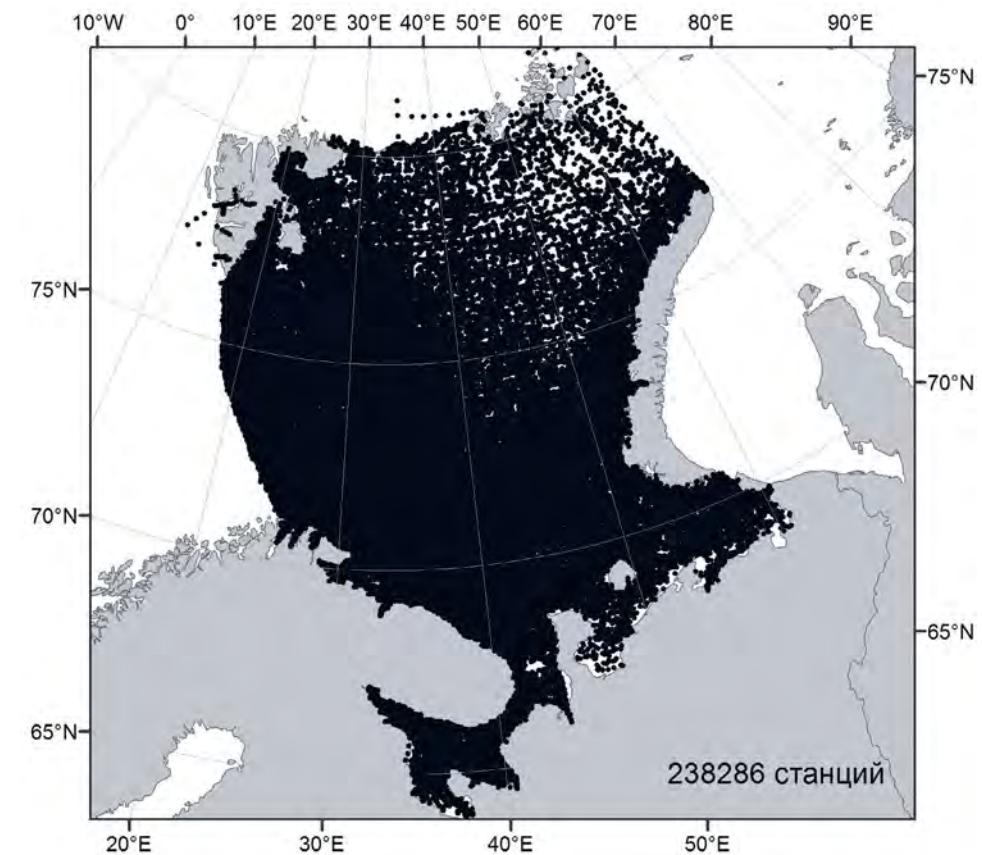


Рисунок 2.5. Распределение станций по акватории Баренцева и Белого морей (1870–2013 гг.)

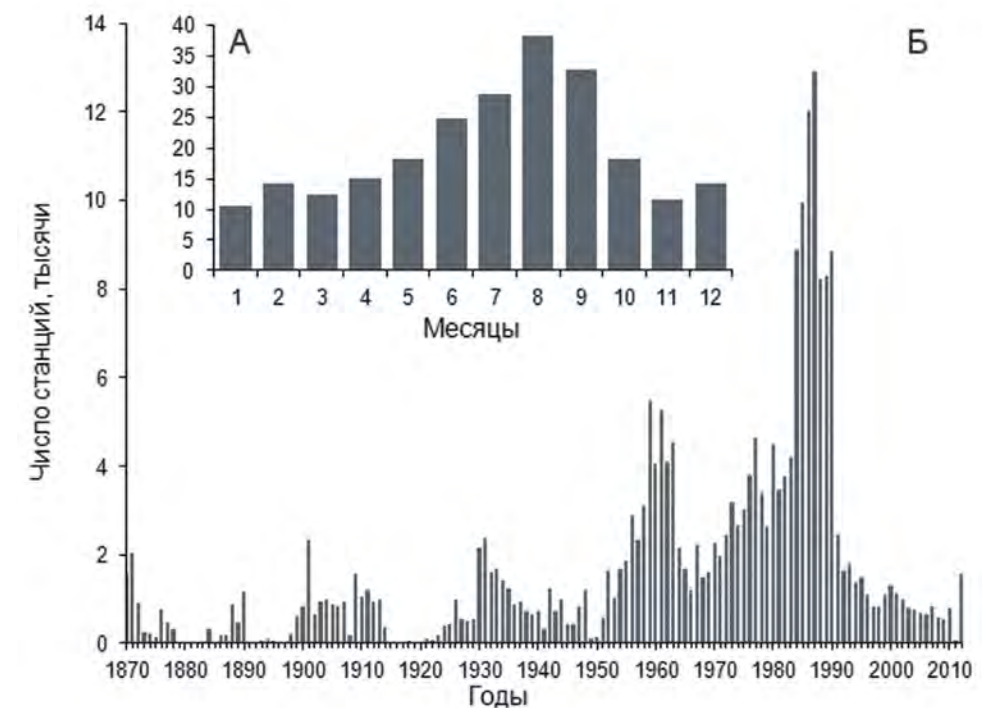


Рисунок 2.6. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Баренцева и Белого морей (1870–2013 гг.)

Уменьшение числа станций по сравнению с Климатическим атласом морей Арктики 2004 [Matishov et al., 2004] связано с тем, что учтены только станции, попадающие в границы Баренцева и Белого морей. Вместе с тем в базу данных добавлено 9 572 новых станций, выполненных после 2000 г., в том числе 1 504 из экспедиционных исследований ММБИ (рис. 2.7).

В Баренцевом море система глубоководных съёмок ориентирована на сетку стандартных и вековых океанологических разрезов, среди которых особое место занимает разрез VI по Кольскому меридиану (рис. 2.8). На нём выдерживается регулярность и обеспечена наибольшая плотность наблю-

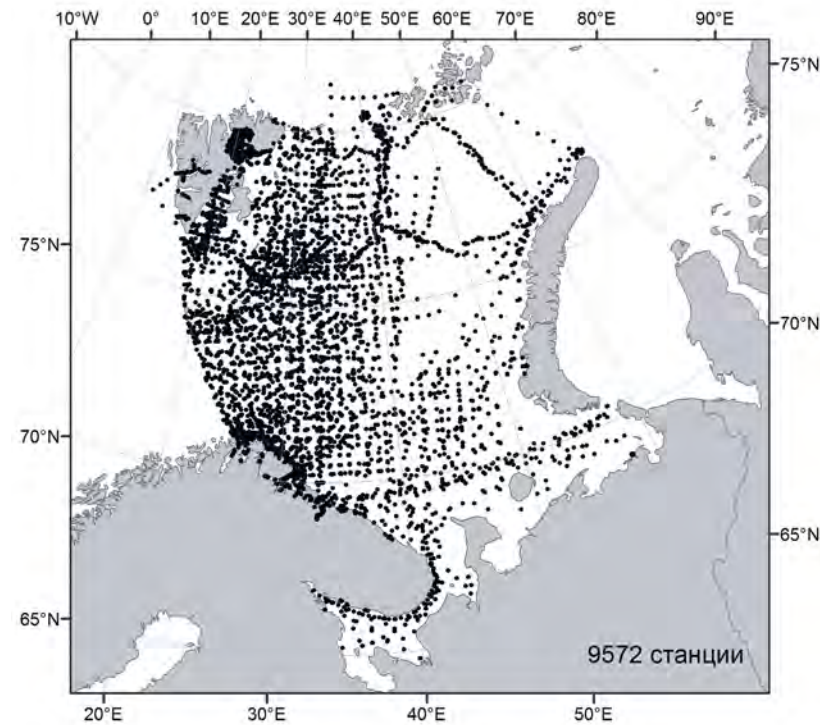


Рисунок 2.7. Станции в базе данных Баренцева и Белого морей, выполненные в период 2001–2013 гг.

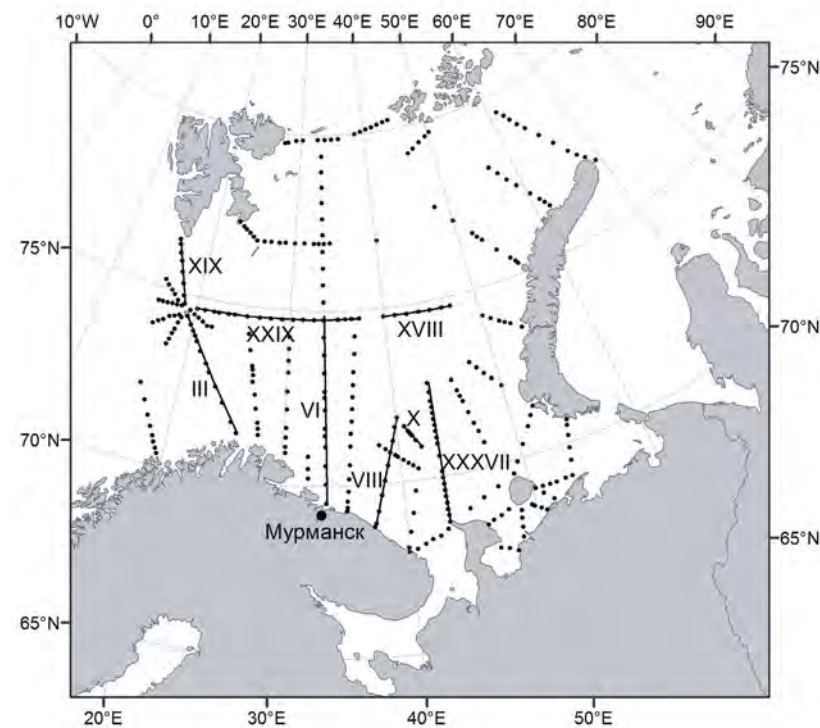


Рисунок 2.8. Положение основных и вековых океанологических разрезов в Баренцевом море

дений во все месяцы года. Поэтому выводы об изменчивости океанологических процессов обычно делаются на основе данных этого разреза [Matishov et al., 2009; Levitus et al., 2009], т.к. процессы в атлантической водной массе, которую он пересекает, определяют тенденции изменения климатической системы этой части Арктики и Северной Европы.

Белое море в силу своих небольших размеров и хорошей доступности равномерно покрыто сеткой разрезов, которые до недавнего времени выполнялись систематически. В ледовый период съёмки не выполнялись, но гидрологические условия зимы относительно стабильны и мало сказываются на морской деятельности.

Для анализа климатической изменчивости гидрологических характеристик Баренцева моря в Атласе рассматриваются два вековых океанологических разреза:

– Кольский разрез, идущий по 33° 30' в.д. от Мурманска до острова Белый и включающий VI вековой разрез («Кольский меридиан») и его продолжение до 80° с.ш. (рис. 2.9);

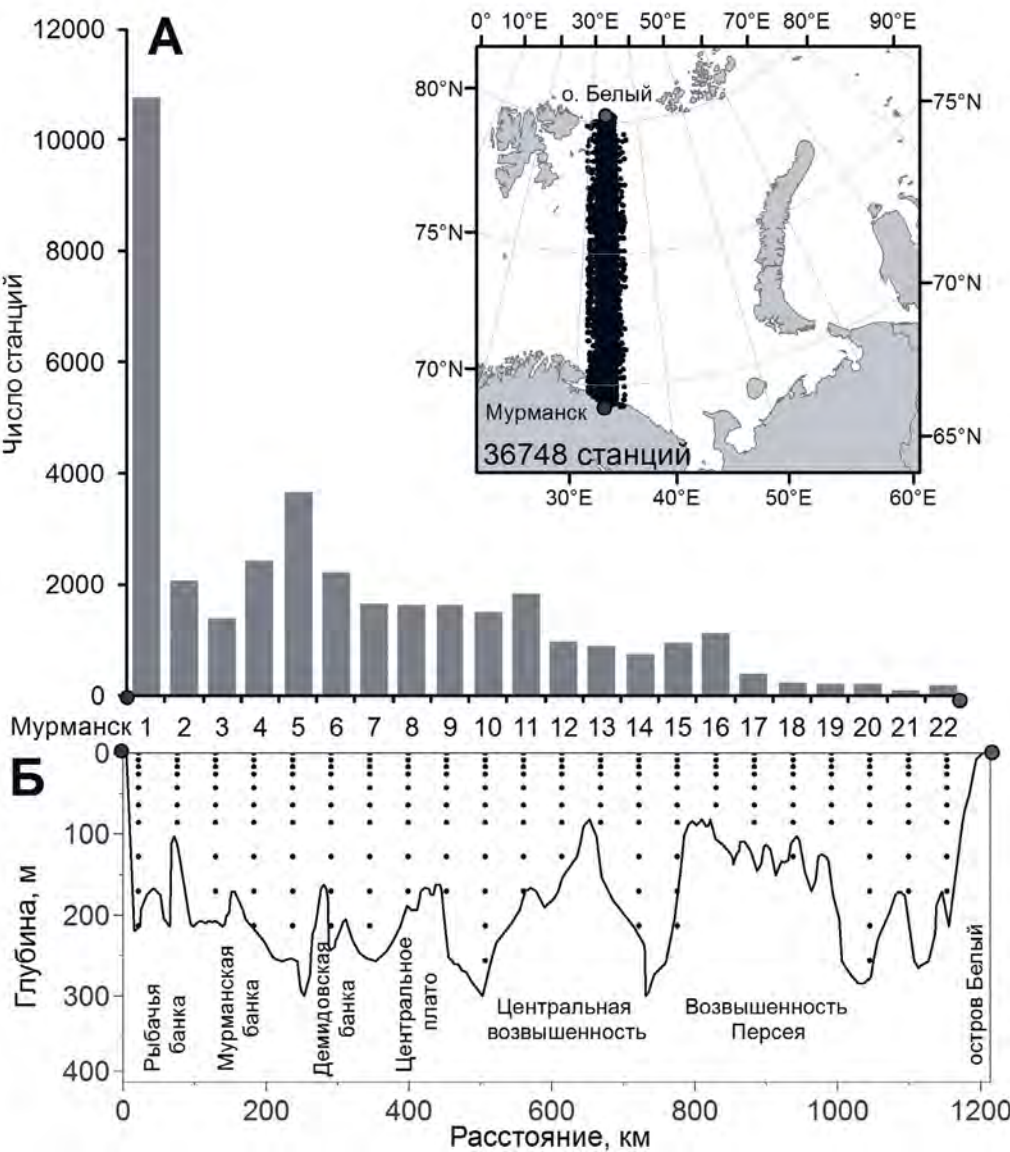


Рисунок 2.9. Распределение станций в полосе 80 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль Кольского разреза

– Медвежинский разрез, идущий вдоль параллели 74°30' с.ш. от острова Медвежий до Новой Земли и объединяющий XXIX и XVIII вековые океанологические разрезы (рис. 2.10).

Каждому разрезу сопоставлено определённое количество станций, которые находятся в полосе 40 км с каждой стороны и используются для построения климатических норм и аномалий. Общее число таких станций для Кольского разреза 36 748, Медвежинский разрез включает 19 257 станций.

В базу данных Баренцева и Белого морей включены следующие параметры (табл. 2.2).

База данных по планктону

База данных по планктону Баренцева моря дополнена новыми станциями с пробами фитопланктона (рис. 2.11, табл. 2.3) и зоопланктона (рис. 2.12, табл. 2.4). Общее количество станций с пробами фитопланктона составило 617, зоопланктона – 246.

Таблица 2.2. Перечень показателей, включенных в базу данных Баренцева и Белого морей				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	4 956 658
давление	PRESS	децибар	DBAR	2 163 027
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	1 854 343
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	4 207 207
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л	ML/L	120 320
рН	PH	-	-	67 796
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	34 721
нитраты	NO3	микромоль/л	UMOL/L	35 610
фосфаты	PO4	микромоль/л	UMOL/L	70 334
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	42 645
хлорофилл	CHL	мкг/л	UG/L	2 011

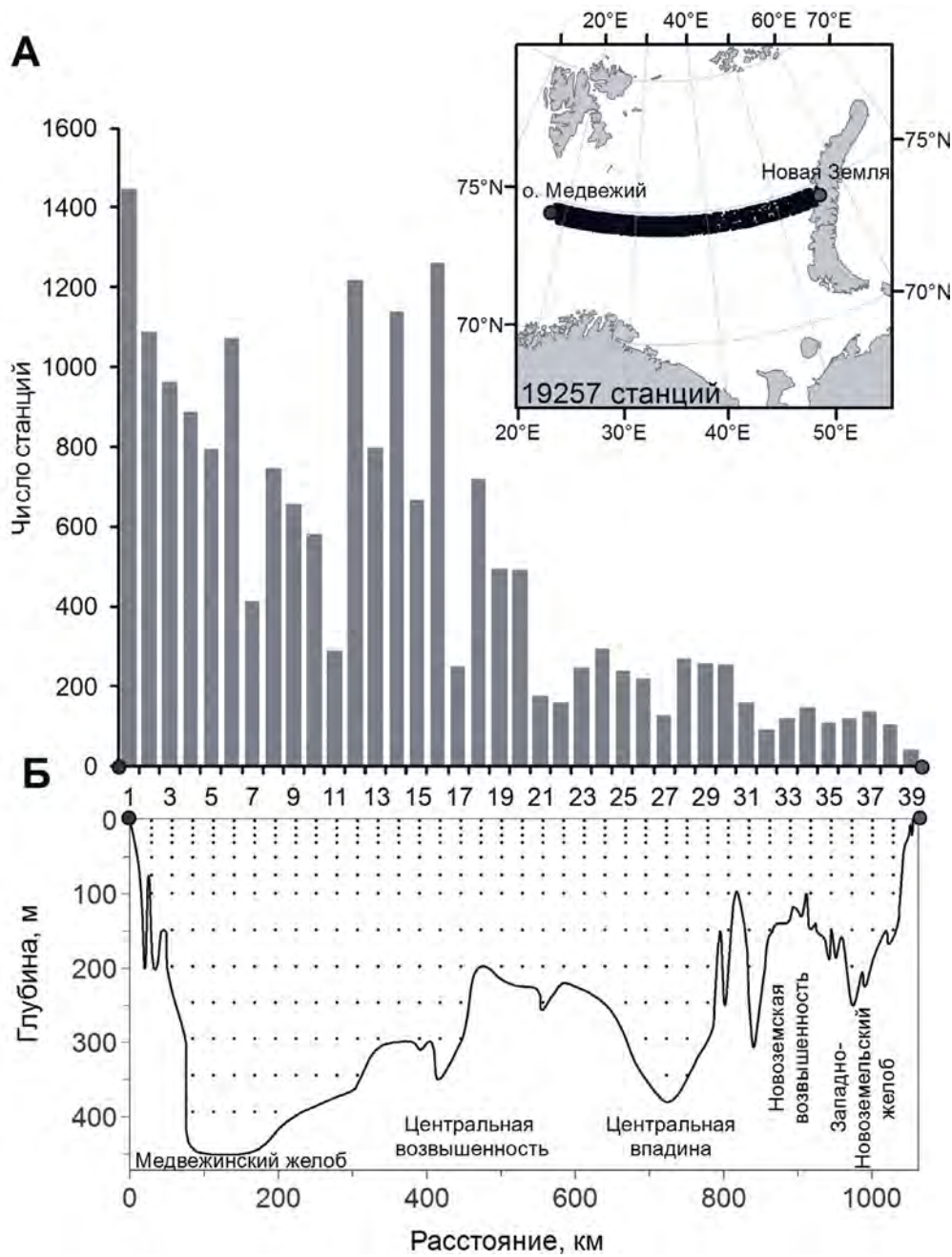


Рисунок 2.10. Распределение станций в полосе 80 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль Медвежинского разреза

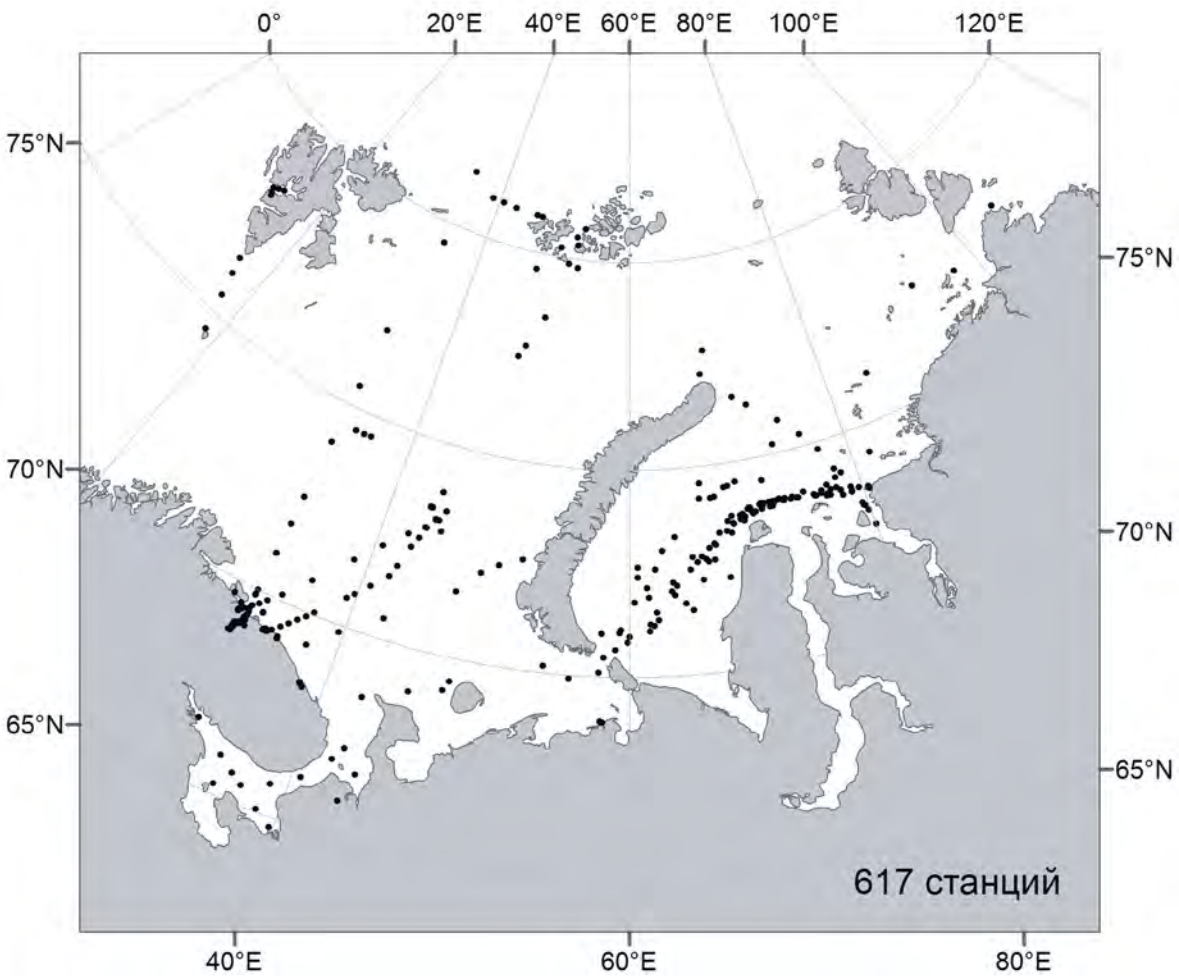


Рисунок 2.11. Распределение станций с пробами фитопланктона в Баренцевом, Белом и Карском морях (1999–2011 гг.)

Таблица 2.3. Распределение станций с пробами фитопланктона в Баренцевом, Белом и Карском морях (1999–2011 гг.)													
	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Всего
1999	-	-	-	-	-	-	7	-	-	36	4	3	50
2000	2	4	16	3	4	3	4	3	2	3	5	7	56
2001	5	6	-	2	6	1	-	-	-	-	-	-	20
2002	6	22	2	6	1	-	-	-	-	13	16	-	66
2003	-	2	3	8	24	-	14	28	9	3	11	34	136
2004	1	7	-	1	4	1	23	2	16	-	-	5	60
2005	3	8	11	16	3	1	8	2	11	1	3	22	89
2006	-	3	2	3	-	1	8	7	11	8	-	-	43
2007	-	-	13	2	4	1	1	30	20	11	-	2	84
2008	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2010	-	-	-	-	-	1	-	-	3	5	-	-	9
2011	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Всего	17	52	47	41	46	9	68	73	72	80	39	73	617

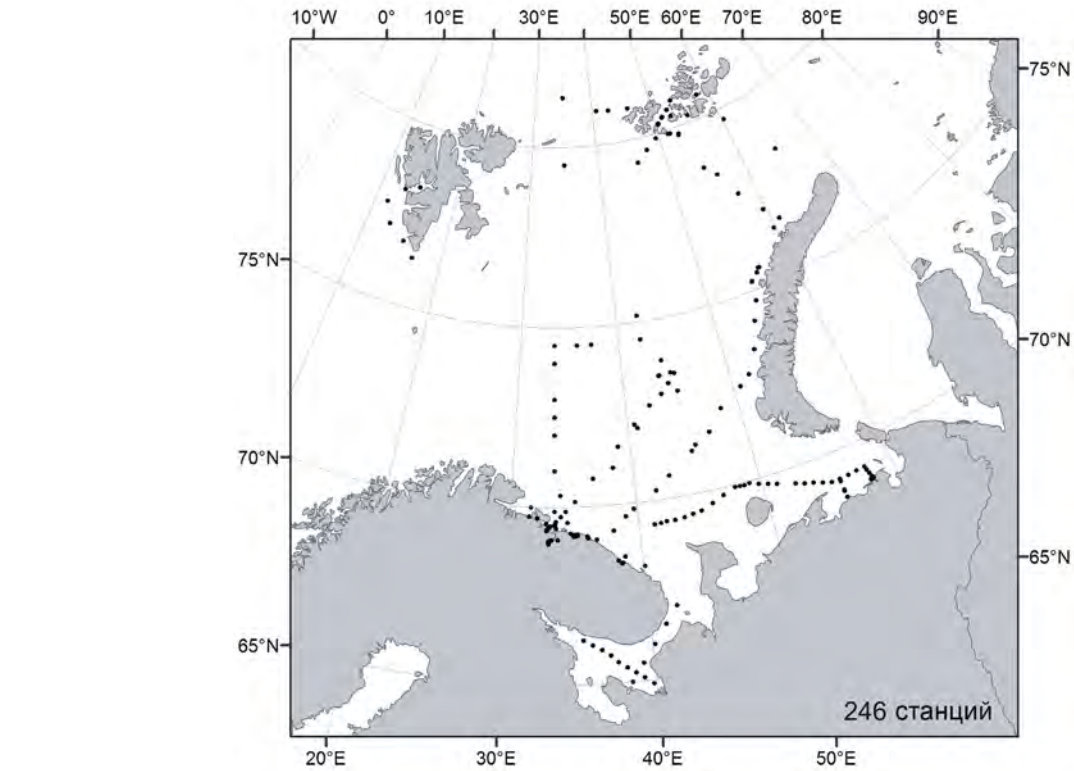


Рисунок 2.12. Распределение станций с пробами зоопланктона Баренцева моря (2001–2010 гг.)

Таблица 2.4. Распределение станций с пробами зоопланктона Баренцева моря (2001–2010 гг.)													
	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Всего
2001	-	-	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	59
2004	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
2005	-	-	-	-	-	-	10	-	9	-	-	-	19

Продолжение таблицы 2.4.													
	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Всего
2006	-	-	-	-	-	1	12	38	11	7	-	-	70
2007	-	-	-	-	-	-	-	16	27	-	-	-	43
2008	-	-	-	-	-	-	15	8	-	-	-	-	23
2009	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	17
Всего	-	-	-	-	-	1	105	68	55	16	-	-	246

Временные ряды температуры и солёности вод

Для Кольского и Медвежинского разрезов построены вертикальные распределения температуры и солёности, осреднённые за период 1870–2013 гг. (климатические нормы). Для их построения введены расчётные узлы. По вертикали их положение соответствует стандартным горизонтам 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250 и 300 м. Для Кольского разреза по долготе использован равномерный шаг 55,5 км (0,5 град), для Медвежинского разреза – шаг по широте в 2 раза меньше – 27,75 км.

Для построения временных серий аномалий температуры и солёности воды были рассчитаны среднеквадратичные отклонения (σ) от средних значений, и величины аномалий задавались в долях от σ .

Для Кольского разреза приведены примеры карт с климатической нормой температуры воды в сентябре (рис. 2.13) и температурной аномалией в сентябре 2003 г. (рис. 2.14).

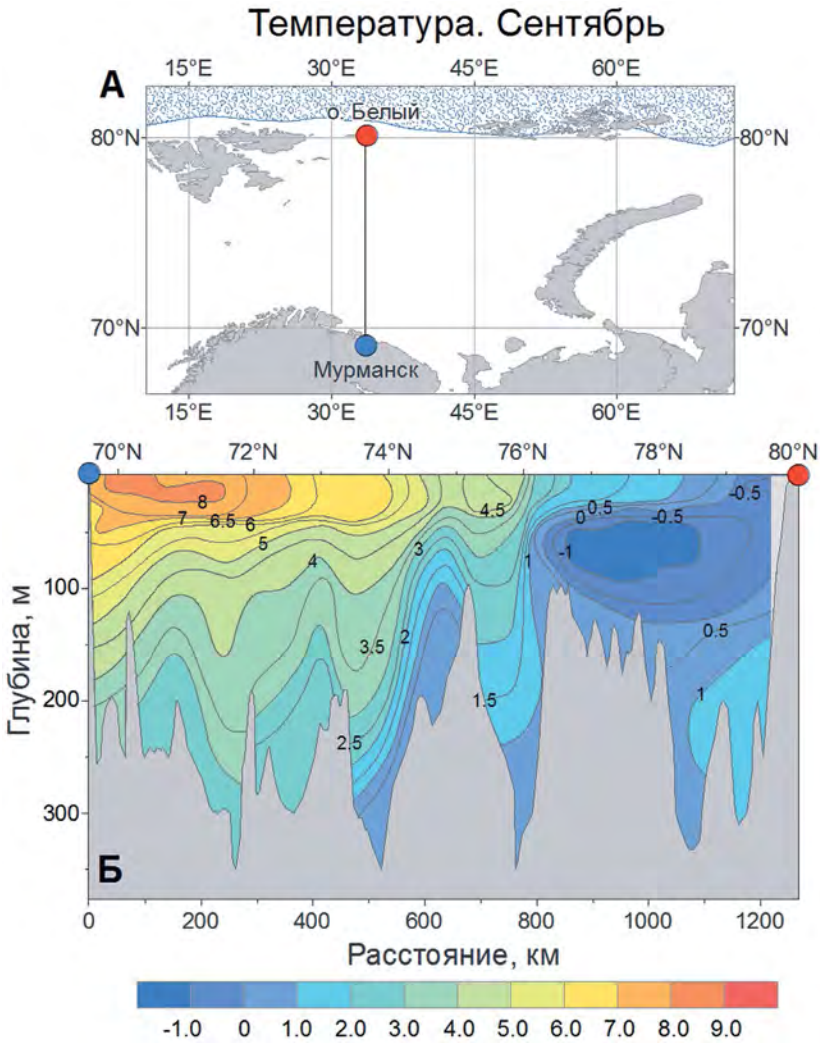


Рисунок 2.13. Пример построения для Кольского разреза (А) среднемноголетнего вертикального распределения температуры воды в сентябре (Б)

Весь графический материал представлен на DVD в разделе CLIMATOLOGY.

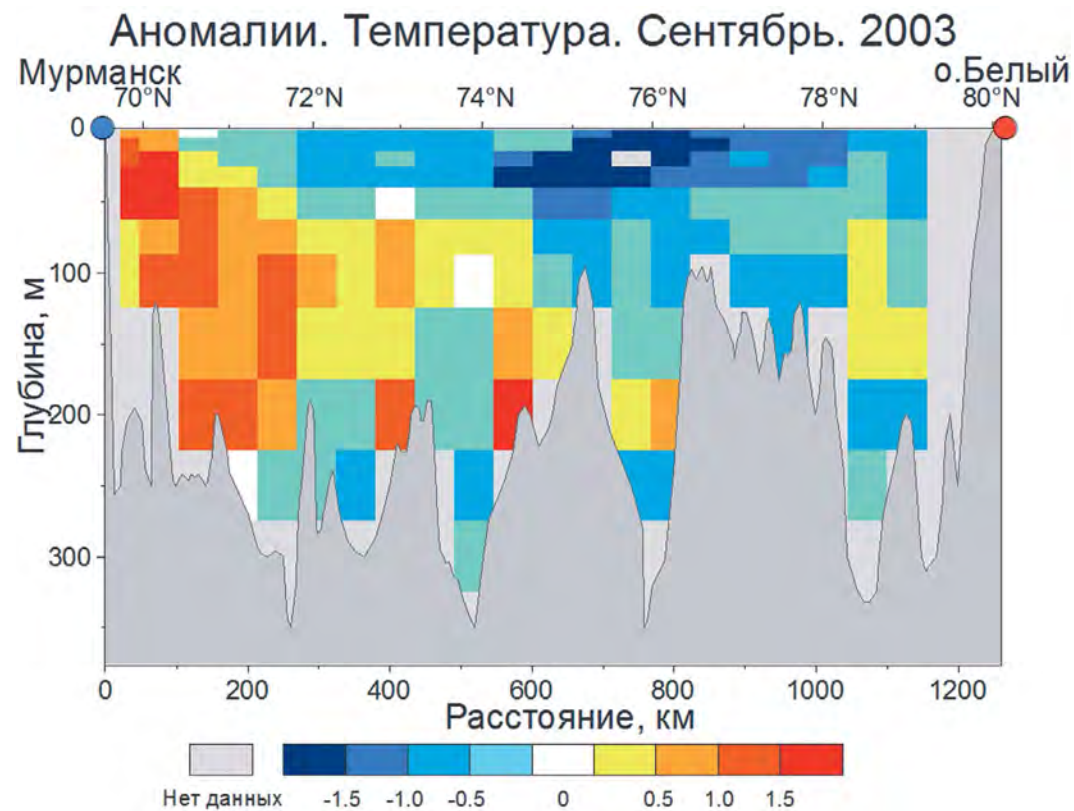


Рисунок 2.14. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на Кольском разрезе в сентябре 2003 г.
Примечание. Для каждого узла аномалия рассчитана в долях от величины среднеквадратичного отклонения (σ) от средних значений.

Временные ряды ледовитости

Баренцево море относится к числу ледовитых морей с преобладанием плавучих льдов, но оно никогда не замерзает полностью из-за притока теплых атлантических вод [Гидрометеорология...1990; Миронов, 2004]. Наблюдения за ледовитостью Баренцева моря проводятся уже достаточно длительное время (рис. 2.15).



Рисунок 2.15. Динамика ледовитости Баренцева моря в 1900–2010 гг.

Этот ряд построен на основе данных литературных источников для периода 1900–1959 гг. [Привальский, 1985], а также базы данных, сформированной в ММБИ. Эта база данных содержит временные ряды ежемесячных значений площади льда за 1960–1976 гг. (результат совместной работы ММБИ и Университета Штата Аляска (США): «Климатические аномалии Баренцева моря», ред. Г.Г. Матишов, 2000) и 408 ежемесячных карт за период 1977–2010 гг. (результат оцифровки карт Национального ледового центра США за 1977–1996 гг. и обзорных ледовых карт Северного Ледовитого океана ледового центра ААНИИ за 1997–2010 гг.). Ежемесячные карты ледовитости Баренцева моря за период 1977–2010 гг. приведены на DVD в разделе ICE.

Для периода 1899–2010 гг. можно выделить по два продолжительных периода с повышенной и пониженной ледовитостью Баренцева моря.

В течение первых трёх десятилетий прошлого столетия за исключением нескольких лет (1904 г., 1907 г. и 1922–1925 гг.) ледовитость превышала норму. В последующее тридцатилетие (1930–1961 гг.) в Баренцевом море наблюдалось уменьшение площади морских льдов с минимальными значениями в 1954–56 гг. Только в отдельные годы периода (1932, 1941, 1942 и 1958 гг.) отмечалась повышенная ледовитость.

Следующий период с повышенной ледовитостью продолжался с 1962 по 1982 гг. Однако средняя ледовитость в эти годы была меньше, чем в 1899–1929 гг.

Результаты наблюдений свидетельствуют о значительных флуктуациях ледовитости Баренцева моря за последние полвека. В целом можно выделить два больших периода: до начала 1990-х годов – холодный период (повышенная ледовитость), а после этого и до наших дней – теплый период (преобладание легких ледовых условий). В первую декаду XXI в. экосистема Баренцева моря характеризуется высоким теплосодержанием вод и низкой ледовитостью. При этом на протяжении рассматриваемого промежутка времени происходило постепенное уменьшение площади льда до минимальных значений в 2006 г. [Матишов и др., 2007]. Указанные обстоятельства обусловили в эти годы относительно лёгкие условия для судоходства и более протяжённые нагульные миграции промысловых видов рыб [Жичкин, 2009; Матишов и др., 2011]. Начиная с 2007 г. наметилась тенденция к увеличению площади льда.

Временные ряды рыболовства

Ихтиофауна Баренцева моря насчитывает более 180 видов и подвидов рыб [Карамушко, 2008]. Основными промысловыми видами являются донные рыбы – треска, пикша и пелагические – мойва и сайка.

В ММБИ сформирована база данных [Матишов, Жичкин, 2008] и построены карты ежемесячного промысла трески, пикши, мойвы и сайки российскими судами в Баренцевом море за период 1977–2010 гг. Они приведены в данном Атласе на DVD в разделе FISH, ниже рассмотрены некоторые примеры.

В качестве исходного материала для картирования использовались данные суточных донесений промысловых судов различного типа, количество которых в Баренцевом море в течение года колебалось от 40–50 до 70–80 в месяц, а в отдельные годы (особенно в летние месяцы) превышало 100 единиц. Также использовались ежедневные сведения, поступающие с научно-поисковых судов промысловой разведки (от 2 до 5 единиц ежемесячно в течение года на поиске промысловых скоплений донных видов рыб). В базе данных содержится информация о промысловом квадрате, количестве и типе судов, объёме выловленной рыбы.

Карты распределения промысловых судов дают наглядное представление о географии промысла, промысловых скоплениях рыб и путях их миграций (рис. 2.16).

В годы с холодным гидрологическим режимом (1977–1982 гг.) треска мигрировала преимущественно в восточном направлении (рис. 2.16А). Однако далее Мурманского мелководья и западного склона Северо-Канинской банки промысловые скопления трески в эти годы не продвигались.

Косяки, миграции которых сдерживаются барьером холодных вод, не только не достигали прибрежных вод Новой Земли, но и не выходили даже на склоны Гусиной банки. Основной промысел осуществлялся на южных и юго-западных участках моря. В то же время миграционный поток трески на север был весьма слабым [Жичкин, 2009].

С наступлением тёплой фазы климатических колебаний с начала 1990-х годов XX в. произошло перераспределение основных миграционных потоков трески. Акватория лова расширилась как в восточном, так и в северном направлениях [Матишов и др., 2010]. При этом на востоке скопления трески в сентябре – октябре достигали прибрежных вод Новой Земли между 70–74° с.ш., однако основной миграционный поток был направлен в северном направлении вплоть до 79° с.ш. (район о. Надежды, Возвышенности Персея) (рис. 2.16Б).

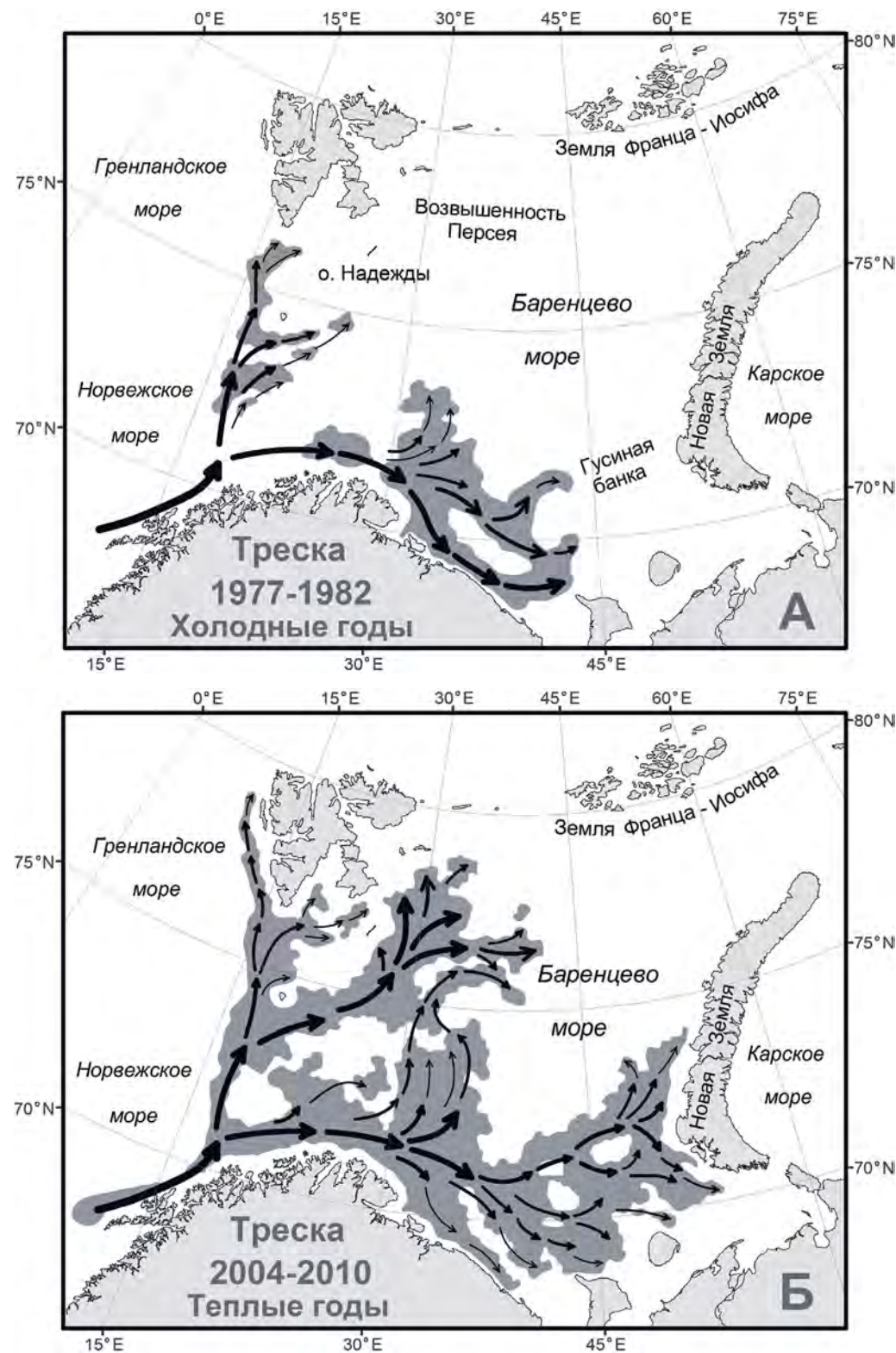


Рисунок 2.16. Схема миграций и распределение промысловых скоплений трески в Баренцевом море в аномально холодные (А) и аномально тёплые (Б) годы

Анализ карт распределения промысловых скоплений пикши за последние 25 лет показал, что подобно треске она чётко реагирует на изменение теплового состояния водных масс. В периоды потепления пикша распространяется по акватории Баренцева моря, а в периоды похолодания её ареал сокращается. В результате потепления Баренцева моря в последние два десятилетия ареал пикши значительно расширился к востоку и северу.

С началом тёплой фазы климатических колебаний с 1990-х гг. XX в. стали отмечаться скопления пикши на склонах Северо-Канинской и Гусиной банок, где до этого пикша в уловах присутствовала в очень малых количествах. Дальнейшее увеличение промысловой значимости этой акватории затормозило локальное похолодание 1997–98 гг. Однако в течение первой декады XXI в. удельный вес этого района в общем объёме добычи пикши по всему морю постоянно возрастал и достиг максимального значения в 2007–08 гг.

Начиная с 2001 г. происходило расширение участков промысла в северном направлении в район архипелага Шпицберген, что привело к увеличению доли вылова в этом районе. Хорошее состояние промыслового запаса пикши и повышенное теплосодержание вод моря обусловили в 2008–09 гг. повторение уникальной ситуации, наблюдавшейся в 1975 г., когда успешная добыча пикши в осенний период велась в районах Западного и Северного Шпицбергена между 79° и 80° с.ш. (рис. 2.17).



Рисунок 2.17. Распределение промысловых скоплений пикши в тёплом 2008 г.

Анализ скоплений мойвы за 1977–2010 гг. показал, что районы её промысла не остаются постоянными и меняются год от года в зависимости от теплового состояния водных масс Баренцева моря. В холодные годы основной промысел мойвы вёлся в северо-западных и северных районах, а в тёплые – значительное количество рыбы скапливалось в восточных районах моря. Так, в аномально холодный период 1980–1981 гг. основные скопления мойвы распределялись на акватории районов о. Надежды, Центральной возвышенности, Возвышенности Персея и в Зюйдкапском желобе (рис. 2.18А).

В тёплом 1992 г. скопления мойвы продвинулись гораздо восточнее, основными районами промысла в сентябре – декабре были Новоземельская банка, юго-восточная часть Возвышенности Персея и район п-ова Адмиралтейства (рис. 2.18Б).

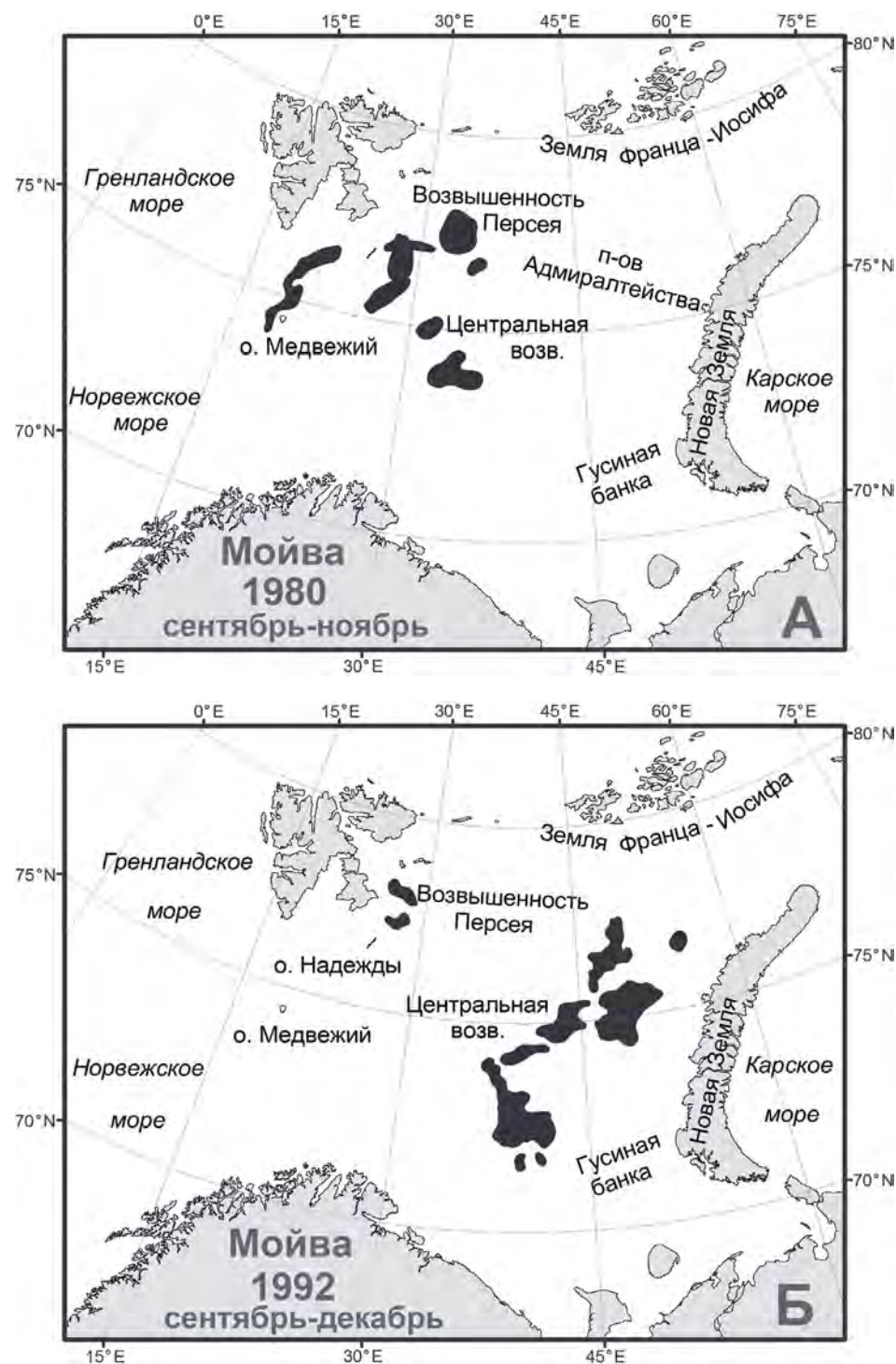


Рисунок 2.18. Распределение нагульных скоплений мойвы в Баренцевом море в холодный 1980 (А) и тёплый 1992 (Б) гг.

Отрицательные аномалии температуры воды в слое 0–200 м обуславливают смещение районов нерестовых подходов мойвы на запад к берегам Норвегии. Так, в холодный период 1980–81 гг. основной нерест проходил у побережья п-ова Варангер и в районе банок Сёре и Фулей. В свою очередь положительные аномалии температуры водных масс способствуют более массовым подходам мойвы к побережью Кольского полуострова. Подобная ситуация наблюдалась в тёплые годы последнего десятилетия [Матишов, Жичкин, 2013].

Распределение промысловых скоплений сайки тесно связано с изменениями температуры воды. Чем сильнее в осенне-зимние месяцы охлаждается вода в Баренцевом море, тем дальше на запад и юг от побережья Новой Земли отходит сайка. Так, если в холодном 1998 г. промысел вёлся на южном склоне Гусиной банки и у о-ва Колгуев, то в тёплом 2007 г. лов сайки проходил в прибрежных водах Новой Земли (район п-ова Адмиралтейства) и на акватории, прилегающей к проливу Карские Ворота (рис. 2.19).

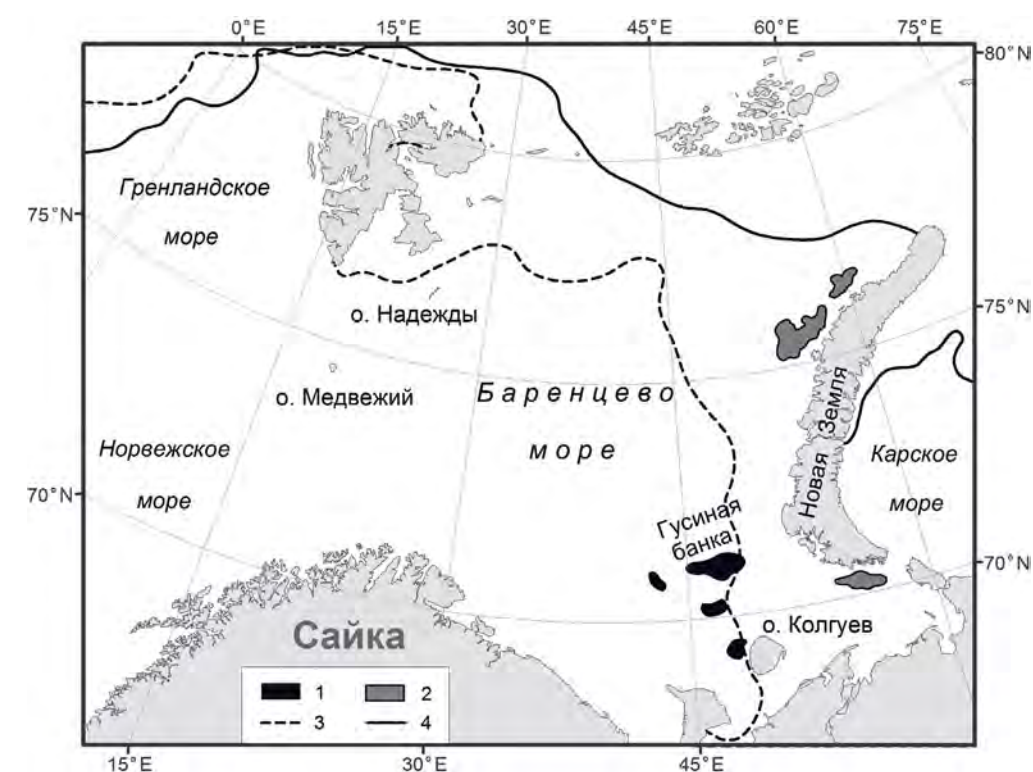


Рисунок 2.19. Участки промысла сайки в ноябре холодного 1998 и тёплого 2007 гг.
1 – участки промысла в 1998 г.; 2 – участки промысла в 2007 г.;
3 – кромка льда в ноябре 1998 г.; 4 – кромка льда в ноябре 2007 г.

2.2. Карское море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Карского моря включено 38 445 станций с 1870 по 2013 гг. (рис. 2.20).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рис. 2.21. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

По сравнению с предыдущими версиями Климатического атласа Арктических морей [Matishov et al., 2004] в базу данных добавлено 516 новых станций после 2000 г. (рис. 2.22).

В базу данных Карского моря включены следующие параметры (табл. 2.5).

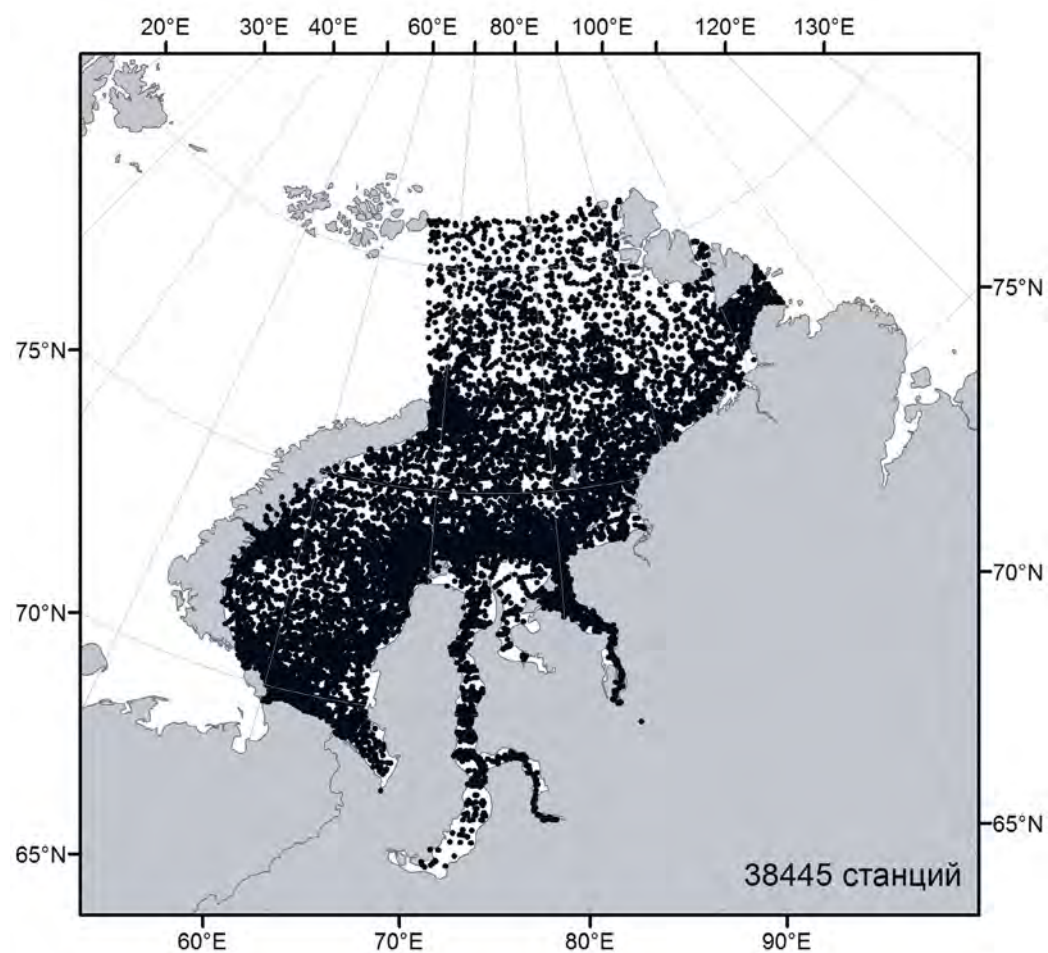


Рисунок 2.20. Распределение станций в акватории Карского моря (1870–2013 гг.)

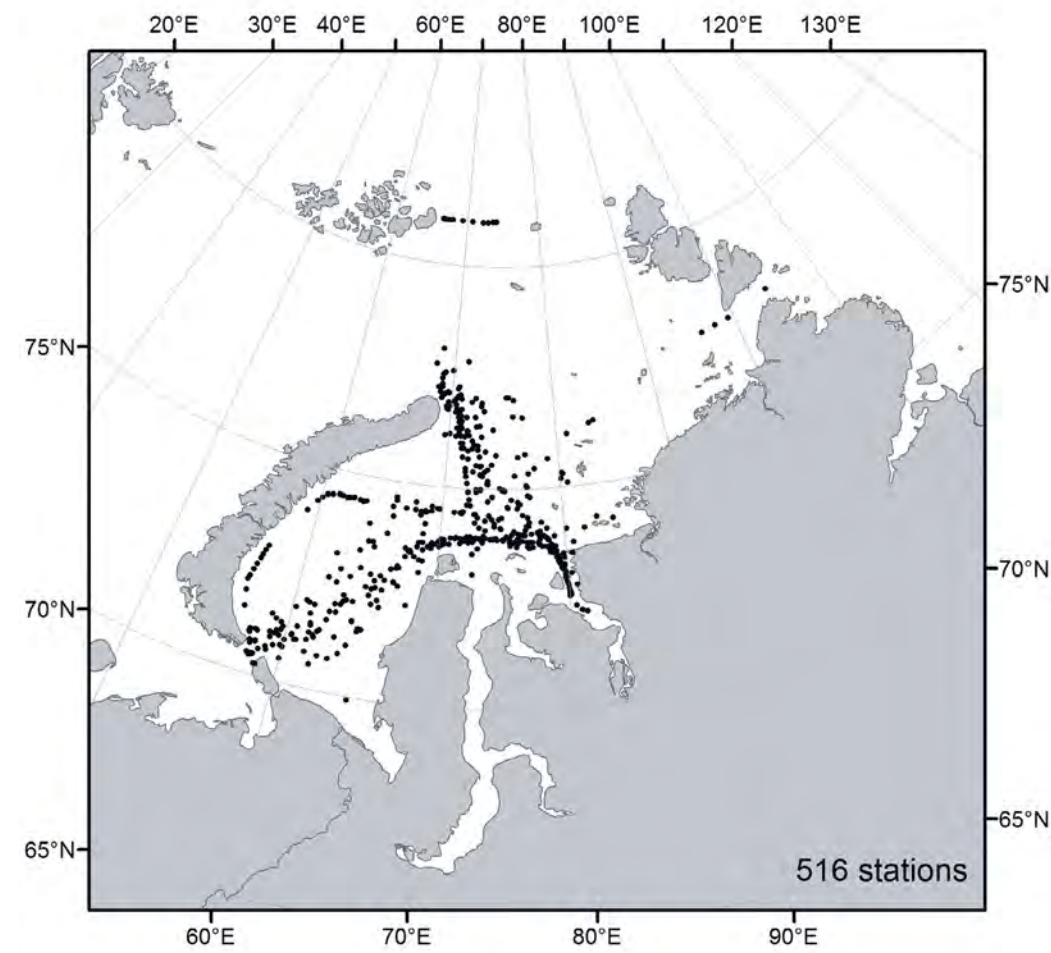


Рисунок 2.22. Станции в базе данных Карского моря, выполненные в период 2001–2013 гг.

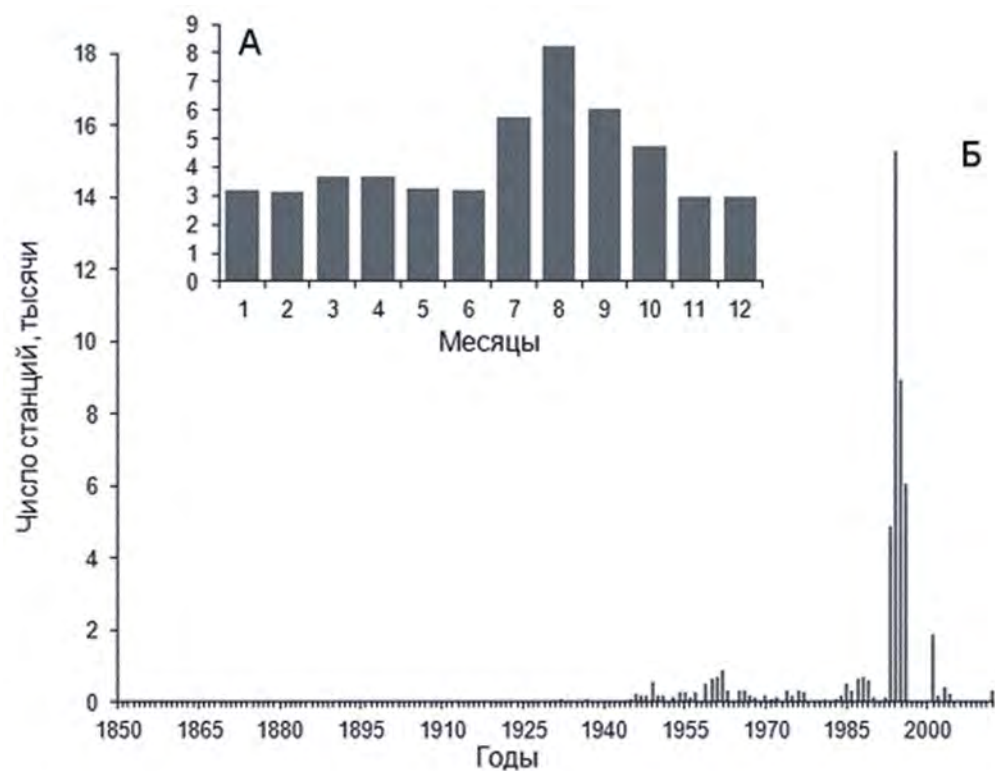


Рисунок 2.21. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Карского моря (1970–2013 гг.)

Таблица 2.5. Перечень показателей, включённых в базу данных Карского моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	344 632
давление	PRESS	децибар	DBAR	100 482
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	1 627
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	306 184
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л	ML/L	52 916
рН	PH	-	-	28 237
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	15 224
нитраты	NO3	микромоль/л	UMOL/L	4 517
фосфаты	PO4	микромоль/л	UMOL/L	17 603
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	26 852
хлорофилл	CHL	мкг/л	UG/L	52

2.3. Море Лаптевых

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ моря Лаптевых включено 6 570 станций за период 1878–2009 гг. (рис. 2.23).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рис. 2.24. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

По сравнению с предыдущими версиями Климатического атласа Арктических морей [Matishov et al., 2004] в базу данных добавлено 241 новая станция после 2000 г. (рис. 2.25).

В базу данных моря Лаптевых включены следующие параметры (табл. 2.6).

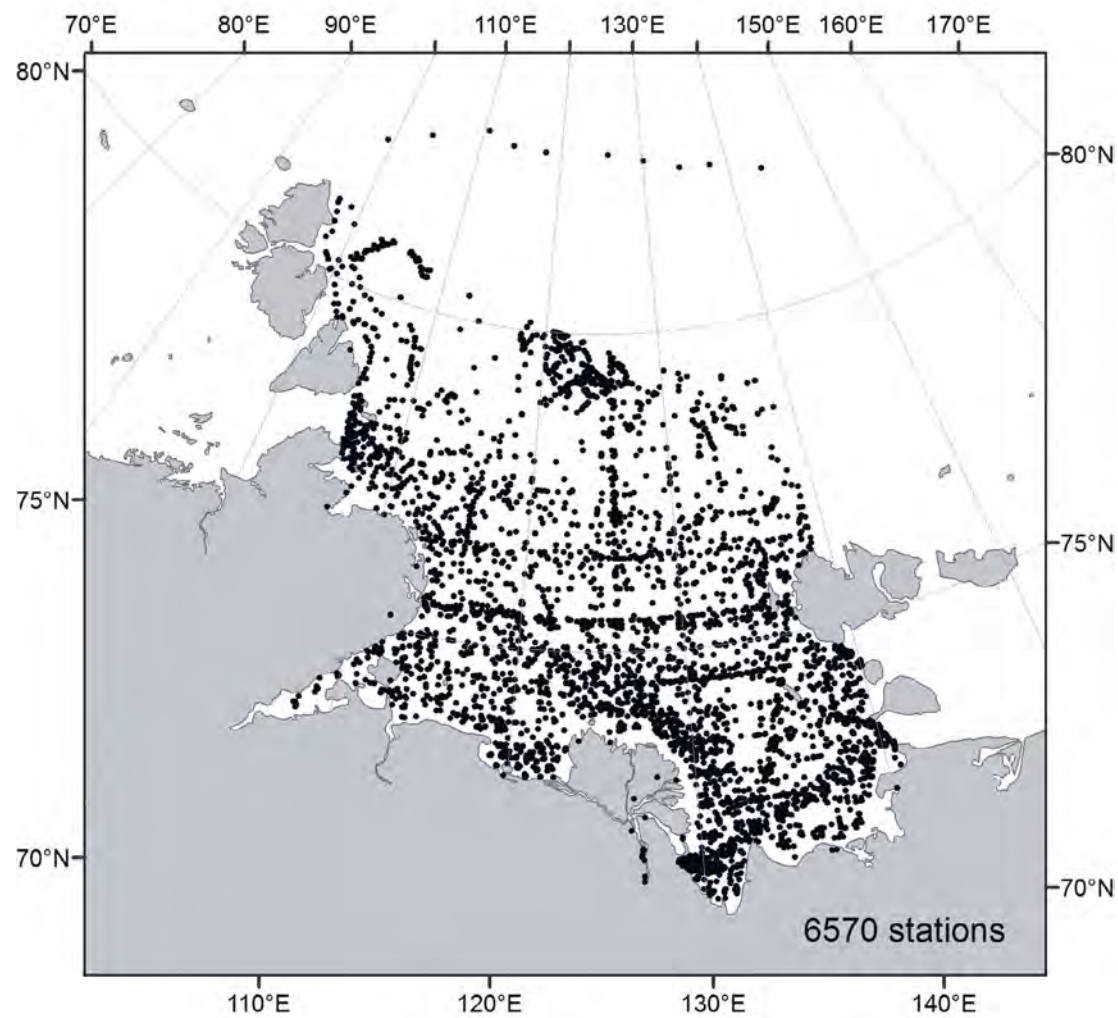


Рисунок 2.23. Распределение станций по акватории моря Лаптевых (1878–2009 гг.)

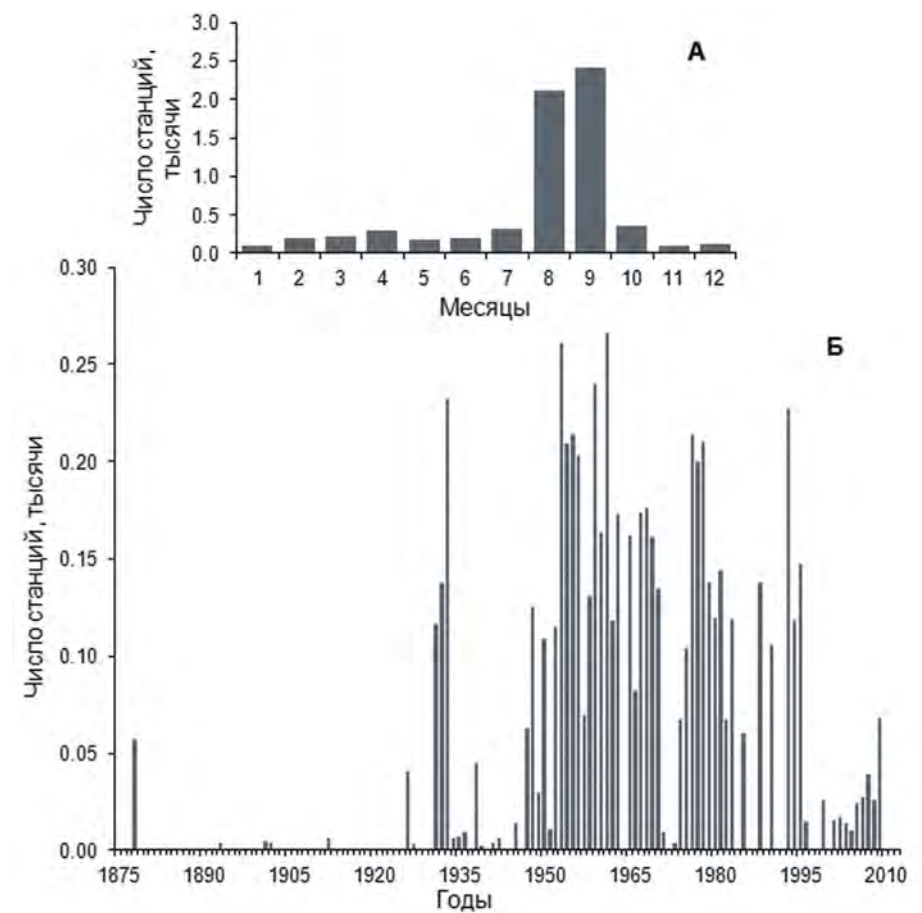


Рисунок 2.24. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных моря Лаптевых (1878–2009 гг.)

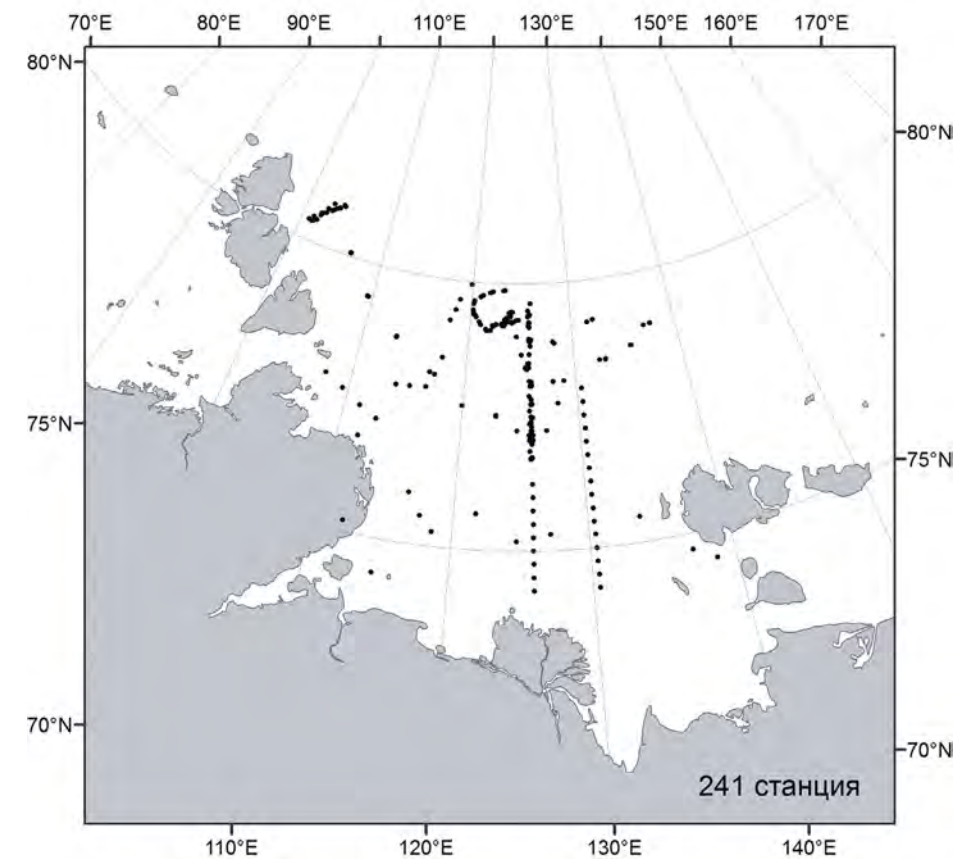


Рисунок 2.25. Станции в базе данных моря Лаптевых, выполненные в период 2001–2009 гг.

Таблица 2.6. Перечень показателей, включённых в базу данных моря Лаптевых				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	816 933
давление	PRESS	децибар	DBAR	465 541
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	50
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	808 478
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л	ML/L	5 101
pH	PH	-	-	4 030
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	1 203
нитраты	NO3	микромоль/л	UMOL/L	1 917
фосфаты	PO4	микромоль/л	UMOL/L	3 461
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	3 723

2.4. Восточно-Сибирское море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Восточно-Сибирского моря включено 3 459 станций с 1878 по 2008 гг. (рис. 2.26).

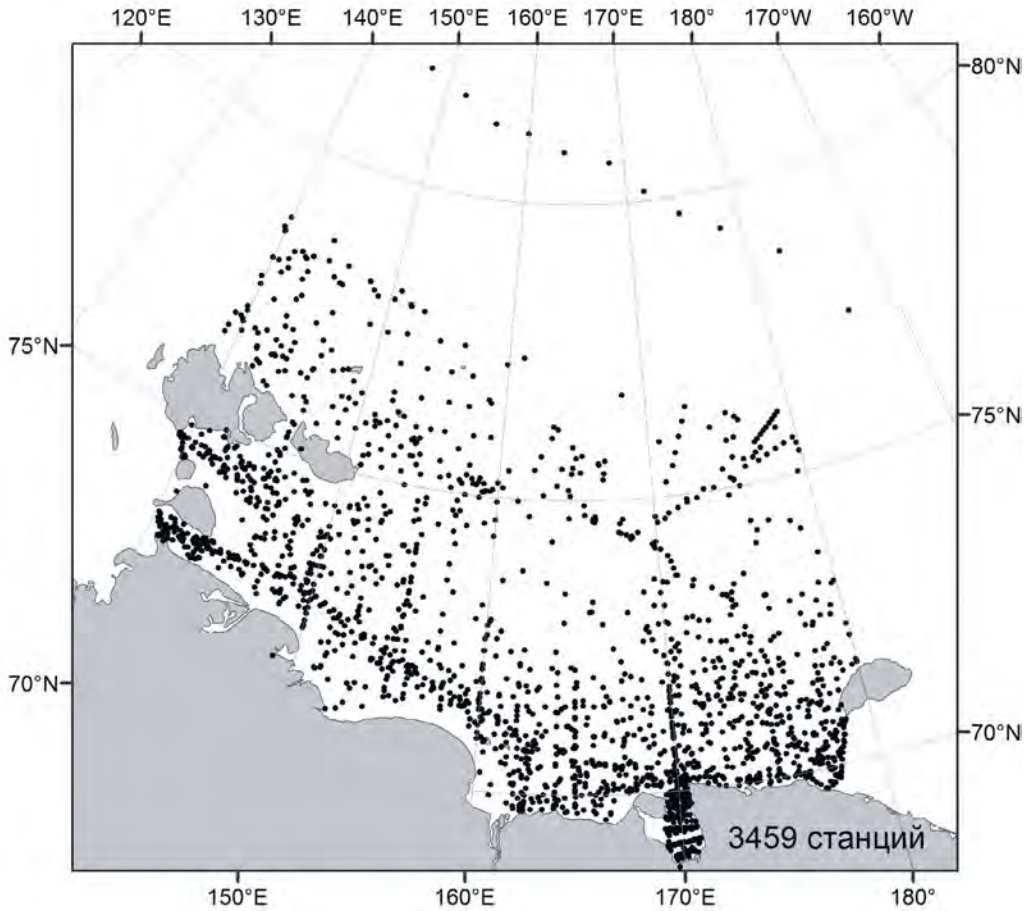


Рисунок 2.26. Распределение станций по акватории Восточно-Сибирского моря (1878–2008 гг.)

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рис. 2.27. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

В базу данных Восточно-Сибирского моря включены следующие параметры (табл. 2.7).

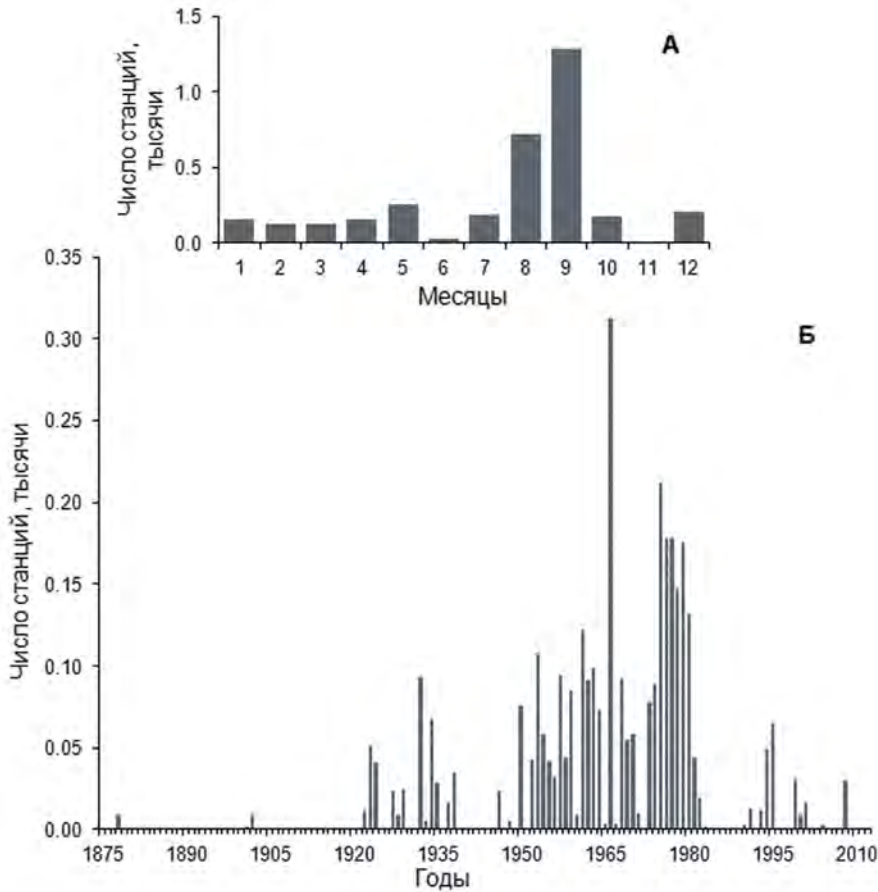


Рисунок 2.27. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Восточно-Сибирского моря (1878–2008 гг.)

Таблица 2.7. Перечень показателей, включённых в базу данных Восточно-Сибирского моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	30 482
давление	PRESS	децибар	DBAR	2 494
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	982
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	26 785
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л	ML/L	7 444
pH	PH	-	-	2 217
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	1 048
нитраты	NO3	микромоль/л	UMOL/L	1 108
фосфаты	PO4	микромоль/л	UMOL/L	1 434
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	1 321
хлорофилл	CHL	мкг/л	UG/L	17

2.5. Чукотское море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Чукотского моря включено 50 858 станций с 1849 по 2012 гг. (рис. 2.28).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рис. 2.29. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

В базу данных Чукотского моря включены следующие параметры (табл. 2.8).

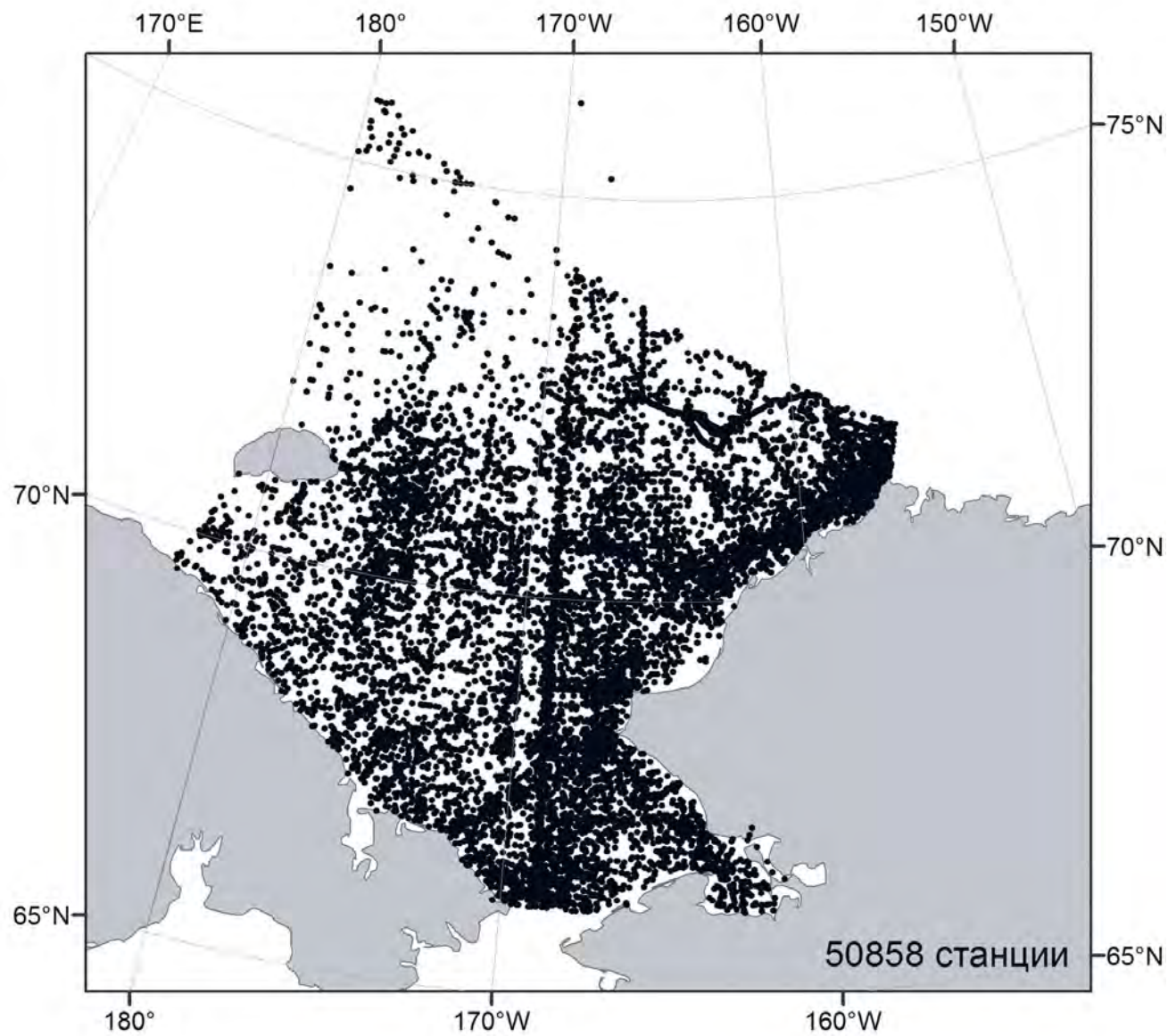


Рисунок 2.28. Распределение станций по акватории Чукотского моря (1849–2012 гг.)

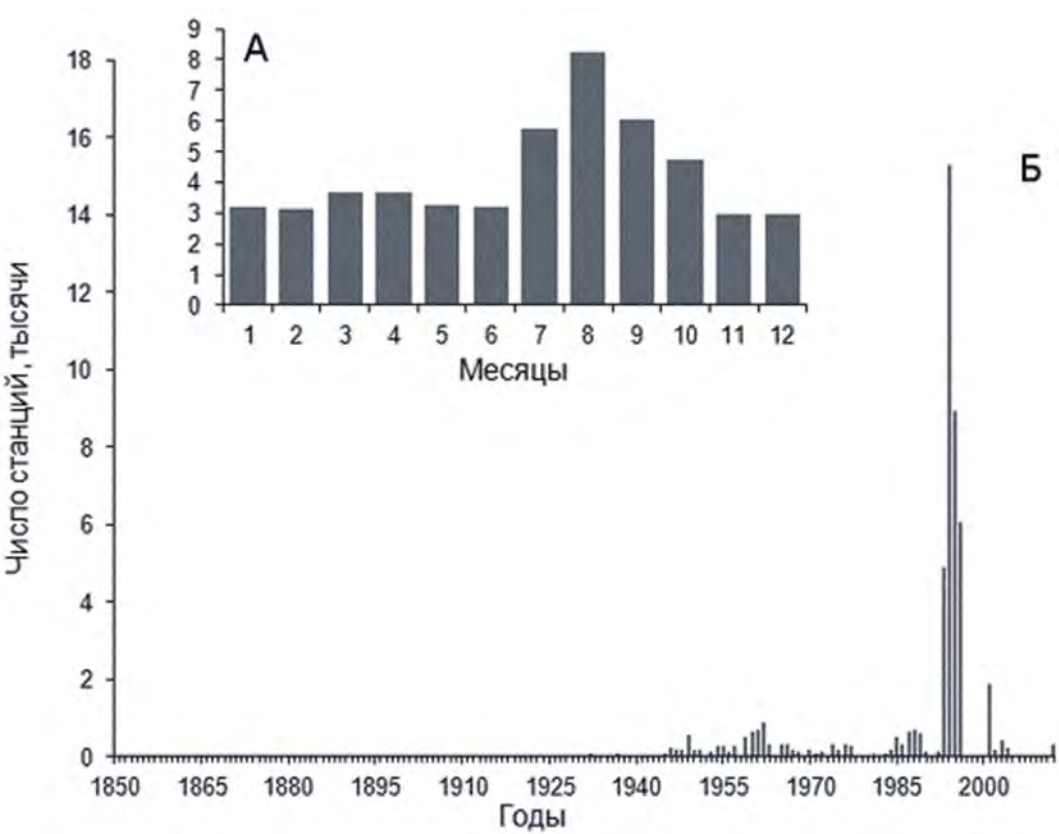


Рисунок 2.29. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чукотского моря (1849–2012 гг.)

Таблица 2.8. Перечень показателей, включённых в базу данных Чукотского моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	545 946
давление	PRESS	децибар	DBAR	99 426
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	40 758
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	484 421
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л	ML/L	41 106
pH	PH	-	-	855
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	314
нитраты	NO3	микромоль/л	UMOL/L	4 762
фосфаты	PO4	микромоль/л	UMOL/L	7 080
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	7 970
хлорофилл	CHL	мкг/л	UG/L	16 901

3. Регион 2. Большие морские экосистемы Чёрного, Азовского и Каспийского морей

В современной научной литературе уже длительное время обсуждаются проблемы изменений термического режима и ледяного покрова морей в глобальном и региональном масштабах [Матишов, Дженюк, 2012; Levermann et al, 2012; Matishov et al, 2012]. При этом предметом анализа обычно являются смещения климатических норм и многолетние тренды гидрометеорологических характеристик, нередко не выходящие за пределы статистической погрешности. Между тем ведение хозяйственной деятельности в морях и прибрежных зонах, устойчивость наземных и морских экосистем зависят, прежде всего, от крупных и продолжительных океанологических аномалий, не всегда совпадающих по знаку с многолетними трендами [Matishov, 2008].

В конце XIX в. климатолог А.И. Воейков, анализируя связь ветра с давлением, пришёл к базовым выводам о развитии «большой оси Европейско-Азиатского материка» [Воейков, 1884]. Сибирский антициклон с отрогом, вытянутым на Европу, стали называть осью Воейкова. Эта климатическая ось возникает как «ветрораздел», отделяющий ветры с южной составляющей (к северу от оси) от ветров с северной составляющей (к югу от оси). В результате зимой происходит аномальная адвекция холода Сибирского антициклона к Пиренеям и тепла Гольфстрима в Арктику в направлении Земли Франца-Иосифа. Летнее и осеннее уменьшение площади ледяного покрова в Арктическом бассейне вызывает изменение крупномасштабной атмосферной циркуляции [Overland, Wang, 2010], которое приводит к увеличению блокирующих ситуаций и осадков в Европе зимой [Liu et al, 2012].

В то же время на территории Центральной и южной Европы и акваториях прилегающих морей (Азовского, северо-востока Чёрного, Северного Каспия) с начала XXI в. характерным явлением стала аномально холодная погода, которая устанавливается во второй половине зимы [Матишов и др., 2012; Moore and Renfrew, 2012; Tourpali and Zanis, 2013]. Особенно ярко выраженными были аномалии в январе – феврале 2006 и 2012 гг. В январе 2006 г. температура воздуха на юге Европейской России понижалась до –32...–33 °С, её среднемесячные значения были около –15 °С, что на 12–15 °С ниже климатической нормы. Аналогичные условия отмечались в январе – феврале 2012 г. В этот период влияние Сибирского антициклона распространилось вплоть до Ла-Манша и Португалии.

На Азовском и Каспийском морях лёд стал фактором, серьёзно осложнившим навигацию. В феврале – марте 2012 г. на акватории и в портах Азовского моря и Керченского пролива застряло во льдах около 100 судов [Матишов и др., 2012]. На Каспийском море дрейфующие льды распространились вдоль западного побережья до Апшеронского полуострова.

В третьей части Атласа рассматриваются большие морские экосистемы южных морей – Чёрного, Азовского и Каспийского (рис. 3.1).

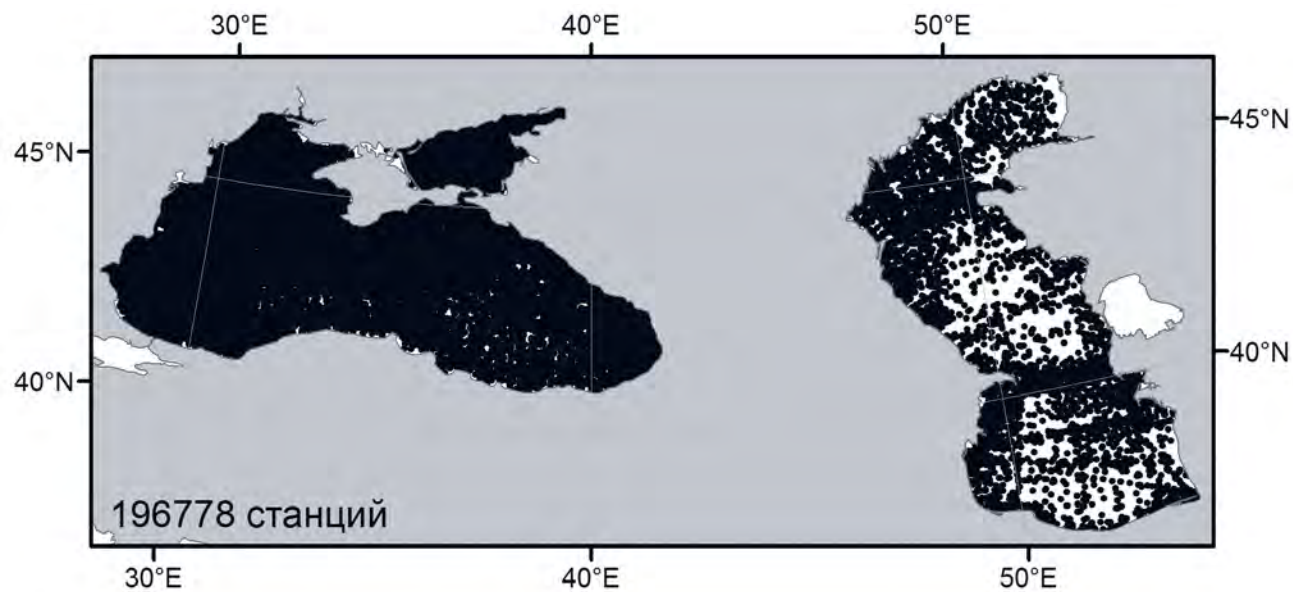


Рисунок 3.1. Распределение станций по акватории Чёрного, Азовского и Каспийского морей в период 1884–2012 гг.

Общее число станций, включённых в эту часть базы данных Атласа, составляет 196 778. Их распределение по морям приведено в таблице 3.1, по годам и месяцам на рисунке 3.2.

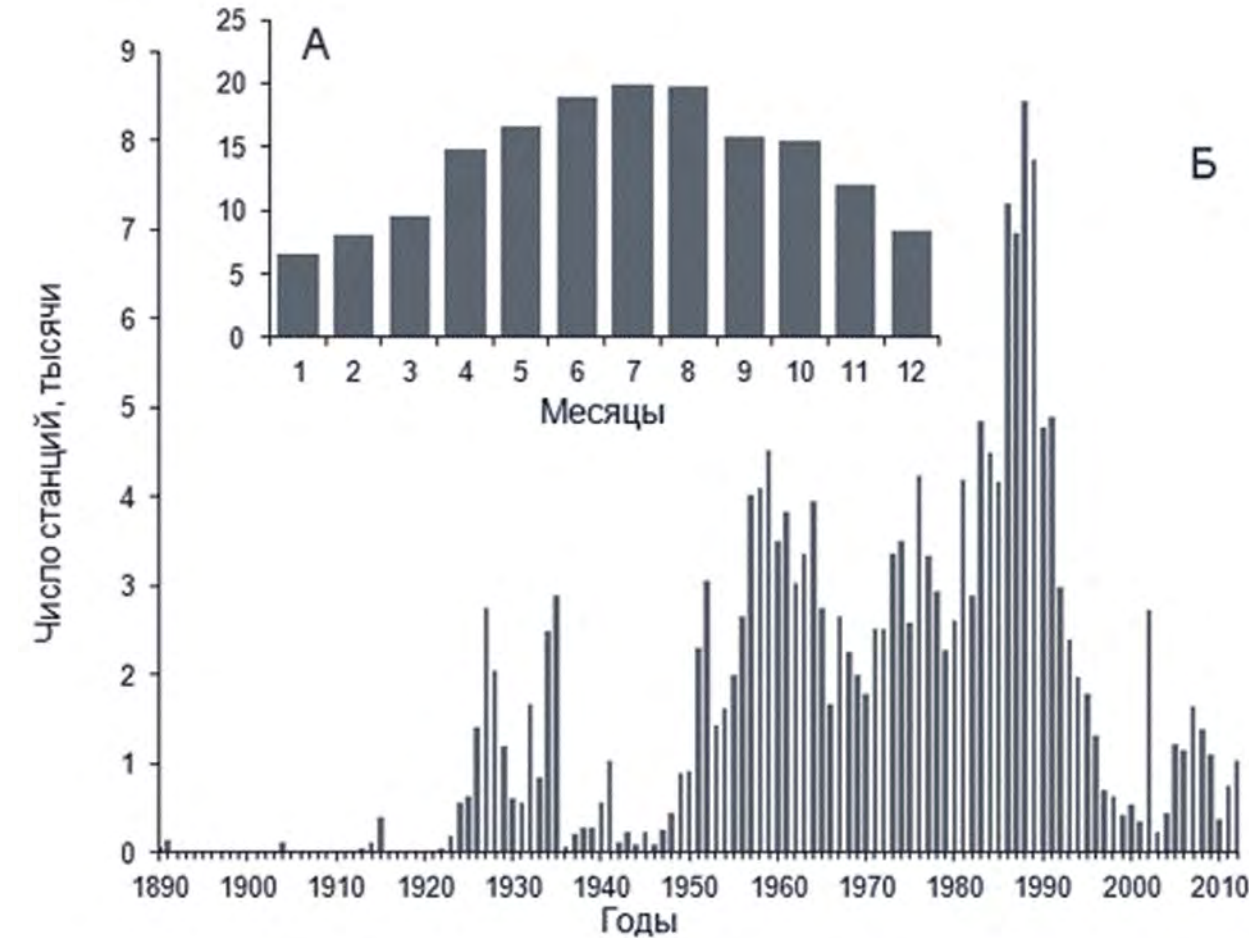


Рисунок 3.2. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чёрного, Азовского и Каспийского морей (1884–2012 гг.)

Таблица 3.1. Распределение станций по большим морским экосистемам южных морей		
Большие морские экосистемы	Число станций	Период, годы
Чёрное море	86 836	1884–2012
Азовское море	66 609	1891–2012
Каспийское море	43 333	1897–2011
Всего по южным морям	196 778	

С 1997 г. Мурманский морской биологический институт начал проводить экспедиционные исследования в Азовском море. В 1999 г. был организован Азовский филиал института (АФ ММБИ КНЦ РАН) и научно-исследовательская база, оснащённая судами и современным научным оборудованием. В 2002 г. в Ростове-на-Дону был создан Южный научный центр Российской академии наук (ЮНЦ РАН). С созданием Центра наблюдения за состоянием Азовского моря приобрели более регулярный характер, были расширены на Чёрное и Каспийское моря.

В период 1997–2012 гг. был выполнен 281 морской рейс в Азовское, Чёрное и Каспийское моря, первичные данные для 8 302 станций представлены в настоящем Атласе (рис. 3.3).

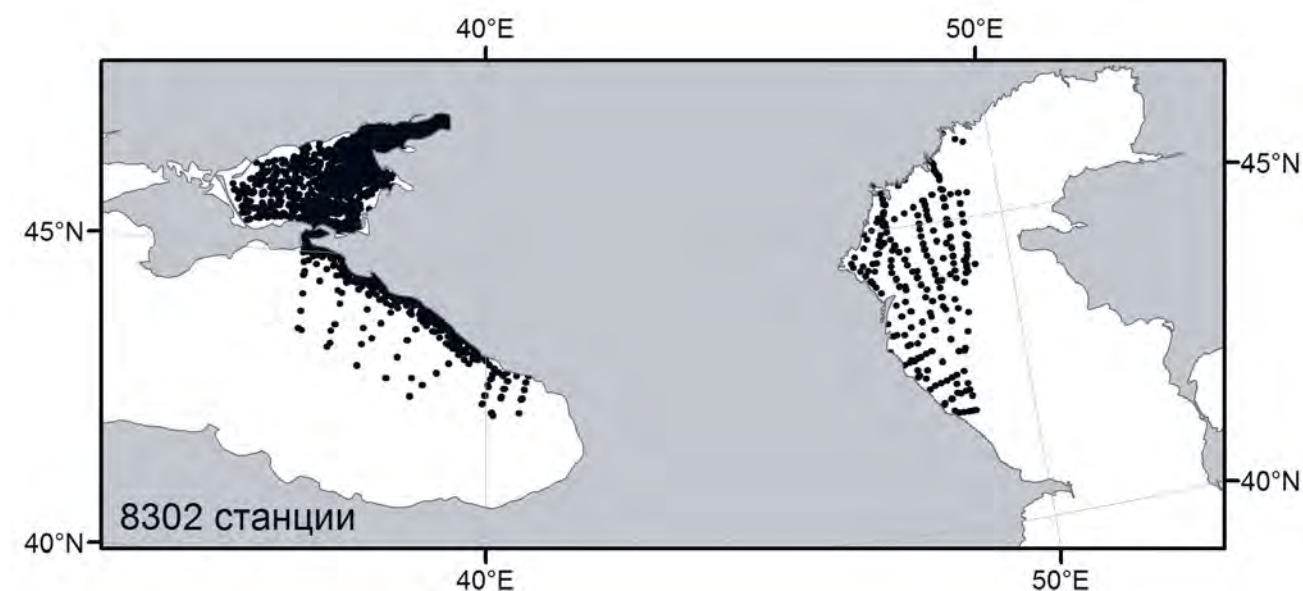


Рисунок 3.3. Морские экспедиции ЮНЦ РАН в Азовском, Чёрном и Каспийском морях в период 1997–2011 гг.

3.1. Чёрное море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Чёрного моря включено 86 836 станций за период с 1884 по 2013 гг. (рис. 3.4).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рисунке 3.5. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

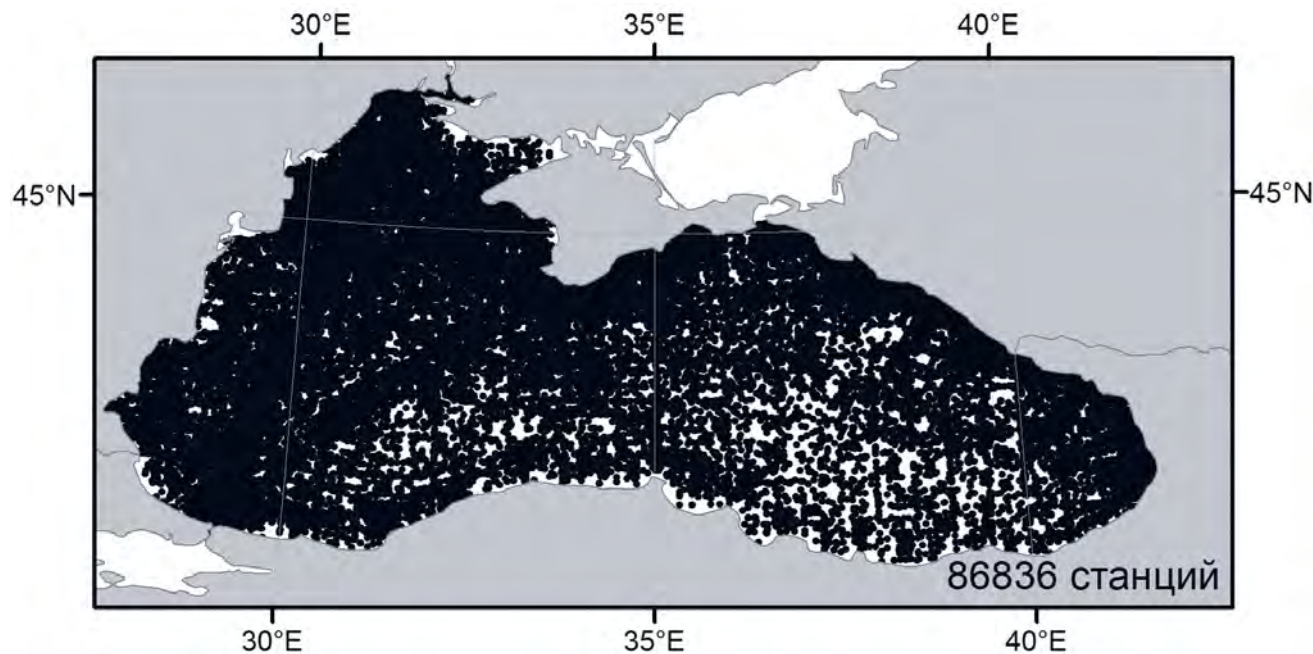


Рисунок 3.4. Распределение станций по акватории Чёрного моря (1884–2012 гг.)

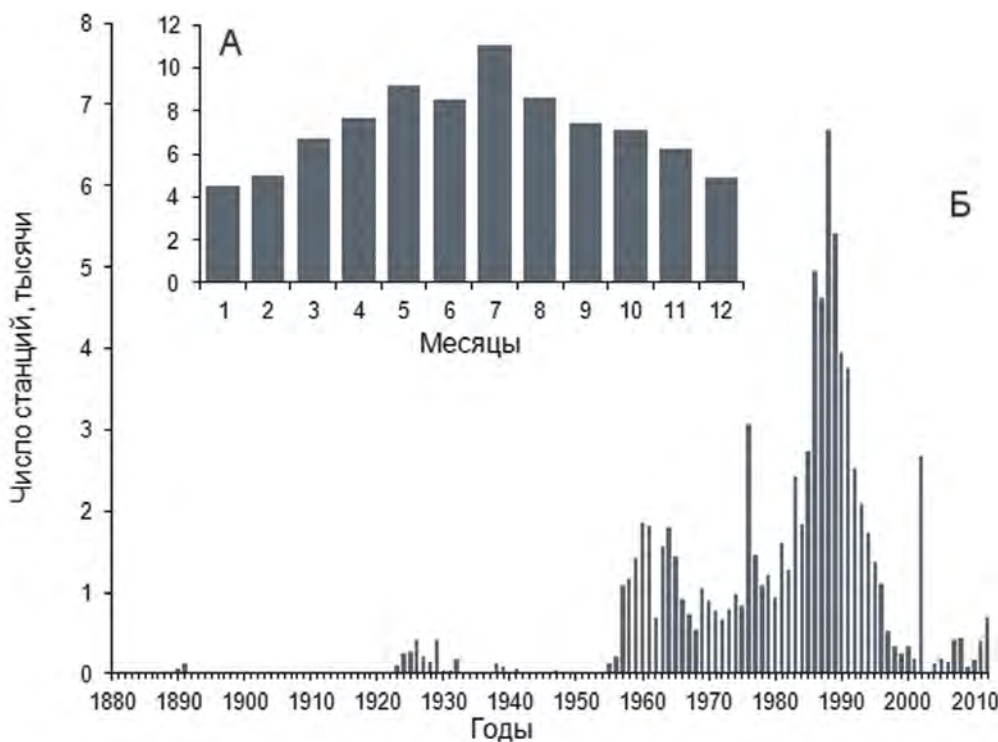


Рисунок 3.5. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чёрного моря (1884–2012 гг.)

Для анализа многолетней изменчивости гидрологических характеристик восточной части Чёрного моря в Атласе рассматриваются два океанологических разреза:

- «Самсун – Керченский пролив» (рис. 3.6);
- «Ялта – Батуми» (рис. 3.7).

Каждому разрезу сопоставлено определённое количество станций, которые находятся в полосе шириной 20 км с каждой стороны и используются для построения климатических норм и аномалий. Общее число станций для разреза «Самсун – Керченский пролив» составляет 1 555, разрез «Ялта – Батуми» включает 9 134 станции.

В базу данных Чёрного моря включены следующие параметры (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Перечень показателей, включённых в базу данных Чёрного моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	3 870 608
давление	PRESS	децибар	DBAR	3 492 296
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	242 807
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	3 689 684
хлорность	CL	промилле	PPT	28
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л, мг/л	ML/L, MG/L	142 921
относительное содержание растворённого кислорода	OXY SATUR	%	PERCENT	421
рН	PH	-	-	42 876
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	18 829
нитриты	NO2	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	412

Продолжение таблицы 3.2.				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
нитраты	NO3	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	25 962
аммонийный азот	NH4	мг/л	MG/L	51
общее содержание азота	TOTN	мг/л	MG/L	70
фосфаты	PO4	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	95 965
содержание растворённого органического углерода	DOC	мг/л	MG/L	45
содержание взвешенного органического углерода	POC	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	53
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	79 902
хлорофилл	CHL	мкг/л	UG/L	10 041
общая взвесь	TSS	мг/л	MG/L	20

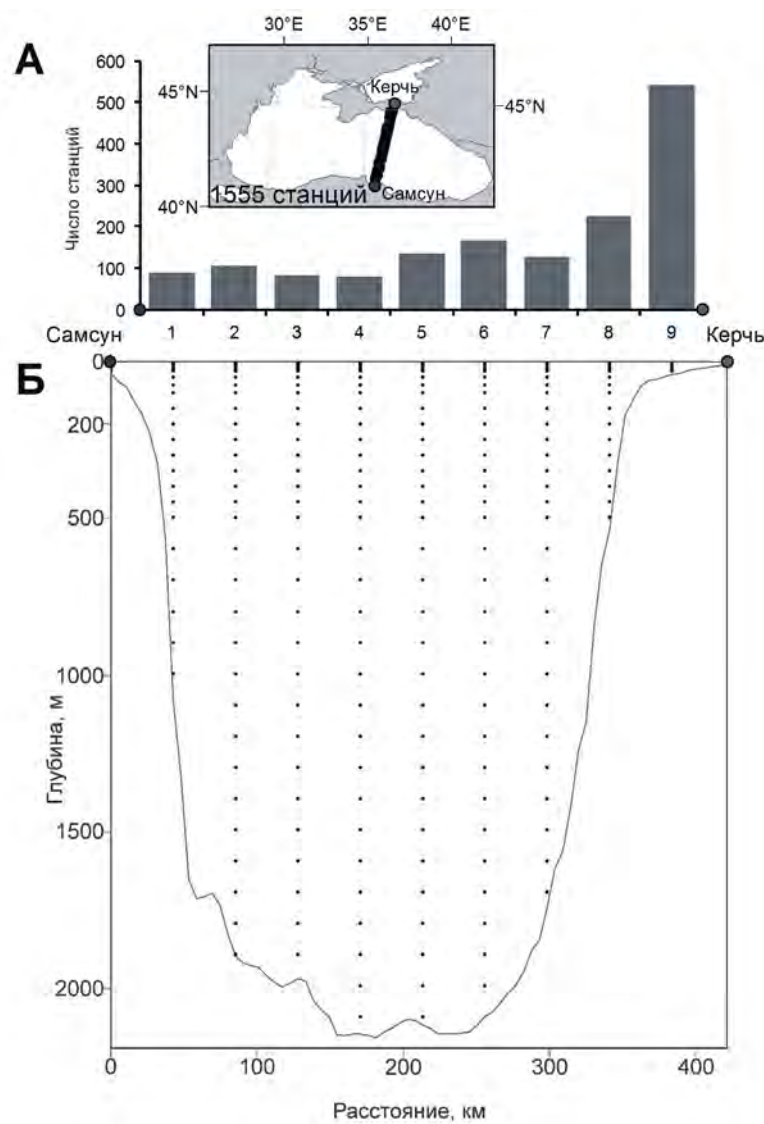


Рисунок 3.6. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Самсун – Керченский пролив»

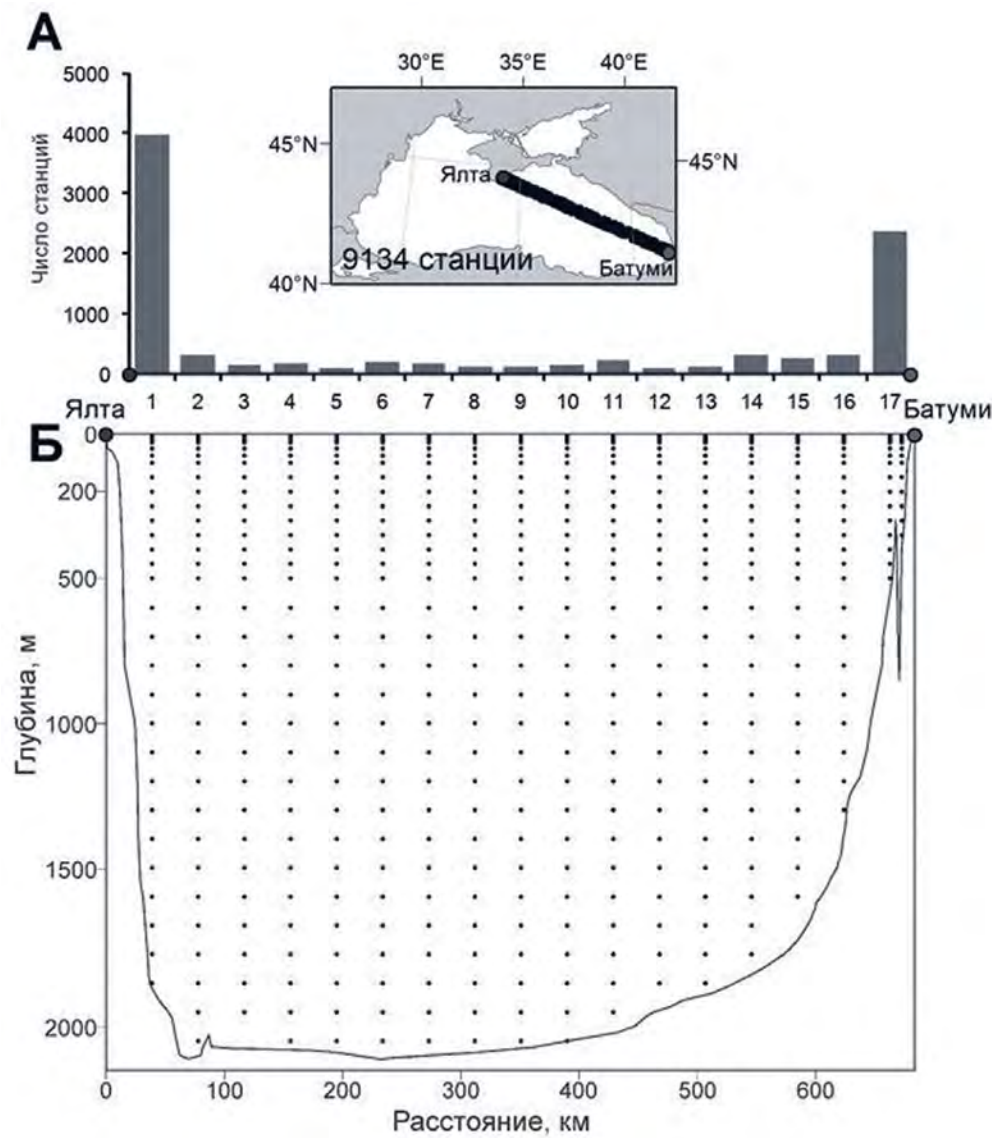


Рисунок 3.7. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Ялта – Батуми»

Временные ряды температуры и солёности вод

Для океанологических разрезов восточной части Чёрного моря построены вертикальные распределения температуры и солёности, осреднённые за период 1884–2012 гг. (климатические нормы). Для их построения введены расчётные узлы. По вертикали их положение соответствует горизонтам 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 и далее через 100 м до 2500 м, а вдоль разреза они расположены на расстоянии 40 км друг от друга.

Для построения временных серий аномалий температуры и солёности воды были рассчитаны среднеквадратичные отклонения (σ) от средних значений, и величины аномалий задавались в долях от σ .

Для расчета аномалий рассматривался период с 1891 по 2008 гг. Исходя из данных о межгодовой изменчивости температуры и солёности вод моря, количества случаев с «вихревыми» отрицательными аномалиями солёности воды за год, температуры воздуха, осадков и речного стока [Тужилкин, 2008] было выделено три временных периода: 1891–1959 гг., 1960–1979 гг., 1980–2008 гг., в пределах которых и рассчитывались аномалии температуры и солёности вод для Чёрного моря.

Для разреза «Ялта – Батуми» приведены примеры карт с вертикальным распределением климатической нормы температуры воды в сентябре (рис. 3.8) и температурной аномалии в сентябре для периода 1980–2008 гг. (рис. 3.9).

Весь графический материал представлен на DVD в разделе CLIMATOLOGY.

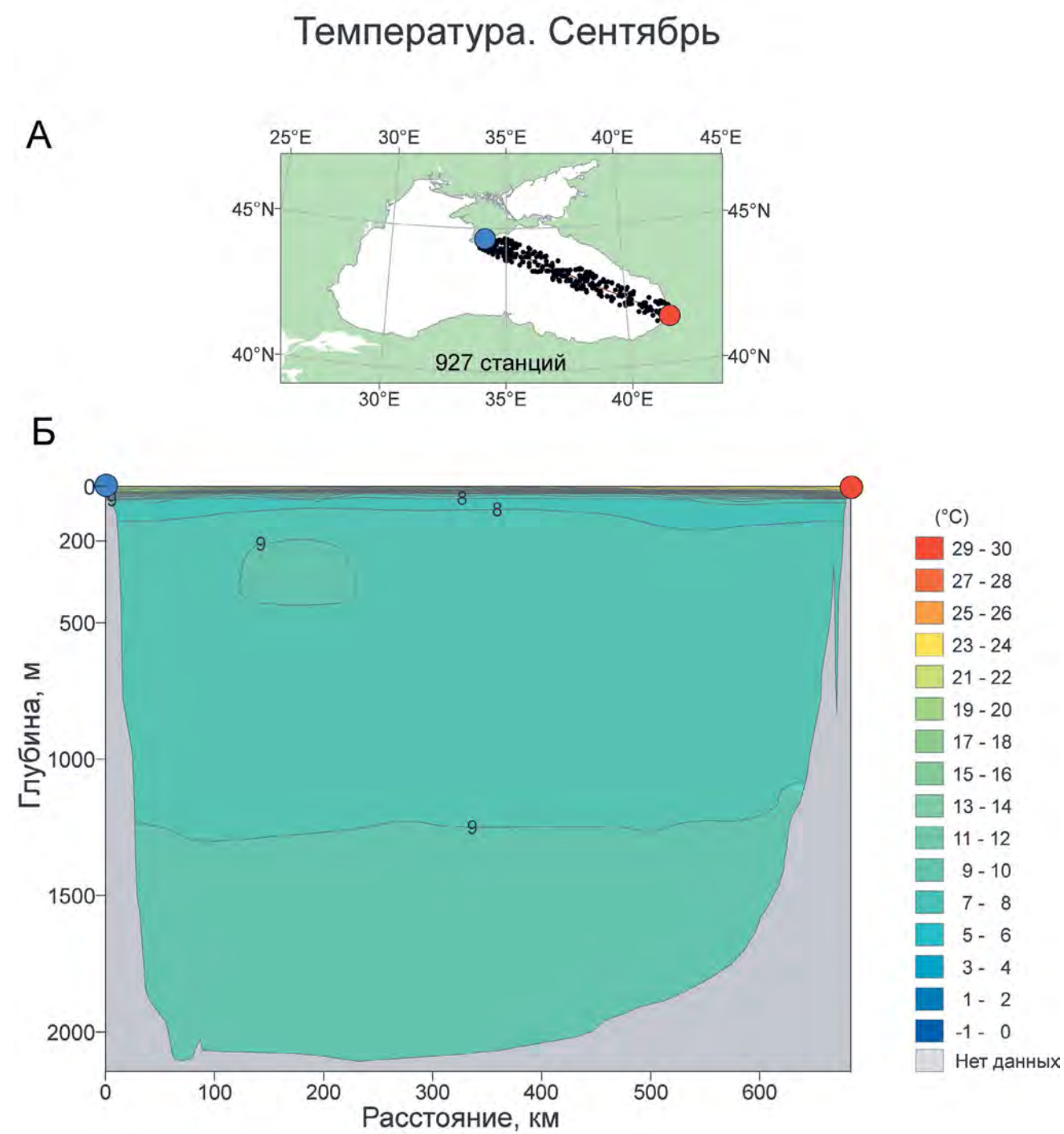


Рисунок 3.8. Пример построения для разреза «Ялта – Батуми» (А) среднегогодового вертикального распределения температуры воды в сентябре (Б)

Аномалии. Температура. Сентябрь. 1980-2008

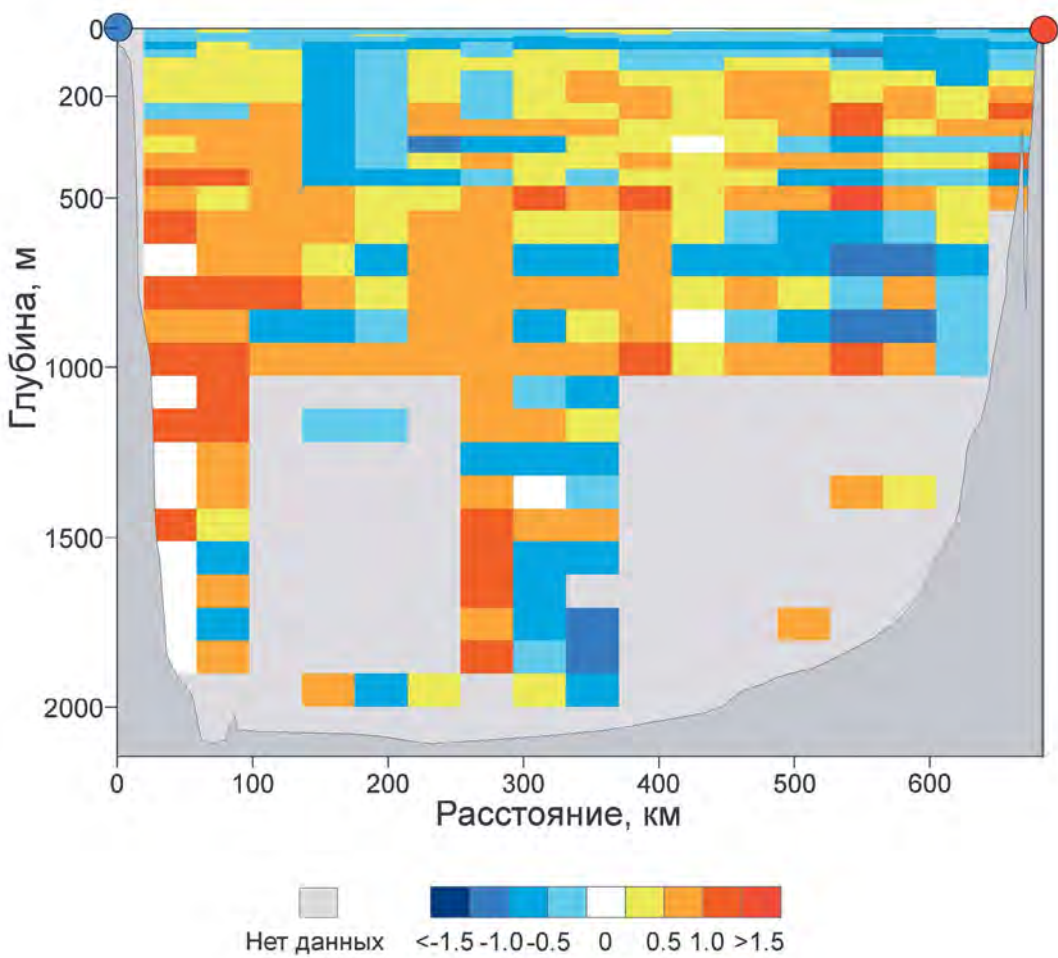


Рисунок 3.9. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на разрезе «Ялта – Батуми» в сентябре для периода 1980–2008 гг.

3.2. Азовское море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных Азовского моря включено 66 609 станций за период с 1891 по 2012 гг. (рис. 3.10).

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рисунке 3.11. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

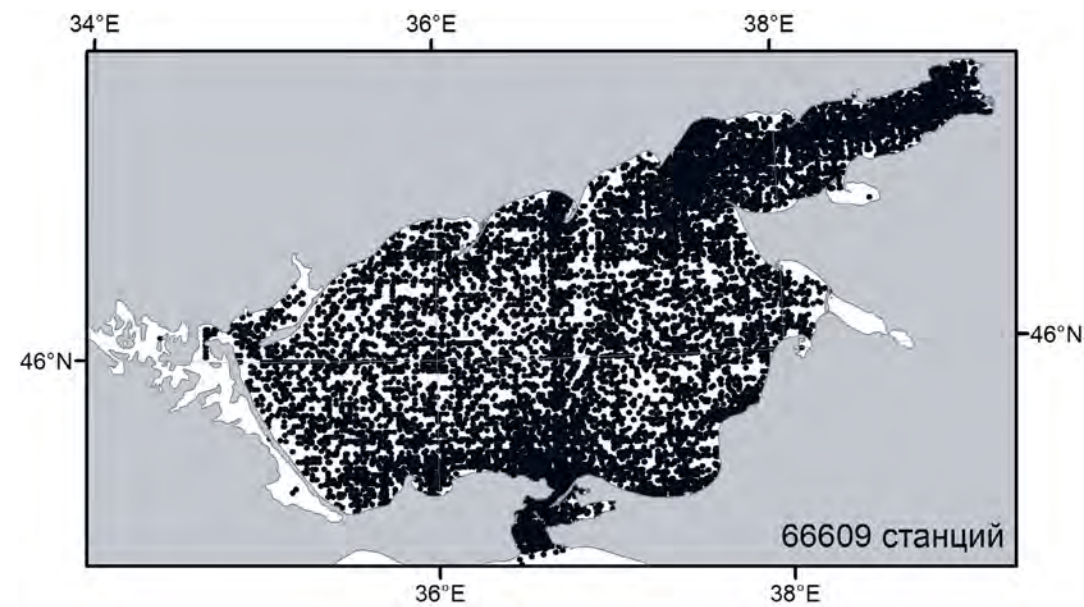


Рисунок 3.10. Распределение станций по акватории Азовского моря (1891–2012 гг.)

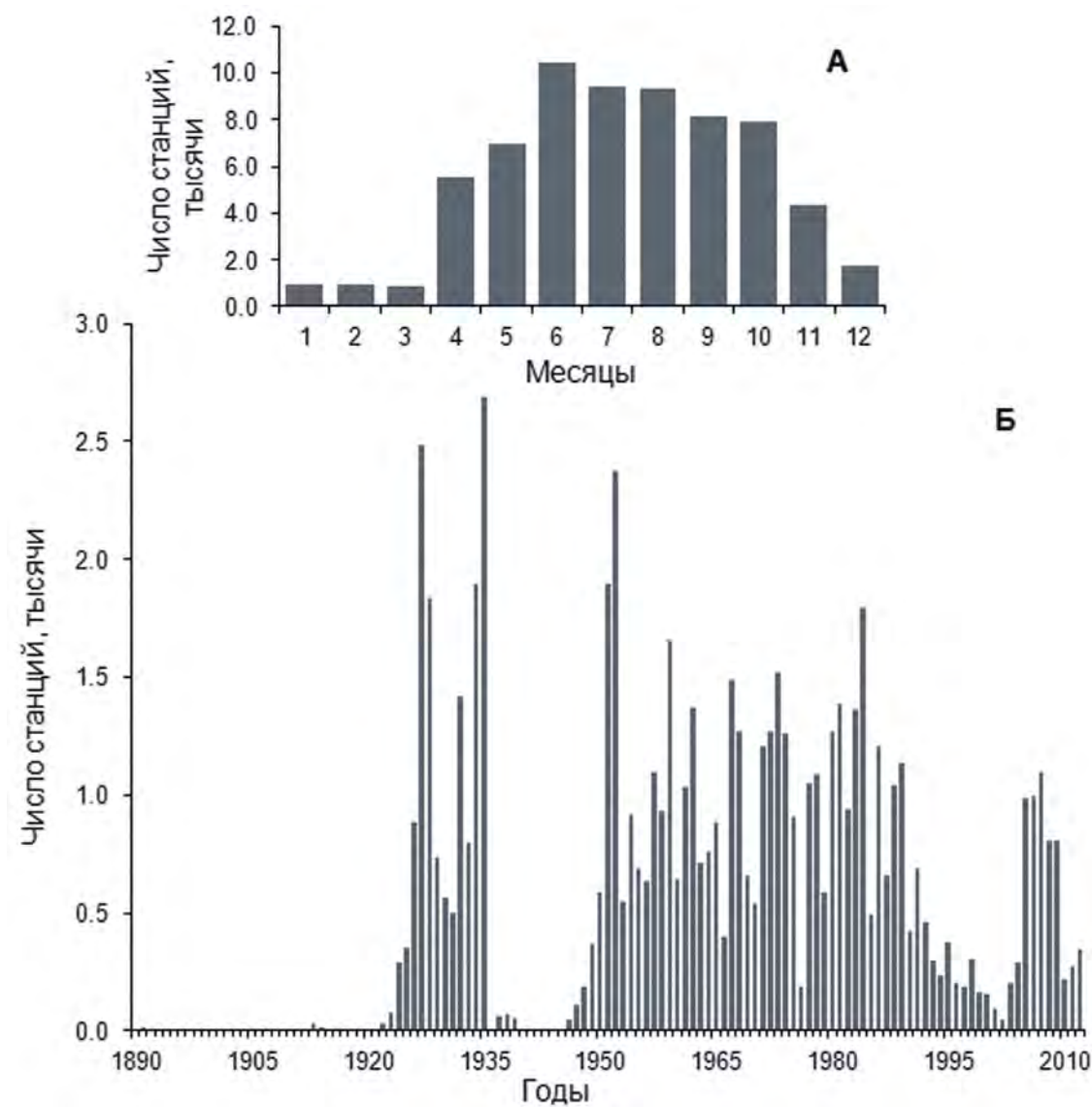


Рисунок 3.11. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Азовского моря (1891–2012 гг.)

По сравнению с Климатическим атласом Азовского моря 2008 [Matishov et al., 2008] в базу данных включено дополнительно 31 192 станции (рис. 3.12), что позволило заполнить имеющиеся пробелы в данных для периодов 1960–1970 гг. и 1980–1990 гг.

Для анализа многолетней изменчивости гидрологических характеристик Азовского моря рассматриваются два океанологических разреза:

- «Керченский пролив – дельта Дона» (рис. 3.13), который является продолжением разреза «Самсун – Керченский пролив»;
- «пос. Игоревка – дельта Кубани» (рис. 3.14).

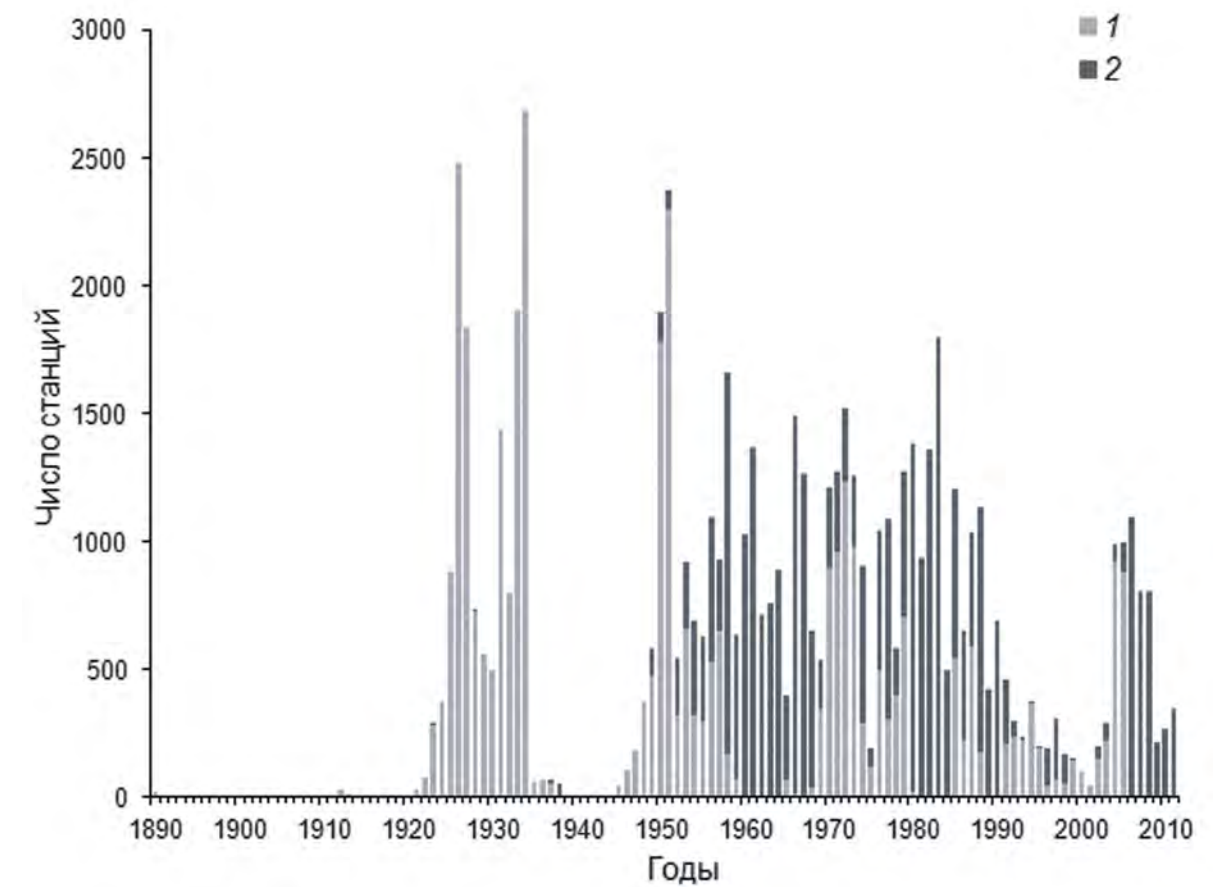


Рисунок 3.12. Распределение станций по годам в базе данных Климатического атласа Азовского моря 2008 [Matishov et al., 2008] – 1 и прирост числа станций в новом Атласе – 2

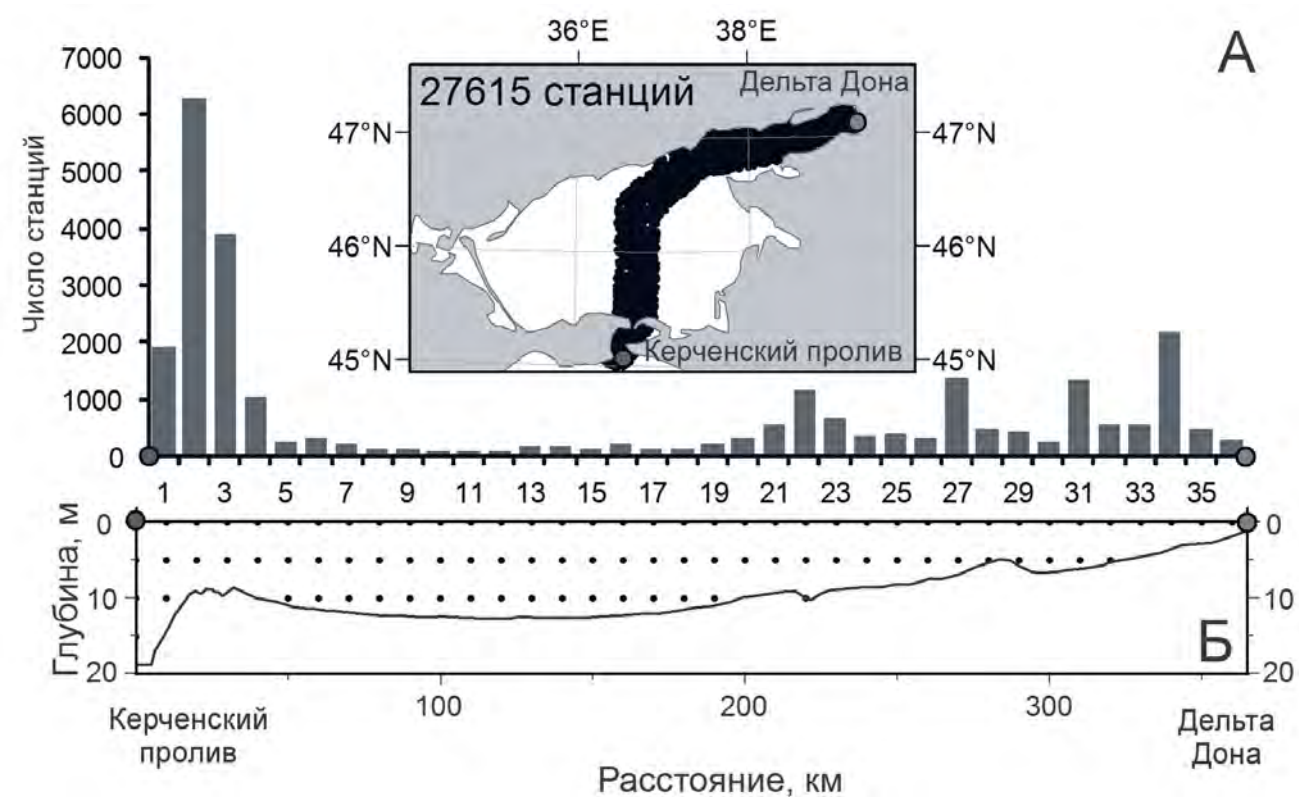


Рисунок 3.13. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Керченский пролив – дельта Дона»

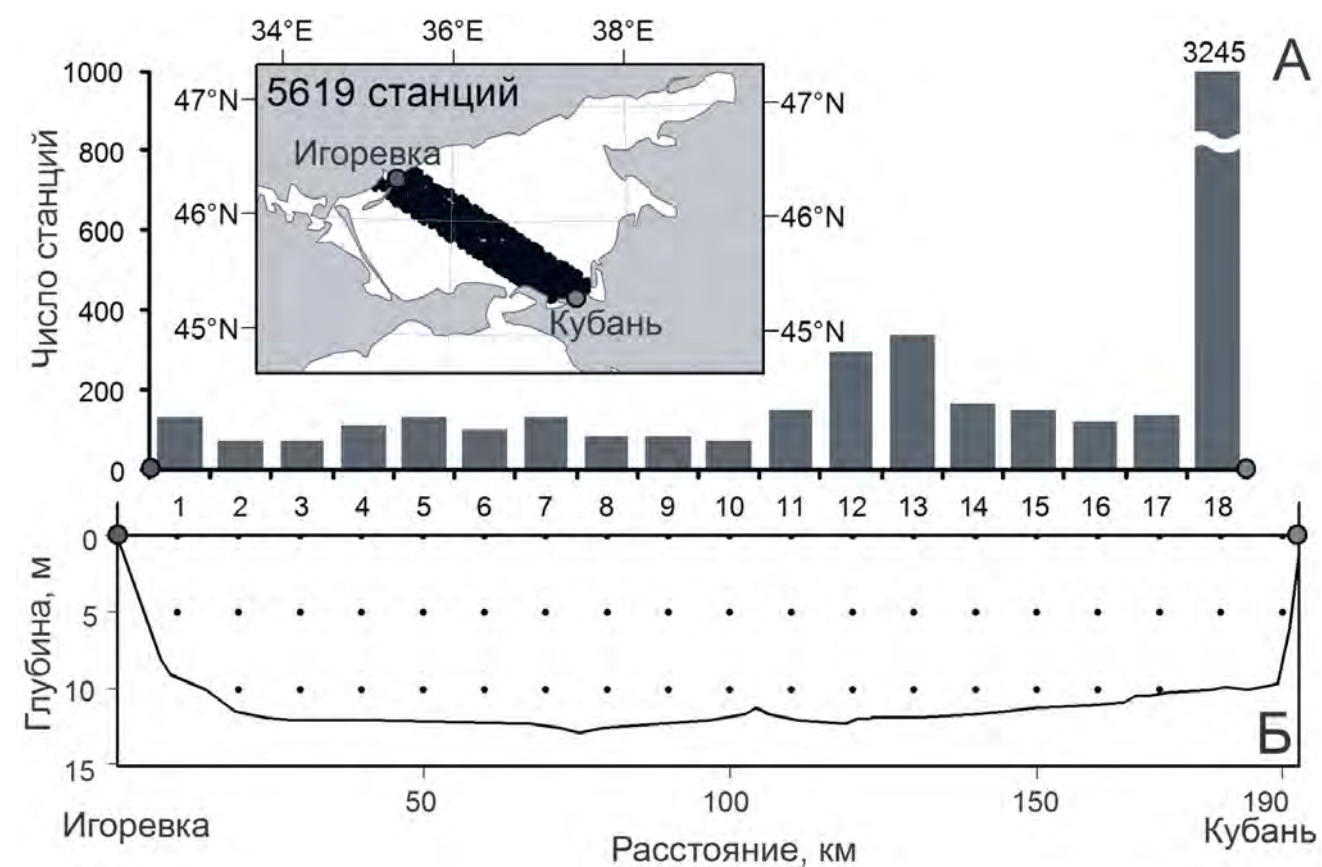


Рисунок 3.14. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «пос. Игоревка – дельта Кубани»

Каждому разрезу сопоставлено определённое количество станций, которые находятся в полосе шириной 20 км с каждой стороны и используются для построения климатических норм и аномалий. Общее число станций для разреза «Керченский пролив – дельта Дона» 27 615, разрез «пос. Игоревка – дельта Кубани» включает 5 619 станций.

В базу данных Азовского моря включены следующие параметры (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Перечень показателей, включённых в базу данных Азовского моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	231 174
давление	PRESS	децибар	DBAR	53 965
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	52 604
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	187 296
хлорность	CL	промилле	PPT	11 393
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л, мг/л	ML/L, MG/L	29 593
относительное содержание растворённого кислорода	OXY SATUR	%	PERCENT	3 213
рН	PH	-	-	12 458
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	11 687
нитриты	NO2	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	691
нитраты	NO3	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	1 866
аммонийный азот	NH4	мг/л	MG/L	54
общее содержание азота	TOTN	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	127
фосфаты	PO4	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	10 004
общее содержание растворённого фосфора	PTOTP	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	75
общее содержание взвешенного фосфора	DTOTP	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	76
общее содержание фосфора	TOTP	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	85
содержание растворённого органического углерода	DOC	мг/л	MG/L	115
содержание взвешенного органического углерода	POC	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	154
силикаты	SIO4	микромоль/л	UMOL/L	4 639
хлорофилл <i>a</i>	CHL A	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	307
общая взвесь	TSS	мг/л	MG/L	219

Временные ряды температуры и солёности вод

Для океанологических разрезов Азовского моря построены вертикальные распределения температуры и солёности, осреднённые за период 1891–2010 гг. (климатические нормы). Для их построения введены расчётные узлы. По вертикали их положение соответствует стандартным горизонтам 0, 5 и 10 м, а вдоль разреза они расположены на расстоянии 10 км друг от друга. Примеры карт вертикального распределения климатической нормы солёности воды в августе для разреза «Керченский пролив – дельта Дона» приведены на рисунке 3.15.

Для расчёта аномалий рассматривался период 1922–2010 гг. как наиболее обеспеченный данными. Исходя из графика межгодовой изменчивости средней солёности Азовского моря (рис. 3.16), рассчитанной с применением балансовой математической модели [Матишов и др., 2006], внутривековых флуктуаций климата [Матишов и др., 2008; Бердников и др., 2009], период 1922–2010 гг. был разделен на 8 временных интервалов (1922–34 гг., 1935–41 гг., 1946–49 гг., 1950–57 гг., 1958–1970 гг., 1971–81 гг., 1982–2000 гг., 2001–2010 гг.), в пределах которых и рассчитывались аномалии температуры и солёности вод для Азовского моря. Пример аномалии вертикального распределения солёности представлен на рисунке 3.15.

Весь графический материал представлен на DVD в разделе CLIMATOLOGY.

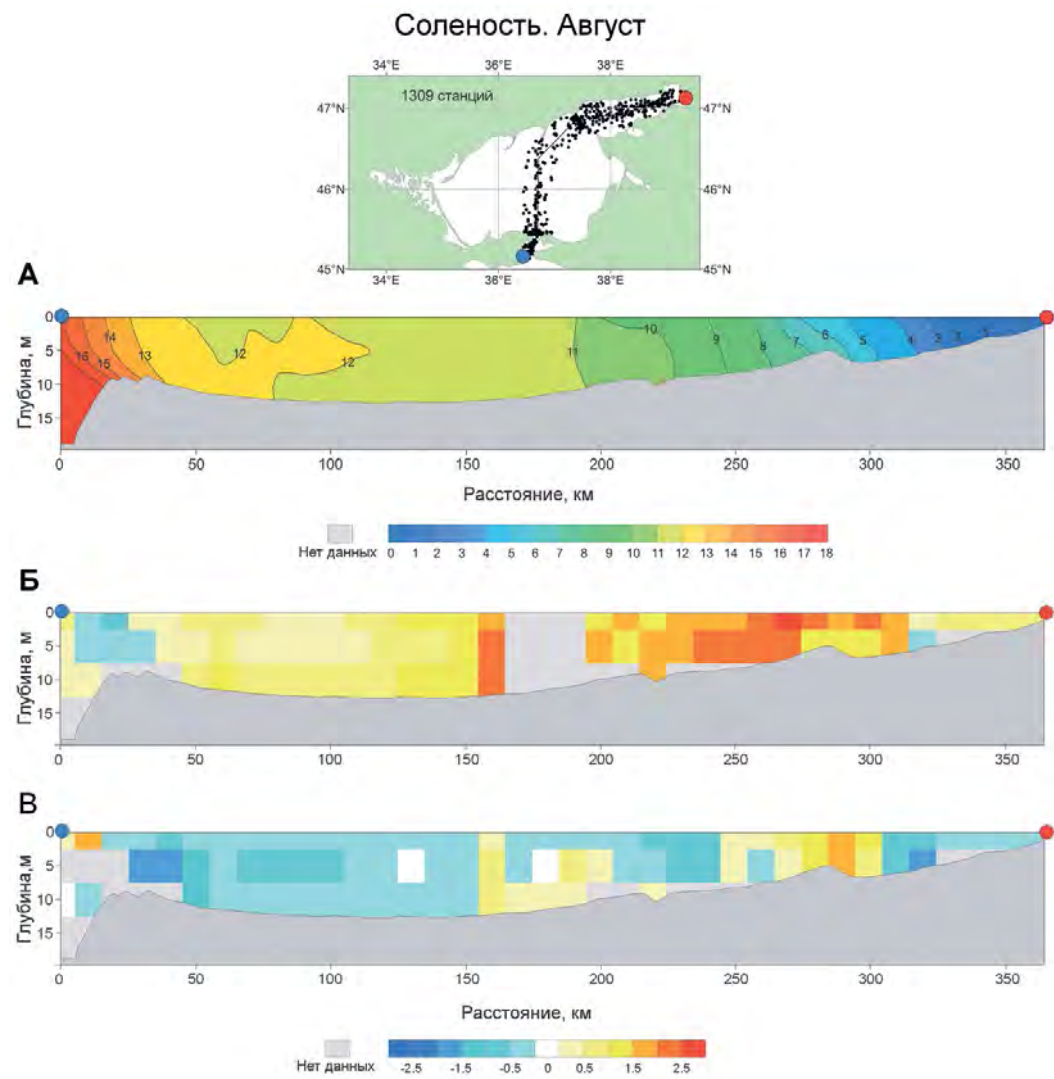


Рисунок 3.15. Пример построения среднемноголетнего вертикального распределения солёности воды в августе для разреза «Керченский пролив – дельта Дона» (А), аномалий вертикального распределения солёности в августе для периода 1971–1981 гг. (Б) и периода 1982–2000 гг. (В)

Примечание. Вверху показано распределение станций с измерениями солёности, которые были учтены при осреднении в полосе шириною 40 км.

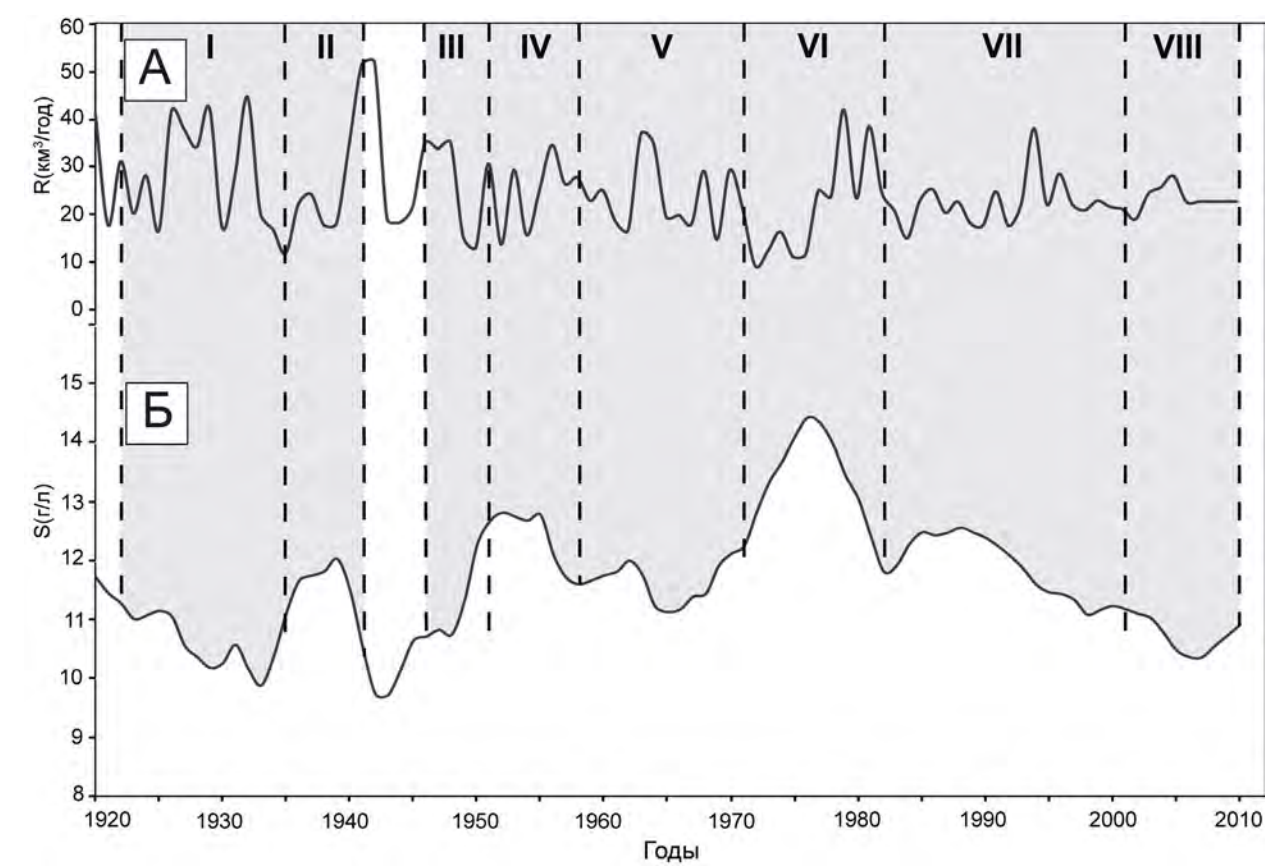


Рисунок 3.16. Межгодовая изменчивость средней солёности (S) и речного стока (R, км³/год) Азовского моря в период 1922–2010 гг.

Примечание. Выделены временные интервалы, для которых рассчитывались аномалии температуры и солёности вод относительно климатических норм.

Временные ряды ледового режима

Азовское море относится к морям, где ледовый покров образуется ежегодно. В зимний период судоходство невозможно без участия ледоколов. В настоящем Атласе для характеристики ледового режима Азовского моря собраны данные наблюдений на береговых гидрометеорологических постах (рис. 3.17) по дате первого появления льда в прибрежной зоне и дате, когда акватория полностью освобождается ото льда.



Рисунок 3.17. Береговые гидрометеорологические станции, для которых собраны данные наблюдений за ледовым режимом Азовского моря

Эти данные обобщены и представлены в виде графиков, иллюстрирующих климатическую динамику ледового режима Азовского моря. На рисунке 3.18 приведён пример для пункта Таганрог. Остальные графики приведены на DVD в разделе ICE.

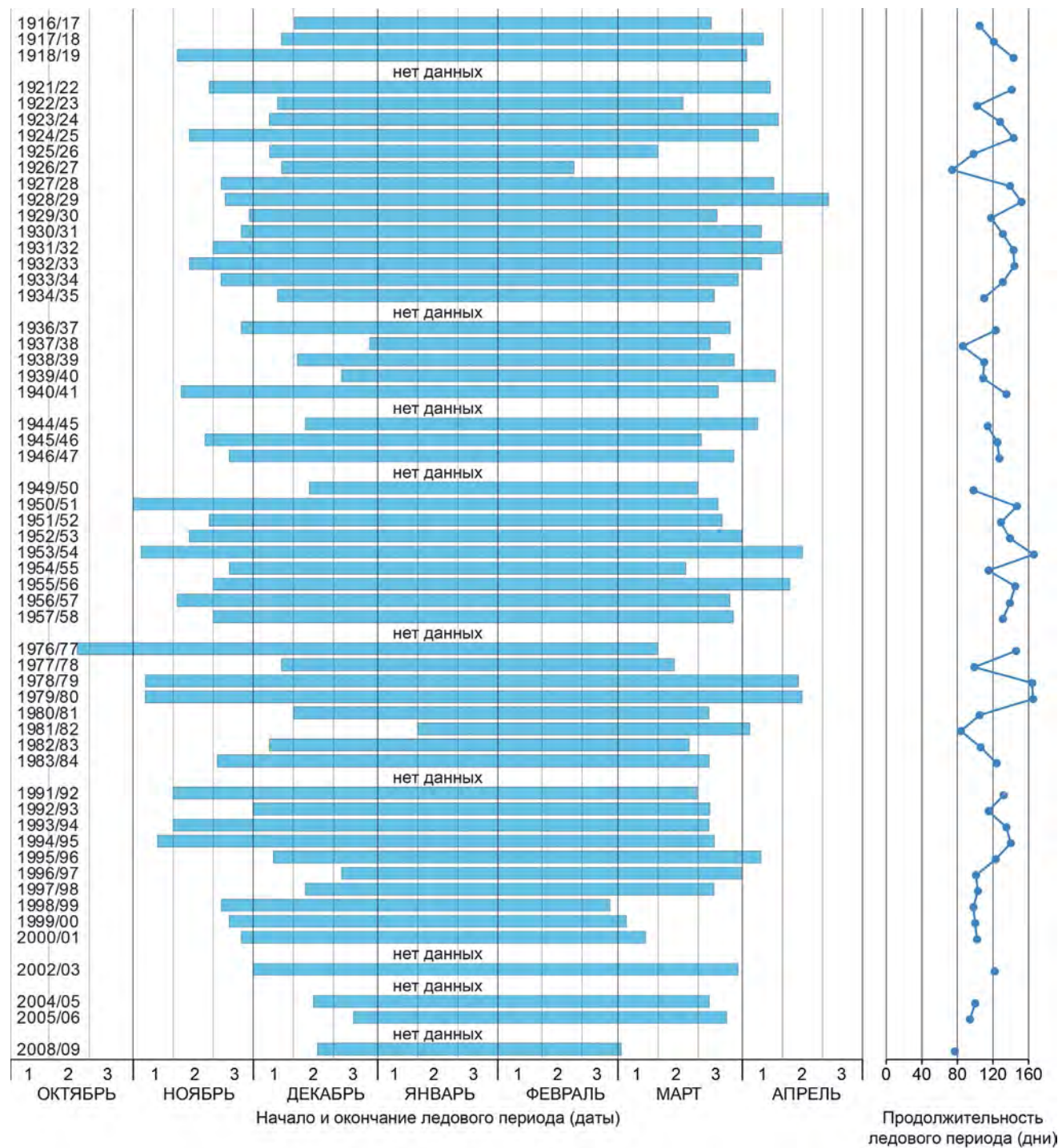


Рисунок 3.18. Многолетняя динамика продолжительности ледового периода по данным наблюдений в Таганроге

3.3. Каспийское море

Океанографическая база данных и инвентаризация

В состав океанографической базы данных БМЭ Каспийского моря включено 43 333 станции за период с 1897 по 2011 гг. (рис. 3.19).

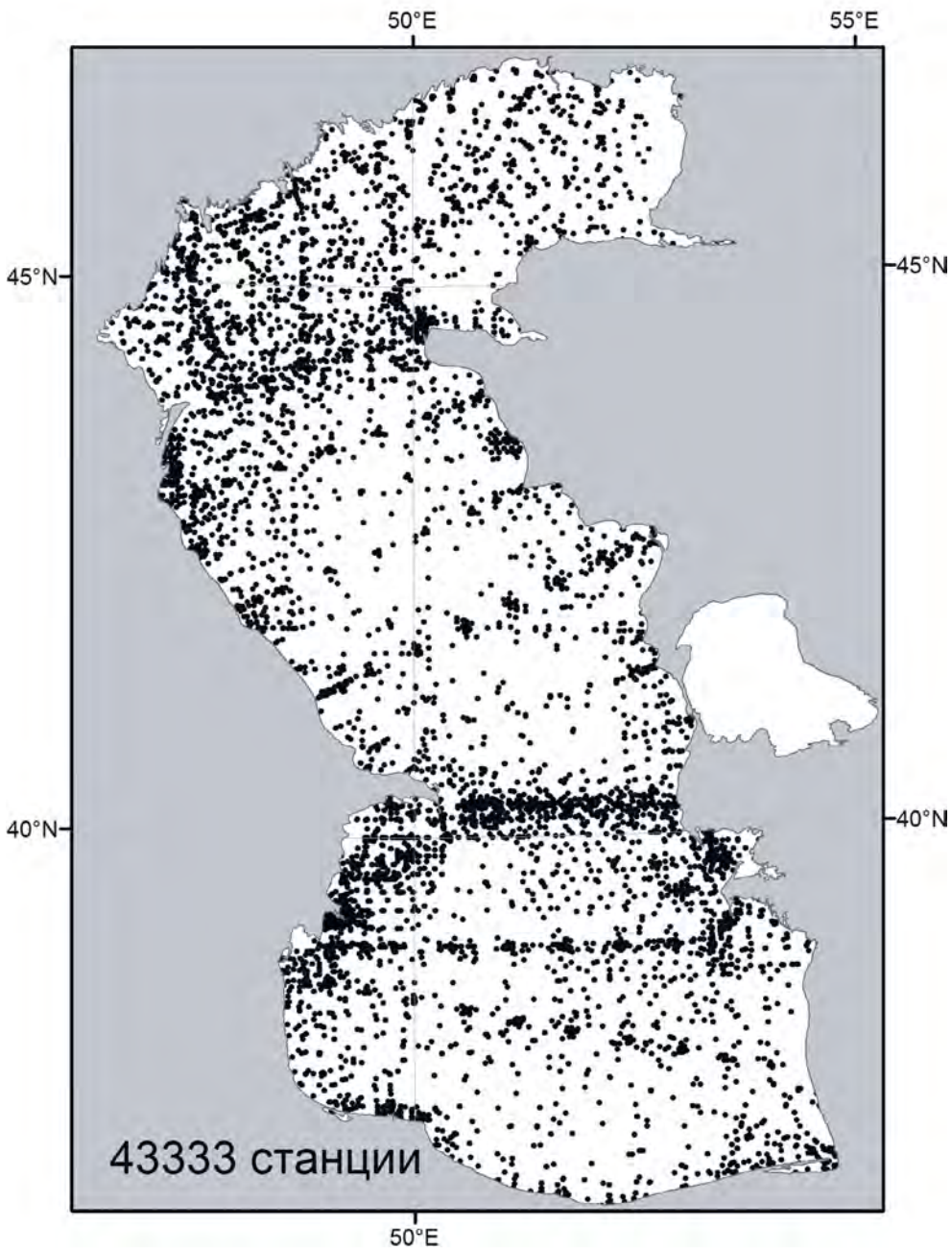


Рисунок 3.19. Распределение станций по акватории Каспийского моря (1897–2011 гг.)

Распределение станций по годам и месяцам представлено на рисунке 3.20. Таблицы и карты распределения станций в каждом месяце каждого года для рассматриваемого периода приведены на DVD в разделе INVENTORY.

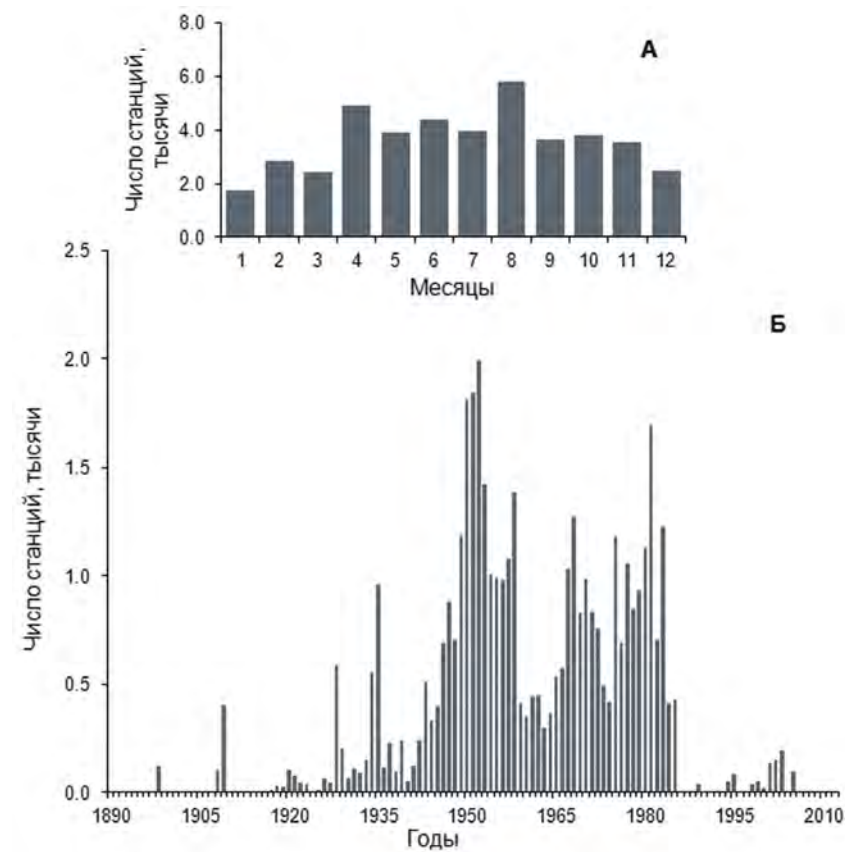


Рисунок 3.20. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Каспийского моря (1897–2011 гг.)

В Каспийском море большинство измерений выполняется в пределах восьми вековых океанологических разрезов (рис. 3.21–3.27, табл. 3.4).

Каждому разрезу сопоставлено определённое количество станций, которые находятся в полосе 20 км с каждой стороны и используются для построения климатических норм и аномалий.

Район моря			
Номер разреза	Название разреза	Описание разреза	Кол-во станций
1	«о. Зюйдвестовая Шалыга – о. Кулалы»	восточная часть Северного Каспия	771
2	«о. Новинский – о. Кулалы»	пограничный между восточной и западной частями Северного Каспия	1 092
3	«Белинский канал – на юг до линии о. Чечень – п-ов Мангышлак»	западная часть Северного Каспия	925
3а	«Волго-Каспийский канал до разреза о. Чечень – п-ов Мангышлак»	западная часть Северного Каспия	2 832
4	«о. Чечень – п-ов Мангышлак»	пограничный между Северным и Средним Каспием	1 562
5	«Дивичи – Кендерли»	Средний Каспий	962
6	«о. Жилой – м. Куули»	пограничный между Средним и Южным Каспием	2 380
7	«о. Куринский Камень – о. Огурчинский»	Южный Каспий	1 159

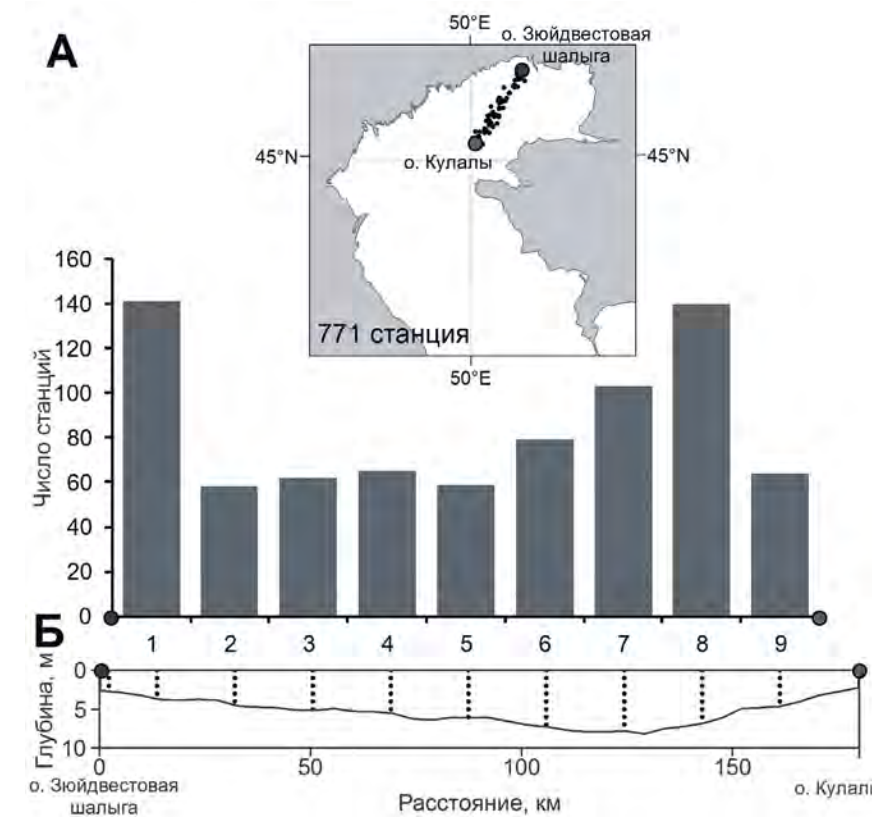


Рисунок 3.21. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 1

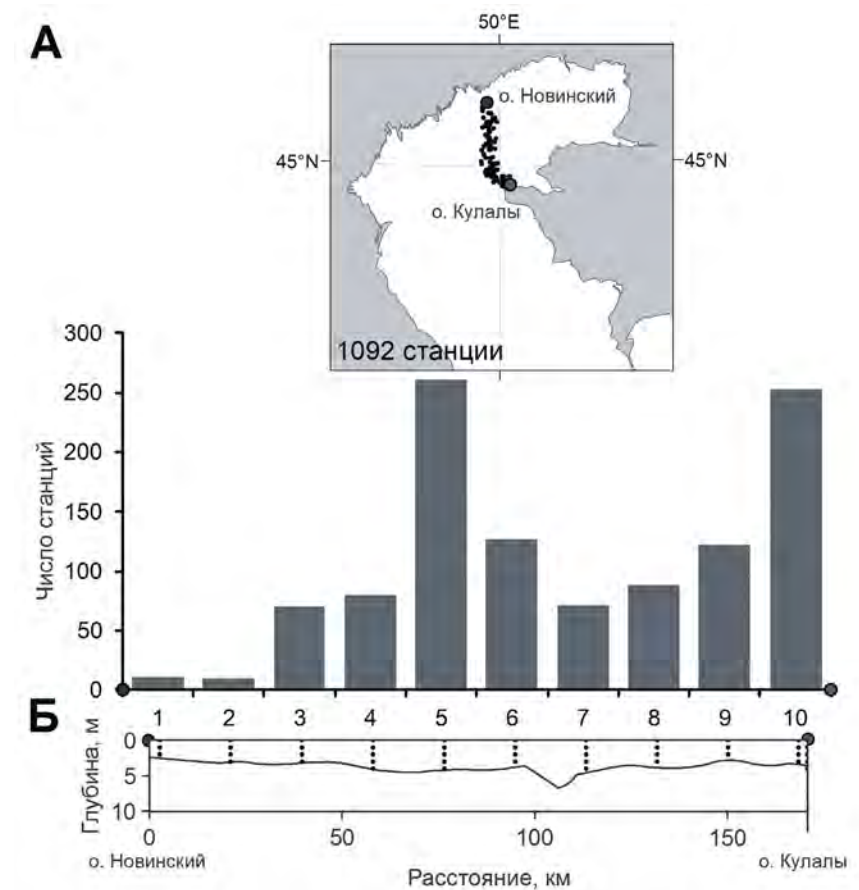


Рисунок 3.22. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 2

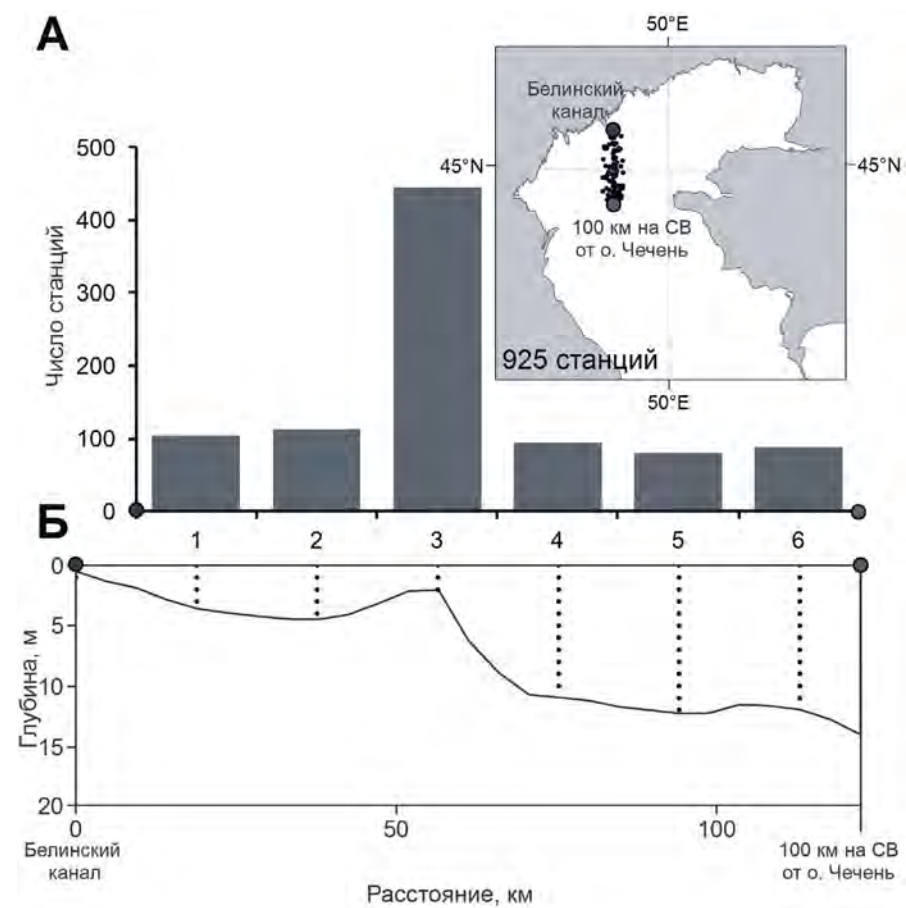


Рисунок 3.23. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 3

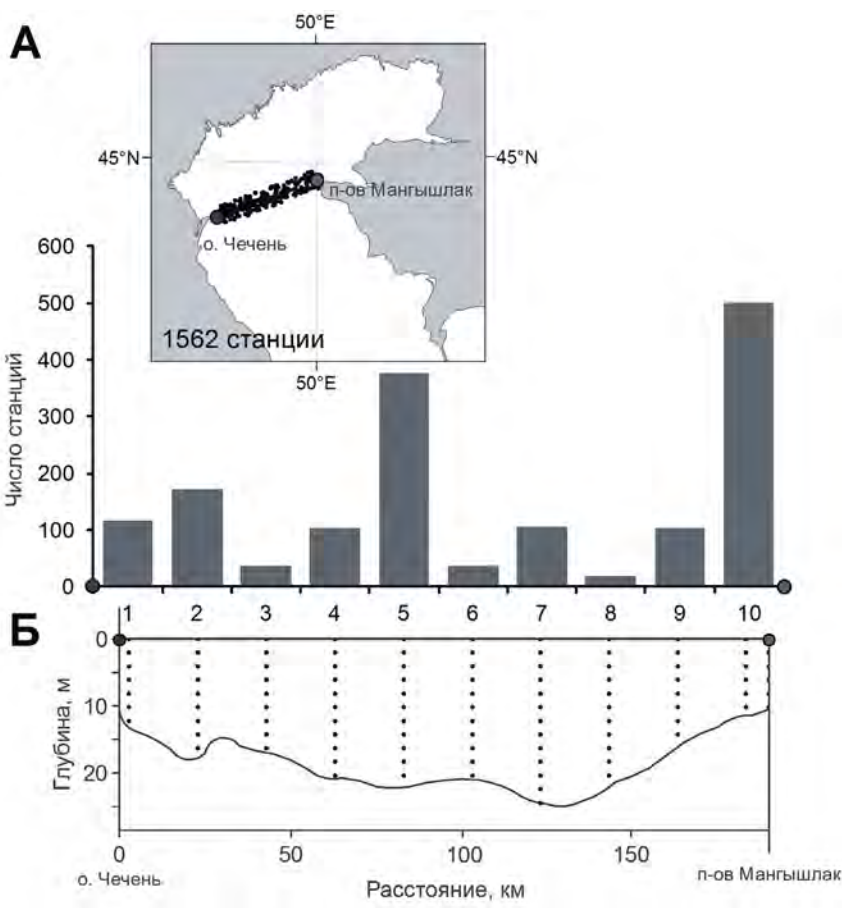


Рисунок 3.25. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 4

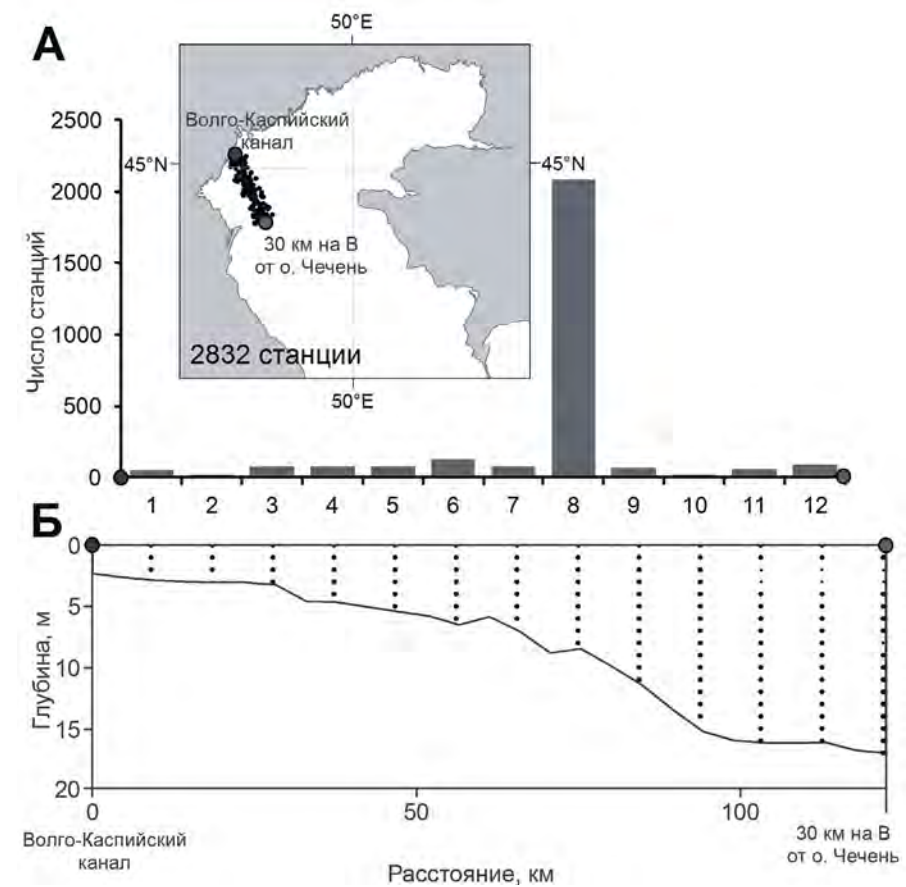


Рисунок 3.24. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 3а

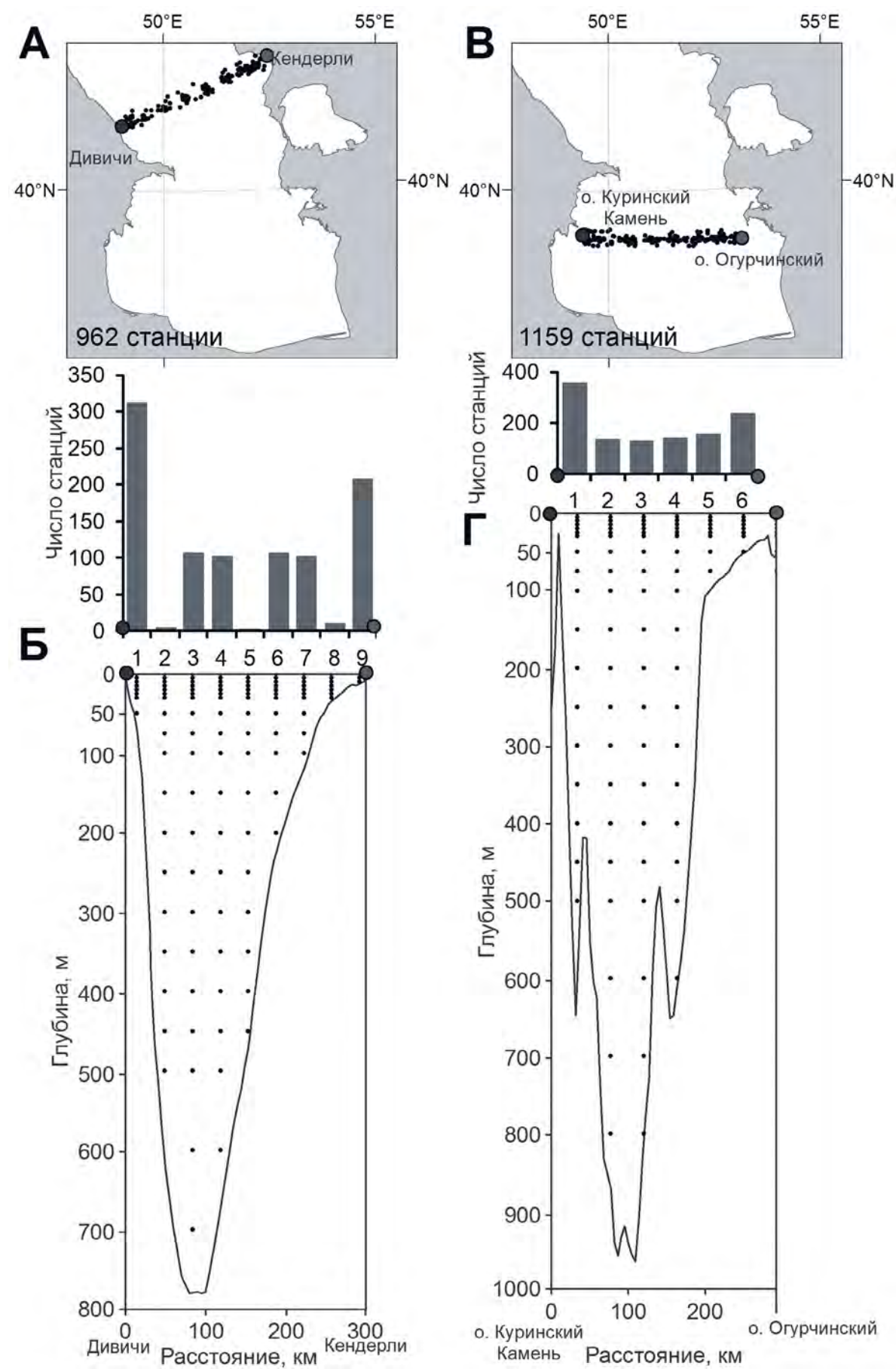


Рисунок 3.26. Распределение станций в полосе 40 км (А, В) и рельеф дна (Б, Г) вдоль разрезов 5 и 7 соответственно

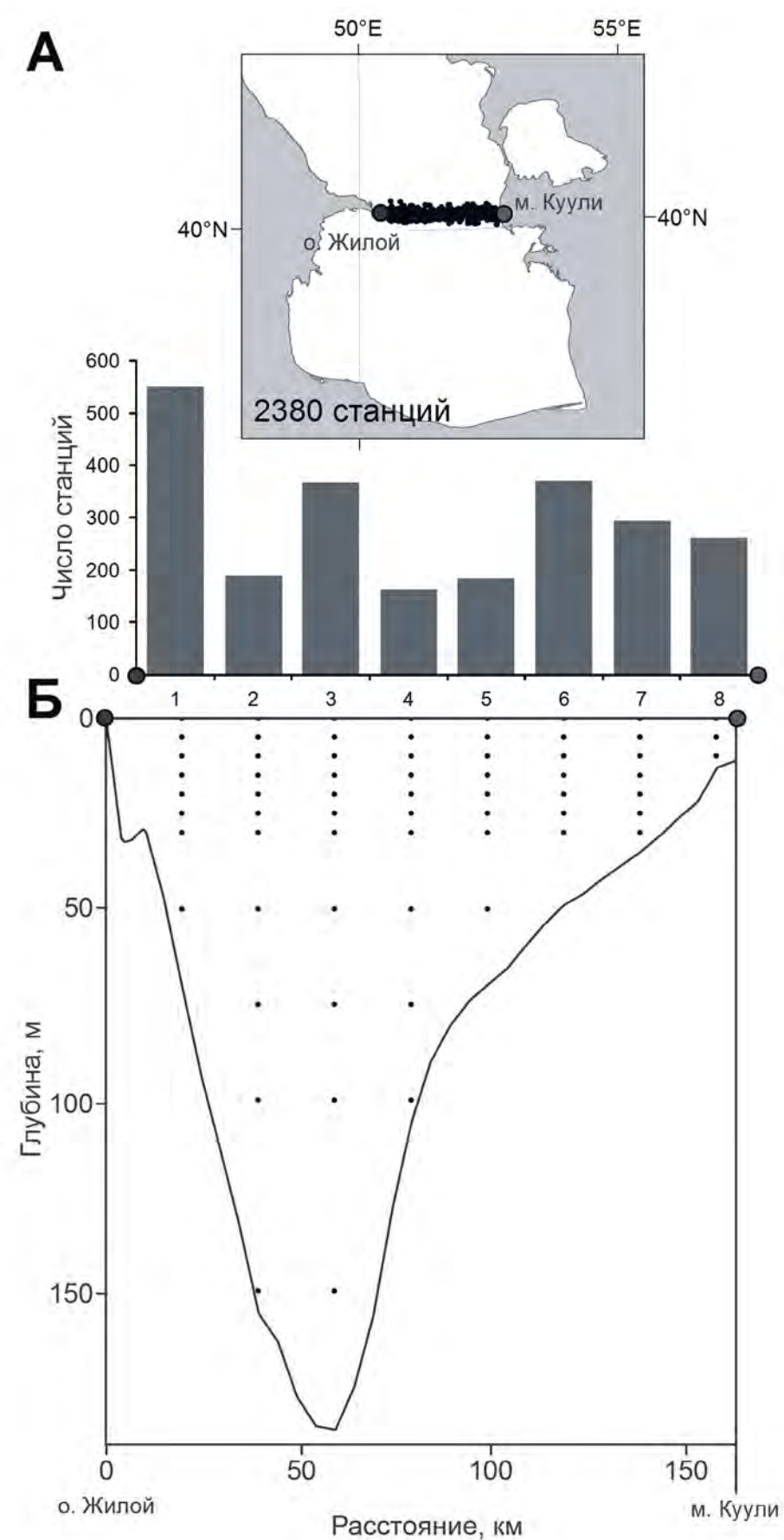


Рисунок 3.27. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 6

В базу данных Каспийского моря включены следующие параметры (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Перечень показателей, включённых в базу данных Каспийского моря				
Показатель		Единицы измерения		Число измерений
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
температура	TEMP	градусы Цельсия	C	216 040
давление	PRESS	децибар	DBAR	41 371
электропроводность	COND	сименс/м	SIEMENS/M	42 814
солёность	SAL	единицы практической шкалы солёности	PSS	191 620
хлорность	CL	промилле	PPT	14 647
абсолютное содержание растворённого кислорода	OXY	мл/л, мг/л	ML/L, MG/L	59 335
относительное содержание растворённого кислорода	OXY SATUR	%	PERCENT	3 633
pH	PH	-	-	49 455
щёлочность	ALK	миллиграмм-эквивалент/л	MEQ/L	19 705
сероводород	H2S	мл/л	ML/L	27
нитриты	NO2	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	4 668
нитраты	NO3	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	6 185
аммонийный азот	NH4	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	407
общее содержание азота	TOTN	мг/л	MG/L	46
фосфаты	PO4	микромоль/л, мг/л, мкг/л	UMOL/L, MG/L, UG/L	30 718
общее содержание фосфора	TOTP	мг/л, мкг/л	MG/L, UG/L	30
содержание растворённого органического углерода	DOC	мг/л	MG/L	19
содержание взвешенного органического углерода	POC	мг/л	MG/L	15
силикаты	SiO4	микромоль/л, мкг/л	UMOL/L, UG/L	12 645
хлорофилл <i>a</i>	CHL A	мкг/л	UG/L	28
общая взвесь	TSS	мг/л	MG/L	20

Временные ряды температуры и солёности вод

Для вековых океанологических разрезов Каспийского моря построены вертикальные распределения температуры и солёности, осреднённые за период 1897–2011 гг. (климатические нормы). Для их построения введены расчётные узлы (табл. 3.6 и рис. 3.21–3.27). Для разрезов Северного Каспия шаг сетки по вертикали выбран через 1 м, для глубоководных разрезов Среднего и Южного Каспия – стандартные горизонты.

Для построения временных серий аномалий температуры и солёности воды были рассчитаны абсолютные разности значений в узлах сетки для каждого разреза по периодам: 1914–1934 гг., 1961–1967 гг., 1972–1979 гг., 1984–1991 гг., 2004–2010 гг. [Бердников и др., 2010; Матишов и др., 2012].

Эти периоды были выделены на основе графиков многолетней динамики уровня в Каспийском море и речного стока (рис. 3.28).

Таблица 3.6. Параметры построения вертикальных полей распределения гидрологических характеристик для разрезов Каспийского моря		
Номер разреза	Шаг сетки вдоль линии разреза (км)	Шаг сетки по глубине (м)
Разрез 1	20	1
Разрез 2	20	1
Разрез 3	20	1
Разрез 3а	10	1
Разрез 4	20	2
Разрез 5	40	0, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000
Разрез 6	20	0, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200
Разрез 7	40	0, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

Для разреза 6 приведены примеры карт климатической нормы температуры воды в феврале (рис. 3.29) и температурной аномалии в феврале 1961–1967 гг. (рис. 3.30).
Весь графический материал представлен на DVD в разделе CLIMATOLOGY.

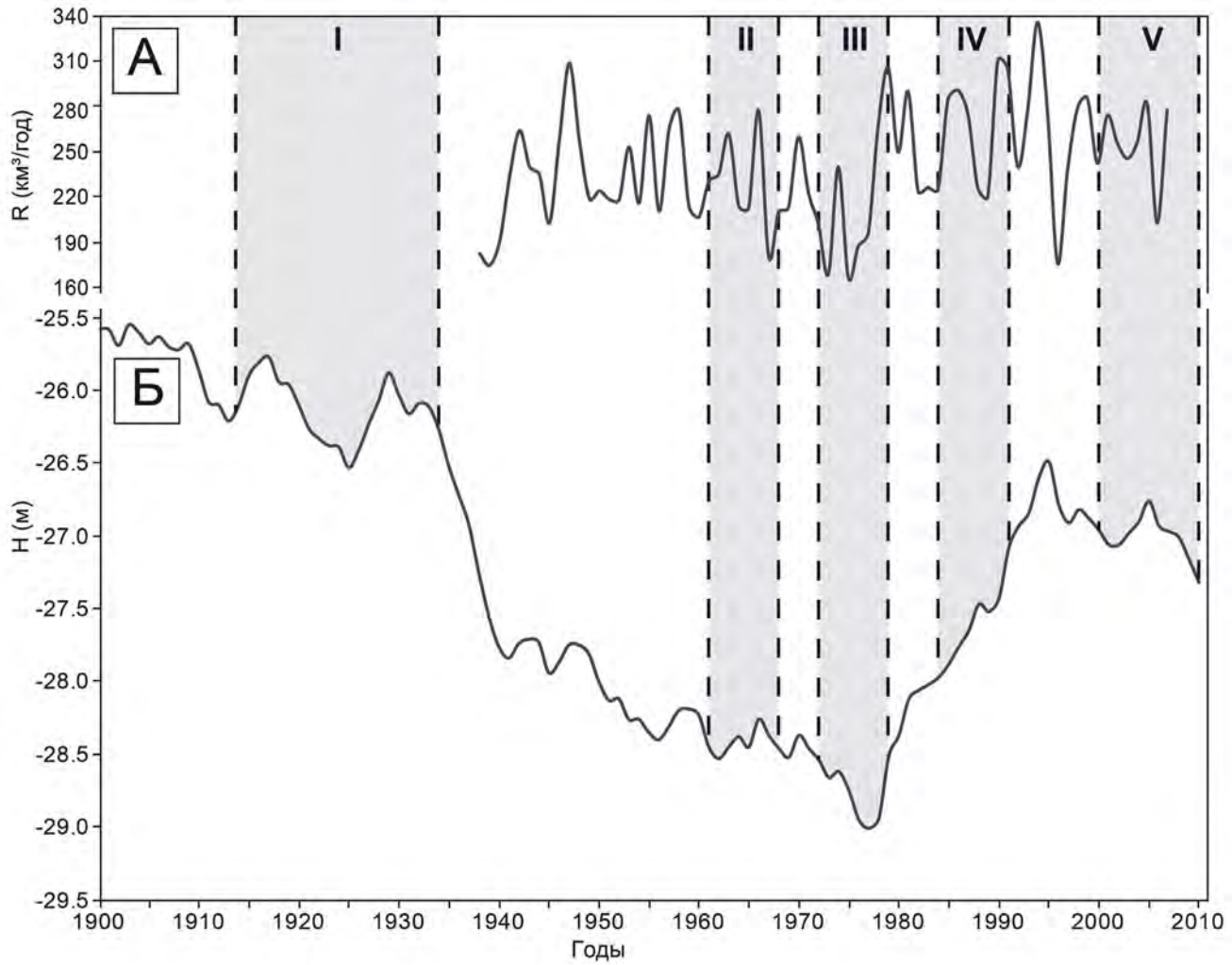


Рисунок 3.28. Изменение речного стока ($R_{кр.}$) (А) и уровня ($H_{кр.}$) Каспийского моря (Б) за период 1900–2010 гг. Примечание. Выделены временные интервалы, для которых рассчитывались аномалии температуры и солёности вод относительно климатических норм.

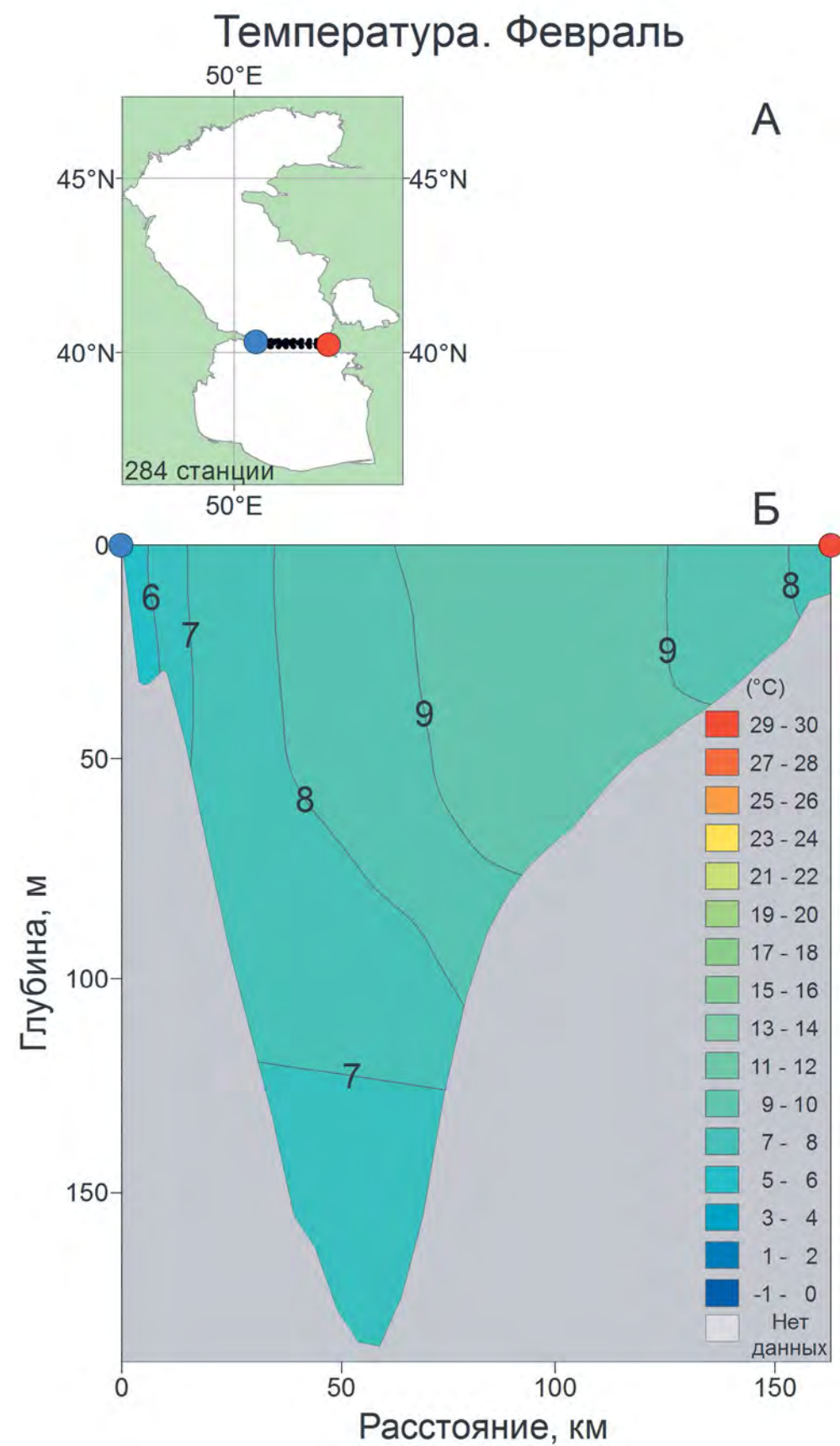


Рисунок 3.29. Пример построения среднего многолетнего вертикального распределения температуры воды в феврале для разреза 6

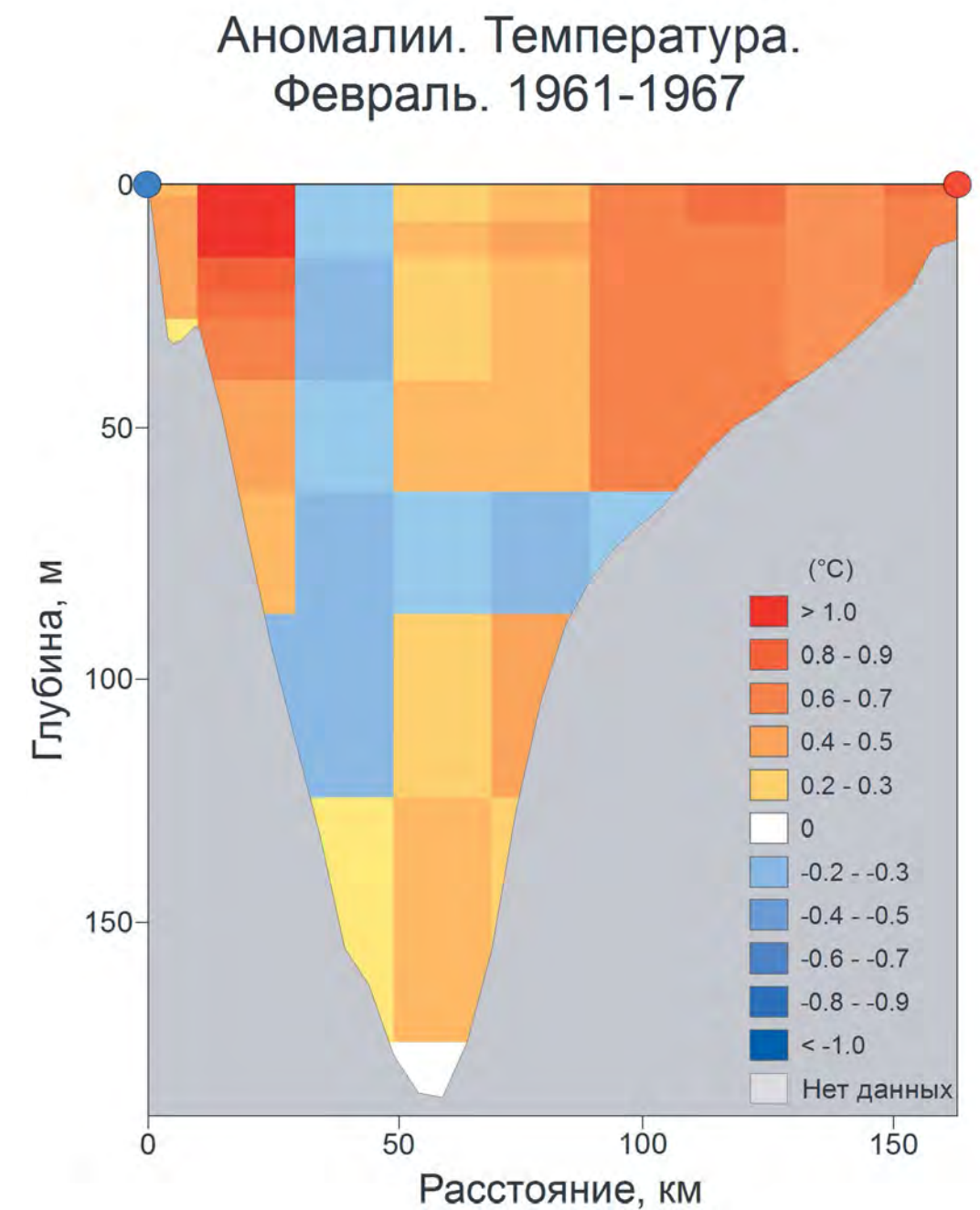


Рисунок 3.30. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на разрезе 6 в феврале 1961–1967 гг.

Временные ряды ледового режима

В Каспийском море ледовый покров ежегодно формируется в его северной части. В настоящем Атласе для характеристики ледового режима северной части Каспийского моря собраны данные наблюдений на береговых гидрометеорологических постах (рис. 3.31) по дате первого появления льда в прибрежной зоне и дате, когда акватория полностью освобождается ото льда.

Эти данные обобщены и представлены в виде графиков, иллюстрирующих климатическую динамику ледового режима Каспийского моря. На рисунке 3.32 приведён пример для гидрометеорологической станции на острове Тюлений.

Остальные графики приведены на DVD в разделе ICE.



Рисунок 3.31. Береговые гидрометеорологические станции, для которых собраны данные наблюдений за ледовым режимом Каспийского моря

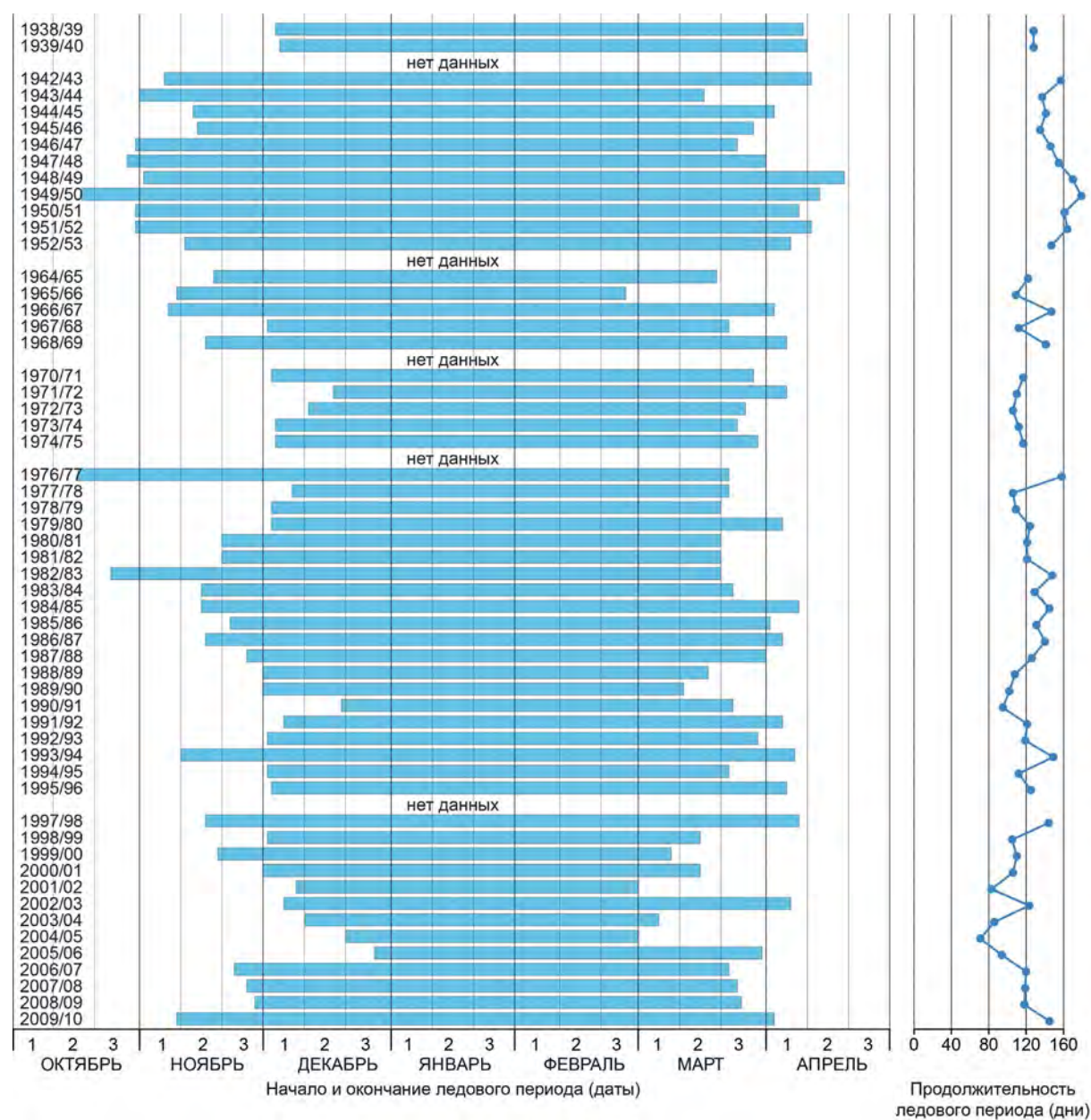


Рисунок 3.32. Многолетняя динамика продолжительности ледового режима по данным наблюдений на острове Тюлений

3.4. База данных по планктону южных морей

В состав базы данных по планктону вошли результаты экспедиционных исследований, выполненных ЮНЦ РАН, ИАЗ и ММБИ в 2003–2011 гг. на акваториях Азовского, Чёрного и Каспийского морей [Matishov et al., 2007; Кренёва и др., 2008; Ковалёва, 2008; Поважный, 2009; Matishov et al., 2011; Глушенко, 2012; Глушенко, Лужняк, 2013].

При выполнении работ основное внимание уделялось группам планктонных организмов и методикам отбора проб, традиционно использовавшимся научными организациями бывшего СССР при выполнении мониторинговых исследований морской среды [Руководство ... 1980]. Такими группами явились микрофитопланктон и сетной зоопланктон.

Вместе с тем появление в планктоне южных морей видов-вселенцев [Shiganova et al., 2001], развитие современных представлений о роли микрогетеротрофной компоненты в цикле углерода в морях [Azam et al., 1983], а также проведение подспутниковых наблюдений за концентрацией хлорофилла *a* [Moses et al., 2009a,b; Шавыкин и др., 2010; Матишов и др., 2010; Gitelson et al., 2011; Moses et al., 2012] привело к расширению состава измеряемых параметров и дополнению базы данных сведениями по желетелому планктону, микрозоопланктону, пико- и нанофитопланктону, концентрации хлорофилла *a*. При выполнении этих работ применялись как стандартные, так и оригинальные методики.

Ниже даны краткие характеристики методик отбора и обработки проб по различным группам планктона, а также сведения по полноте изученности отдельных групп планктона в рассматриваемый период.

Микрофитопланктон

Традиционные методы изучения фитопланктона, применяемые в Азовском, Чёрном и Каспийском морях с 1930-х гг., позволяют получать данные по видовому составу, численности и биомассе организмов микропланктона (размером более 20 мкм) [Морозова-Водяницкая, 1954]. Пробы отбираются батометром и фиксируются формалином или кислым раствором Люголя (с 80-х гг.). Отбор проб проводится с поверхности (Азовское море), по стандартным горизонтам (0, 10, 25, 50, 100 м) или по расположению сезонного термоклина (Чёрное и Каспийское моря). В последнем случае с использованием оперативных данных СТД-зондирования отбирается три батометрических пробы выше, внутри и ниже термоклина соответственно [Руководство ... 1980].

Отобранные пробы концентрируются осадочным методом до конечного объема 50–100 мл. Для количественного учёта фитопланктона сконцентрированные пробы просматривают в световом микроскопе в камере Ножотта (0,1 мл) при увеличении $\times 400$ [Абакумов, 1983]. Крупные формы микроводорослей (более 50 мкм) учитываются во всей камере Ножотта, в двух-трёх повторных наполнениях, прочие виды просчитывают в нескольких полосах камеры (до 400 клеток). Расчет биомассы проводят по фактическим размерам клеток с применением метода геометрического подобия для вычисления объёма клетки. Описанные методы применялись для получения сведений по микрофитопланктону за 2005–2011 гг., вошедших в базу данных.

Для Азовского моря в базу данных внесены результаты обработки 184 проб по микропланктону, для Чёрного моря – 80 проб, для Каспийского моря имеются лишь отрывочные сведения по району дельты Волги (рис. 3.33 и табл. 3.7).

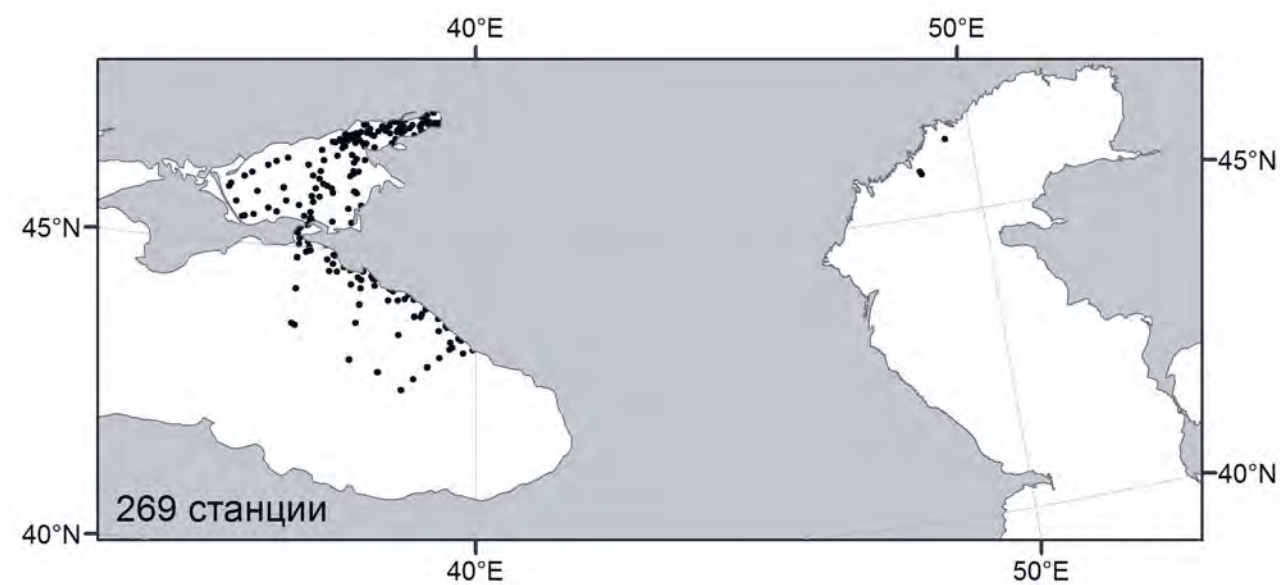


Рисунок 3.33. Распределение станций с пробами фитопланктона (2005–2011 гг.)

Таблица 3.7. Инвентаризация станций с пробами фитопланктона (2005–2011 гг.)													
Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Азовское море													
2006	7	8		12	5	11	3	9					55
2007		6		11									17
2009	1			15				5		3		8	32
2010		14			6	9	25		13	3			70
2011						10							10
Всего	8	28	0	38	11	30	28	14	13	6	0	8	184
Чёрное море													
2007				1									1
2008				16		23				13			52
2009				13									13
2010							14						14
Всего	0	0	0	30	0	23	14	0	0	13	0	0	80
Каспийское море													
2005					2			3					5
Всего	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	5
Всего по морям	8	28	0	68	13	53	42	17	13	19	0	8	269

Пико- и нанопланктон

Несмотря на то, что Азовское море имеет многолетнюю историю гидробиологических исследований, современное состояние фитопланктонного сообщества Азовского моря в целом ещё продолжает оставаться недостаточно освещённым. На протяжении многих десятилетий исследования фитопланктона сводились к изучению качественных и количественных характеристик водорослей, размеры которых превышают 20 мкм. Микроводоросли, размеры которых меньше 20 мкм – ультрафитопланктон, который в свою очередь условно подразделяется на подгруппы: пико- (0,2–2 мкм) и

нанопланктон (от 2–10 до 20 мкм), – упускались учёными из вида, хотя именно за счёт этих микроорганизмов может идти формирование до 59–69 % первичной продукции и общей биомассы фитопланктона [Azam et al., 1983].

Отобранные из поверхностного горизонта пробы фитопланктона пико- и нано-фракций фиксируют раствором глутарового альдегида. Пробы обрабатывают с использованием эпифлуоресцентного микроскопа после фильтрации на чёрные мембранные фильтры и окрашивания флуорохромом. Указанный метод также позволяет получать сведения по общей численности клеток бактериопланктона [Суханова, 1983; Макаревич, Дружков, 1989].

Для Азовского моря в базу данных внесены результаты обработки 178 проб по пико- и нанопланктону (включая бактерий), для Чёрного моря – 3 пробы, для Каспийского моря сведения по указанной группе в базе данных отсутствуют (рис. 3.34 и табл. 3.8).

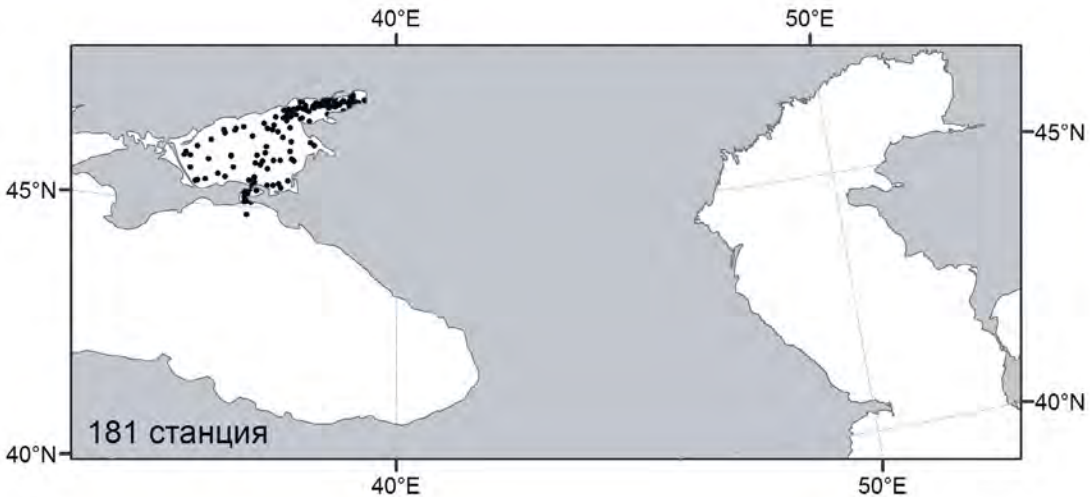


Рисунок 3.34. Распределение станций с пробами пико- и нанопланктона (2008–2011 гг.)

Таблица 3.8. Инвентаризация станций с пробами пико- и нанопланктона (2008–2011 гг.)													
Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Азовское море													
2008		3		8		11	5						27
2009	10	6	8	14		7			11	7			63
2010		12			6	3	24		18	6			69
2011						19							19
Всего	10	21	8	22	6	40	29	0	29	13	0	0	178
Чёрное море													
2008				2		1							3
Всего	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Всего по морям	10	21	8	24	6	41	29	0	29	13	0	0	181

Микрозоопланктон

Методика отбора проб микрозоопланктона совпадает со стандартной методикой отбора проб микрофитопланктона. Для фиксации проб использовался кислый раствор Утермелля (Люголя). Определение численности и биомассы микрозоопланктона проводится в фиксированных пробах после осаждения клеток и концентрирования. Определение видового состава одноклеточных организмов проводится также в нефиксированных пробах.

Индивидуальные веса устанавливают по весовым характеристикам, определённым для отдельных групп и видов [Мордухай-Болтовской, 1954; Чорик, 1968; Мамаева, 1979]. Наиболее полно в базе данных представлены результаты изучения микрозоопланктона Азовского моря (рис. 3.35 и табл. 3.9).

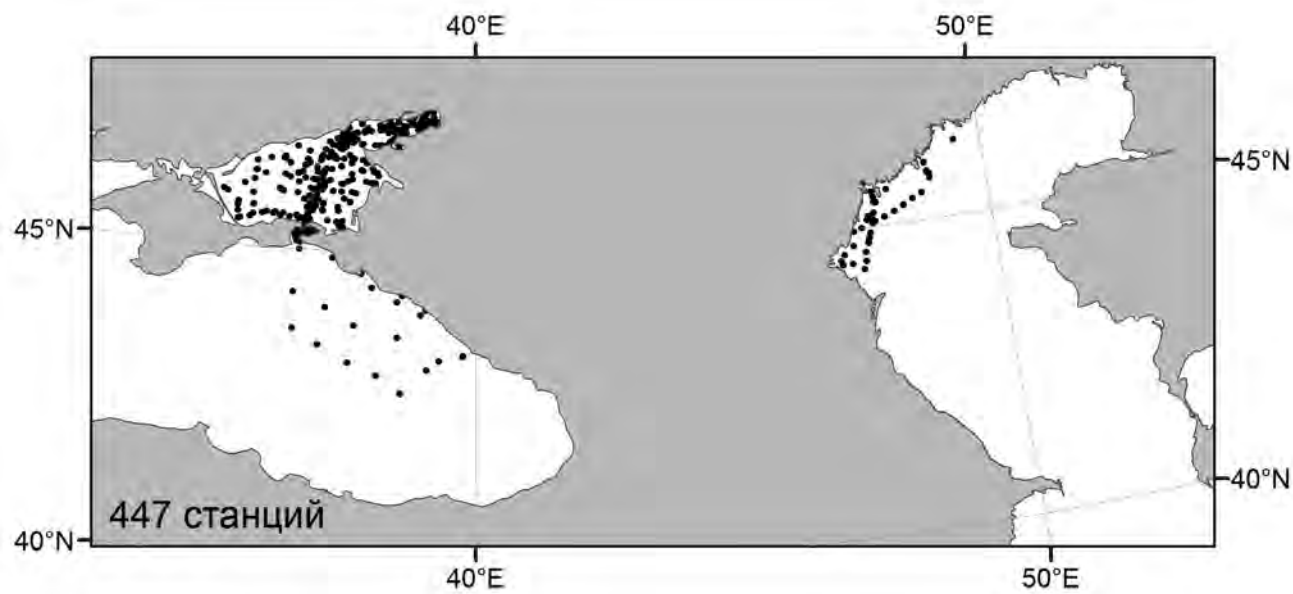


Рисунок 3.35. Распределение станций с пробами микрозоопланктона (2004–2011 гг.)

Таблица 3.9. Инвентаризация станций с пробами микрозоопланктона (2004–2011 гг.)													
Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Азовское море													
2004			3		7	63	9						82
2005						16							16
2006	8	7		8	11	11	1					9	55
2007				6			10		1	10	22		49
2008		13		6		8	5	13		20			65
2009	10	6		6		17				4			43
2010		12					13						25
2011						21			13	4			38
Всего	18	38	3	26	18	136	38	13	14	38	22	9	373
Чёрное море													
2004						1							1
2007				4									4
2008										1			1
2009				5									5
2011						13							13
Всего	0	0	0	9	0	14	0	0	0	1	0	0	24
Каспийское море													
2004								33					33
2005					3			14					17
Всего	0	0	0	0	3	0	0	47	0	0	0	0	50
Всего по морям	18	38	3	35	21	150	38	60	14	39	22	9	447

Сетной зоопланктон

При отборе проб сетного планктона основным орудием лова является сеть Джеди, рекомендованная для Азовского моря в конце 1930-х гг. [Окул, 1940]. Данная сеть имеет диаметр входного отверстия, равный 20 см, и размер ячее сетного полотна 125 мкм. Сравнительно крупный размер ячее предотвращает «забивание» сетного полотна колониями фитопланктона в летний период, однако приводит к недоучёту младших копепоидов и науплиусов копепод, а также коловраток. Данные группы зоопланктона учитываются в пробах микропланктона. При отборе проб зоопланктона вертикально облавливаются весь столб воды от дна до поверхности (Азовское море) и слой 0–50 м (Чёрное море). Сеть не оборудована счётчиком профильтрованной воды. Учет профильтрованного сетью объёма ведётся по длине и углу наклона вытравленного троса. Для отбора проб в мелководной зоне Азовского моря эпизодически используется сеть Апштейна, через которую фильтруют известный объём воды.

Определение численности сетного планктона проводится по стандартной методике, принятой в СССР и России, в камере Богорова [Руководство ... 1980]. Чаще всего при обработке подсчитывается численность всех планктеров в известной части пробы. Определение биомассы зоопланктона проводится по уравнениям, связывающим длину и объём особи, для отдельных видов (кладоцеры, копепоиды) и групп (коловратки, меропланктон) организмов [Поважный, 2009].

В базе данных полнее всего представлены результаты изучения сетного планктона Азовского моря. Для Чёрного моря имеются отрывочные данные за летний период (рис. 3.36 и табл. 3.10).

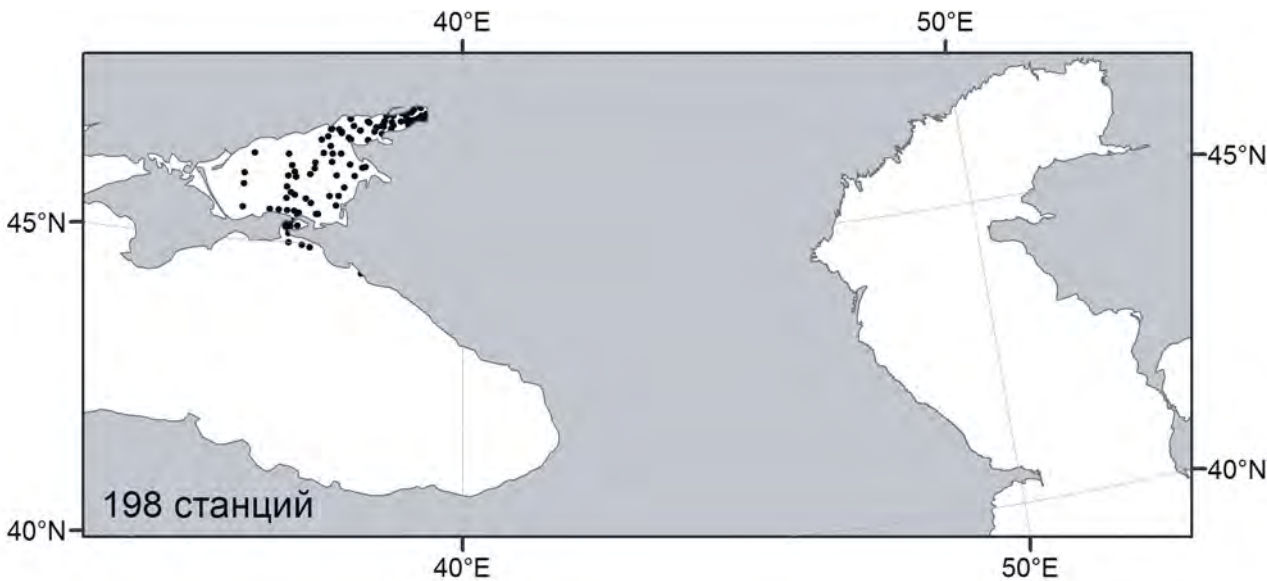


Рисунок 3.36. Распределение станций с пробами сетного зоопланктона (2003–2008 гг.)

Таблица 3.10. Инвентаризация станций с пробами сетного зоопланктона (2003–2008 гг.)													
Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Азовское море													
2003				2	3	2	1	8					16
2004	4		2		13	34	9		3	11			76
2005	7			14	7	23	1	1					53
2006	5			12	8			7	6			5	43
2008				1		4	1						6
Всего	16	0	2	29	31	63	12	16	9	11	0	5	194
Чёрное море													
2004						1							1
2005						3							3
Всего	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Всего по морям	16	0	2	29	31	67	12	16	9	11	0	5	198

Желетелый планктон

Массовое развитие гребневииков-вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* в Азовском, Чёрном и Каспийском морях в настоящий момент пристально изучается. Для мониторинга желетелого планктона используется сеть ИКС-80 с диаметром входного отверстия 80 см и размером ячеи 500 мкм, аналогичная по конструкции сети Bogorov-Rass (BR) для горизонтального лова. Пробы отбираются в летний период методом вертикального лова от дна до поверхности (Азовское море) и в слое 0–50 м (Чёрное и Каспийское моря). Сеть не оборудована счётчиком профильтрованной воды. Учёт профильтрованного сетью объёма ведётся по длине и углу наклона вытравленного троса. Измерение сырой биомассы желетелого планктона по видам проводится мерным цилиндром (объёмный метод) после сортировки организмов и отделения воды. В пробах учитываются гидроидные и сцифоидные медузы, а также гребневики.

В базе данных наиболее полно представлены сведения по желетелому планктону Таганрогского залива Азовского моря, полученные в ходе 12 экспедиций и российского сектора Каспийского моря в летний период (рис. 3.37 и табл. 3.11).

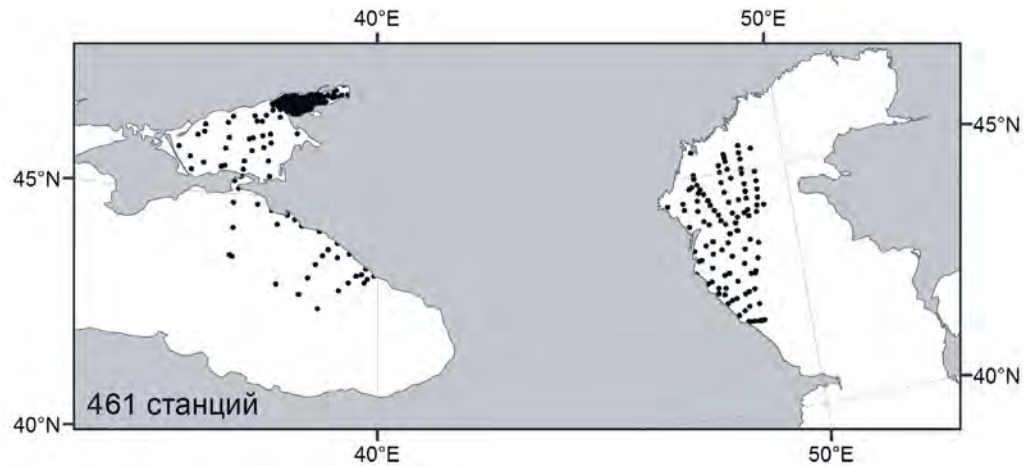


Рисунок 3.37. Распределение станций с пробами желетелого планктона (2003–2011 гг.)

Таблица 3.11. Инвентаризация станций с пробами желетелого планктона (2003–2011 гг.)													
Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Азовское море													
2003								30					30
2004									7	9			16
2005									153				153
2007									2	32			34
2008									11	21			32
2009									19				19
Всего	0	0	0	0	0	0	0	30	192	62	0	0	284
Чёрное море													
2008										22			22
2009				12									12
Всего	0	0	0	12	0	0	0	0	0	22	0	0	34
Каспийское море													
2004								2					2
2008							45						45
2009								49					49
2011								47					47
Всего	0	0	0	0	0	0	45	98	0	0	0	0	143
Всего по морям	0	0	0	12	0	0	45	128	192	84	0	0	461

4. Содержание DVD

Диск имеет следующие основные разделы:

DATABASE – содержит файлы данных. Структура папки описана в разделе Атласа «1.3. Доступ к данным».

DOC – содержит текст Атласа на английском и русском в формате pdf.

CHARTS – содержит карты с рельефом дна разрезов для Азовского, Чёрного, Каспийского и Баренцева морей. Имена файлов имеют структуру SS_XX.png. Элементы имени файлов означают следующее:

SS – море (табл. 1.6), XX – разрез (табл. 4.1).

INVENTORY – содержит картинки инвентаризации по морям и инвентарные таблицы. Для каждого моря есть свой подраздел, название которого приведено в таблице 1.6, и отдельный подраздел для планктона. Структура подразделов имеет следующий вид:

«**Море**» – подраздел для инвентаризации в целом по морю, содержит следующие файлы:

таблица инвентаризации: SS_inventory.xls

карта распределения всех станций: SS_stations.png

карта распределения станций для конкретного месяца: SS_MM_stations.png

карта распределения станций для конкретного года: SS_YYYY_stations.png

карта распределения станций

для конкретного месяца конкретного года: SS_MM_YYYY_stations.png.

Элементы имени файлов означают следующее:

SS – море (табл. 1.6), MM – месяц (01, 02, ..., 12), YYYY – год.

Plankton – подраздел для инвентаризации станций с наблюдением за планктоном, содержит следующие файлы:

карта распределения всех станций фитопланктона в арктических морях: n_stations_phyto.png

карта распределения всех станций зоопланктона в арктических морях: n_stations_zoo.png

карта распределения всех станций фитопланктона в южных морях: s_stations_phyto.png

карта распределения всех станций пико-, нано-, фитопланктона в южных морях: s_stations_phyto_piconano.png

карта распределения всех станций микрозоопланктона в южных морях: s_stations_zoo_micro.png

карта распределения всех станций сетного зоопланктона в южных морях: s_stations_zoo.png

карта распределения всех станций желетелого зоопланктона в южных морях: s_stations_zoo_jelly.png.

CLIMATOLOGY – содержит месячные климатические поля и поля аномалий температуры и солёности, представленные в виде разрезов. Для каждого разреза каждого моря есть свой подраздел вида «Море/Разрез», название соответствующих элементов которого приведено в таблицах 1.6 и 4.1.

Структура подразделов имеет следующий вид:

«**Море**»/«**Разрез**»/«**P**»/«**Climatic**» – подраздел для климатических полей температуры и солёности конкретного разреза. Имена файлов имеют структуру SS_XX_P_MM.png.

«**Море**»/«**Разрез**»/«**P**»/«**Anomal**»/«**MM**» – подраздел для полей аномалий температуры и солёности конкретного разреза конкретного месяца. Имена файлов для Азовского, Чёрного и Каспийского морей имеют структуру SS_XX_P_MM_PER.png, для Баренцева моря – SS_XX_P_MM_YYYY.png.

«**Море**»/«**Разрез**»/«**P**»/«**Anomal**»/«**stdev**» – подраздел для полей среднеквадратического отклонения значений температуры и солёности вод конкретного разреза для Баренцева и Чёрного морей. Имена файлов имеют структуру SS_XX_P_MM_stdev.png.

Элементы имени файлов означают следующее:

SS – море (табл. 1.6), XX – разрез (табл. 4.1), P – параметр (t – температура, s – солёность), MM – месяц (01, 02, ..., 12), YYYY – год, PER – период лет (список периодов для Азовского, Чёрного и Каспийского морей представлен в таблицах 4.2–4.4 соответственно).

FISHERY – содержит карты по промыслу в Баренцевом море. Структура подразделов имеет следующий вид:

Barents Sea/«**F**» – подраздел для карт годового вылова по одному из 4-х видов рыб. Имена файлов имеют структуру SS_P_YYYY.png. Элементы имени файлов означают следующее:

SS – море (табл. 1.6), F – вид рыбы (табл. 4.5), YYYY – год.

ICE – содержит карты ледового покрова и графики ледового режима. Для каждого моря есть свой подраздел, название которого приведено в таблице 1.6. Имена файлов для Баренцева моря имеют структуру SS_ice_MM_YYYY.png, для Азовского и Каспийского морей – SS_ice_ST.png. Элементы имени файлов означают следующее:

SS – море (табл. 1.6), MM – месяц (01, 02, ..., 12), YYYY – год, ST – название станции наблюдения (табл. 4.6).

CREDITS – содержит список авторов и библиографическую ссылку настоящей работы.

Таблица 4.1. Таблица сокращений в имени файлов для разрезов			
Море	Разрез	Название подраздела	Сокращение в названии файлов
Азовское море	1	Section 1	01
	2	Section 2	02
Баренцево море	6	Section 6	06
	29	Section 29	29
Чёрное море	1	Section 1	01
	2	Section 2	02
Каспийское море	1	Section 1	01
	2	Section 2	02
	3	Section 3	03
	3a	Section 3a	3a
	4	Section 4	04
	5	Section 5	05
	6	Section 6	06
	7	Section 7	07

Таблица 4.2. Периоды для Азовского моря	
Номер	Продолжительность, годы
1	1922–1934
2	1935–1941
3	1946–1949
4	1950–1957
5	1958–1970
6	1971–1981
7	1982–2000
8	2001–2010

Таблица 4.3. Периоды для Чёрного моря	
Номер	Продолжительность, годы
1	1891–1959
2	1960–1979
3	1980–2008

Таблица 4.4. Периоды для Каспийского моря	
Номер	Продолжительность, годы
1	1914–1934
2	1961–1967
3	1972–1979
4	1984–1991
5	2000–2010

Таблица 4.5. Таблица сокращений в имени файлов для видов рыб		
Название	Название подраздела	Сокращение в названии файлов
Пикша	Had	had
Треска	Cod	cod
Сайка	ArC	arc
Мойва	Cap	cap

Таблица 4.6. Станции наблюдения за льдом в Азовском и Каспийском морях		
Море	Название станции	Сокращение в названии файлов
Азовское море	Ейск	Eisk
	Кагальник	Kagalnik
	Приморско-Ахтарск	Primorsko-Akhtarsk
	Таганрог	Taganrog
	Тамань	Taman
Каспийское море	Темрюк	Temryuk
	Астрахань	Astrakhan
	о. Искусственный	Iskusstvennyi
	о. Кулалы	Kulaly
	о Пешной	Peshnoi
	о. Тюлений	Tyulenii

5. Перечень таблиц и рисунков

Перечень таблиц

- Таблица 1.1. Основные секции формата «WODselect csv»
- Таблица 1.2. Формат секций CAST / METADATA / BIOLOGY METADATA
- Таблица 1.3. Формат секции VARIABLES
- Таблица 1.4. Формат секции BIOLOGY
- Таблица 1.5. Типы инструментов в базе данных Атласа
- Таблица 1.6. Таблица сокращений в имени файлов для больших морских экосистем
- Таблица 2.1. Распределение станций по большим морским экосистемам Восточной Арктики
- Таблица 2.2. Перечень показателей, включенных в базу данных Баренцева и Белого морей
- Таблица 2.3. Распределение станций с пробами фитопланктона в Баренцевом, Белом и Карском морях (1999–2011 гг.)
- Таблица 2.4. Распределение станций с пробами зоопланктона Баренцева моря (2001–2010 гг.)
- Таблица 2.5. Перечень показателей, включённых в базу данных Карского моря
- Таблица 2.6. Перечень показателей, включённых в базу данных моря Лаптевых
- Таблица 2.7. Перечень показателей, включённых в базу данных Восточно-Сибирского моря
- Таблица 2.8. Перечень показателей, включённых в базу данных Чукотского моря
- Таблица 3.1. Распределение станций по большим морским экосистемам южных морей
- Таблица 3.2. Перечень показателей, включённых в базу данных Чёрного моря
- Таблица 3.3. Перечень показателей, включённых в базу данных Азовского моря
- Таблица 3.4. Характеристика вековых разрезов Каспийского моря
- Таблица 3.5. Перечень показателей, включённых в базу данных Каспийского моря
- Таблица 3.6. Параметры построения вертикальных полей распределения гидрологических характеристик для разрезов Каспийского моря
- Таблица 3.7. Инвентаризация станций с пробами фитопланктона (2005–2011 гг.)
- Таблица 3.8. Инвентаризация станций с пробами пико- и нанопланктона (2008–2011 гг.)
- Таблица 3.9. Инвентаризация станций с пробами микрозоопланктона (2004–2011 гг.)
- Таблица 3.10. Инвентаризация станций с пробами сетного зоопланктона (2003–2008 гг.)
- Таблица 3.11. Инвентаризация станций с пробами желетелого планктона (2003–2011 гг.)

Перечень рисунков

Рисунок 2.1. Выдающиеся исследователи Арктики XIX – начала XX в.

Рисунок 2.2. Распределение станций в морях Восточной Арктики в период 1827–2013 гг.

Рисунок 2.3. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных морей Восточной Арктики (1827–2013 гг.)

Рисунок 2.4. Станции отбора проб в экспедициях ММБИ в 1996–2013 гг., в том числе по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах Мурманского морского пароходства

Рисунок 2.5. Распределение станций по акватории Баренцева и Белого морей (1870–2013 гг.)

Рисунок 2.6. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Баренцева и Белого морей (1870–2013 гг.)

Рисунок 2.7. Станции в базе данных Баренцева и Белого морей, выполненные в период 2001–2013 гг.

Рисунок 2.8. Положение основных и вековых океанологических разрезов в Баренцевом море

Рисунок 2.9. Распределение станций в полосе 80 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль Кольского разреза

Рисунок 2.10. Распределение станций в полосе 80 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль Медвежинского разреза

Рисунок 2.11. Распределение станций с пробами фитопланктона в Баренцевом, Белом и Карском морях (1999–2011 гг.)

Рисунок 2.12. Распределение станций с пробами зоопланктона Баренцева моря (2001–2010 гг.)

Рисунок 2.13. Пример построения для Кольского разреза (А) среднемноголетнего вертикального распределения температуры воды в сентябре (Б)

Рисунок 2.14. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на Кольском разрезе в сентябре 2003 г.

Рисунок 2.15. Динамика ледовитости Баренцева моря в 1900–2010 гг.

Рисунок 2.16. Схема миграций и распределение промысловых скоплений трески в Баренцевом море в аномально холодные (А) и аномально тёплые (Б) годы

Рисунок 2.17. Распределение промысловых скоплений пикши в тёплом 2008 г.

Рисунок 2.18. Распределение нагульных скоплений мойвы в Баренцевом море в холодный 1980 (А) и тёплый 1992 (Б) гг.

Рисунок 2.19. Участки промысла сайки в ноябре холодного 1998 и тёплого 2007 гг.

Рисунок 2.20. Распределение станций в акватории Карского моря (1870–2013 гг.)

Рисунок 2.21. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Карского моря (1970–2013 гг.)

Рисунок 2.22. Станции в базе данных Карского моря, выполненные в период 2001–2013 гг.

Рисунок 2.23. Распределение станций по акватории моря Лаптевых (1878–2009 гг.)

Рисунок 2.24. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных моря Лаптевых (1878–2009 гг.)

Рисунок 2.25. Станции в базе данных моря Лаптевых, выполненные в период 2001–2009 гг.

Рисунок 2.26. Распределение станций по акватории Восточно-Сибирского моря (1878–2008 гг.)

Рисунок 2.27. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Восточно-Сибирского моря (1878–2008 гг.)

Рисунок 2.28. Распределение станций по акватории Чукотского моря (1849–2012 гг.)

Рисунок 2.29. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чукотского моря (1849–2012 гг.)

Рисунок 3.1. Распределение станций по акватории Чёрного, Азовского и Каспийского морей в период 1884–2012 гг.

Рисунок 3.2. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чёрного, Азовского и Каспийского морей (1884–2012 гг.)

Рисунок 3.3. Морские экспедиции ЮНЦ РАН в Азовском, Чёрном и Каспийском морях в период 1997–2011 гг.

Рисунок 3.4. Распределение станций по акватории Чёрного моря (1884–2012 гг.)

Рисунок 3.5. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Чёрного моря (1884–2012 гг.)

Рисунок 3.6. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Самсун – Керченский пролив»

Рисунок 3.7. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Ялта – Батуми»

Рисунок 3.8. Пример построения для разреза «Ялта – Батуми» (А) среднемноголетнего вертикального распределения температуры воды в сентябре (Б)

Рисунок 3.9. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на разрезе «Ялта – Батуми» в сентябре для периода 1980–2008 гг.

Рисунок 3.10. Распределение станций по акватории Азовского моря (1891–2012 гг.)

Рисунок 3.11. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Азовского моря (1891–2012 гг.)

Рисунок 3.12. Распределение станций по годам в базе данных Климатического атласа Азовского моря 2008 [Matishov et al., 2008] – 1 и прирост числа станций в новом Атласе – 2

Рисунок 3.13. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «Керченский пролив – дельта Дона»

Рисунок 3.14. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза «пос. Игоревка – дельта Кубани»

Рисунок 3.15. Пример построения среднемноголетнего вертикального распределения солёности воды в августе для разреза «Керченский пролив – дельта Дона» (А), аномалий вертикального распределения солёности в августе для периода 1971–1981 гг. (Б) и периода 1982–2000 гг. (В)

Рисунок 3.16. Межгодовая изменчивость средней солёности (S) и речного стока (R, км³/год) Азовского моря в период 1922–2010 гг.

Рисунок 3.17. Береговые гидрометеорологические станции, для которых собраны данные наблюдений за ледовым режимом Азовского моря

Рисунок 3.18. Многолетняя динамика продолжительности ледового периода по данным наблюдений в Таганроге

Рисунок 3.19. Распределение станций по акватории Каспийского моря (1897–2011 гг.)

Рисунок 3.20. Распределение станций по месяцам (А) и годам (Б) в базе данных Каспийского моря (1897–2011 гг.)

Рисунок 3.21. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 1

Рисунок 3.22. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 2

Рисунок 3.23. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 3

Рисунок 3.24. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 3а

Рисунок 3.25. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 4

Рисунок 3.26. Распределение станций в полосе 40 км (А, В) и рельеф дна (Б, Г) вдоль разрезов 5 и 7 соответственно

Рисунок 3.27. Распределение станций в полосе 40 км (А) и рельеф дна (Б) вдоль разреза 6

Рисунок 3.28. Изменение речного стока (R_{р.}) (А) и уровня (H_{р.}) Каспийского моря (Б) за период 1900–2010 гг.

Рисунок 3.29. Пример построения среднемноголетнего вертикального распределения температуры воды в феврале для разреза 6

Рисунок 3.30. Пример рассчитанной аномалии температуры воды на разрезе 6 в феврале 1961–1967 гг.

Рисунок 3.31. Береговые гидрометеорологические станции, для которых собраны данные наблюдений за ледовым режимом Каспийского моря

Рисунок 3.32. Многолетняя динамика продолжительности ледового режима по данным наблюдений на острове Тюлений

Рисунок 3.33. Распределение станций с пробами фитопланктона (2005–2011 гг.)

Рисунок 3.34. Распределение станций с пробами пико- и нанопланктона (2008–2011 гг.)

Рисунок 3.35. Распределение станций с пробами микрозоопланктона (2004–2011 гг.)

Рисунок 3.36. Распределение станций с пробами сетного зоопланктона (2003–2008 гг.)

Рисунок 3.37. Распределение станций с пробами желетелого планктона (2003–2011 гг.)

6. Литература

1. Azam F., Fenchel T., Field J. G. et al. The ecological role of water-column microbes in the sea // Marine Ecology Prog. Ser. 1983. 10. P. 257–263.
2. Gitelson A.A., Gao Bo-Cai, Rong-Rong Li, Berdnikov S., Saprygin V. Estimation of chlorophyll-a concentration in productive turbid waters using a Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean – the Azov Sea case study // Environ. Res. Lett. 2011. Vol. 6. № 2. DOI:10.1088/1748-9326/6/2/024023.
3. Ingleby B., Huddleston M. Quality control of ocean temperature and salinity profiles – Historical and real-time data // Journal of Marine Systems. 2007. Vol. 65. P. 158–175.
4. Johnson D.R., Boyer T.P., Garcia H.E., Locarnini R.A., Baranova O.K. and Zweng M.M. World Ocean Database 2009 Documentation // Ed. by S. Levitus. NODC Internal Report 20. NOAA Printing Office, Silver Spring, MD, 2009. 175 p.
5. Levermann A., Bamber J.L., Drijfhout S., Ganopolski A., Haerberli W., Harris N.R.P., Huss M., Krüger K., Lenton T.M., Lindsay R.W., Notz D., Wadhams P., Weber S. Potential climatic transitions with profound impact on Europe // Climatic Change. 2012. Vol. 110. Iss. 3–4. P. 845–878. DOI: 10.1007/s10584-011-0126-5.
6. Levitus S., Antonov J.I., Boyer T.P. Warming of the World Ocean, 1955–2003 // Geophys. Res. Lett. 2005. 32. P. L02604. DOI:10.1029GL021592.
7. Levitus S., Matishov G., Seidov D., Smolyar I. Barents Sea Multidecadal Variability // Geophys. Res. Lett. 2009. 36. P. L19604. DOI:10.1029/2009GL039847.
8. Liu J., Curry J.A., Wang H., Song M., Horton R.M. Impact of declining Arctic sea ice on winter snowfall // PNAS. 2012. Vol. 109. № 11. P. 4074–4079. DOI:10.1073/pnas.1114910109/-/DCSupplemental.
9. Luchin V., Kruts A., Sokolov O., Rostov V., Rudykh N., Perunova T., Zolotukhin E., Pischalnik V., Romeiko L., Hramushin V., Shustin V., Udens Y., Baranova O., Smolyar I., Yarosh E. Climatic Atlas of the North Pacific Seas 2009: Bering Sea, Sea of Okhotsk, and Sea of Japan / Ed. by V. Akulichev, Yu. Volkov, V. Sapozhnikov, S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS 67. U.S. Gov. Printing Office, Wash., D.C., 380 p. (+CD).
10. Moiseev D.V., Kulygin V.V., Berdnikov S.V. Joint MMBI, SSC RAS and NODC NOAA approach to oceanographic and hydro-biological database organization for the Arctic and Southern Seas of Russia // Berichter zur Polar- und Meeresforschung. Reports on Polar and Marine Research / Ed. by G. Hempel, K. Lochte, G. Matishov. 2012. Vol. 640. P. 137–151.
11. Matishov G.G. The Influence of Climatic and Ice Regime Variability on Navigation // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2008. 78 (5). P. 457–463. DOI: 10.1134/S1019331608050043.
12. Matishov G., Dashkevich L. and Kulygin V. Atlases of oceanographic observations as the tool of climatic analysis. 6-th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems Earth and Man EUREGEO (Munich, June 9–12, 2009). Proceedings. Vol. II. Printed by Landesamt für Vermessung und Geoinformation, München. 2009. P. 105–107.
13. Matishov G., Dashkevich L. and Kulygin V. Quality control of oceanographic data with the Sea of Azov database being exemplified // International Marine Data and Information Systems Conference IMDIS 2010 (Paris, March 29–31, 2010). Paris, France: Book of abstracts. Ifremer: Plouzane, 2010. P. 13–14.
14. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Denisov V.V., Zhichkin A.P., Moiseev D.V. Climate and oceanographic processes in the Barents Sea // Berichter zur Polar- und Meeresforschung. Reports on Polar and Marine Research / Ed. by G. Hempel, K. Lochte, G. Matishov. 2012. Vol. 640. P. 63–73.
15. Matishov G.G., Kovaleva G.V., Gasanova A.S. Effects of changes in the hydrological and hydrochemical regime of the Caspian Sea on the development of microalgae in the coastal zone // Doklady Earth Science. 2011. 437(1). P. 437–441.
16. Matishov G., Makarevich P., Timofeev S., Kuznetsov L., Druzhkov N., Larionov V., Golubev V., Zuyev A., Adrov N., Denisov V., Ilyin G., Kuznetsov A., Denisenko S., Savinov V., Shavikyn A., Smolyar I., Levitus S., O'Brien T., Baranova O. Biological Atlas of the Arctic Biological Atlas of the Arctic Seas 2000: Plankton of the Barents and Kara Seas. NOAA Atlas NESDIS 39. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2000. 350 p. (+CD).
17. Matishov G., Matishov D., Gargopa G., Dashkevich L., Berdnikov S., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Azov Sea 2006 / Ed. by G. Matishov, S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS 59. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 2006. 148 p. (+CD).

18. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Archipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008 / Ed. by G. Matishov, S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS 65. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2008. 148 p. (+CD).
19. Matishov G.G., Matishov D.G., Moiseev D.V. Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along glacial troughs // Oceanologia. 2009. 51(3). P. 293–312.
20. Matishov G.G., Stepan'yan O.V., Povazhnyi V.V., Kovaleva G.V., Kreneva K.V. Functioning of the ecosystem in the Sea of Azov during winter // Doklady Earth Sciences. 2007. 413(2). P. 297–299.
21. Matishov G., Zuyev A., Golubev V., Adrov N., Slobodin V., Levitus S., Smolyar I. Climatic Atlas of the Barents Sea 1998: Temperature, salinity, oxygen. NOAA Atlas NESDIS 26. U.S. Gov. Printing Office, Washington D.C., 1998. 130 p.
22. Matishov G., Zuyev A., Golubev V., Adrov N., Timofeev S., Karamusko O., Pavlova L., Braunstein A., Fadyakin O., Buzan A., Moiseev D., Smolyar I., Locarnini R., Tatusko R., Boyer T., Levitus S. Climatic Atlas of the Arctic Seas 2004: Part I. Database of the Barents, Kara, Laptev, and White Seas – Oceanography and Marine Biology. NOAA Atlas NESDIS 58. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2004. 356 p. (+DVD).
23. Moore G.W.K. and Renfrew I.A. Cold European winters: interplay between the NAO and the East Atlantic mode // Atmos. Sci. Lett. 2012. 13. P. 1–8. DOI: 10.1002/asl.356.
24. Moses W.J., Gitelson A.A., Berdnikov S. and Povazhnyy V. Satellite estimation of chlorophyll-a concentration using the red and NIR bands of MERIS – The Azov Sea case study // Geosci. Remote Sens. Lett., IEEE. 2009a. Vol. 6. № 4. P. 845–849.
25. Moses W.J., Gitelson A.A., Berdnikov S. and Povazhnyy V. Estimation of chlorophyll-a concentration in case II waters using MODIS and MERIS data – successes and challenges // Environ. Res. Lett. 2009b. 4. 045005 (8pp).
26. Moses W.J., Gitelson A.A., Berdnikov S.V., Saprygin V.V., Povazhnyi V.V. Operational MERIS-based NIR-red algorithms for estimating chlorophyll-a concentrations in coastal waters – The Azov Sea case study // Remote Sensing of Environment. 2012. 121. P. 118–124.
27. Overland J.E., Wang A. Large-scale atmospheric circulation changes are associated with the recent loss of Arctic sea ice // Tellus. 2010. 62A. P. 1–9. DOI: 10.1111/j.1600-0870.2009.00421.x.
28. Shiganova T.A., Mirzoyan Z.A., Studenikina E.A., Volovik S.P., Siokou-Frangou T., Zervoudaki S., Christou E.D., Skirta A.Y., Dumont H.J. Population development of the invader ctenophore Mnemiopsis leidyi, in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin // Mar. Biol. 2001. 139. P. 431–445.
29. Tourpali K., Zanis P. Anticyclonic blocking effects over Europe from an ensemble of regional climate models in recent past winters // Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics Springer Atmospheric Sciences. 2013. P. 773–778.
30. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 236 с.
31. Алексеев Г.В., Захаров В.Ф., Пнюшков А.В., Балакин А.А. Изменения климата в морской Арктике в начале XXI века // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 3. (86) С. 22–34.
32. Бердников С.В., Сорокина В.В., Левитус С., Смоляр И.В. Флуктуация климата Азовского моря (анализ термохалинных данных за 120 лет) // Труды Южного научного центра Российской академии наук. Том 4: Моделирование гидрологических процессов в Азовском море. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 88–91.
33. Бердников С.В., Яицкая Н.А., Смоляр И.В. Изменение гидрологического режима Северного Каспия при колебаниях уровня в XX веке. Модельный анализ // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России: Сборник научных статей / Гл. ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 29–43.
34. Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России. СПб, 1884. 640 с.
35. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.1. Баренцево море. Вып.1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 280 с.
36. Глущенко Г.Ю. Количественные характеристики ультрафитопланктона Азовского моря в современный период // Вестник ЮНЦ РАН. 2012. Т. 8, № 1. С. 54–59.

37. Глушченко Г.Ю., Лужняк О.Л. Роль водорослей разных размерных фракций в общей биомассе фитопланктона Таганрогского залива // Вестник ЮНЦ РАН. 2013. Т. 9. №1. С. 42–52.

38. Жичкин А.П. Атлас российского промысла трески в Баренцевом море (1977–2006 гг.). Мурманск: Радица, 2009. 212 с.

39. Карамушко О.В. Видовой состав и структура ихтиофауны Баренцева моря // Вопросы ихтиологии. 2008. Т. 48. № 3. С. 291–308.

40. Ковалёва Г.В. Фитопланктон Азовского моря и прилегающих водоемов // Азовское море в конце XX – начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. Т. 10. Апатиты. 2008. С. 134–223.

41. Кренёва К.В., Свистунова Л.Д., Сёмин В.Л. Оценка экологического состояния вод Таганрогского залива Азовского моря по ряду показателей микрозоопланктона и зообентоса // Известия ИГУ. 2008. Т. 1. № 1. С. 85–92.

42. Макаревич П.Р., Дружков Н.В. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Часть I. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты: КНЦ РАН СССР, 1989. С. 10–12.

43. Мамаева Н.В. Инфузории бассейна Волги (экологический очерк). Л.: Наука, 1979. 150 с.

44. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Чикин А.Л. Моделирование ледостава в Азовском море с учетом климатического тренда в начале XXI века // Доклады академии наук. 2012. Т. 445. № 5. С. 590–593.

45. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.

46. Матишов Г.Г., Голубев В.А., Жичкин А.П. Температурные аномалии вод Баренцева моря в летний период 2001–2005 годов // Доклады академии наук. 2007. Т. 412. № 1. С. 112–114.

47. Матишов Г.Г., Дашкевич Л.В., Смоляр И.В., Зуев А.Н., Голубев В.А., Бердников С.В. Новые технологии архивирования данных и построения компьютерных морских климатических и биологических атласов // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей. М.: Наука, 2005. С. 9–35.

48. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П. География промысла трески как индикатор экосистемы Баренцева моря. Известия РАН. 2010. Серия географическая. № 1. С. 112–119.

49. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Жичкин А.П., Моисеев Д.В. Климат морей Западной Арктики в начале XXI века // Известия РАН. 2011. Серия географическая. № 3. С. 17–32.

50. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Арктические вызовы и проблемы полярной науки // Вестник Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 10. С. 921–929.

51. Матишов Г.Г., Жичкин А.П. Опыт создания базы данных по географии рыболовства как интегрального показателя пространственно-временной изменчивости состояния больших морских экосистем // Вестник ЮНЦ РАН. 2008. Т. 4. № 4. С. 31–37.

52. Матишов Г.Г., Жичкин А.П. Влияние климатических флуктуаций на промысловую ихтиофауну экосистемы Баренцева моря // Вестник ЮНЦ РАН. 2013. Т. 9. № 1. С. 61–70.

53. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Кулыгин В.В., Архипова О.Е. Методология и опыт разработки климатических атласов // Труды ЮНЦ РАН. Том 4: Моделирование гидрологических процессов в Азовском море. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 21–48.

54. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Сорокина В.В., Левитус С., Смоляр И.В. Внутривековые флуктуации климата Азовского моря (по термохалинным данным за 120 лет) // Доклады академии наук. 2008. Т. 42. №1. С. 106–109.

55. Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Общая экология и палеогеография полярных океанов. Л.: Наука, 1990. 224 с.

56. Матишов Г.Г., Поважный В.В., Бердников С.В., Мозес В.Дж., Гительсон А.А. Оценки концентрации хлорофилла *a* и первичной продукции в Азовском море с использованием спутниковых данных // Доклады академии наук. 2010. Т. 432. № 4. С. 563–566.

57. Матишов Г.Г., Яицкая Н.А., Бердников С.В. Особенности внутривекового режима солёности Каспийского моря // Доклады академии наук. 2012. Т. 444. № 5. С. 549–553.

58. Миронов Е.У. Ледовые условия в Гренландском и Баренцевом морях и их долгосрочный прогноз. СПб: ГНЦ РФ ААНИИ, 2004. 320 с.

59. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона // Труды пробл. и темат. совещ. 2. Проблемы гидробиологии внутренних вод. М.; Л.: АН СССР, 1954.

60. Морозова-Водяницкая Н.В. Фитопланктон Черного моря // Труды Севастопольской биологической станции. 1954. Т. 8. С. 11–99.

61. Окул А.В. К методике количественного изучения планктона в Азовском море // Труды АзЧерНИРО. 1940. Вып. 12. С. 3–24.

62. Поважный В.В. Особенности динамики зоопланктонного сообщества Таганрогского залива // Вестник ЮНЦ РАН. 2009. Т.5. № 2. С. 94–101.

63. Привальский В.Е. Климатическая изменчивость. М.: Наука, 1985. 156 с.

64. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 192 с.

65. Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 97–105.

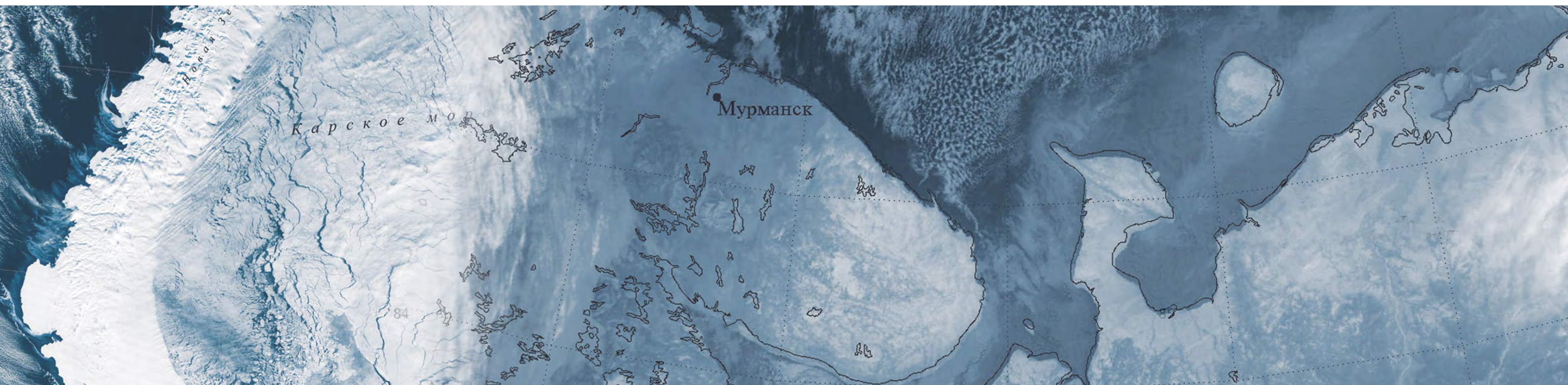
66. Тужилкин В.С. Сезонная и многолетняя изменчивость термохалинной структуры вод Черного и Каспийского морей и процессы ее формирования: дис. ... д-ра. геогр. наук. М., 2008. 313 с.

67. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалёв Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей евразийского шельфа. СПб: Наука, 2007.

68. Чорик Ф.П. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев: АН Молдавской ССР, 1968. 250 с.

69. Шавыкин А.А., Бердников С.В., Сапрыгин В.В., Вербицкий Р.Е. Непрерывные измерения океанологических параметров в приповерхностном слое Таганрогского залива. 1. Определение хлорофилла *a* флуориметрическим методом // Вестник ЮНЦ РАН. 2010. Т. 6. № 3. С. 39–48.

ПРИЛОЖЕНИЕ APPENDIX



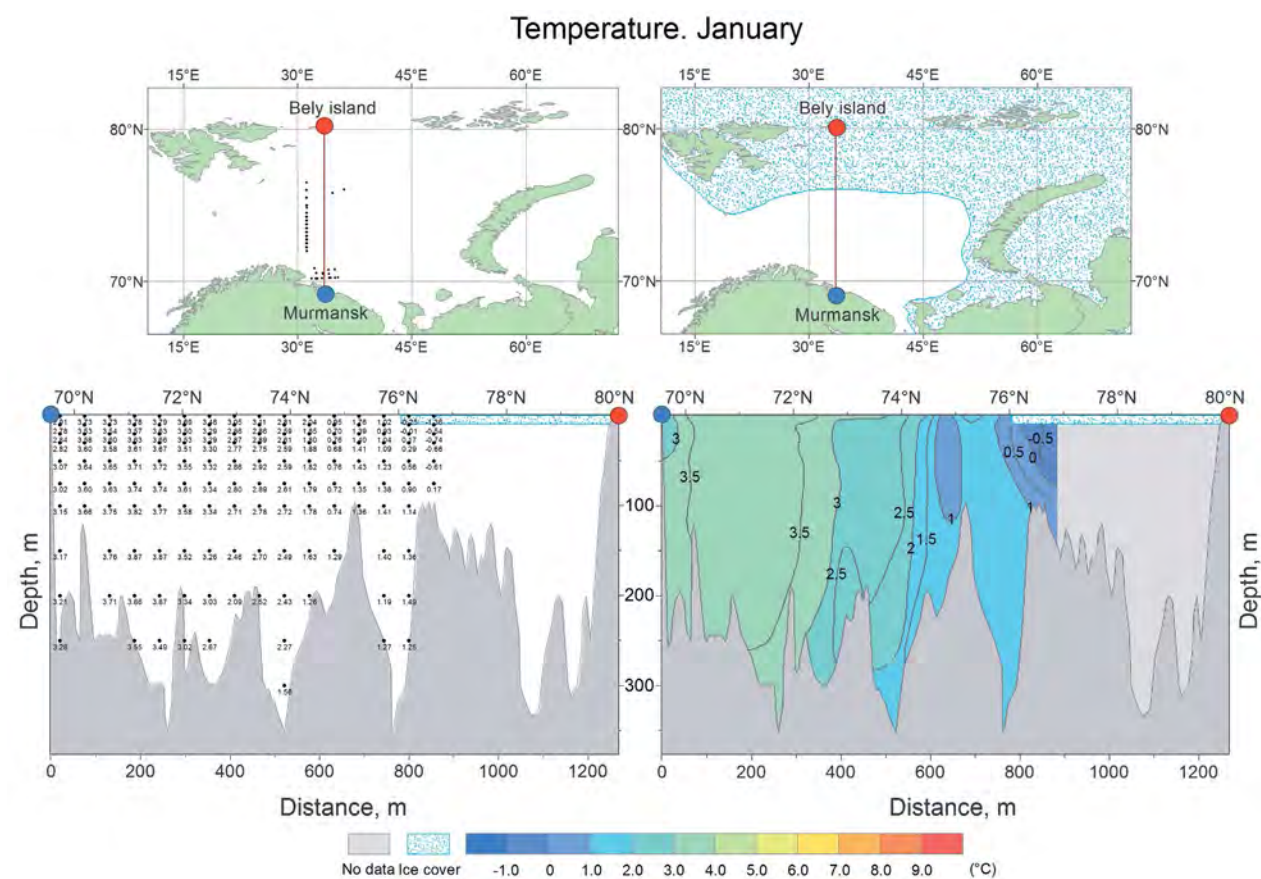


Рисунок П 1. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на Кольском разрезе

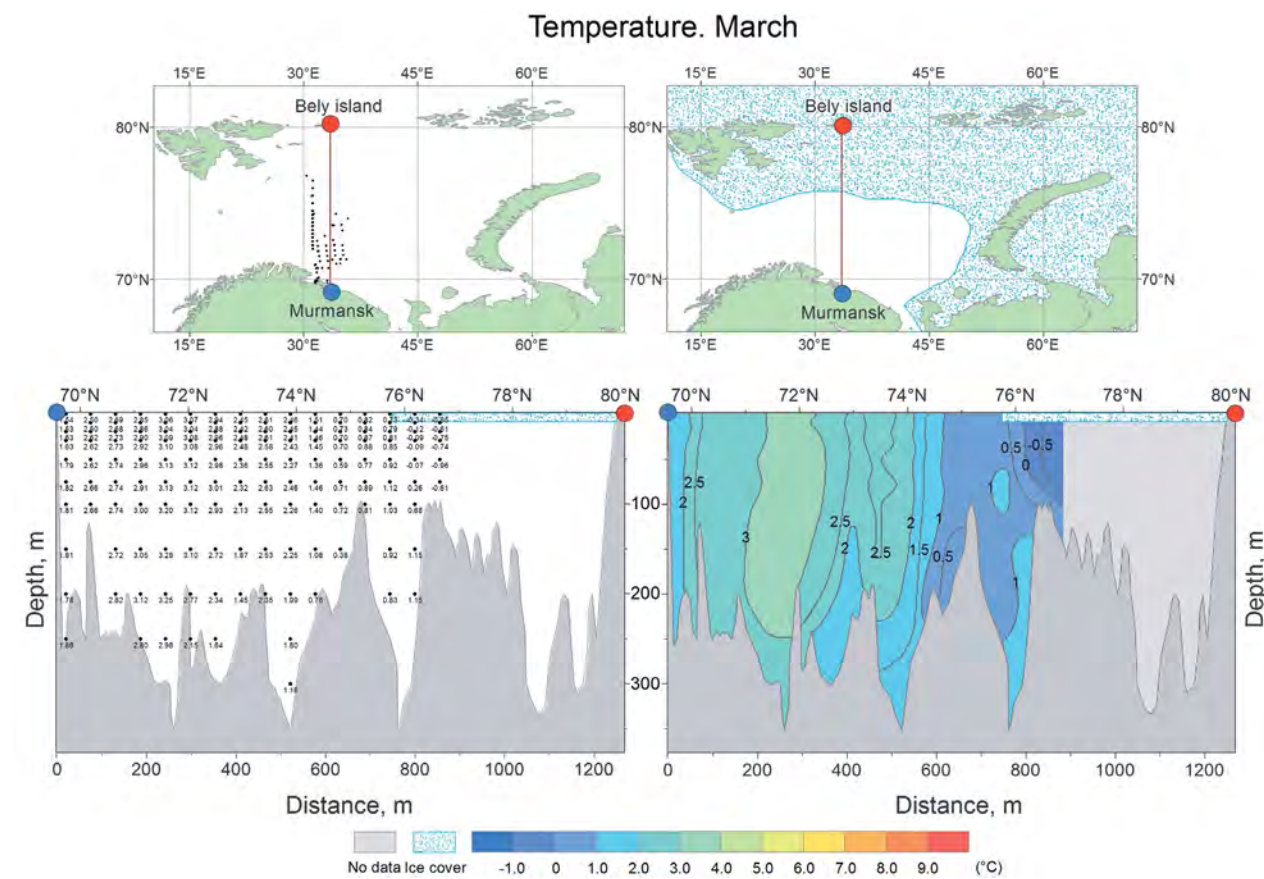


Рисунок П 3. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на Кольском разрезе

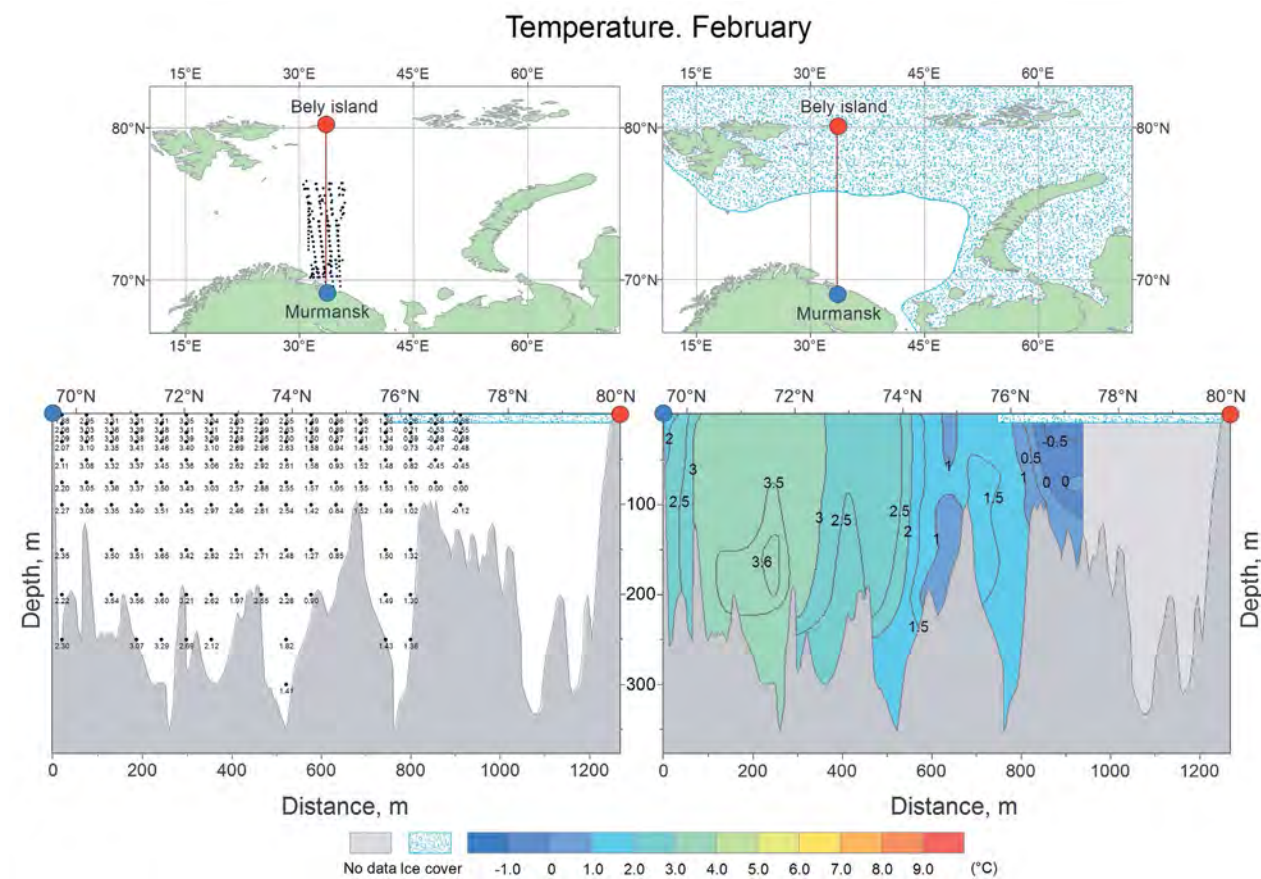


Рисунок П 2. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на Кольском разрезе

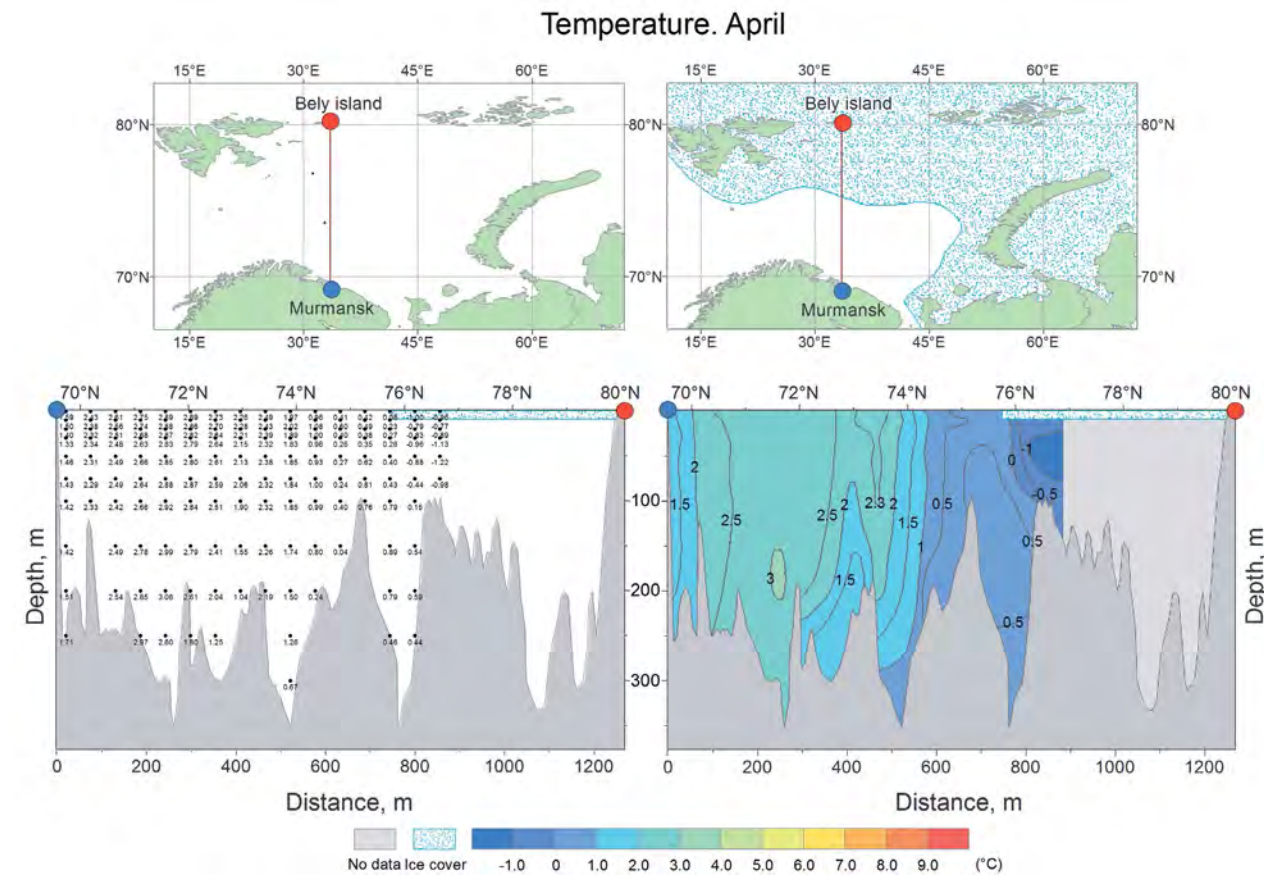


Рисунок П 4. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на Кольском разрезе

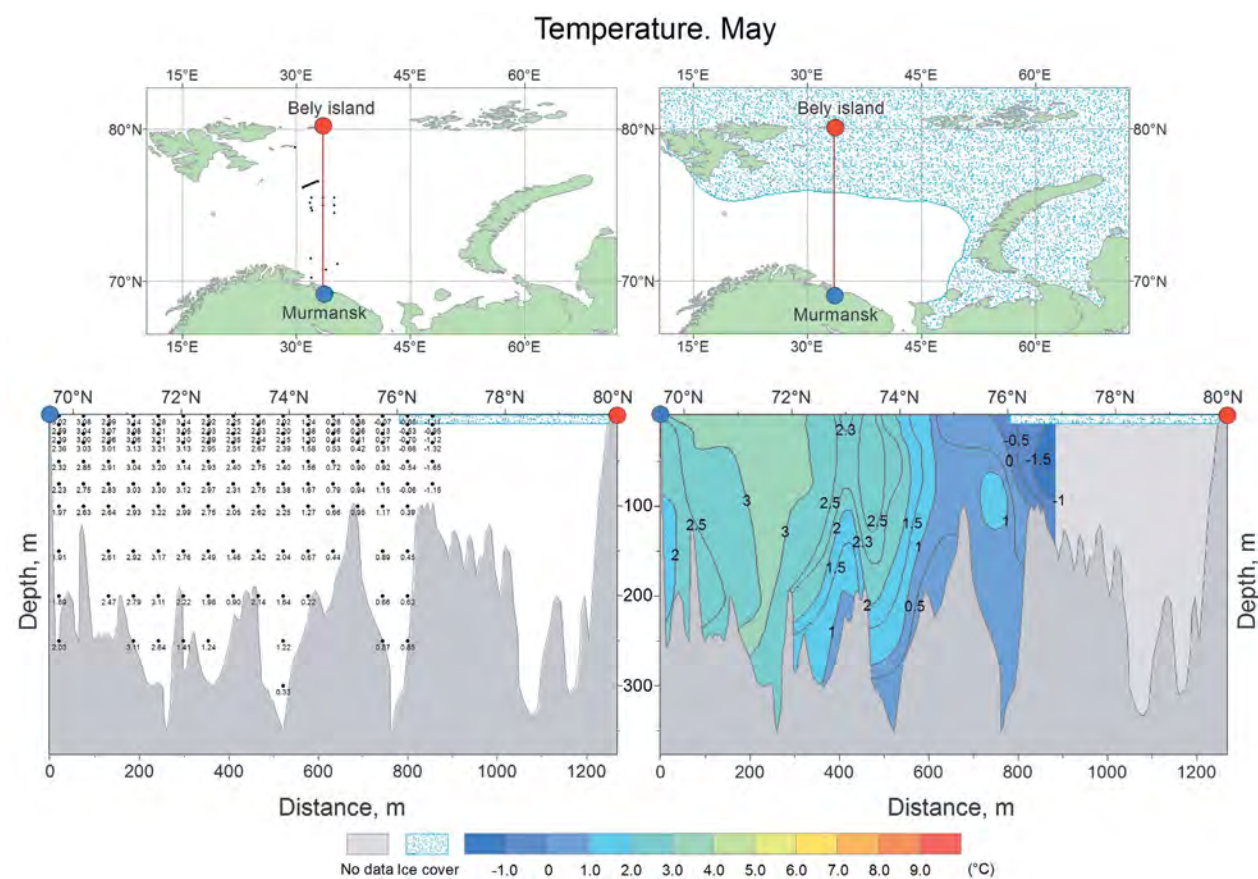


Рисунок П 5. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на Кольском разрезе

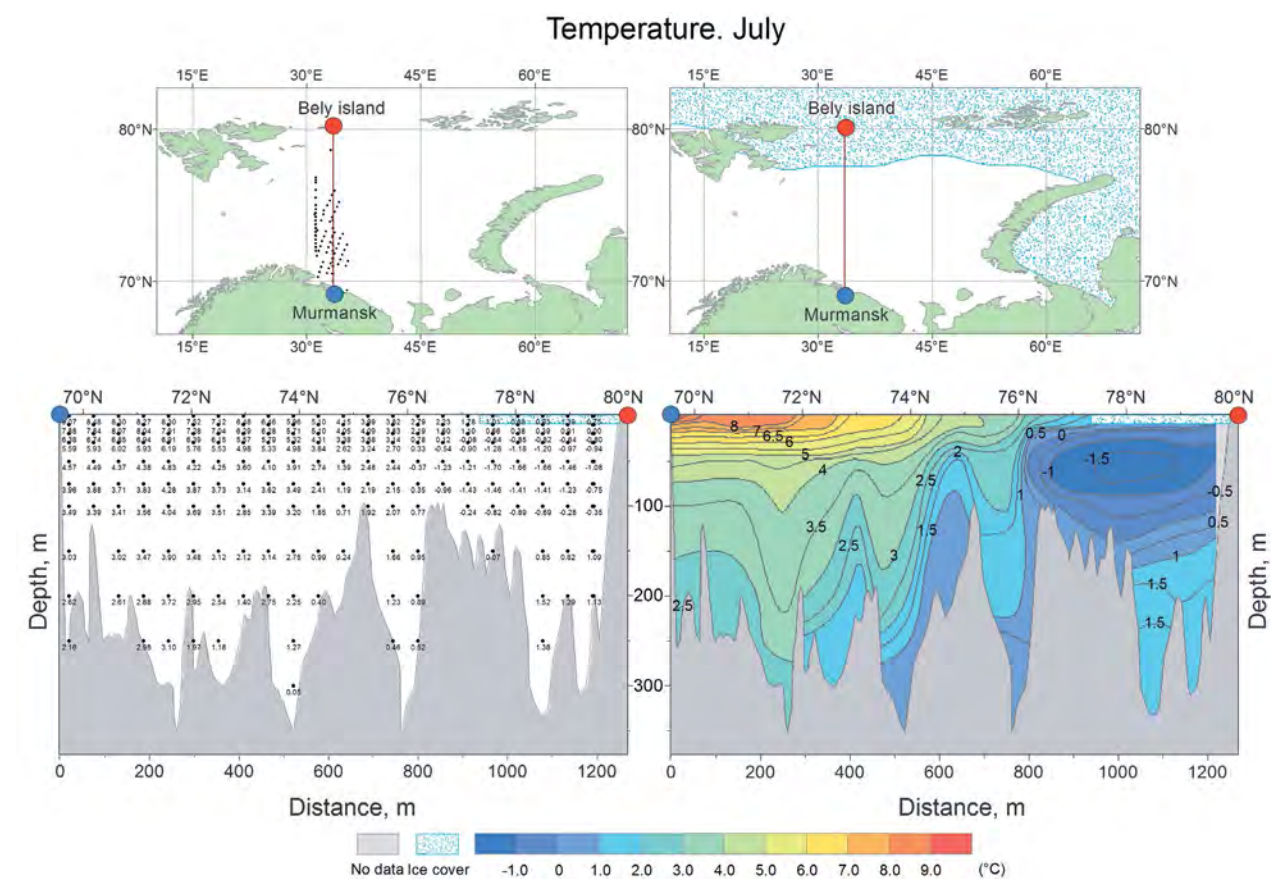


Рисунок П 7. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на Кольском разрезе

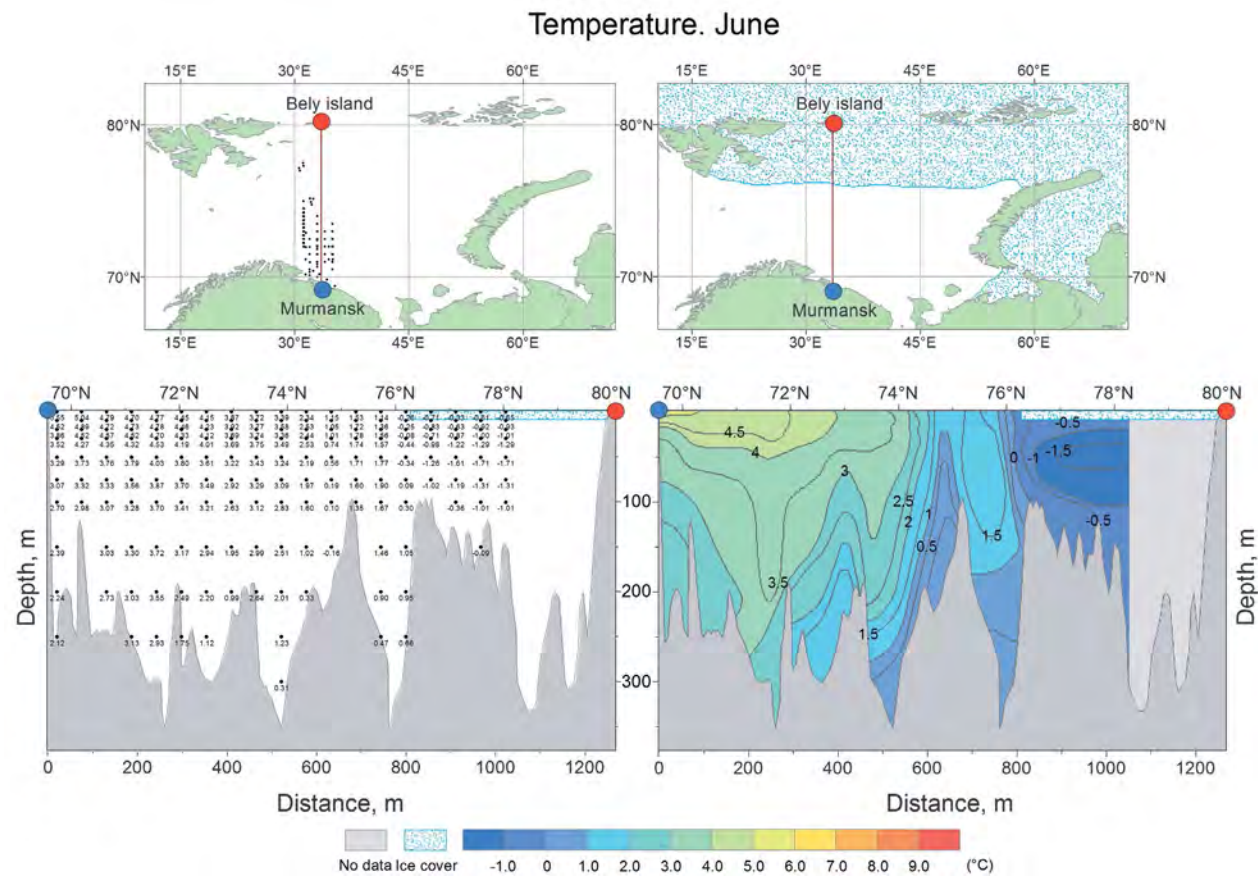


Рисунок П 6. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на Кольском разрезе

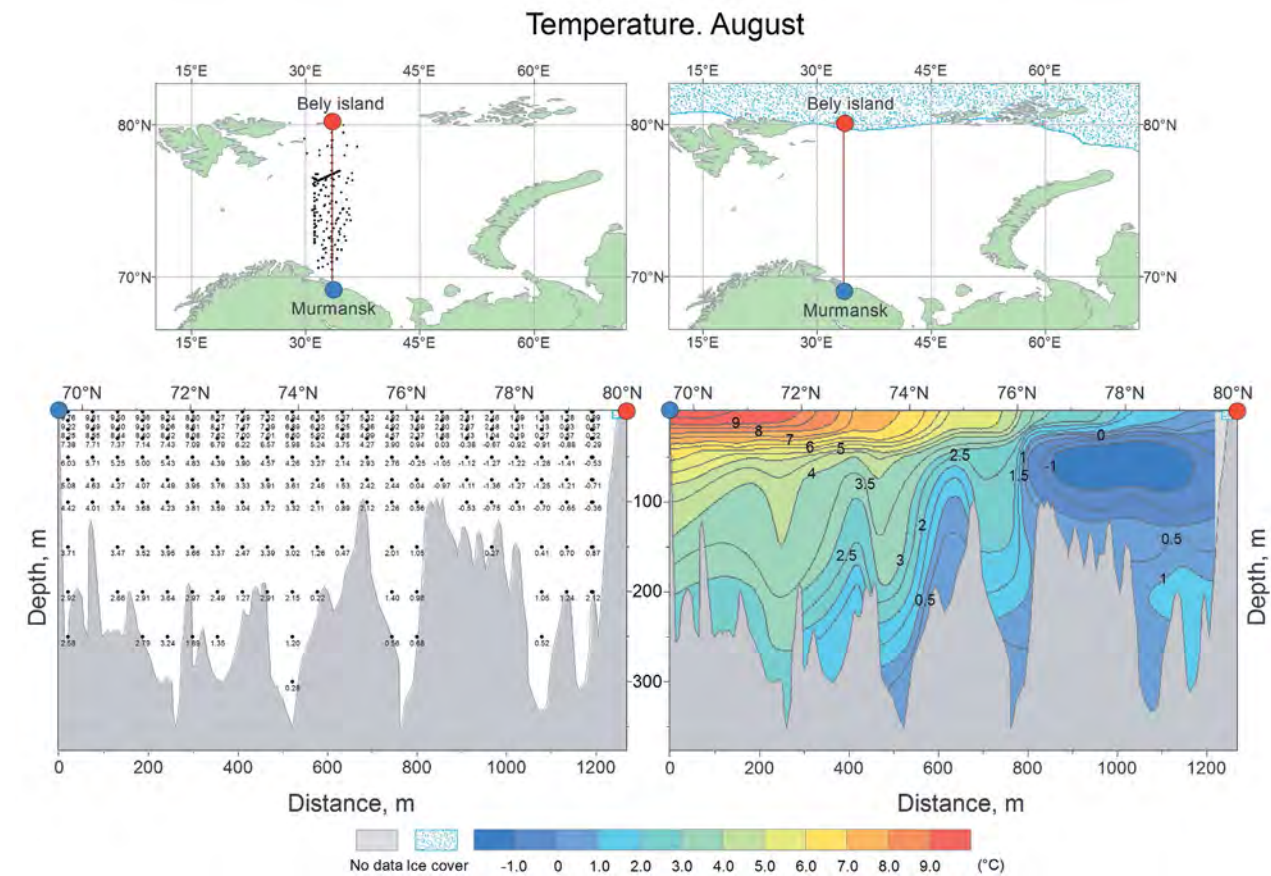


Рисунок П 8. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на Кольском разрезе

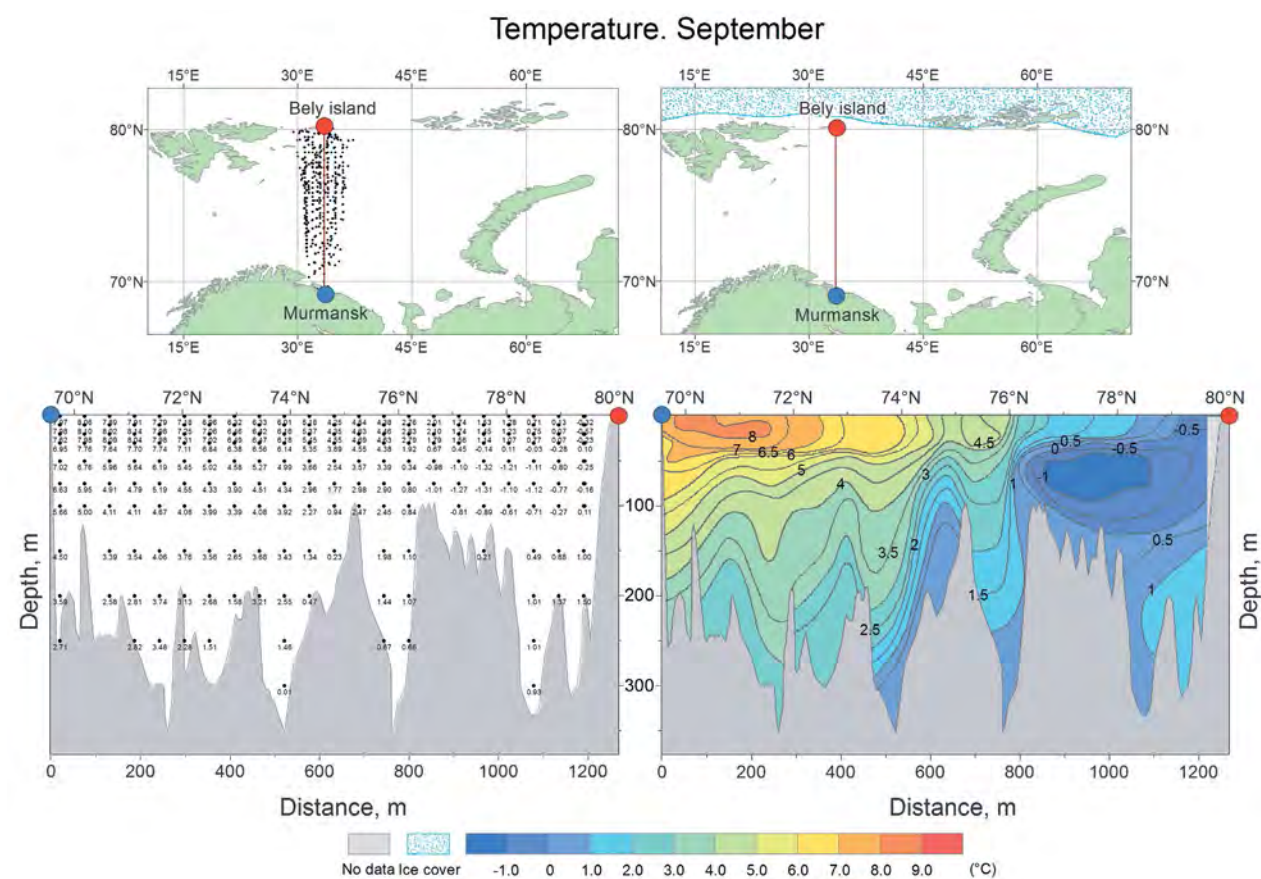


Рисунок П 9. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на Кольском разрезе

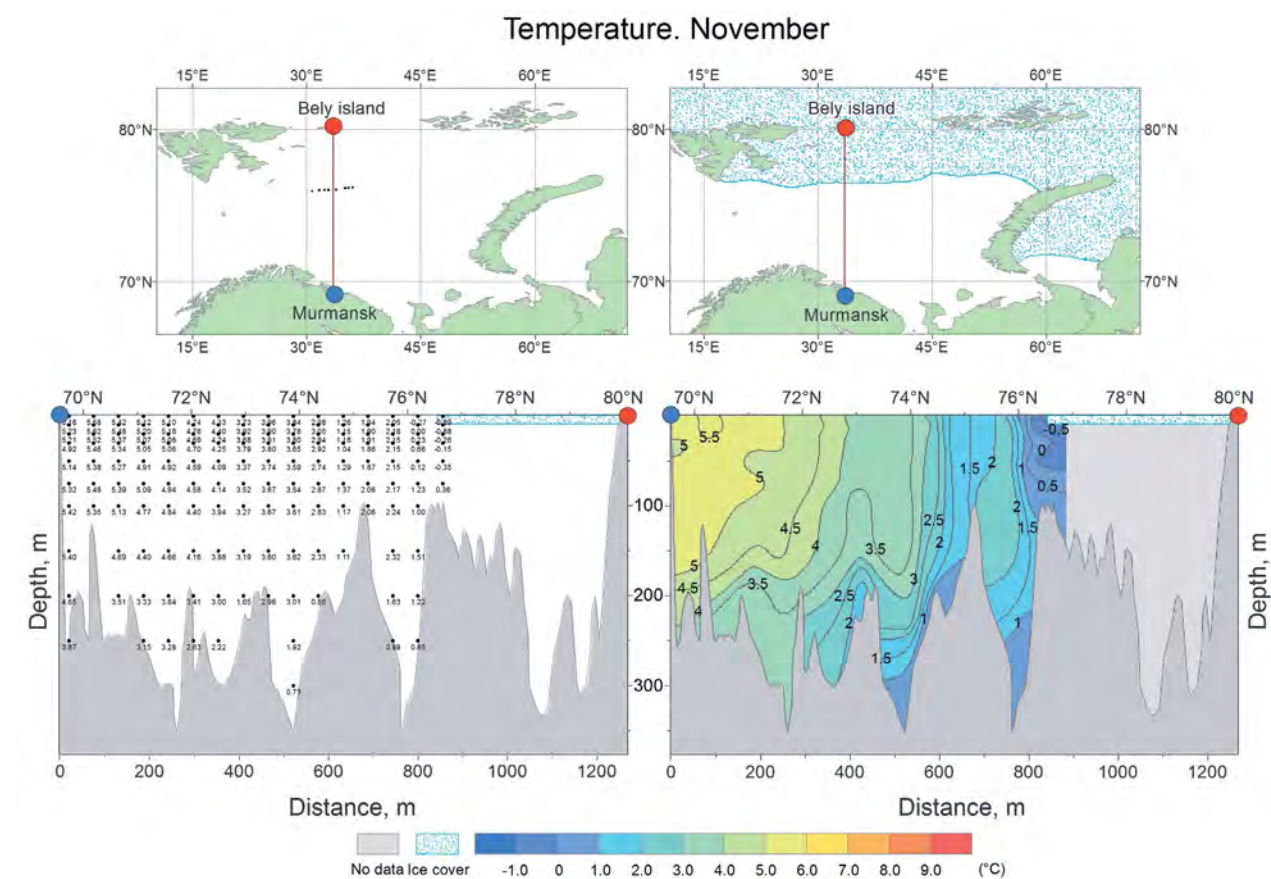


Рисунок П 11. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на Кольском разрезе

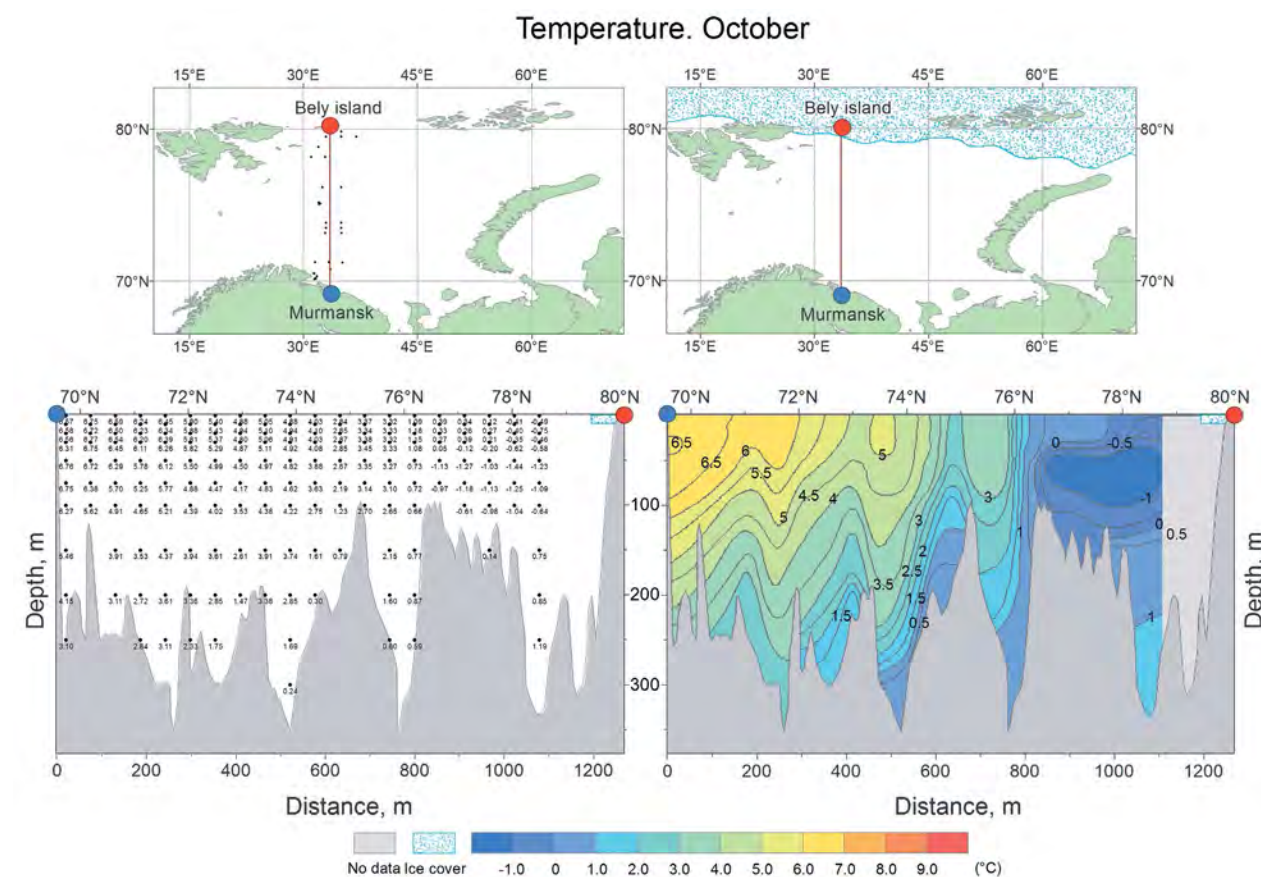


Рисунок П 10. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на Кольском разрезе

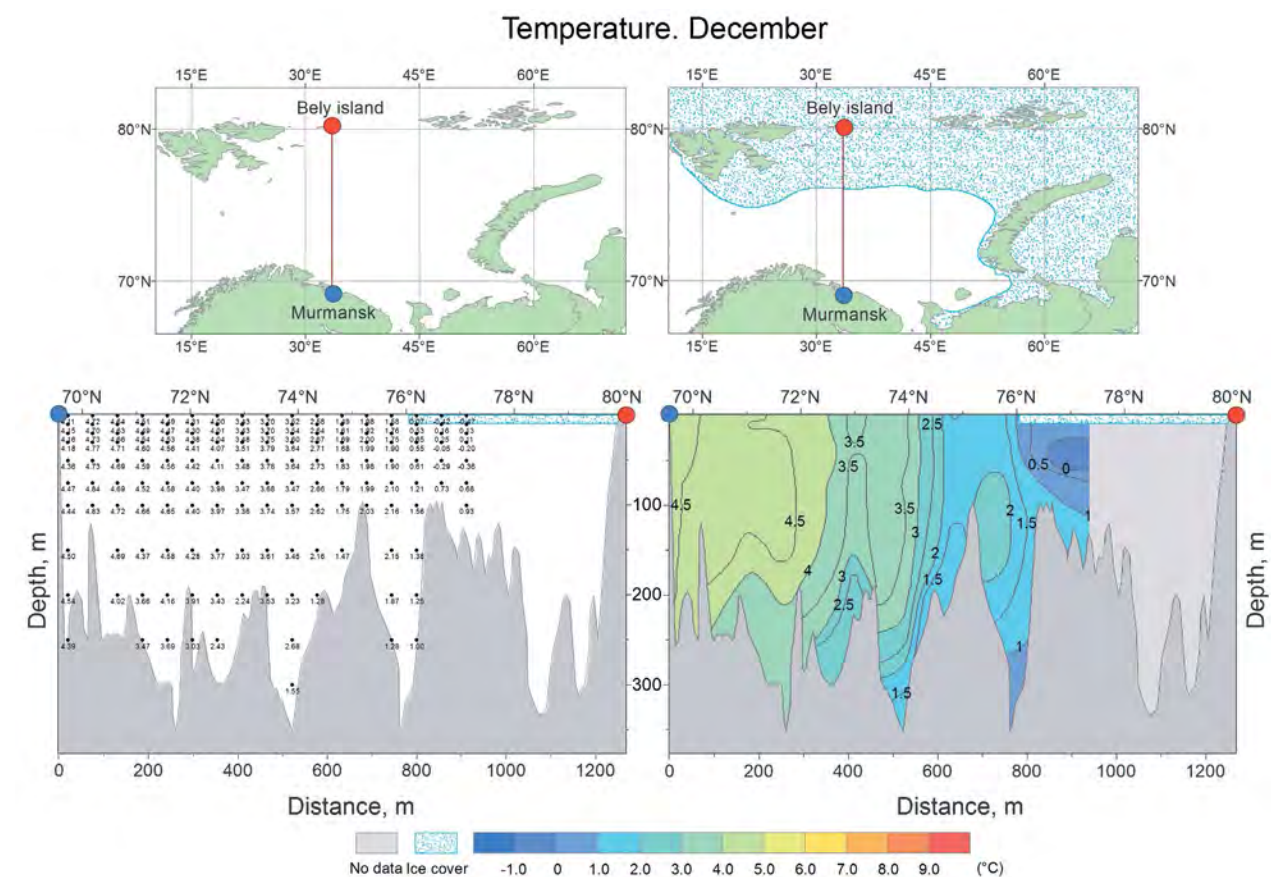


Рисунок П 12. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на Кольском разрезе

Salinity. January

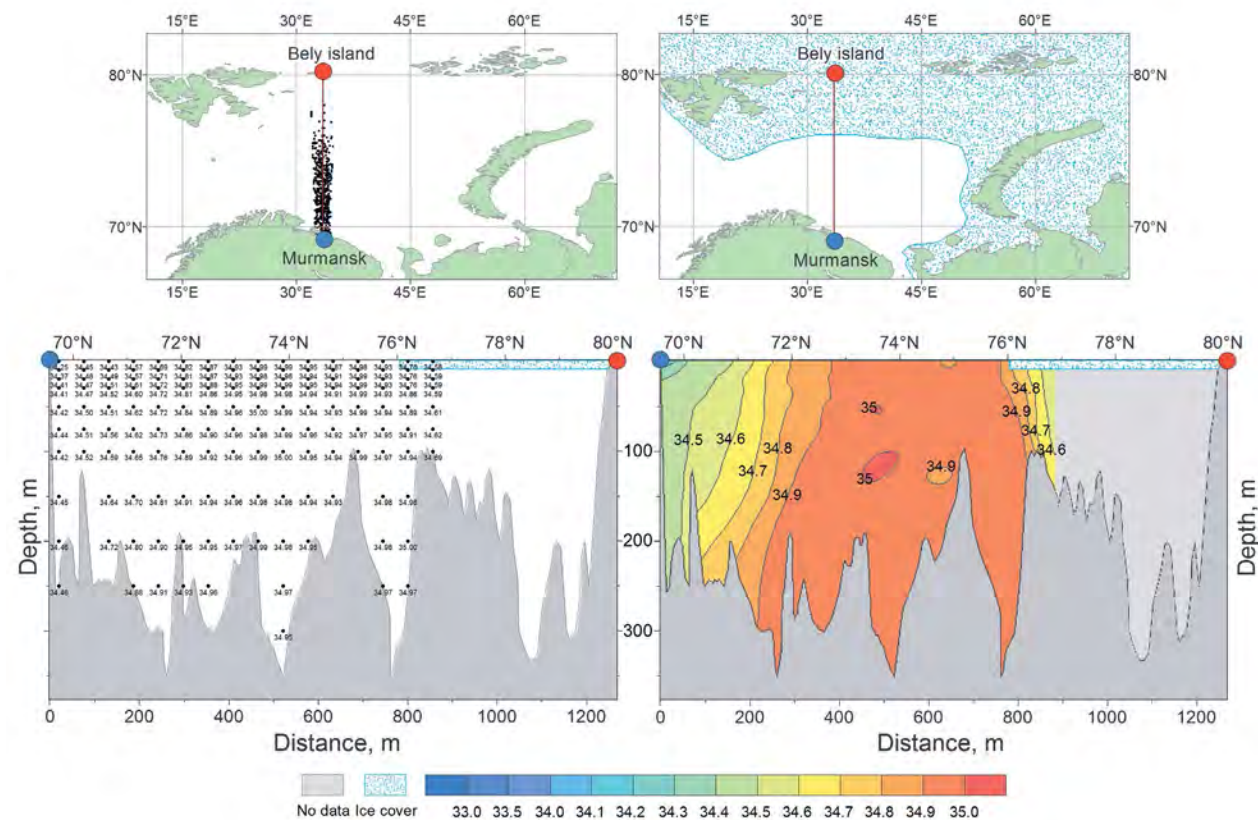


Рисунок П 13. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на Кольском разрезе

Salinity. February

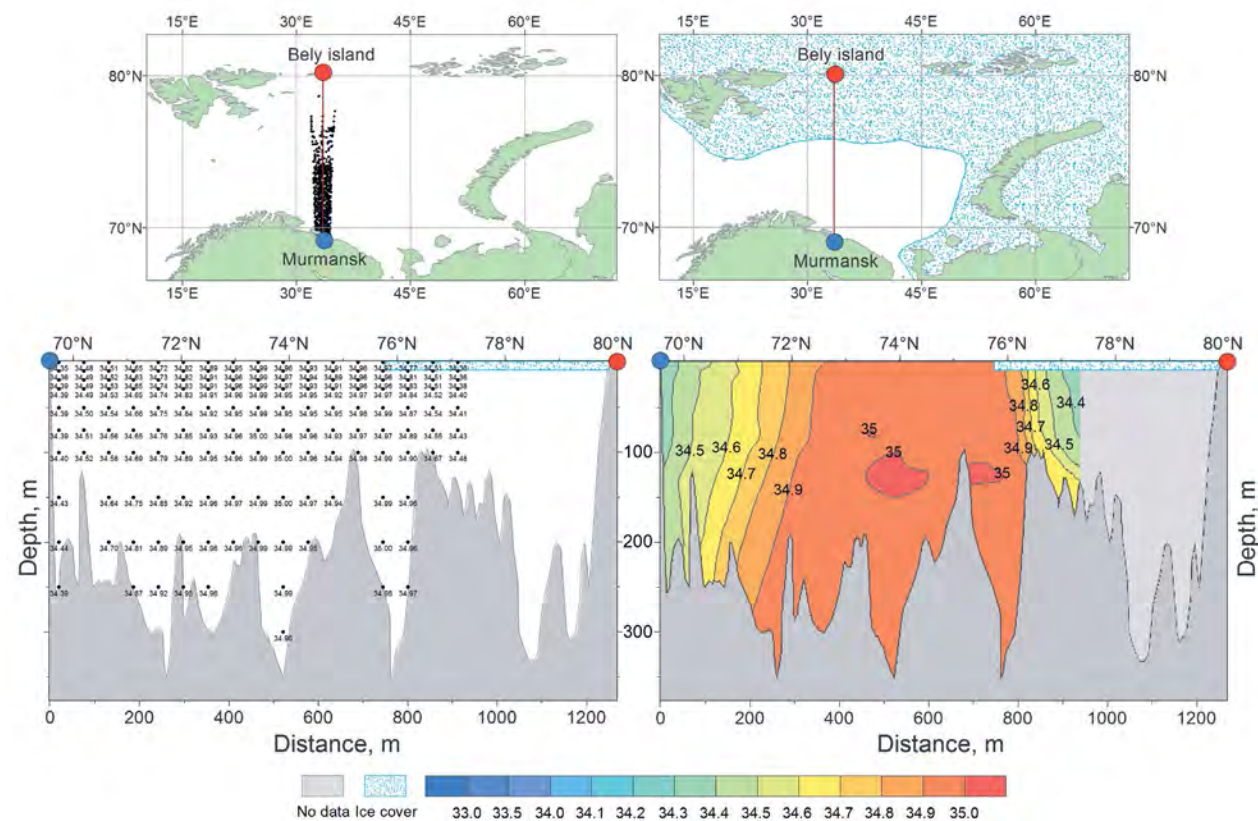


Рисунок П 14. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на Кольском разрезе

Salinity. March

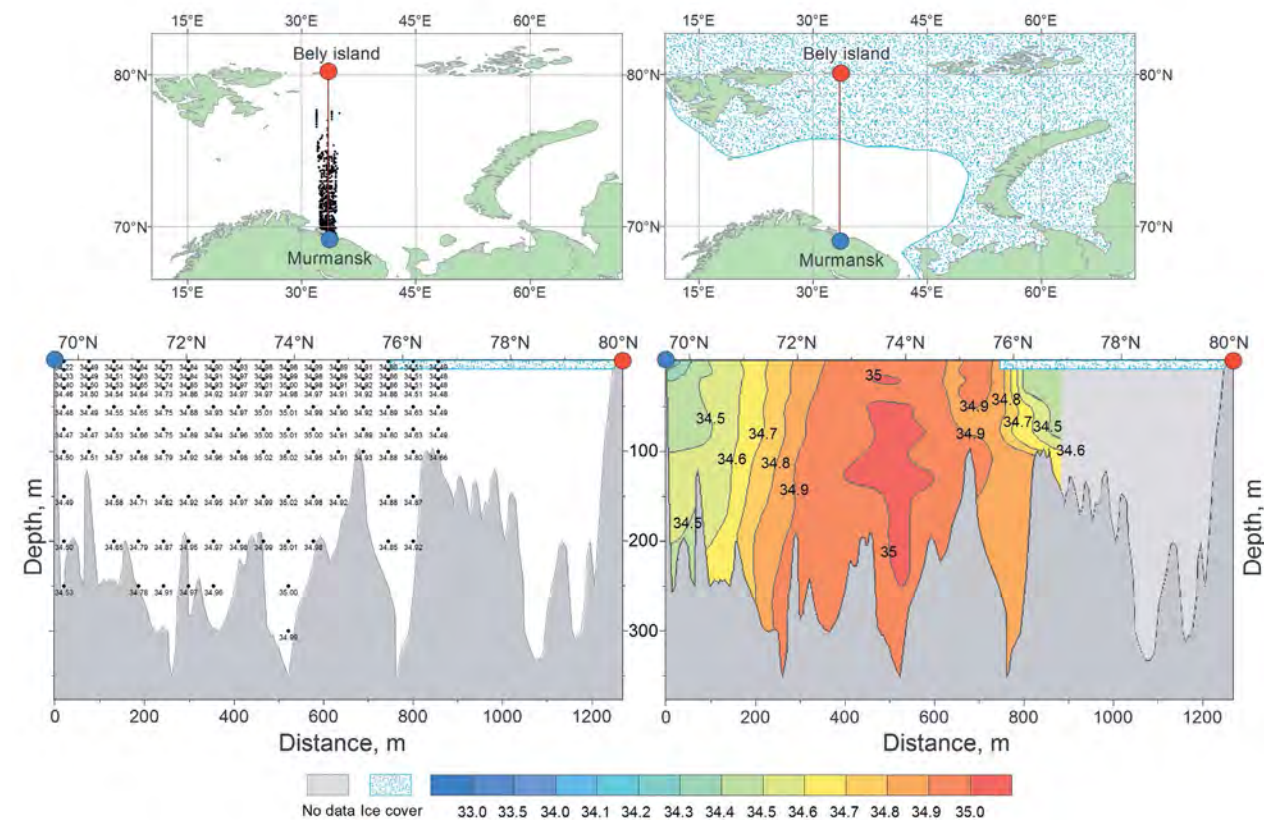


Рисунок П 15. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на Кольском разрезе

Salinity. April

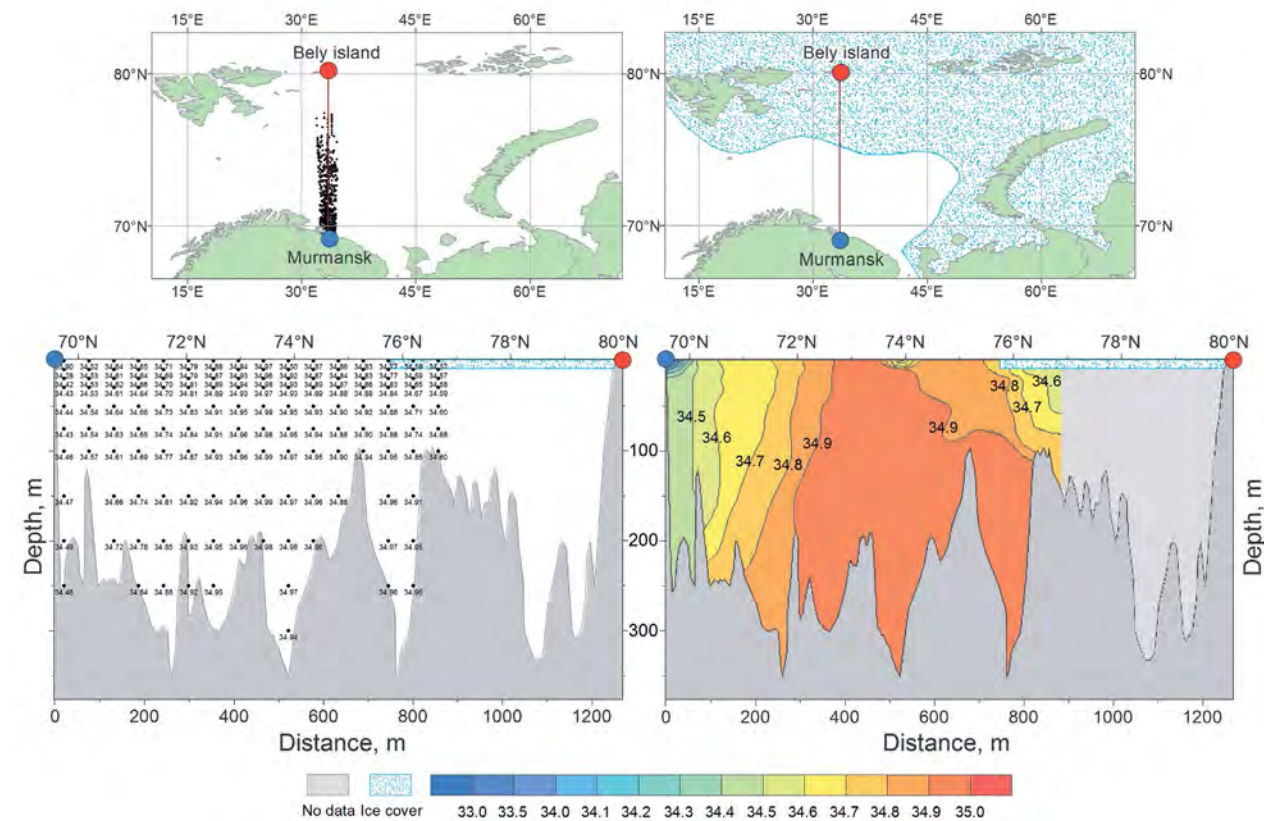


Рисунок П 16. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на Кольском разрезе

Salinity. May

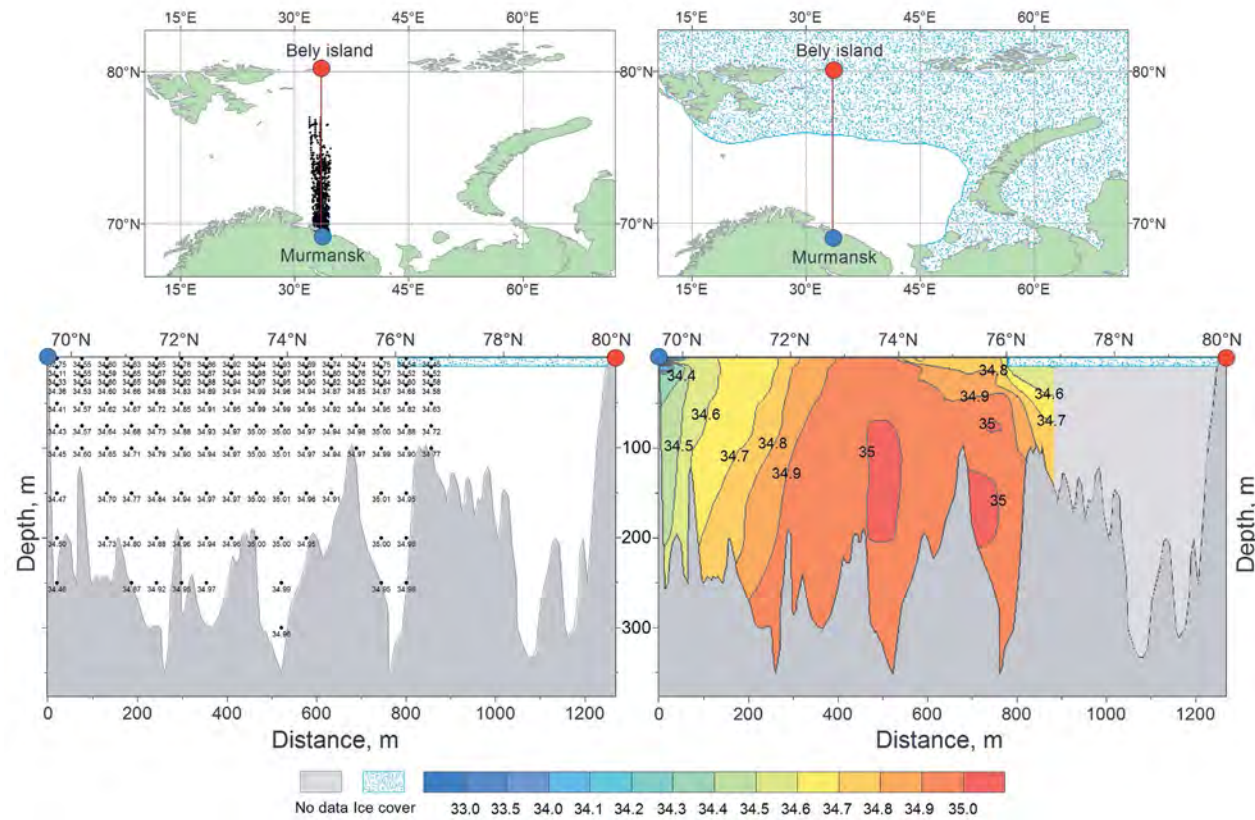


Рисунок П 17. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на Кольском разрезе

Salinity. July

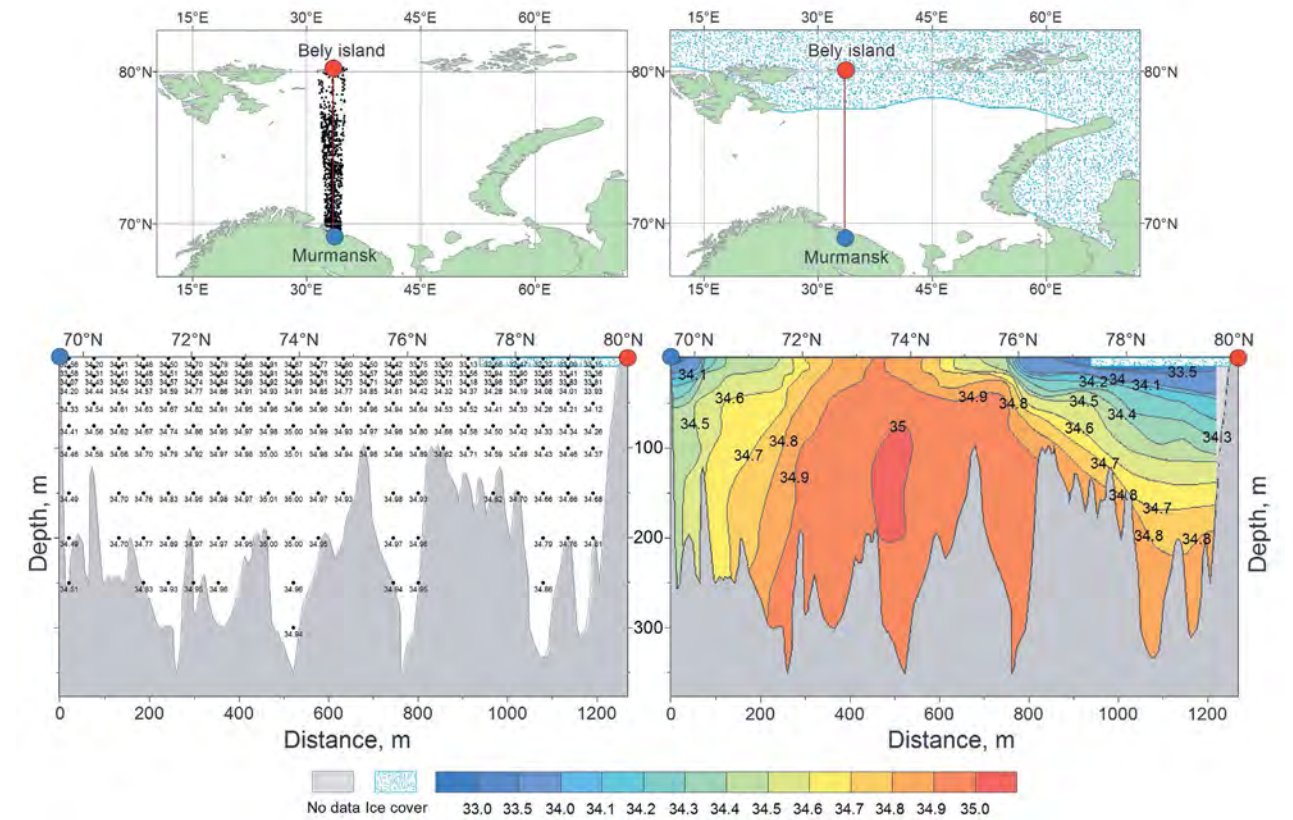


Рисунок П 19. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на Кольском разрезе

Salinity. June

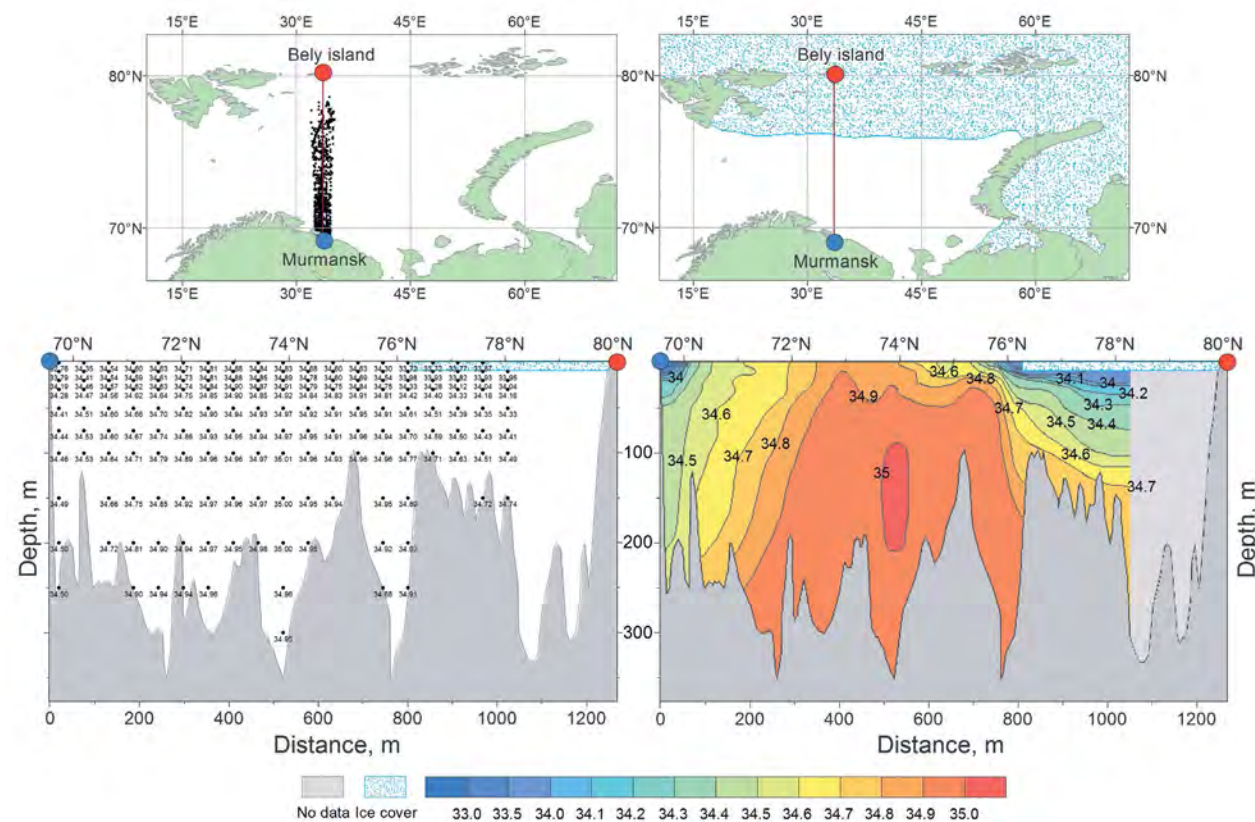


Рисунок П 18. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на Кольском разрезе

Salinity. August

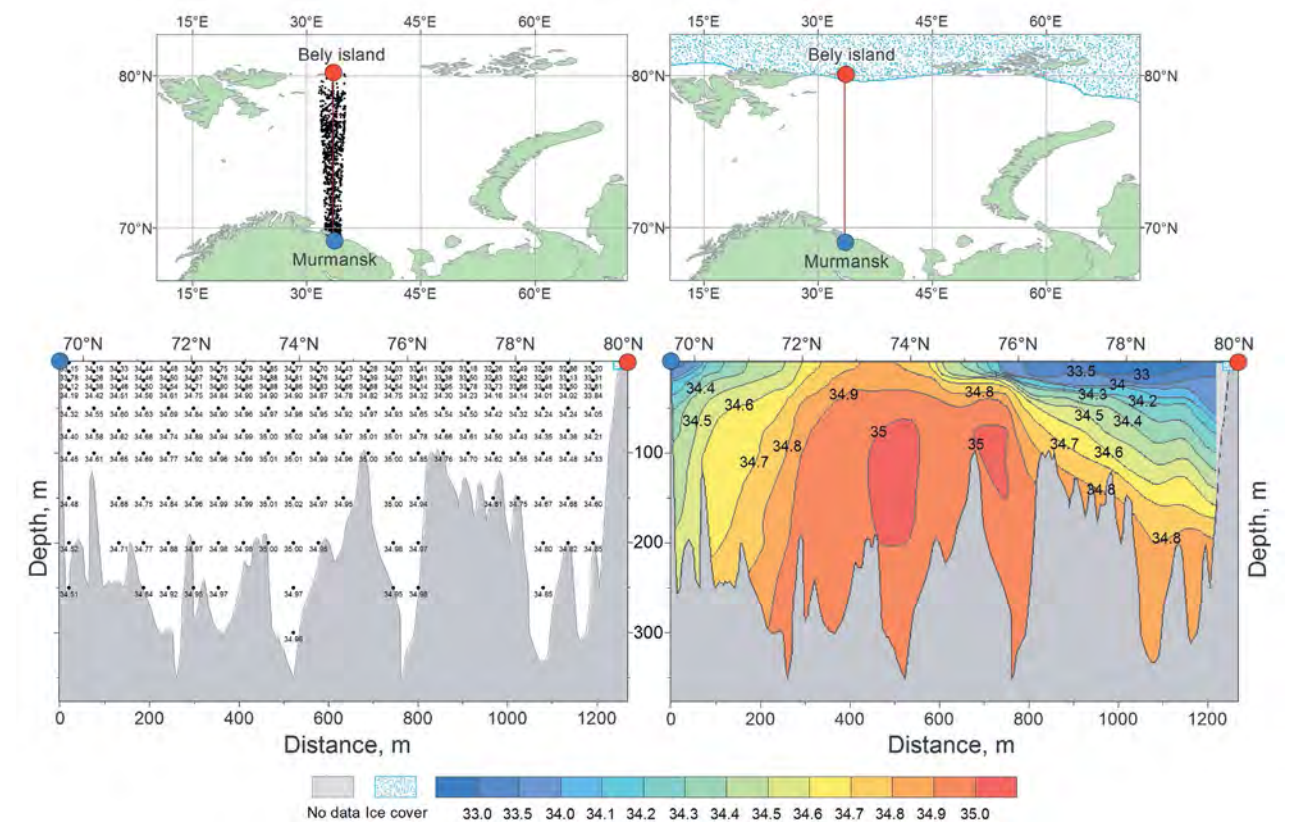


Рисунок П 20. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на Кольском разрезе

Salinity. September

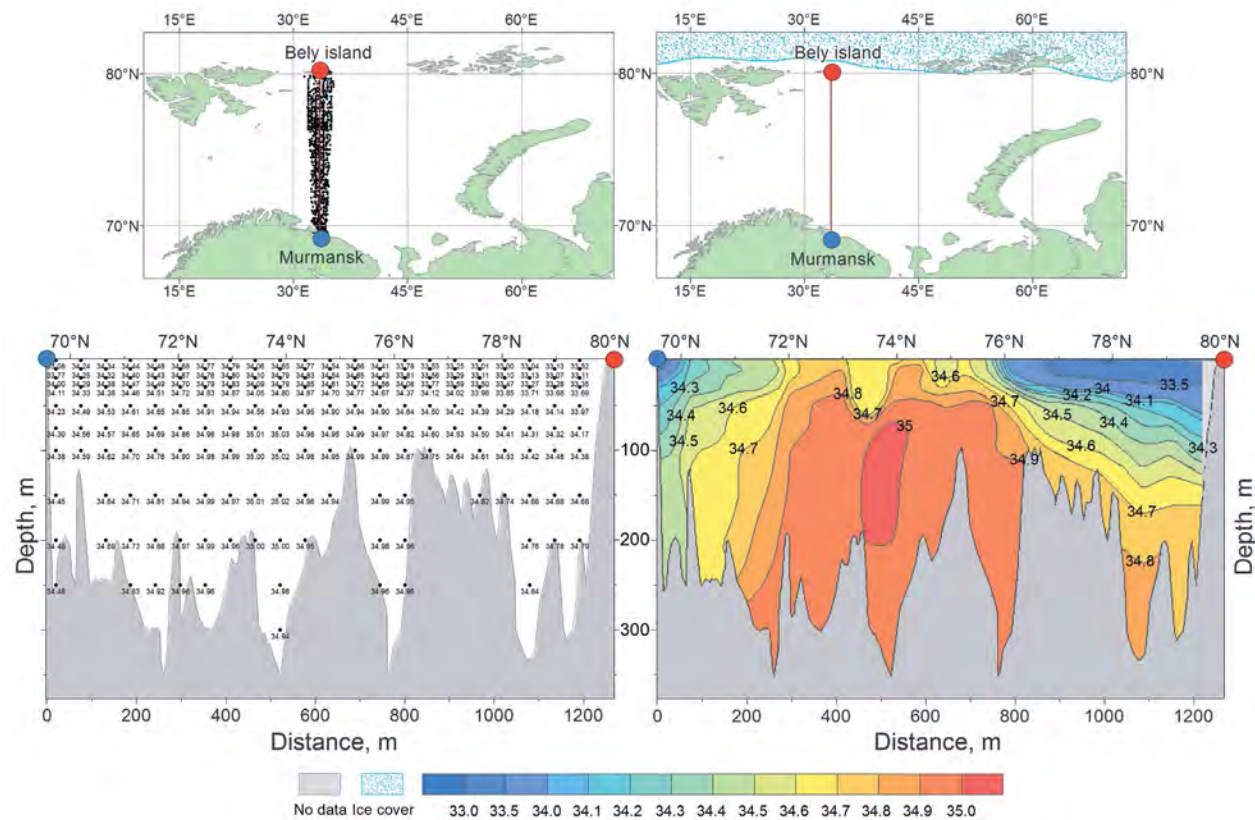


Рисунок П 21. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на Кольском разрезе

Salinity. October

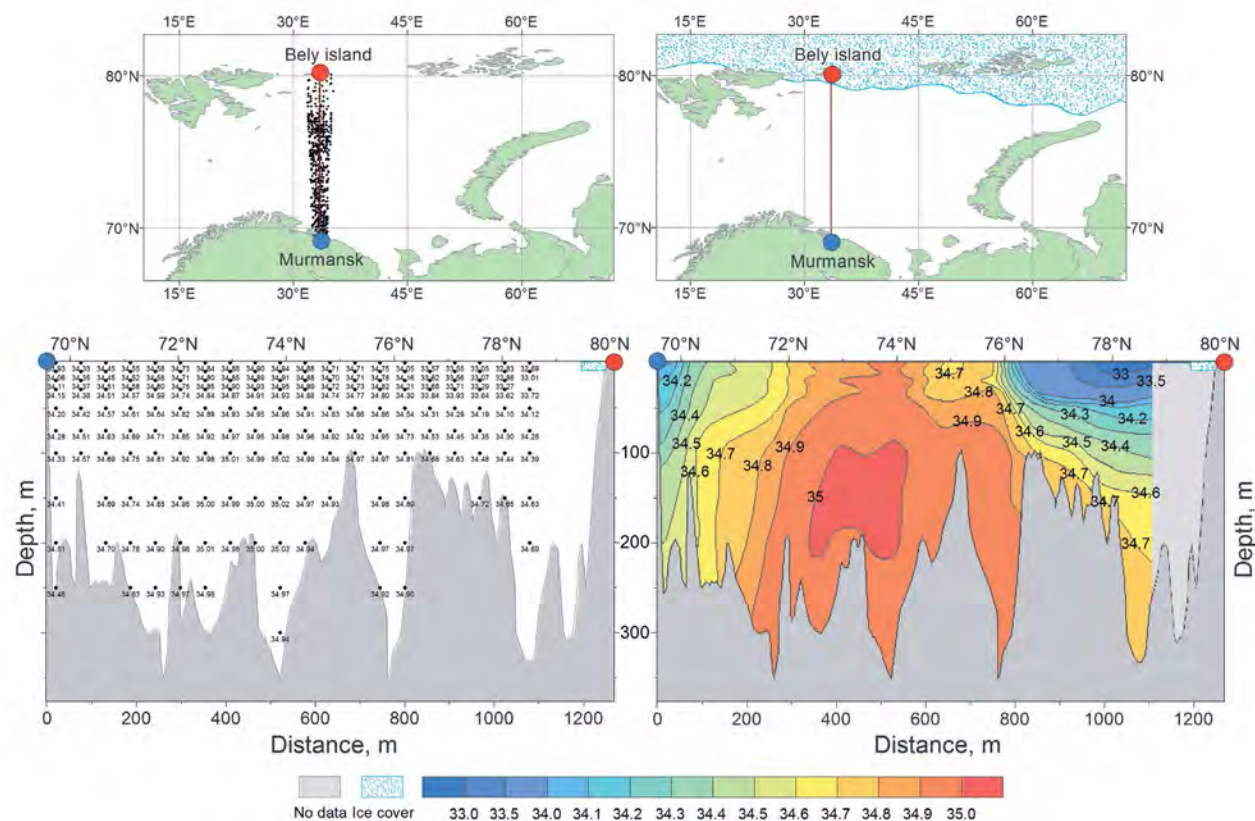


Рисунок П 22. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на Кольском разрезе

Salinity. November

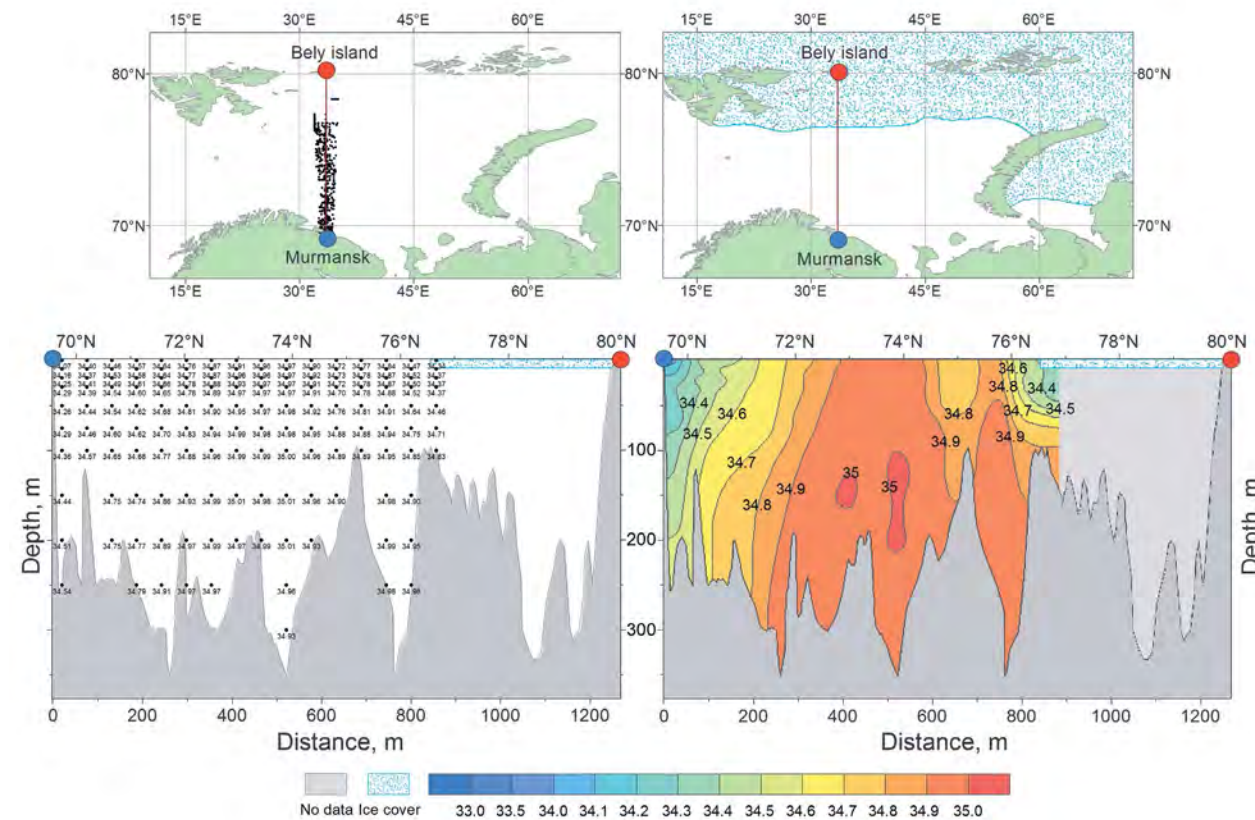


Рисунок П 23. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на Кольском разрезе

Salinity. December

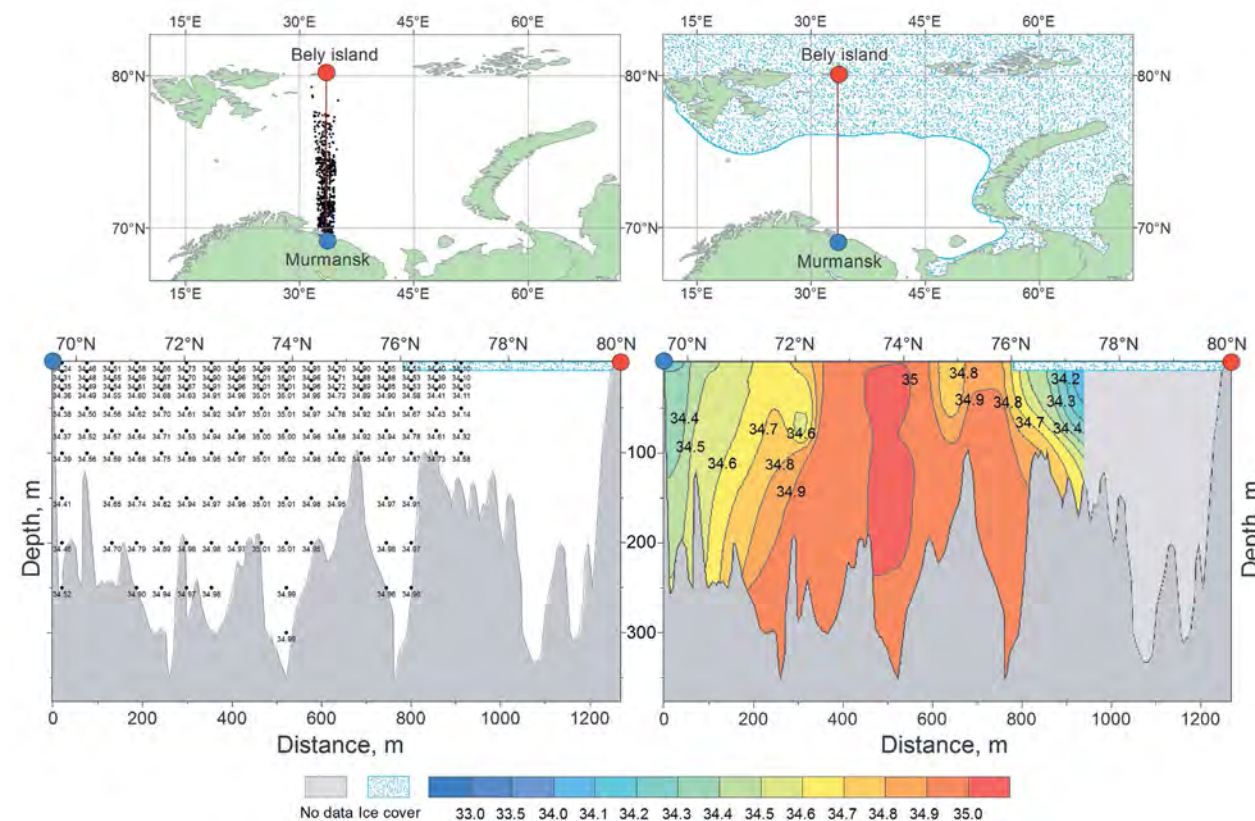


Рисунок П 24. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на Кольском разрезе

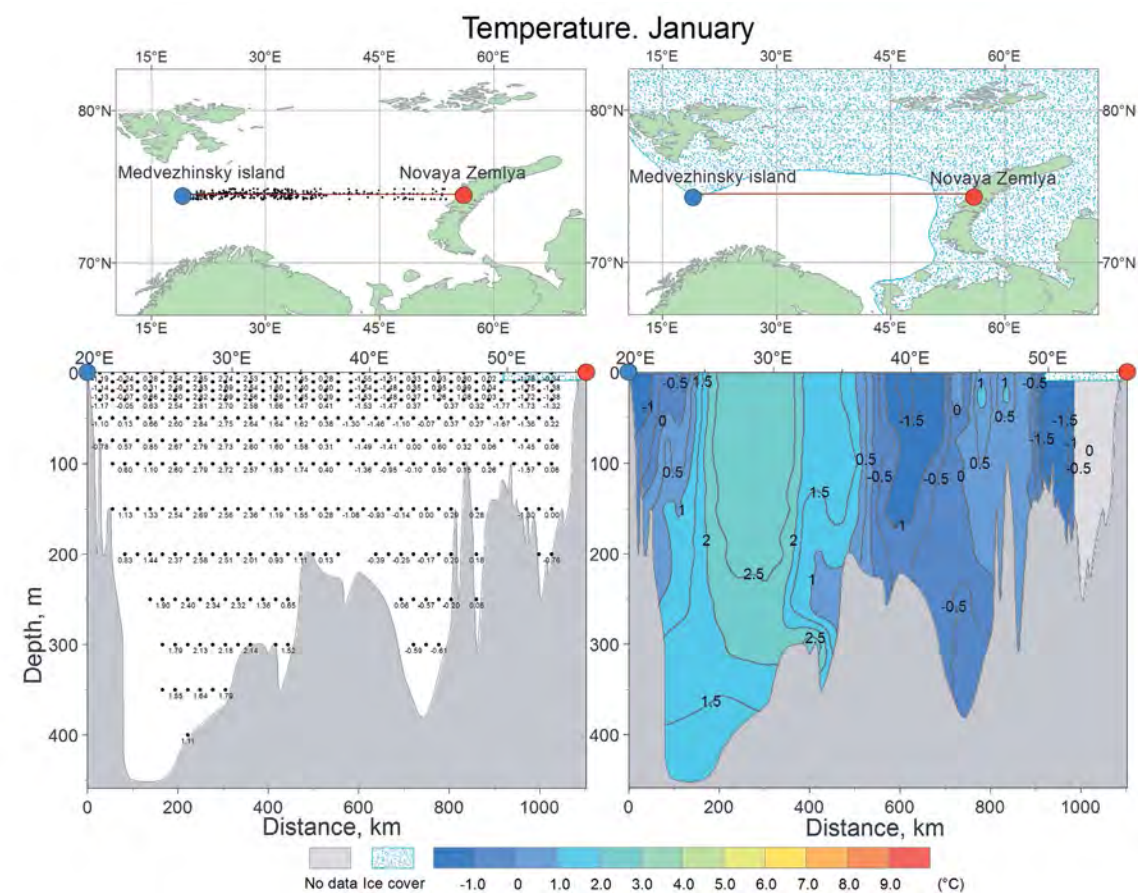


Рисунок П 25. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на Медвежинском разрезе

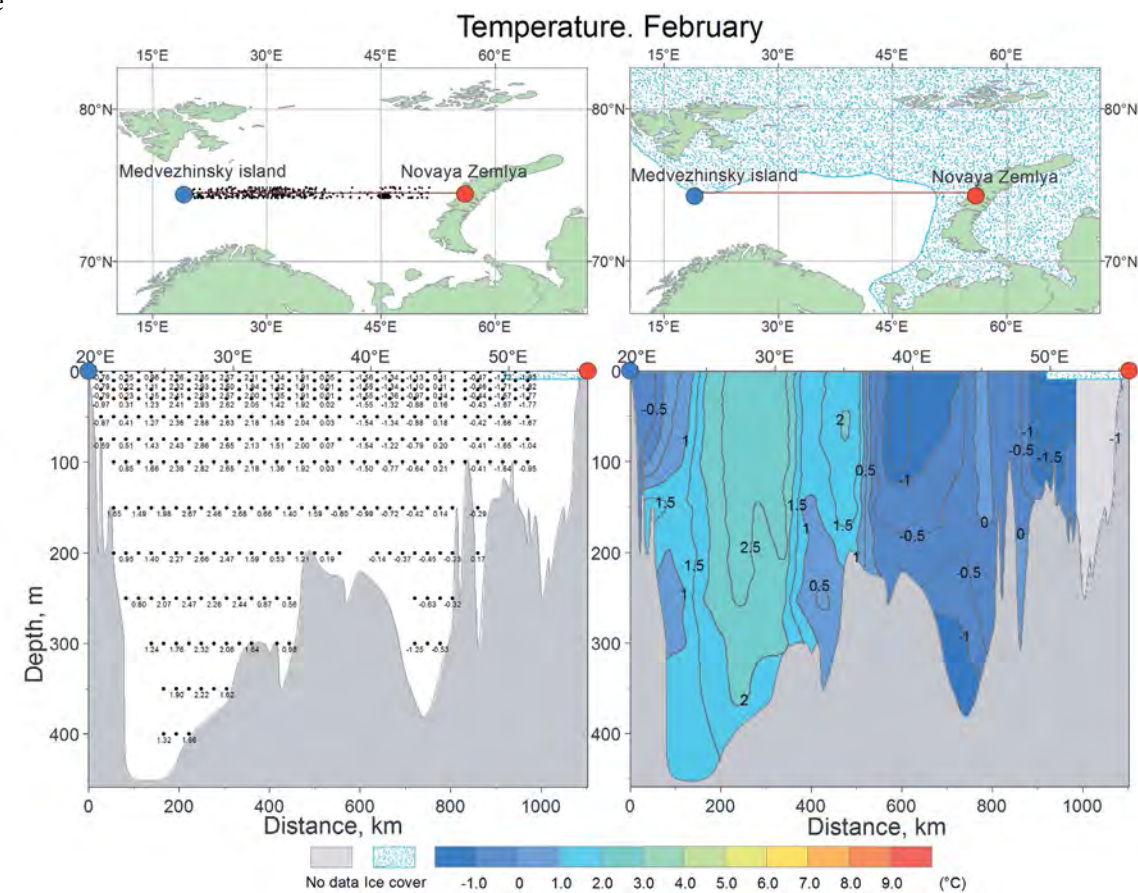


Рисунок П 26. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на Медвежинском разрезе

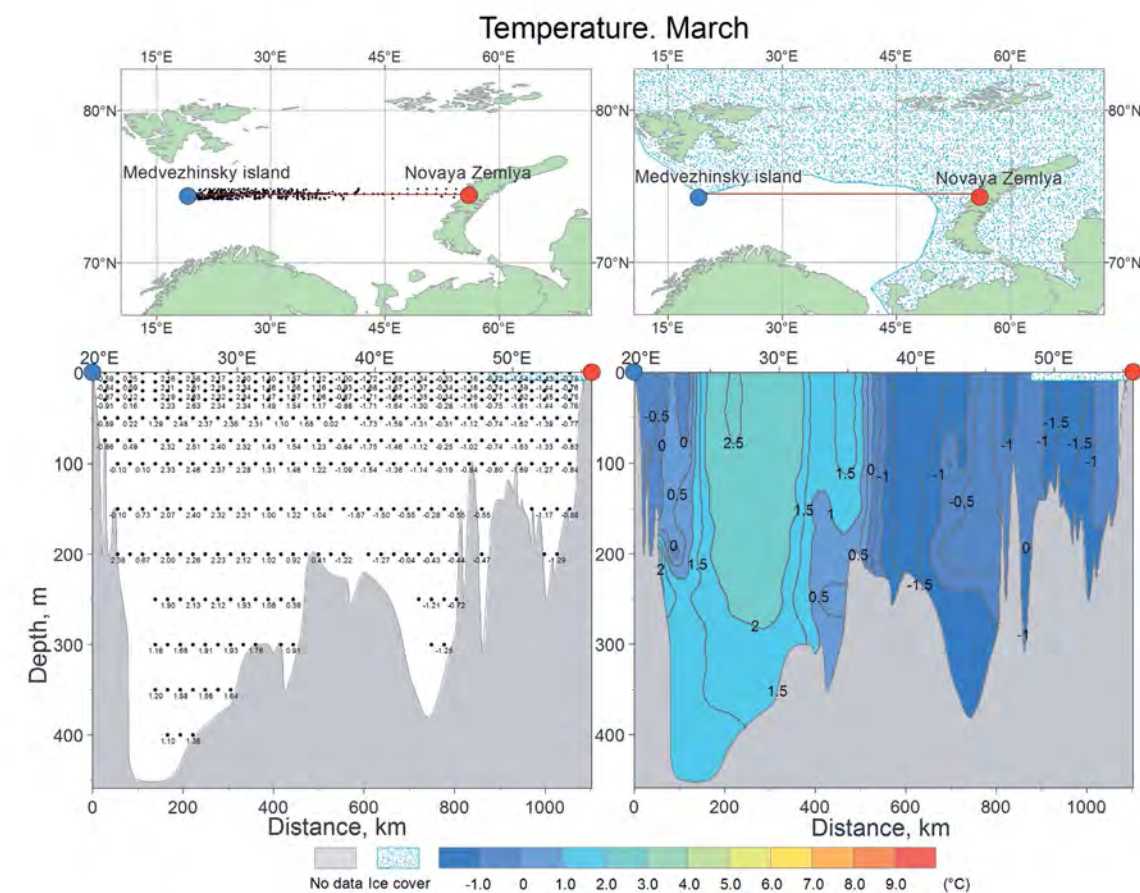


Рисунок П 27. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на Медвежинском разрезе

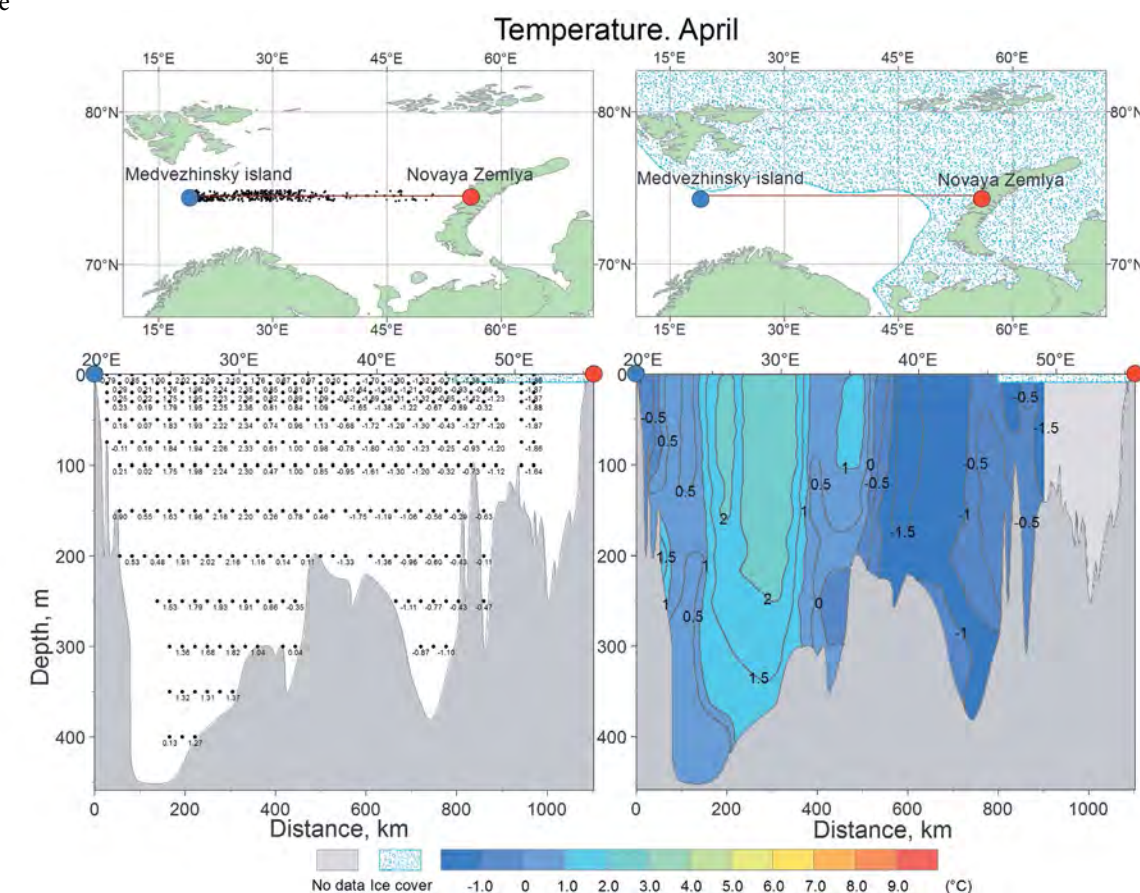


Рисунок П 28. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на Медвежинском разрезе

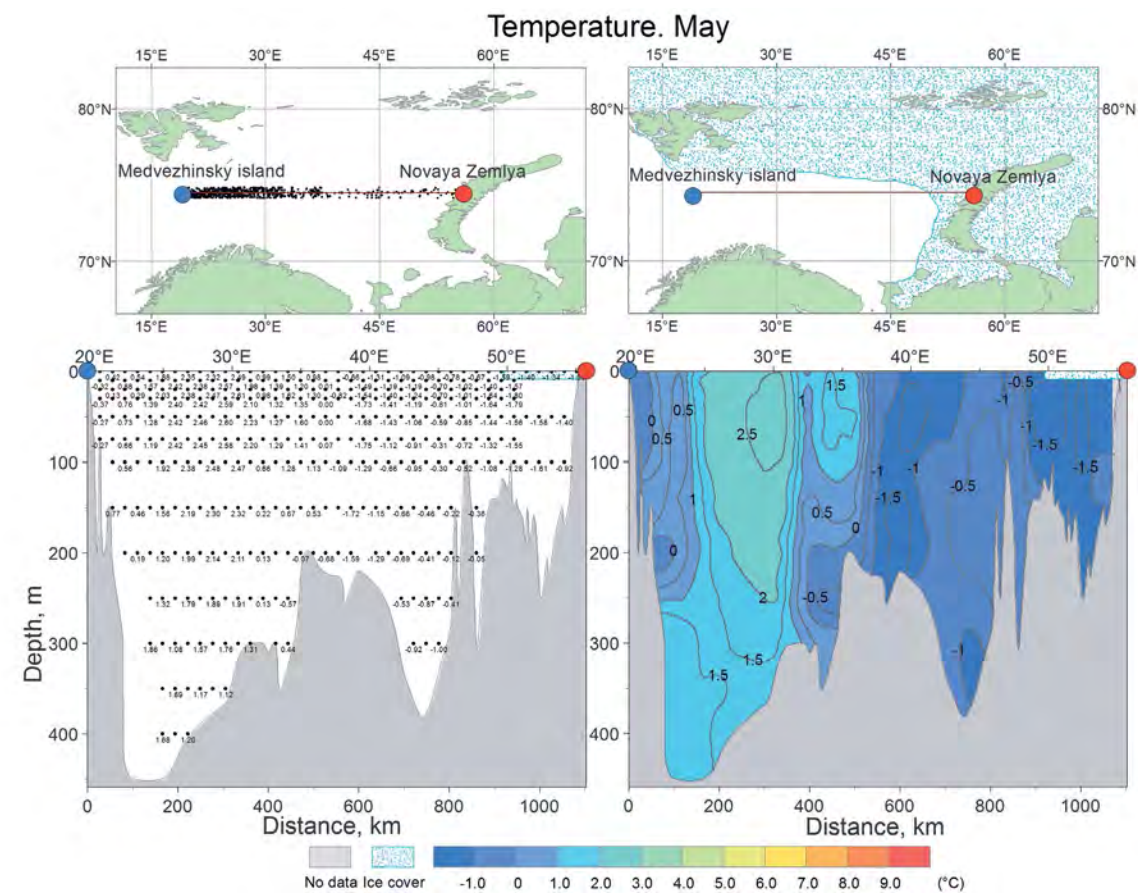


Рисунок П 29. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на Медвежинском разрезе

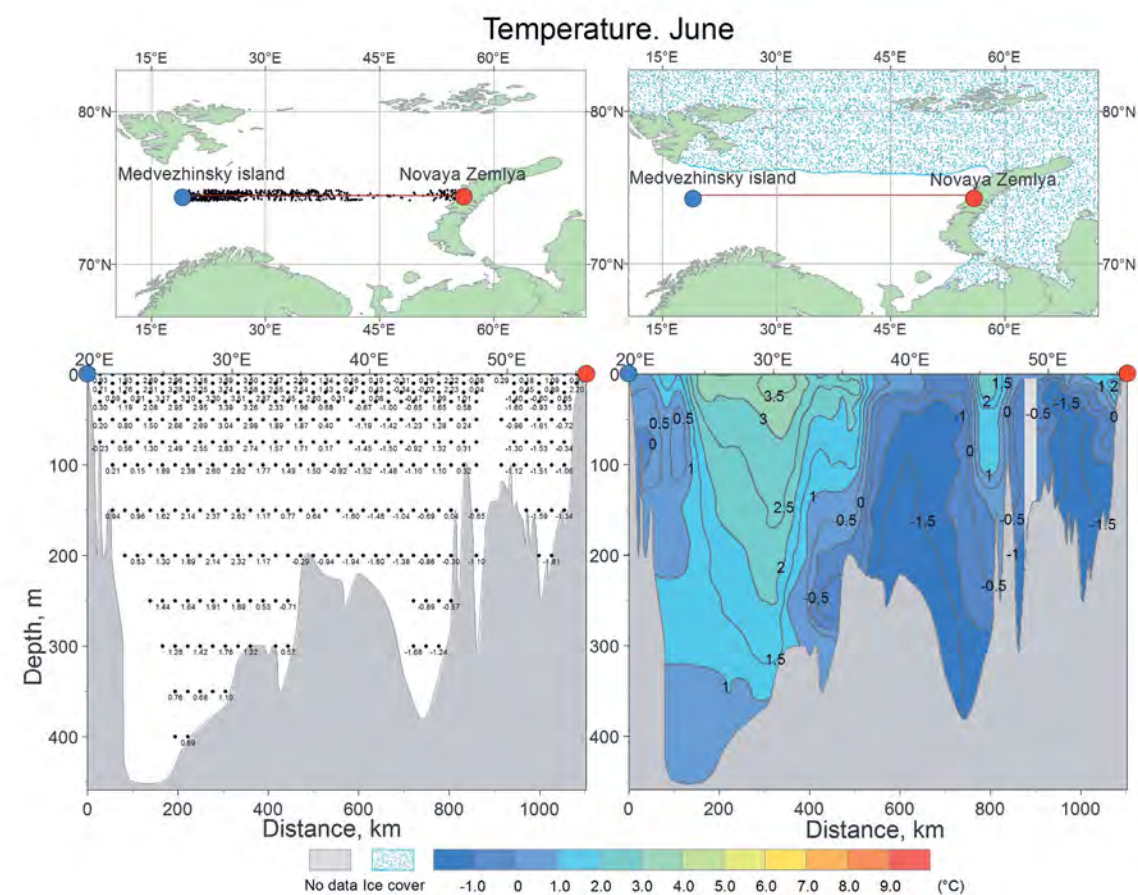


Рисунок П 30. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на Медвежинском разрезе

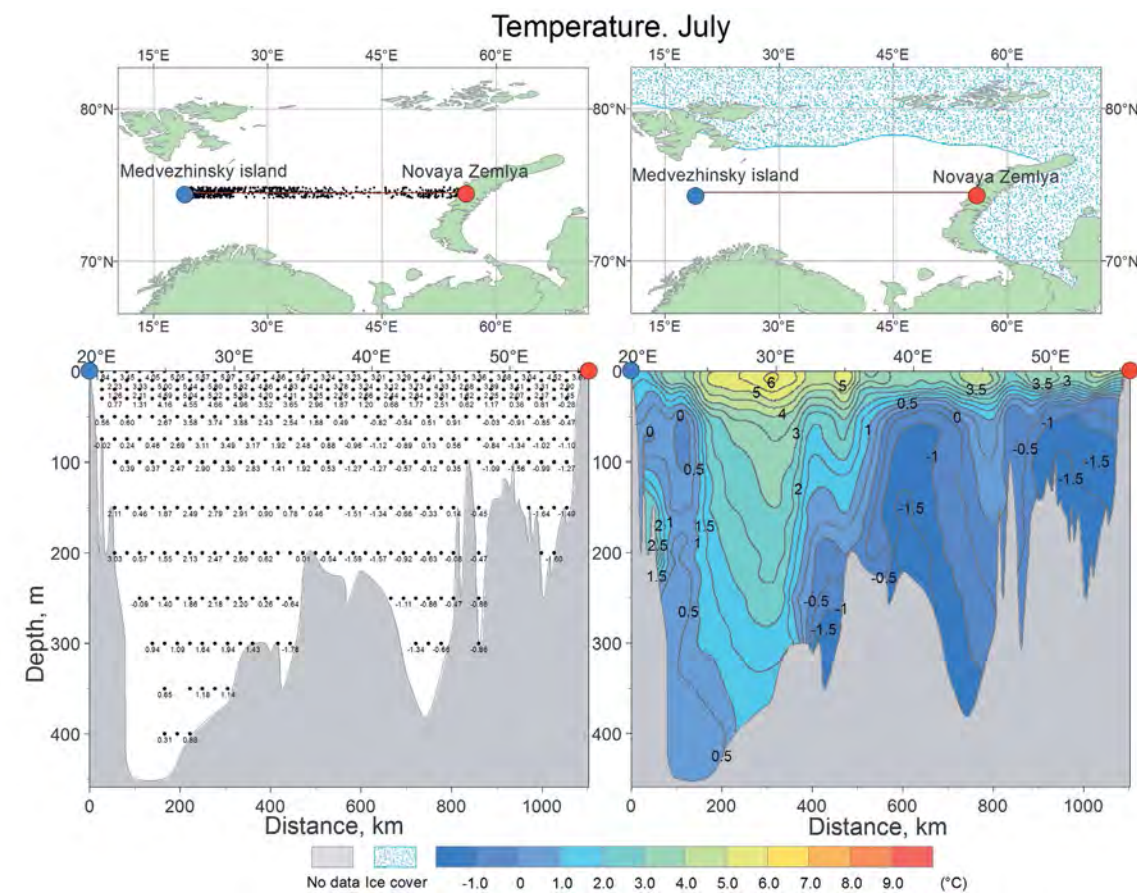


Рисунок П 31. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на Медвежинском разрезе

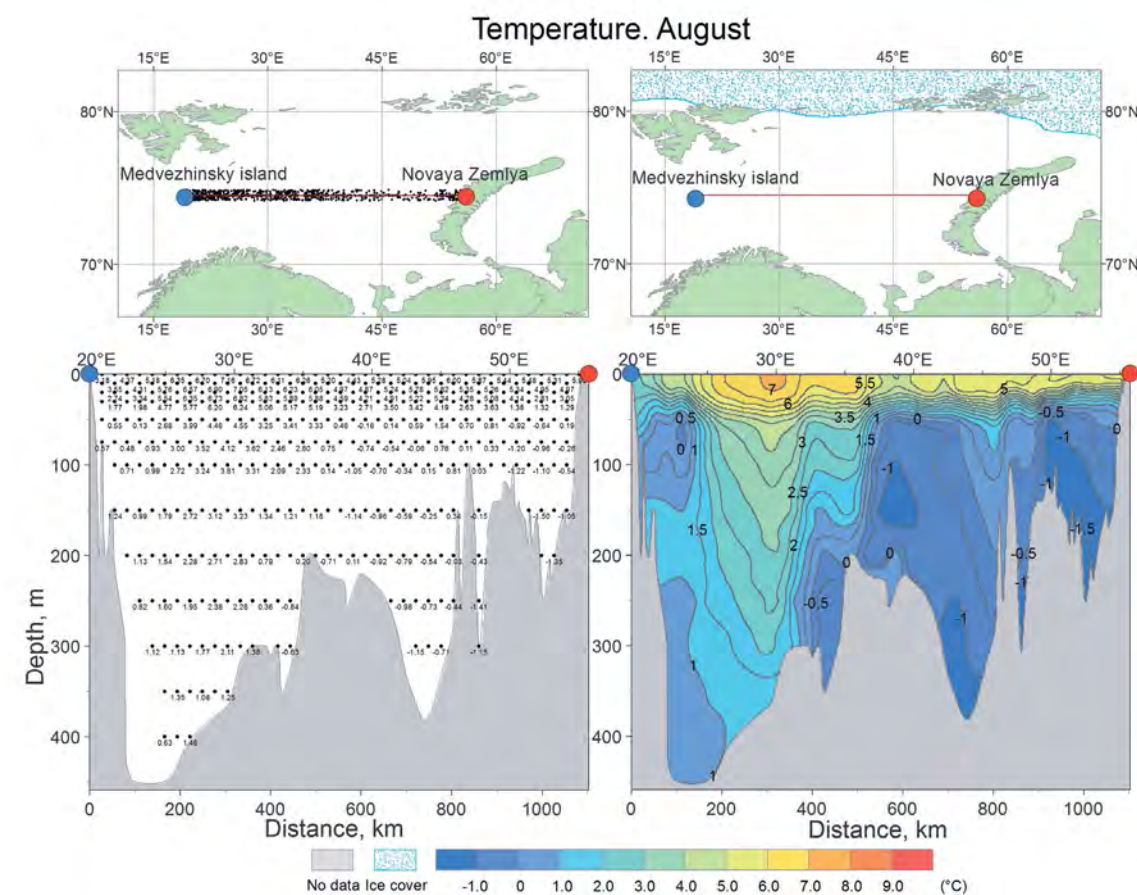


Рисунок П 32. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на Медвежинском разрезе

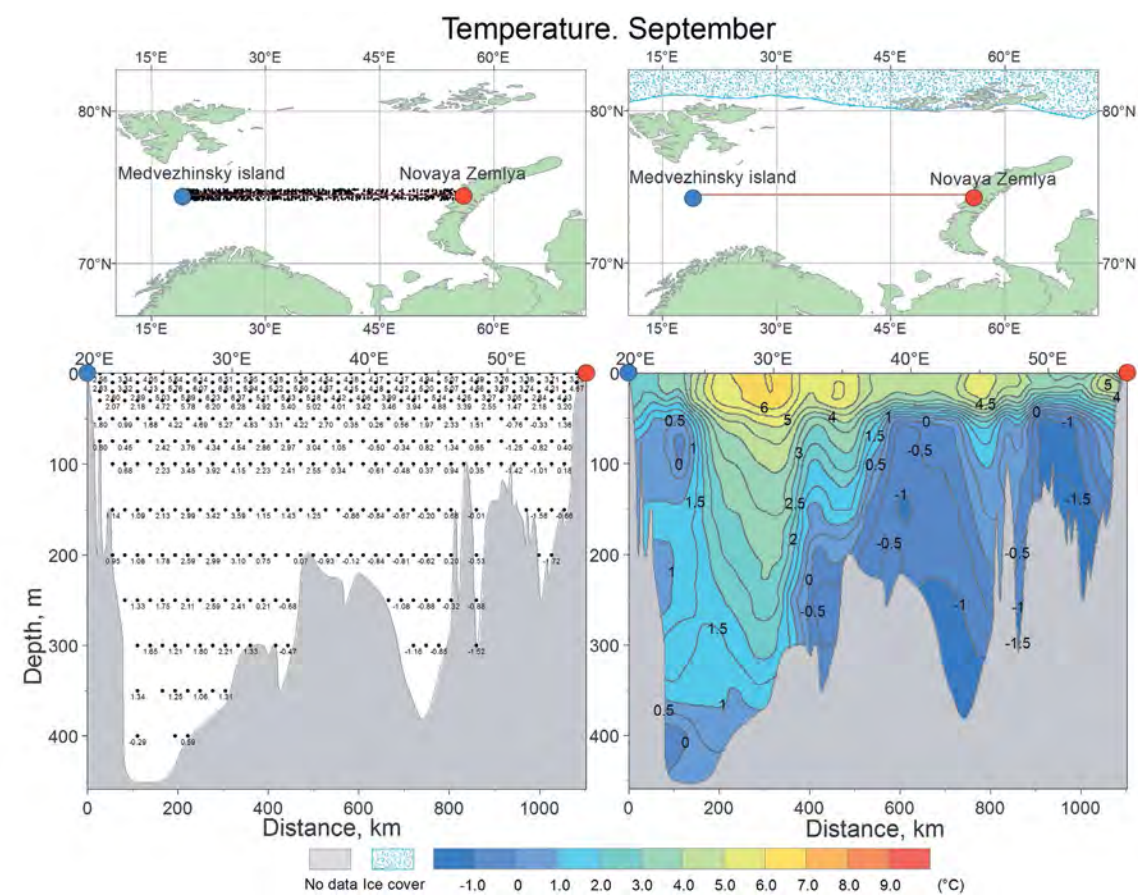


Рисунок П 33. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на Медвежинском разрезе

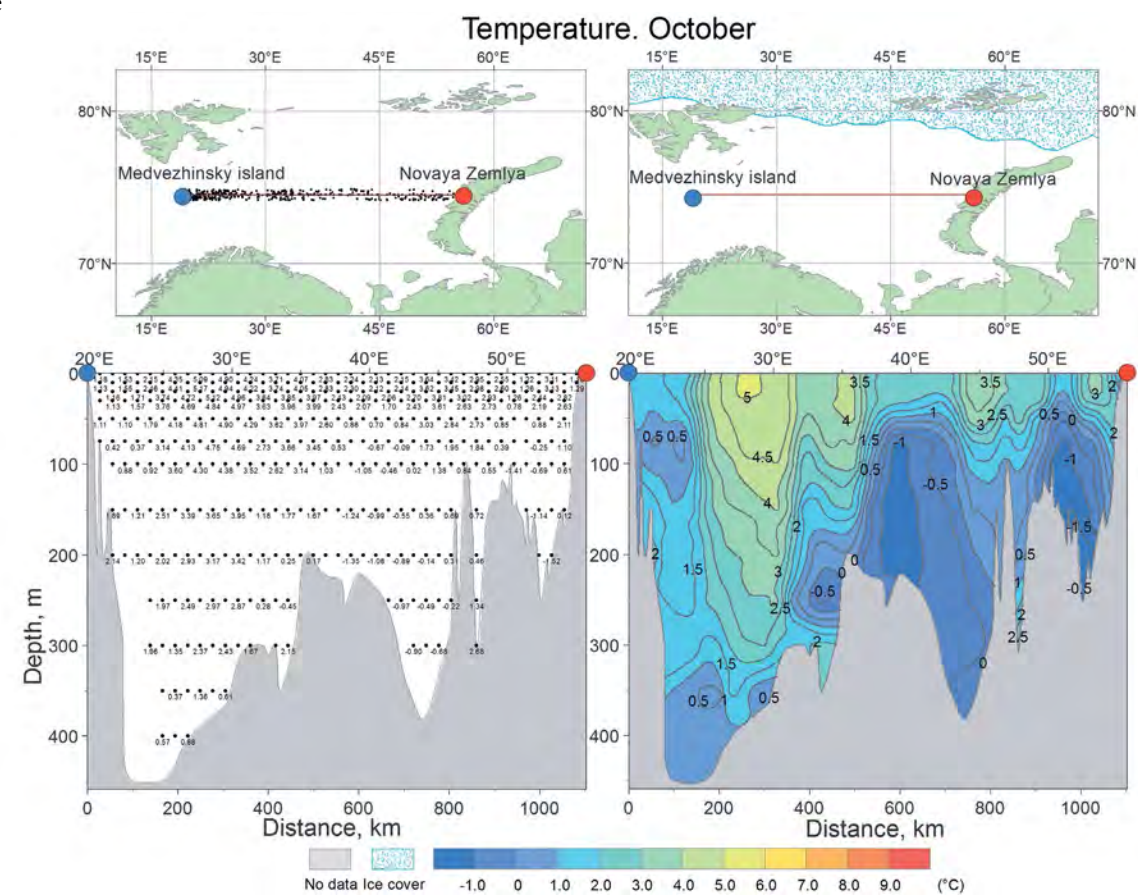


Рисунок П 34. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на Медвежинском разрезе

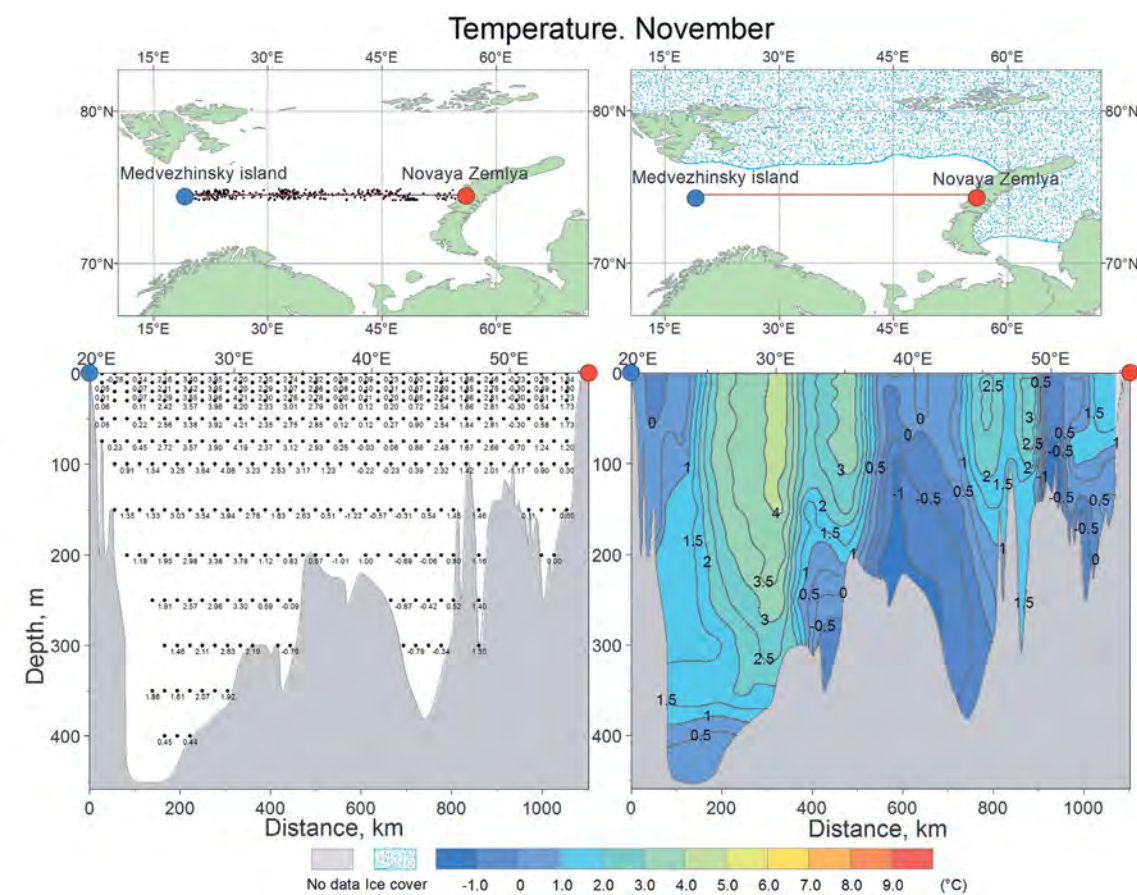


Рисунок П 35. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на Медвежинском разрезе

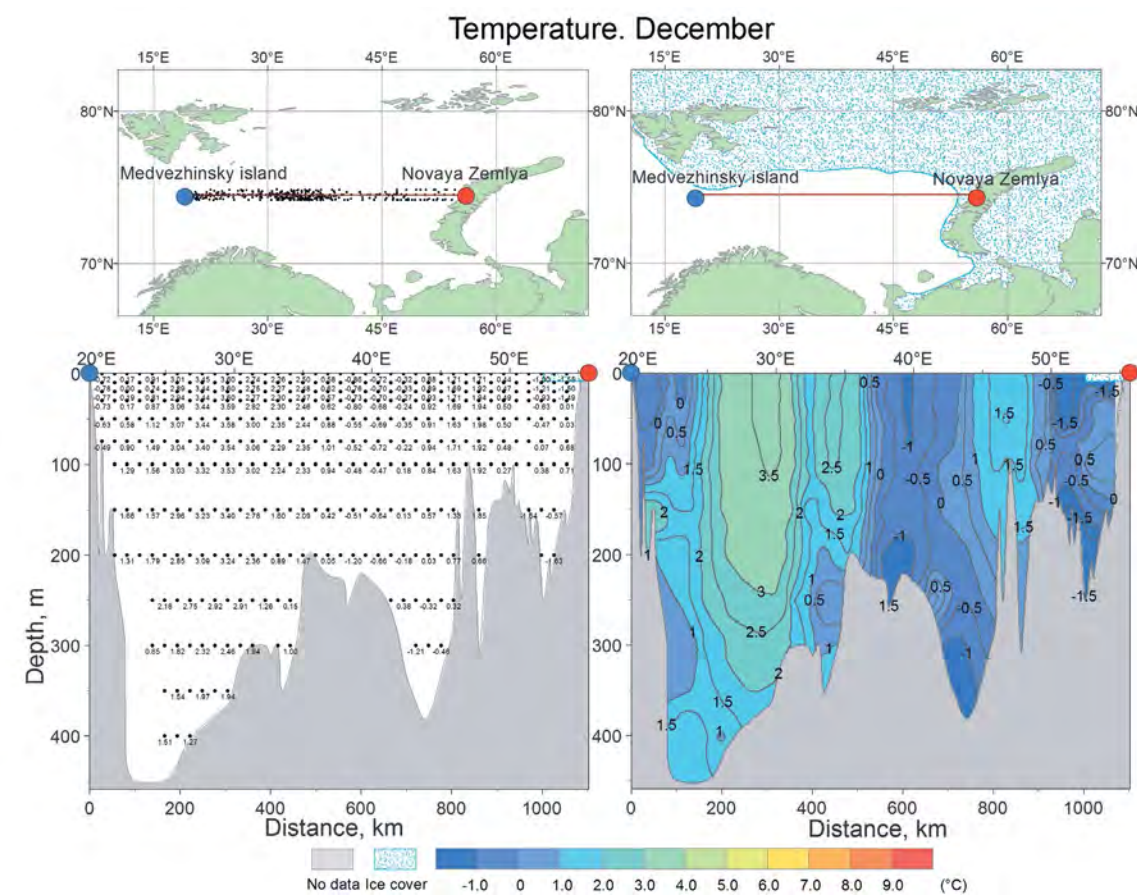


Рисунок П 36. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на Медвежинском разрезе

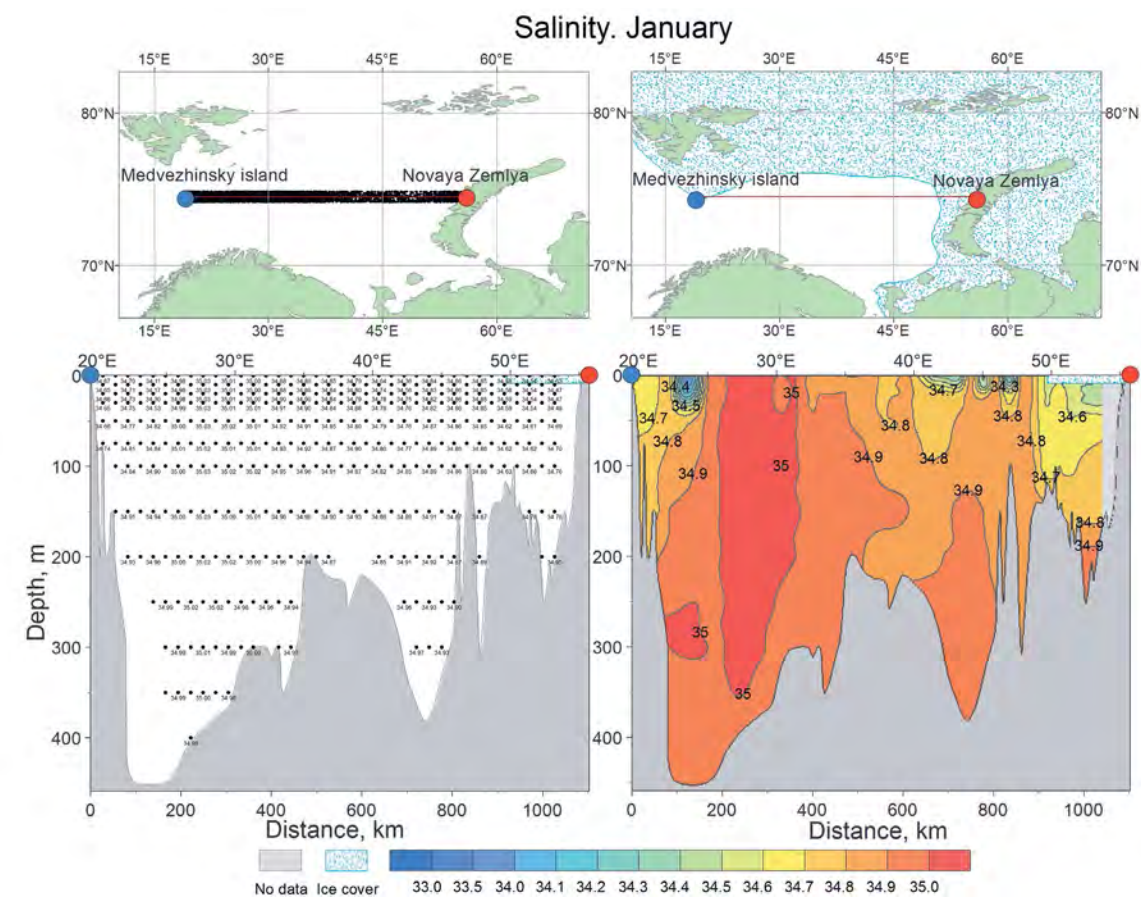


Рисунок П 37. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на Медвежинском разрезе

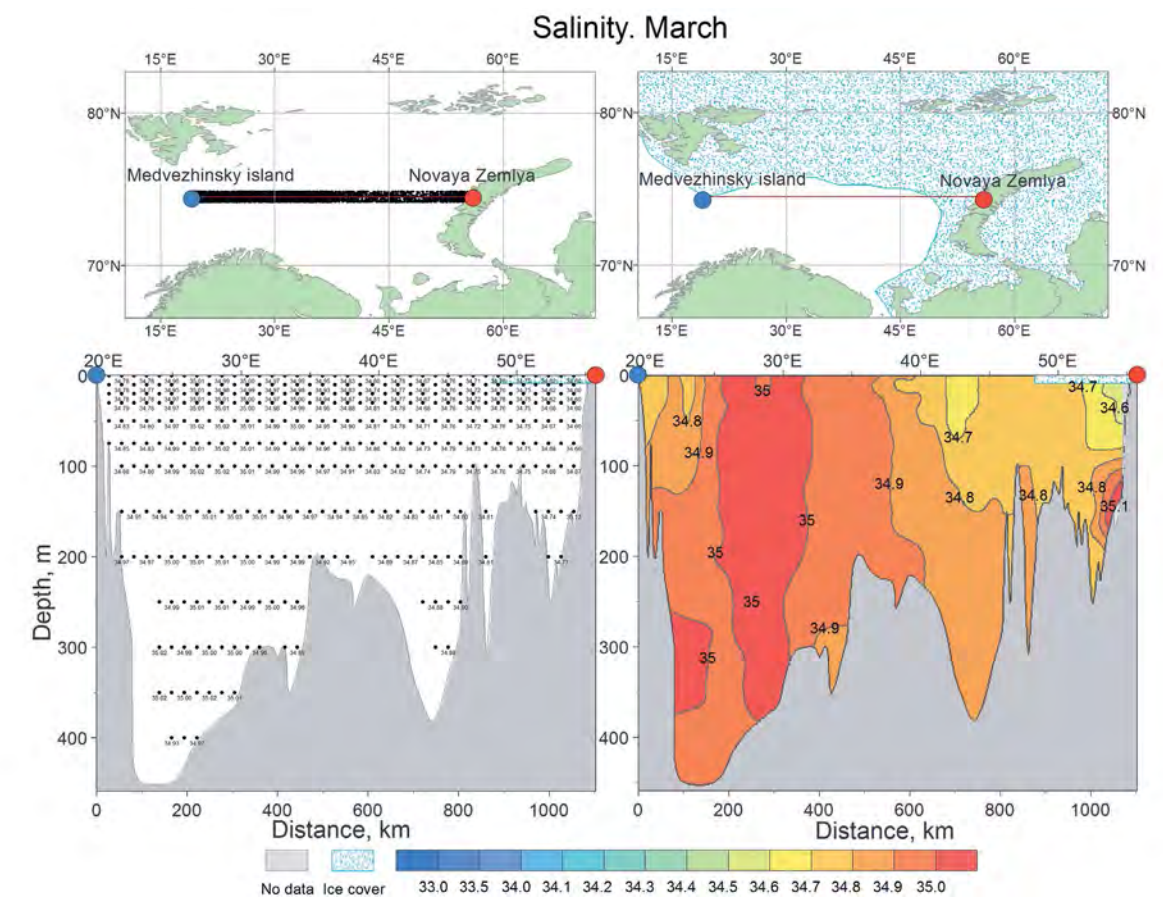


Рисунок П 39. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на Медвежинском разрезе

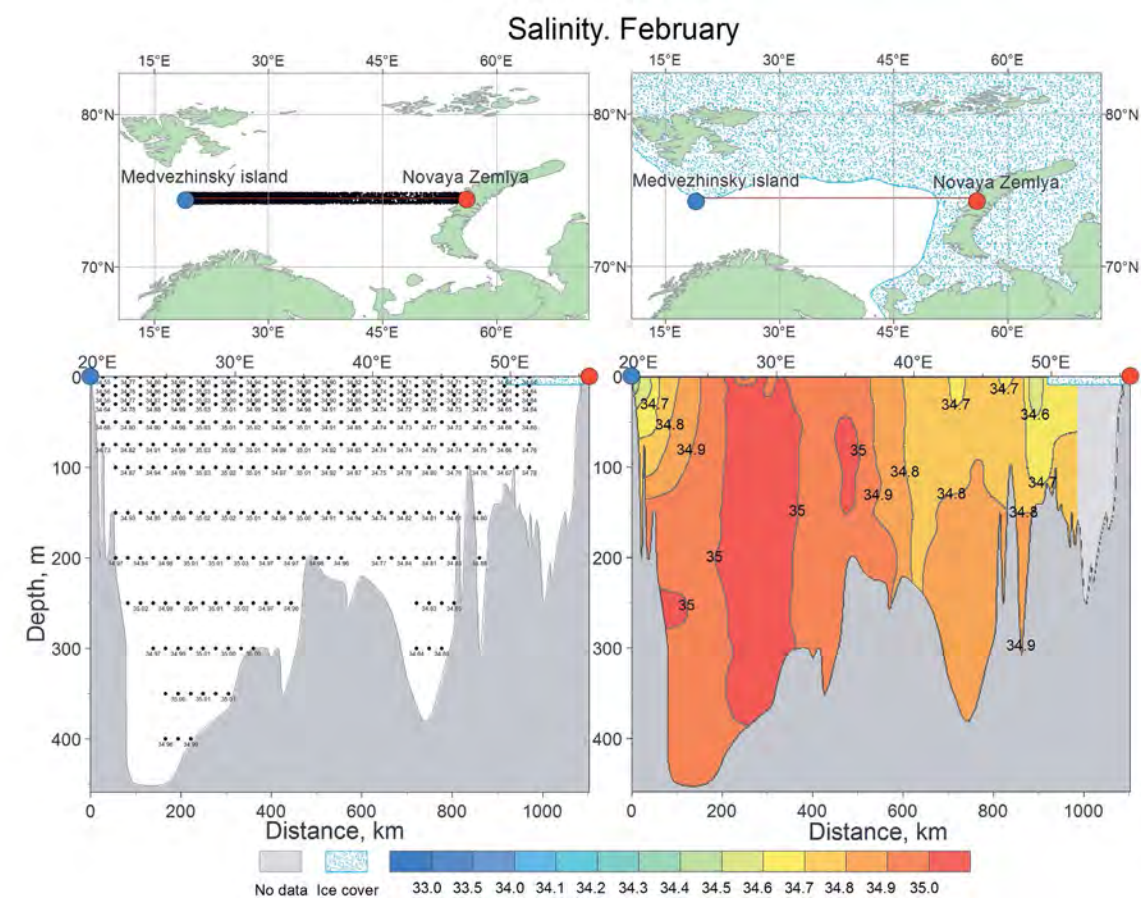


Рисунок П 38. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на Медвежинском разрезе

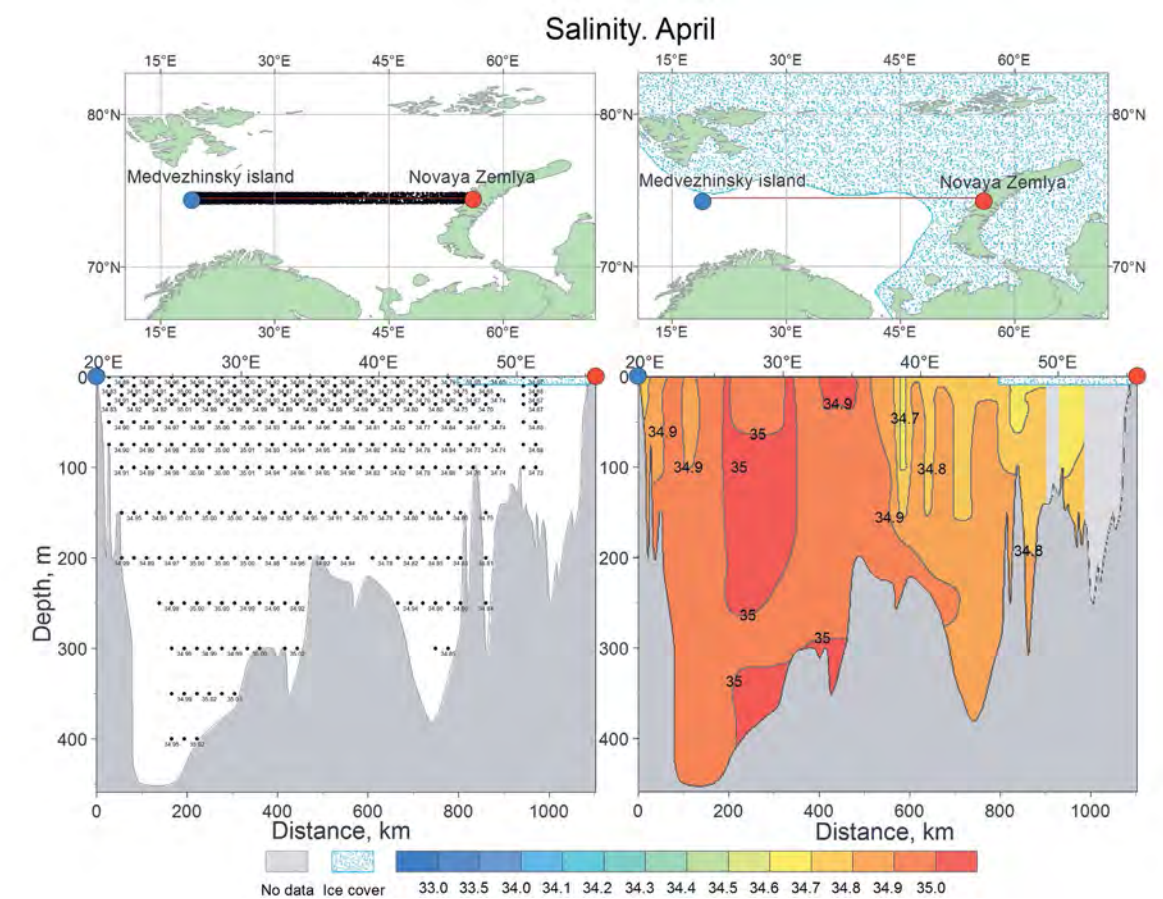


Рисунок П 40. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на Медвежинском разрезе

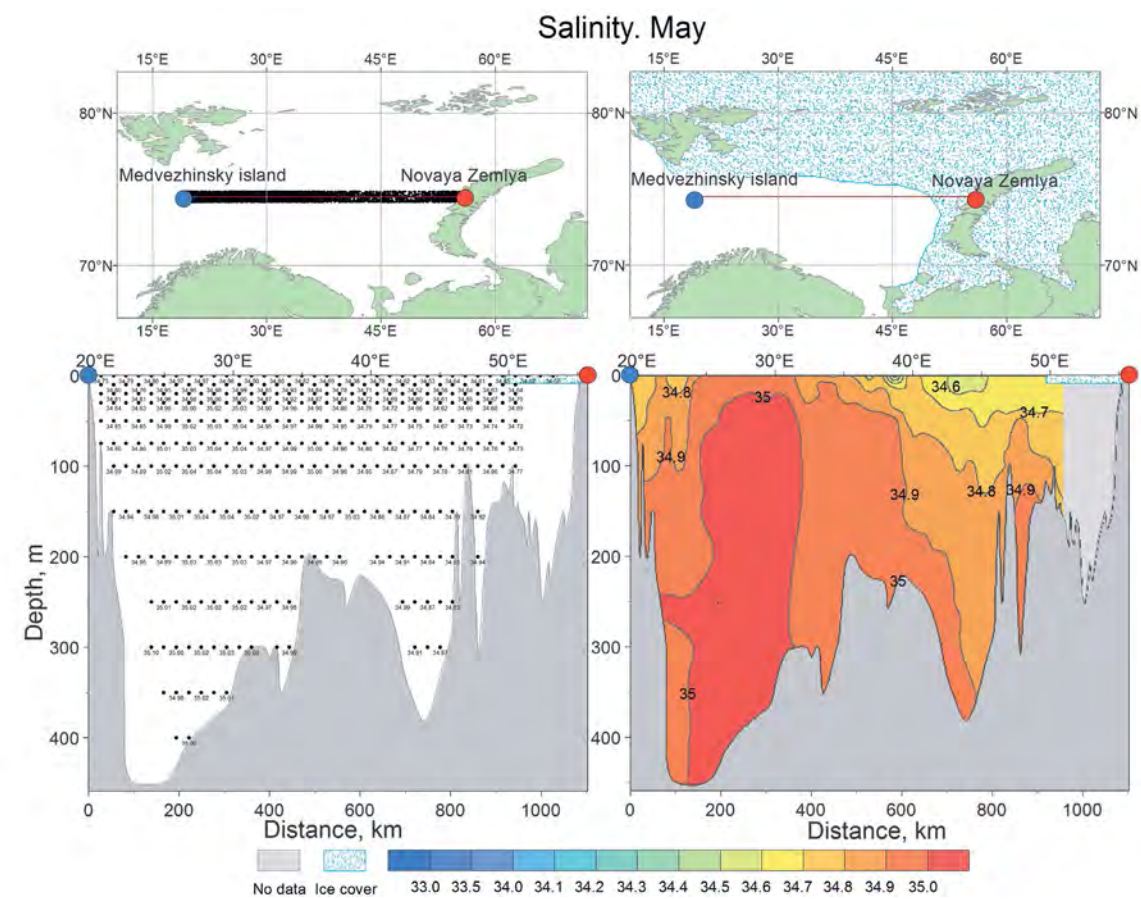


Рисунок П 41. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на Медвежинском разрезе

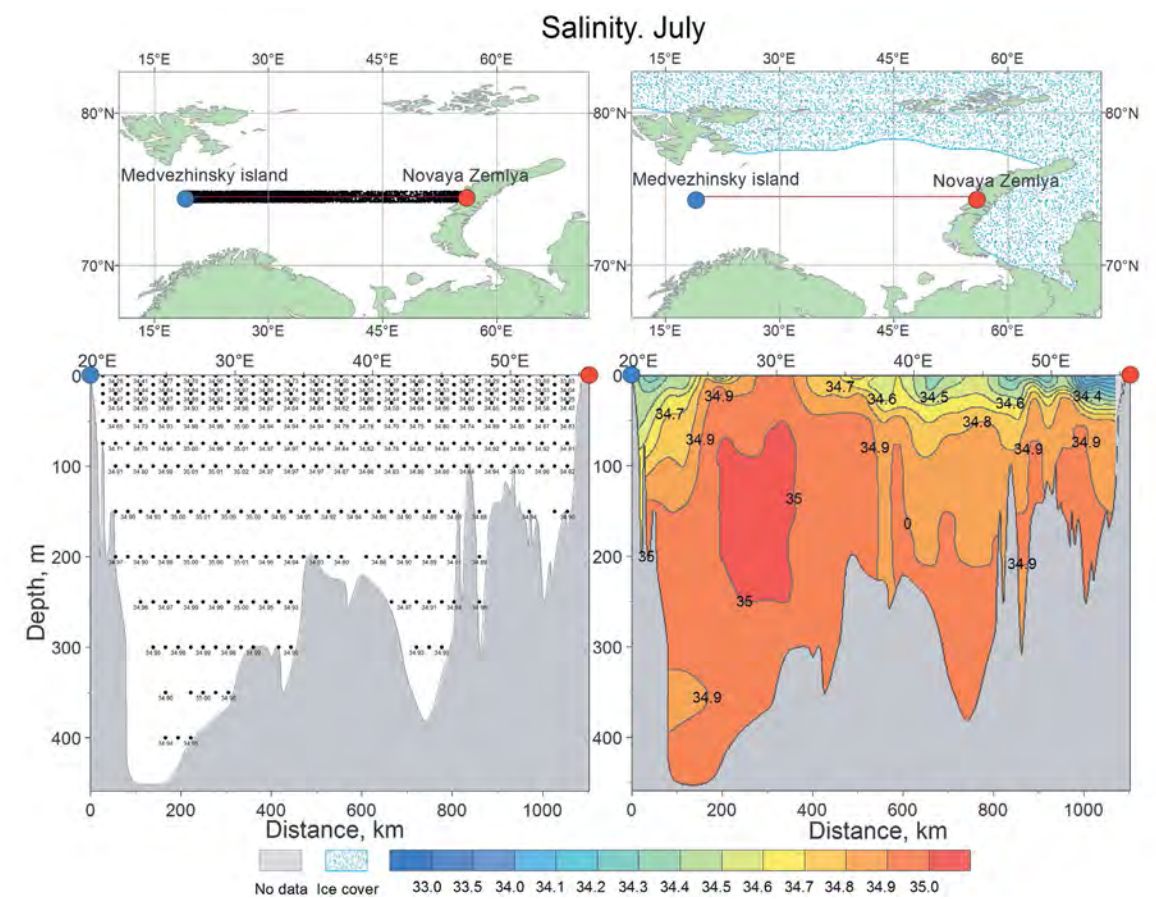


Рисунок П 43. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на Медвежинском разрезе

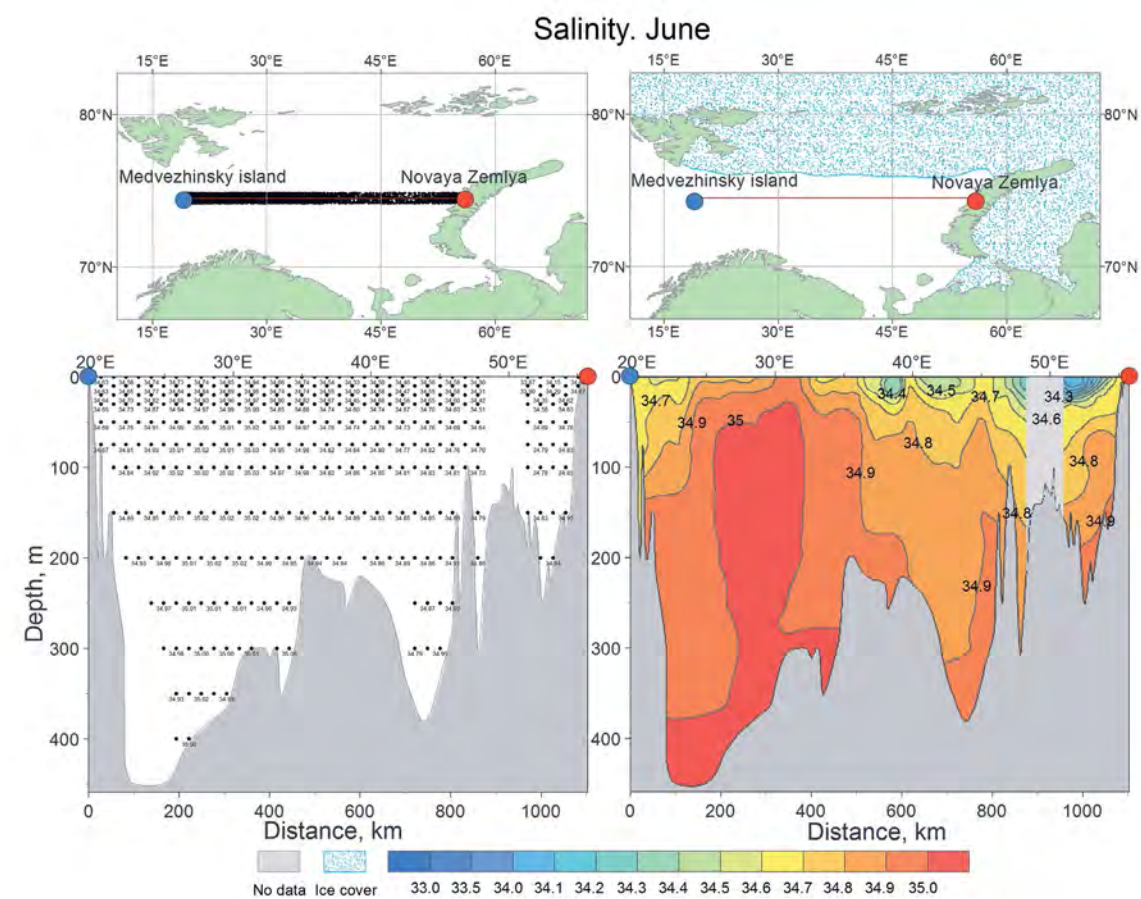


Рисунок П 42. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на Медвежинском разрезе

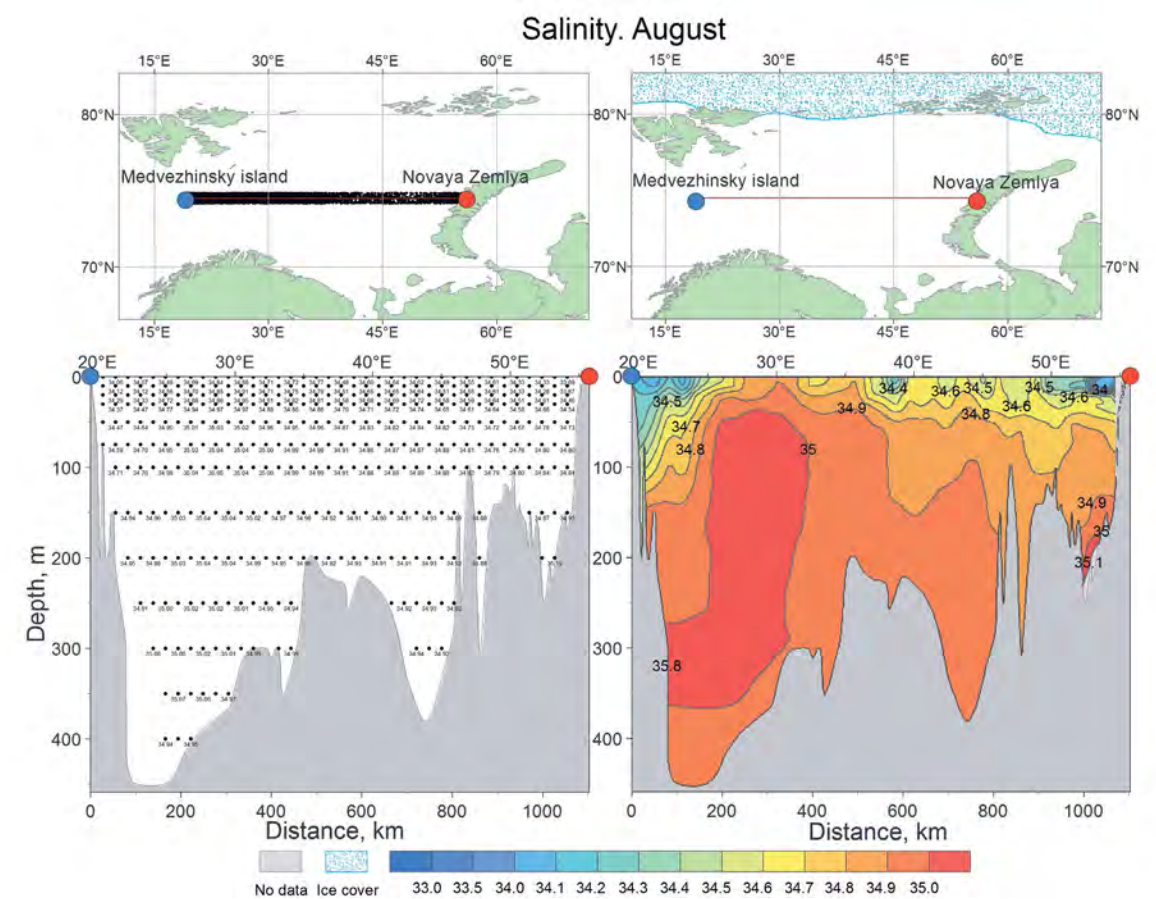


Рисунок П 44. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на Медвежинском разрезе

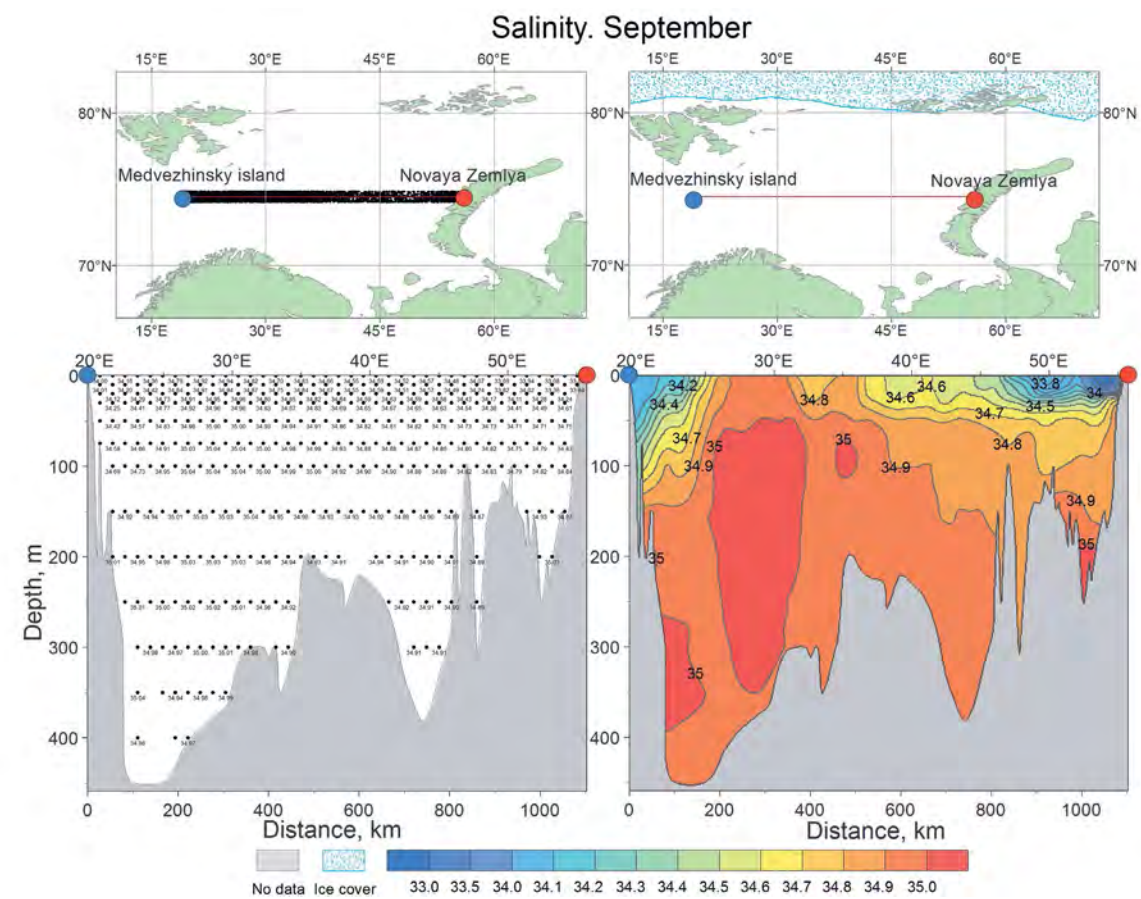


Рисунок П 45. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на Медвежинском разрезе

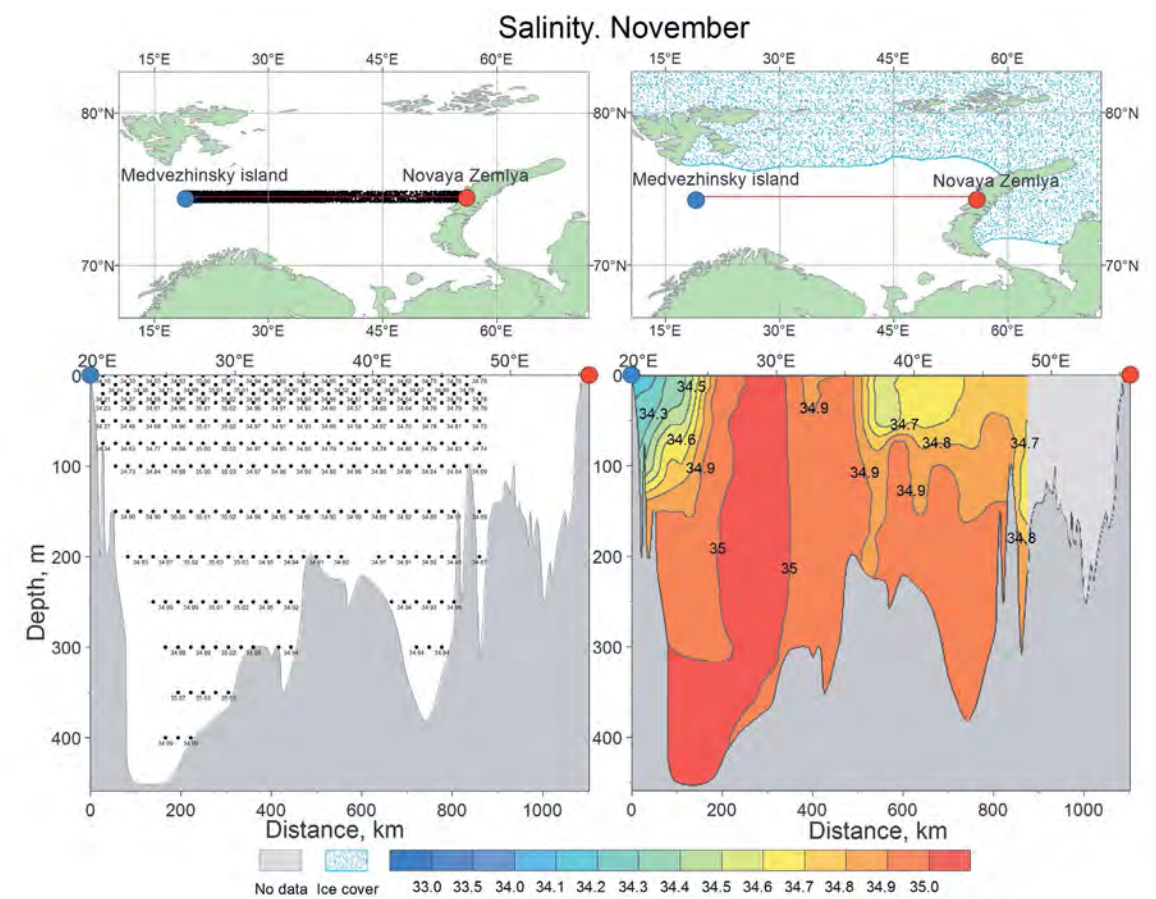


Рисунок П 47. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на Медвежинском разрезе

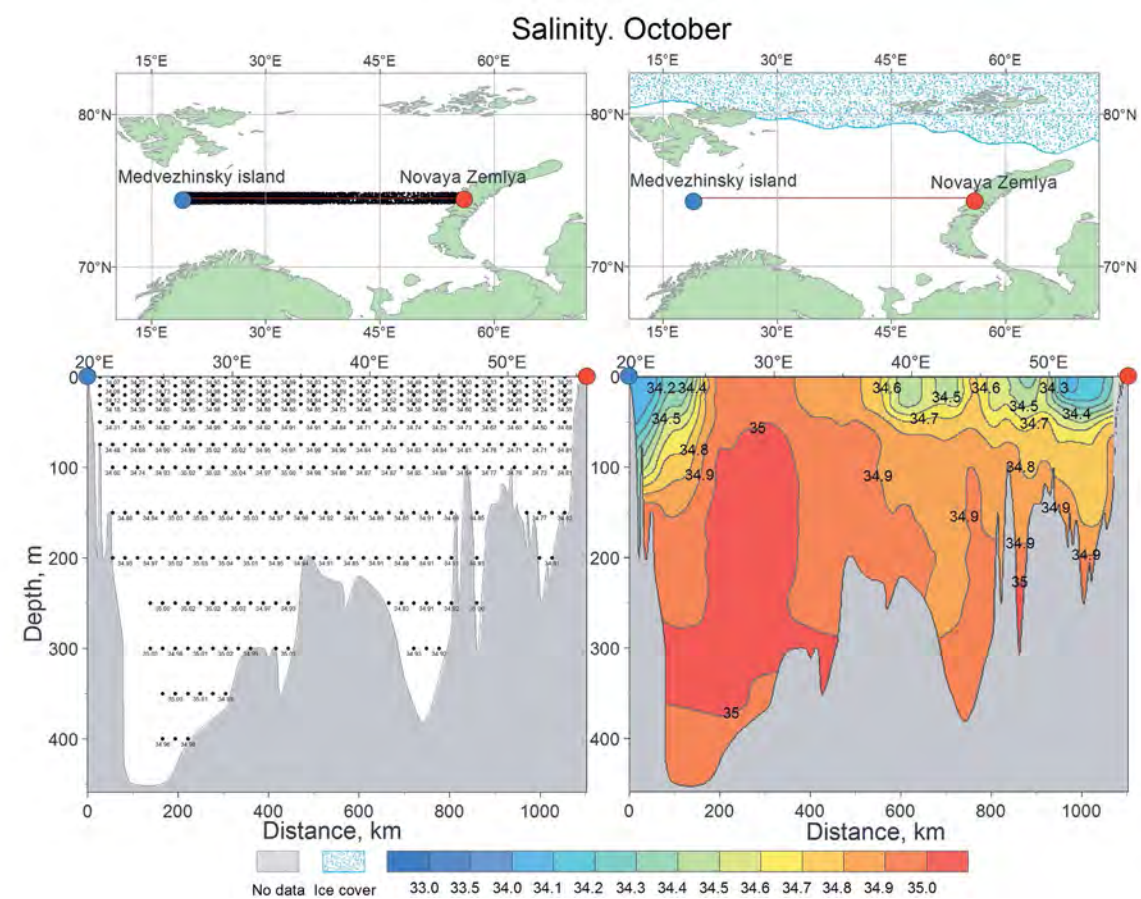


Рисунок П 46. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на Медвежинском разрезе

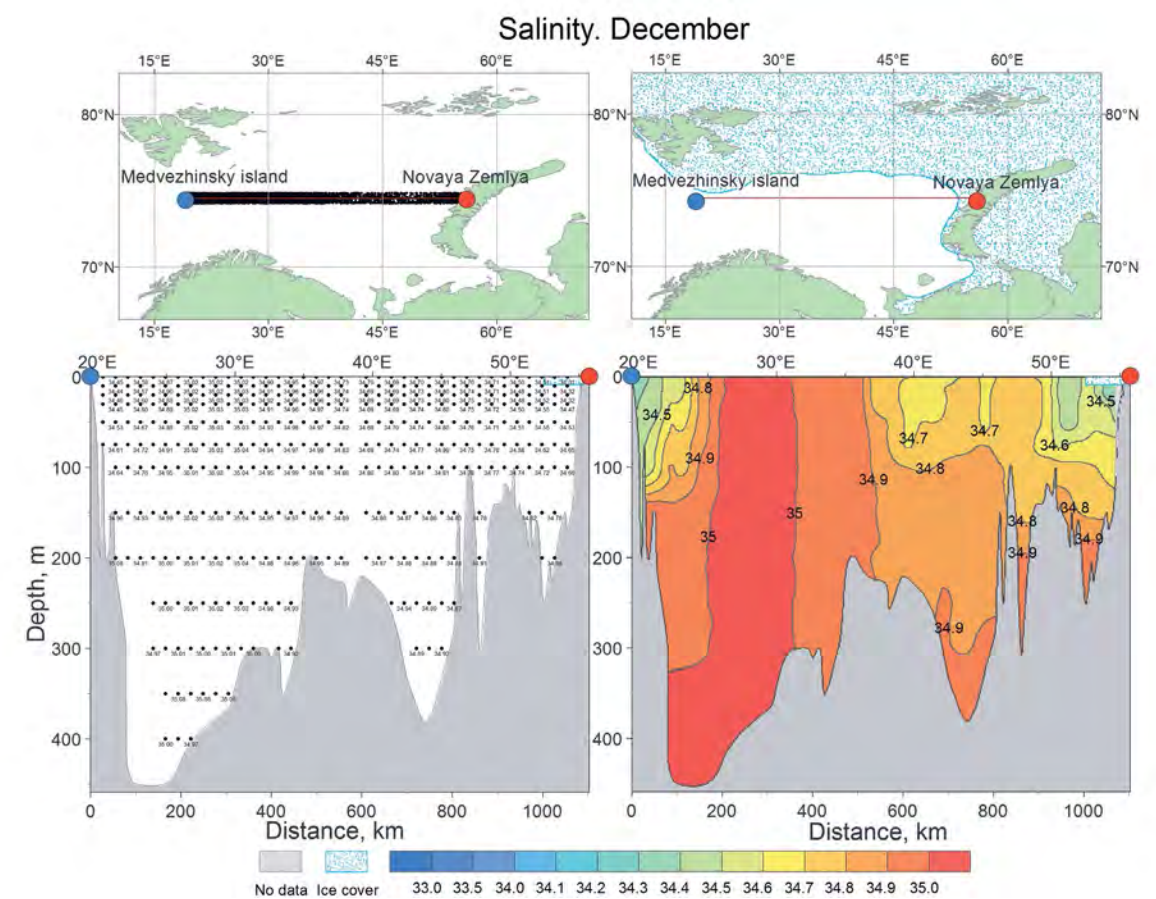


Рисунок П 48. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на Медвежинском разрезе

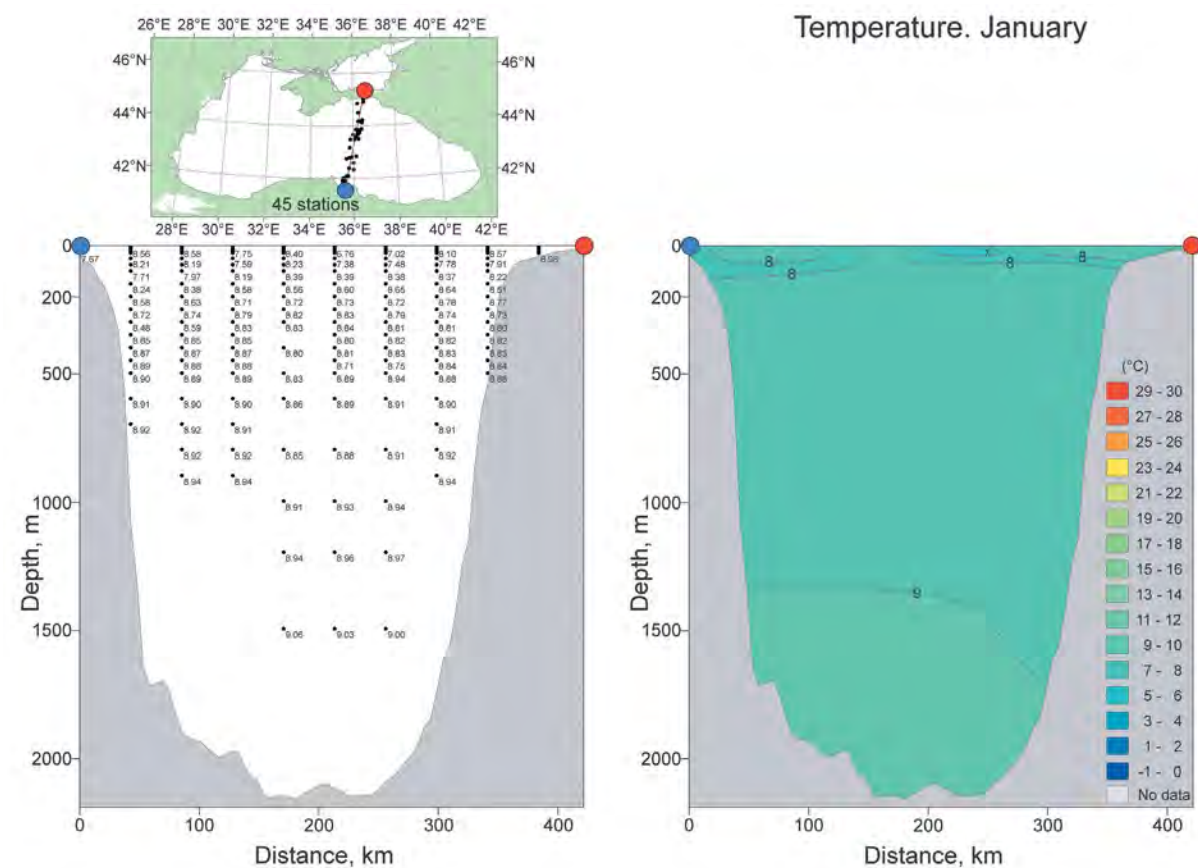


Рисунок П 49. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

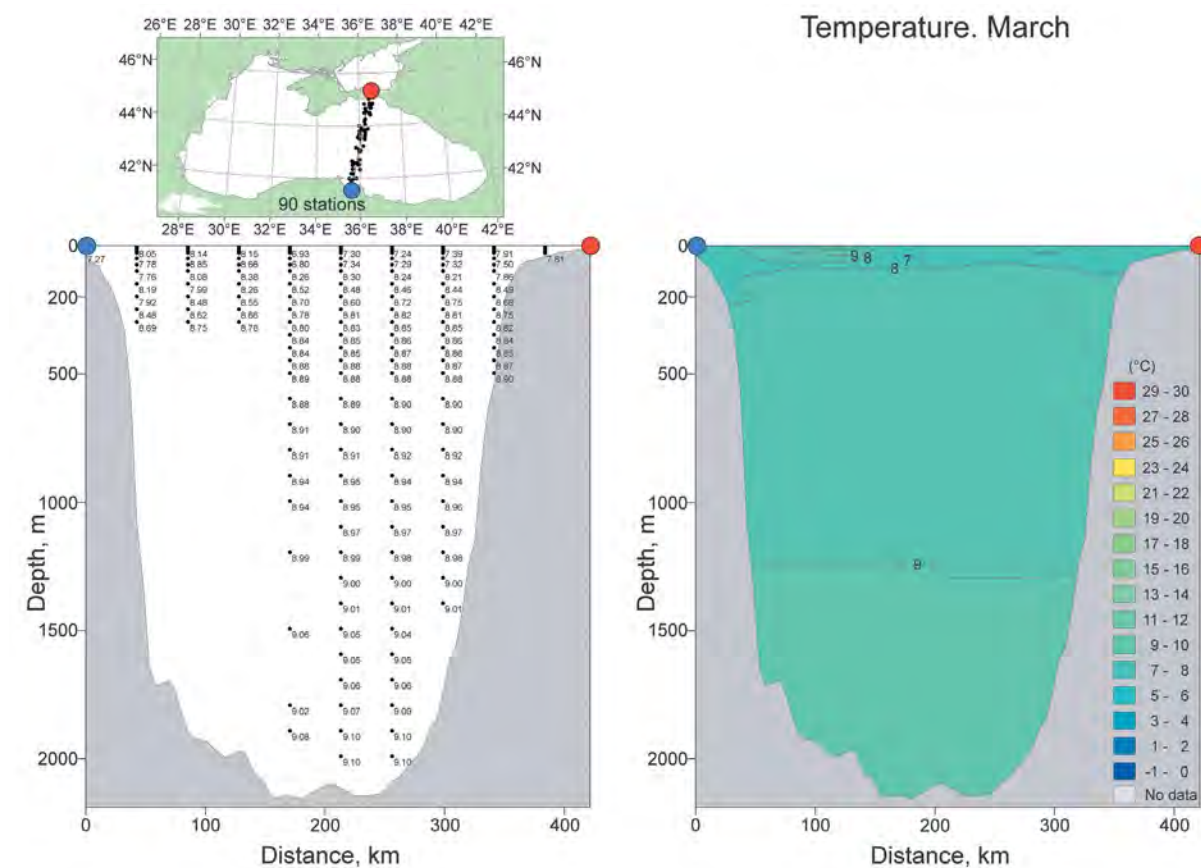


Рисунок П 51. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

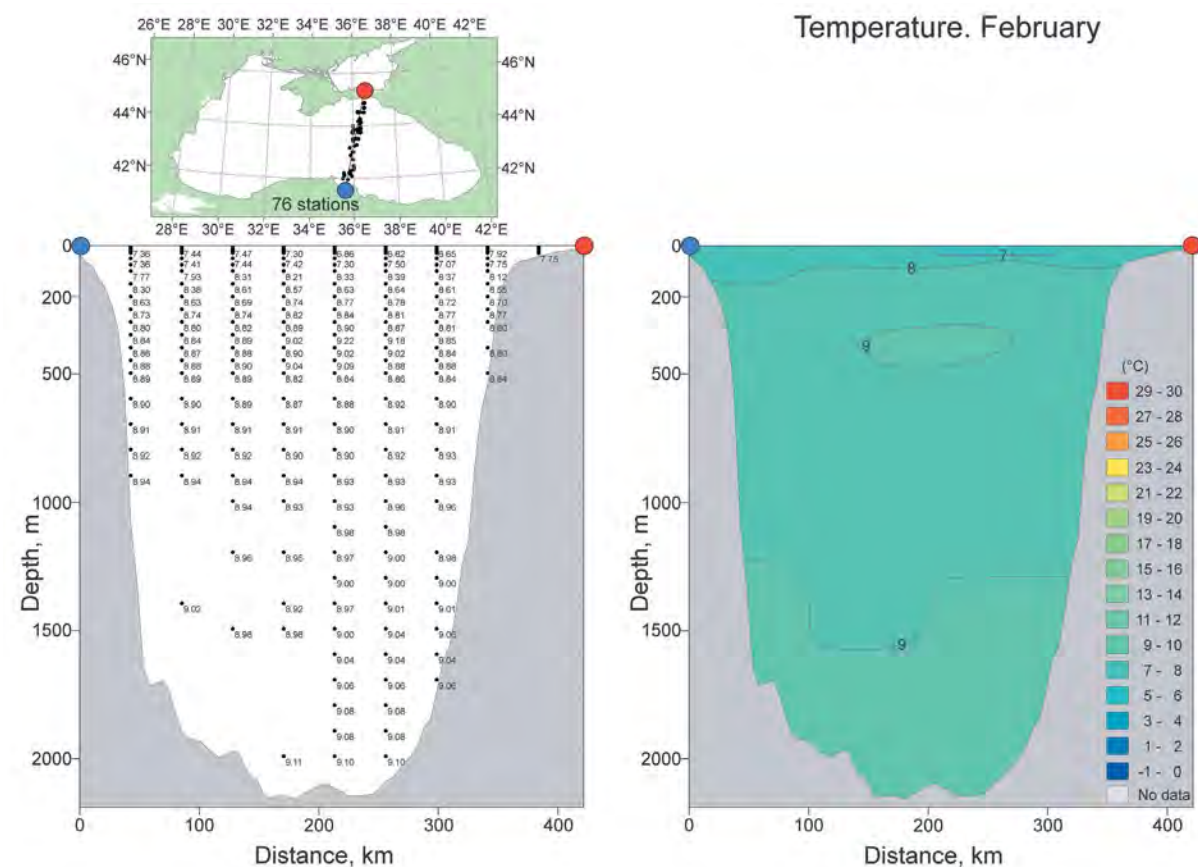


Рисунок П 50. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

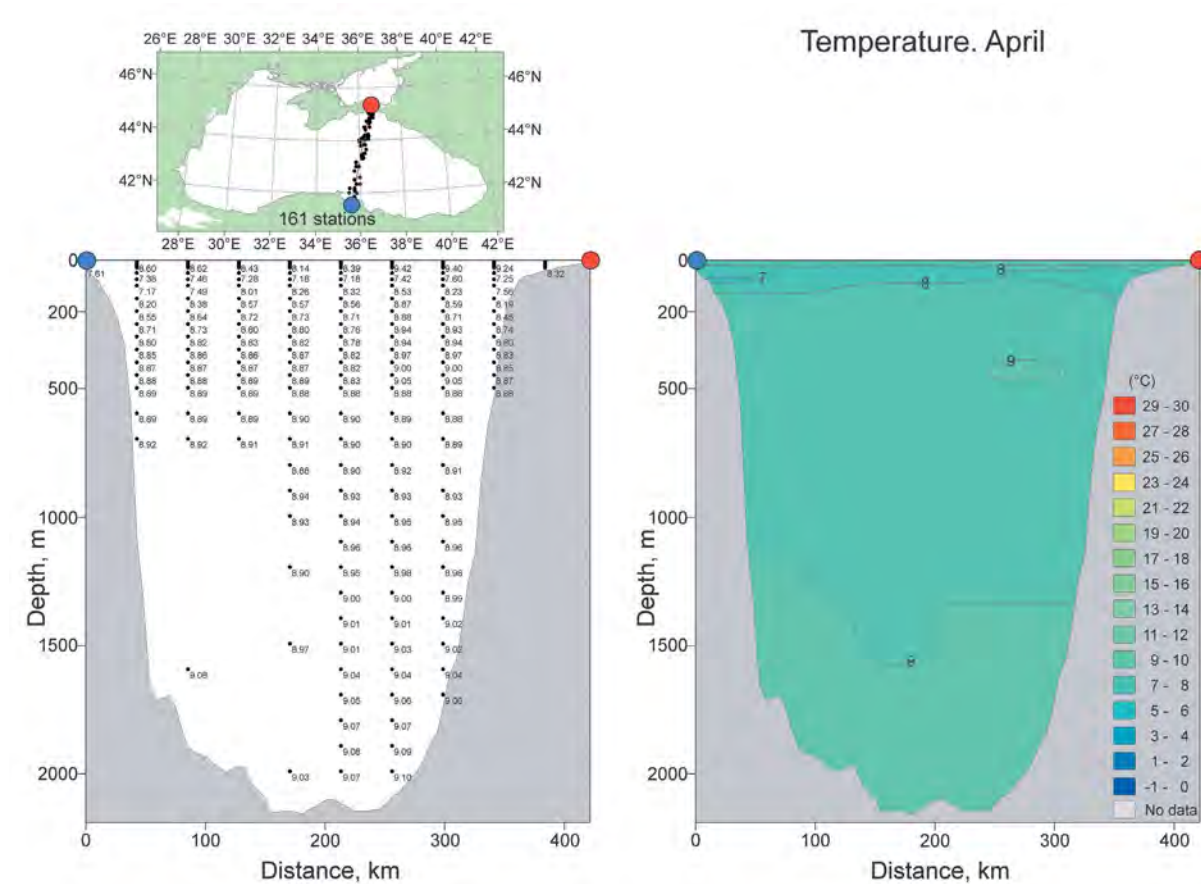


Рисунок П 52. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

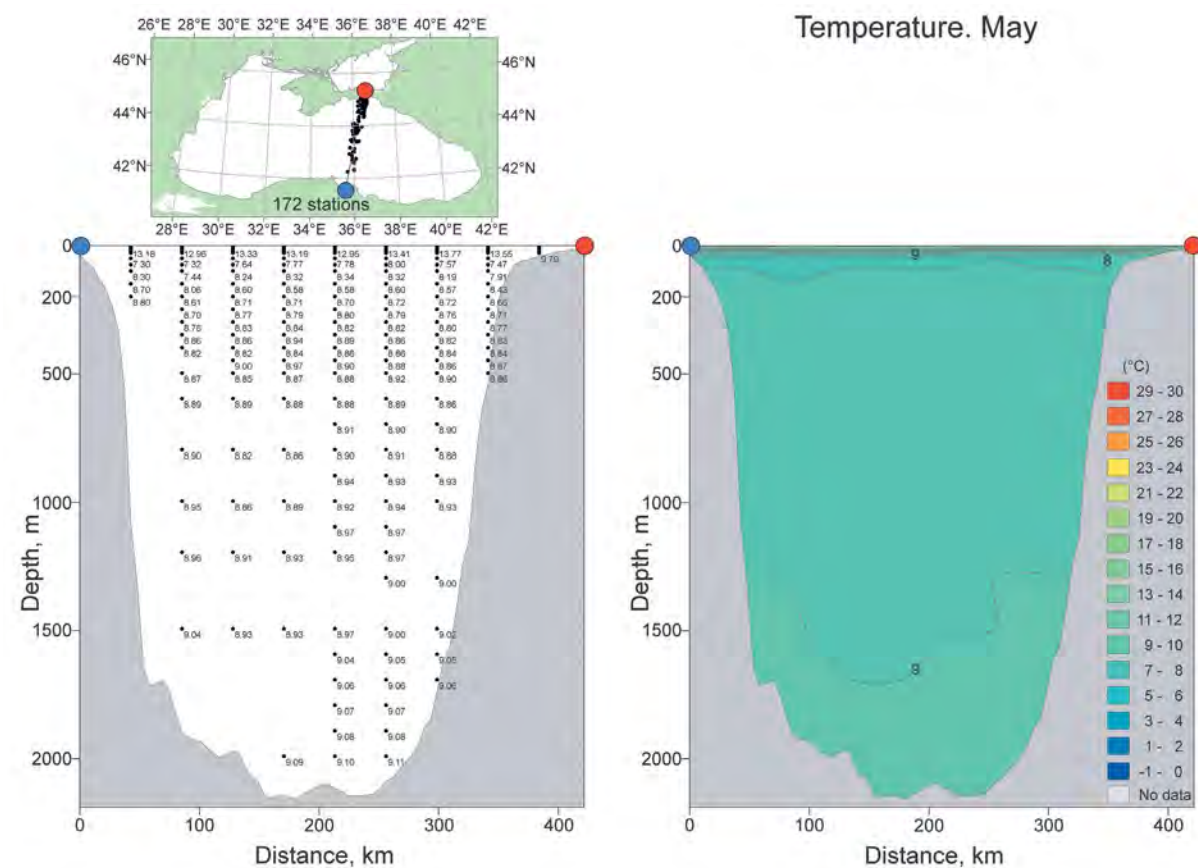


Рисунок П 53. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

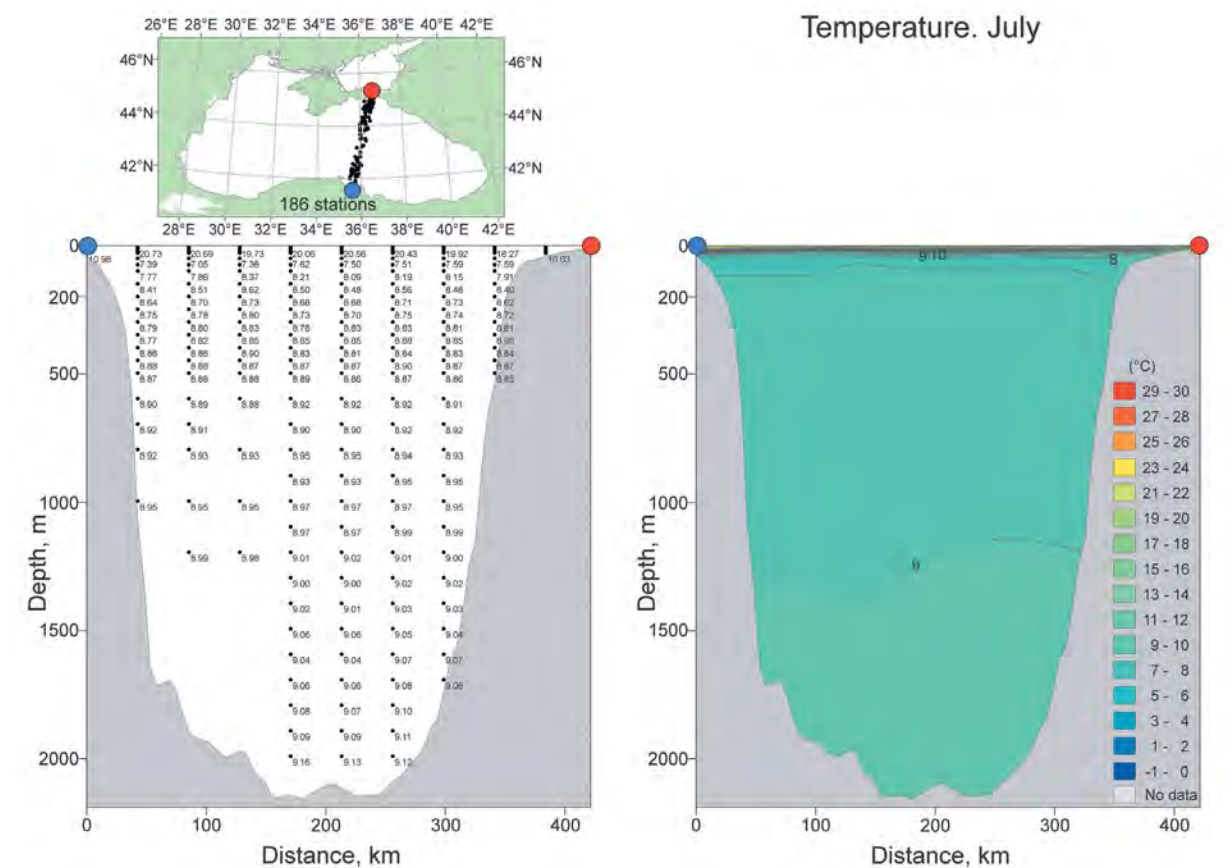


Рисунок П 55. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

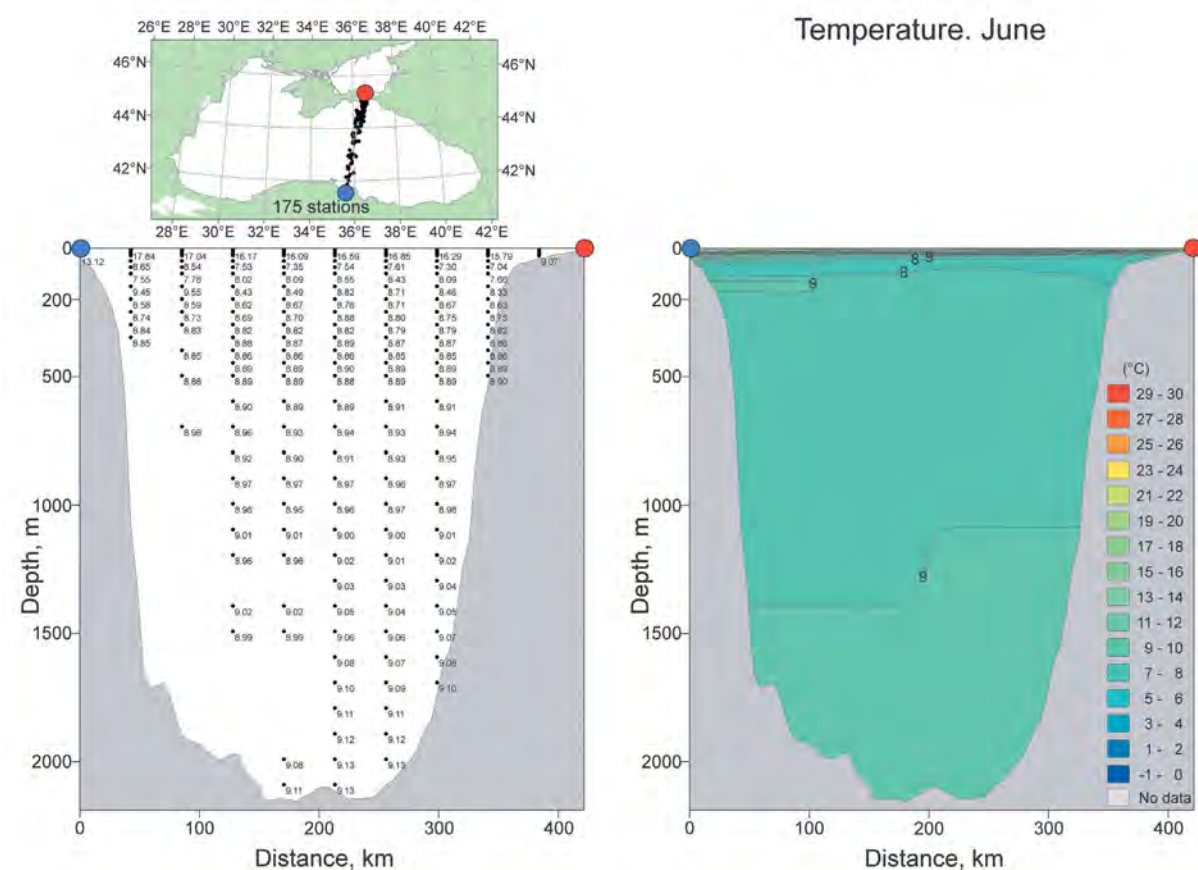


Рисунок П 54. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

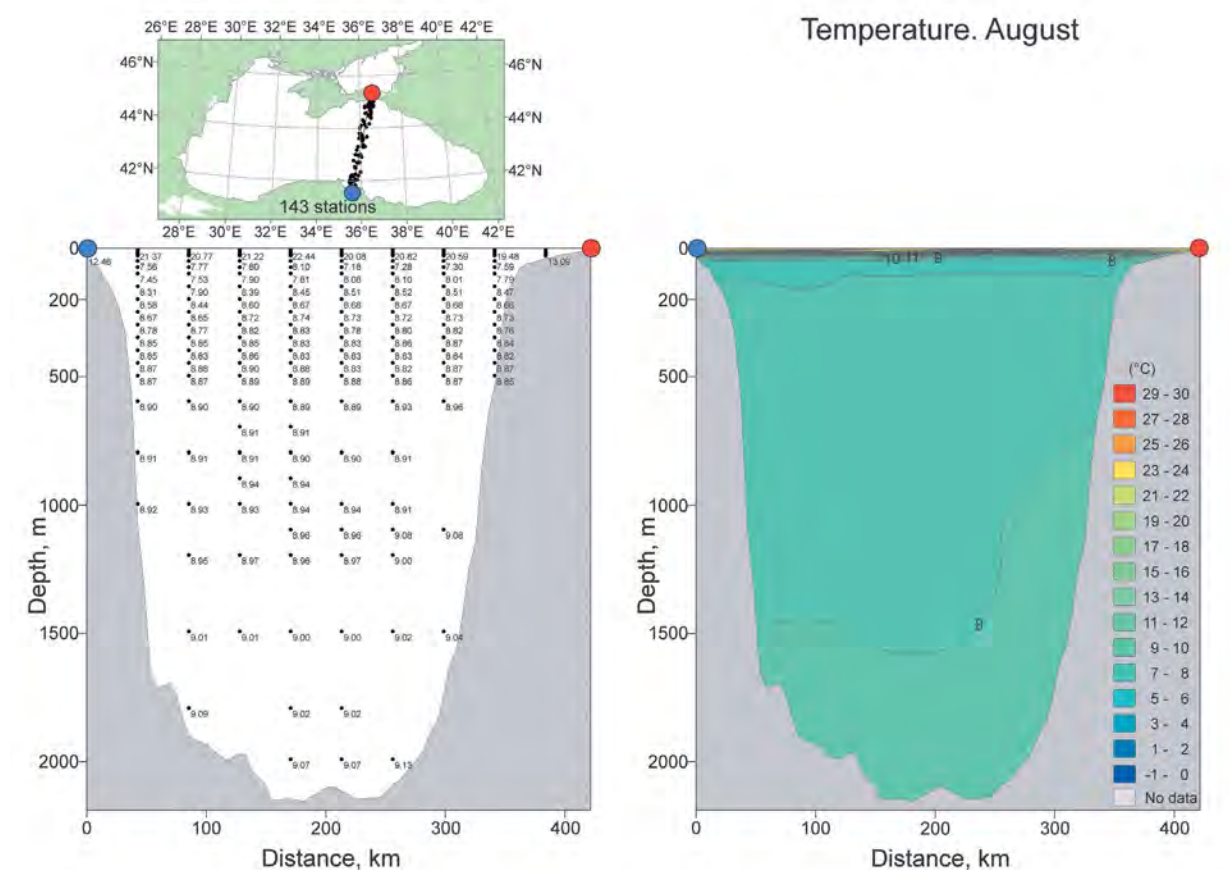


Рисунок П 56. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

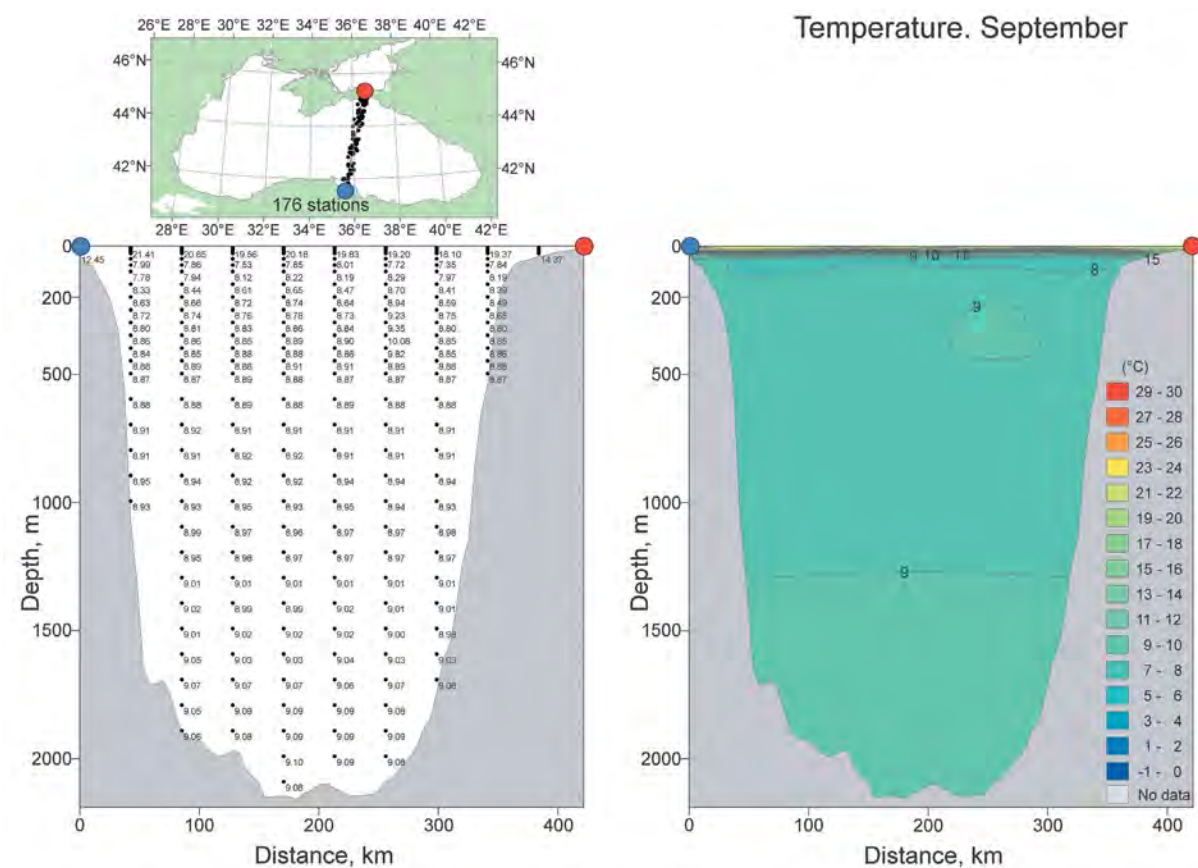


Рисунок П 57. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

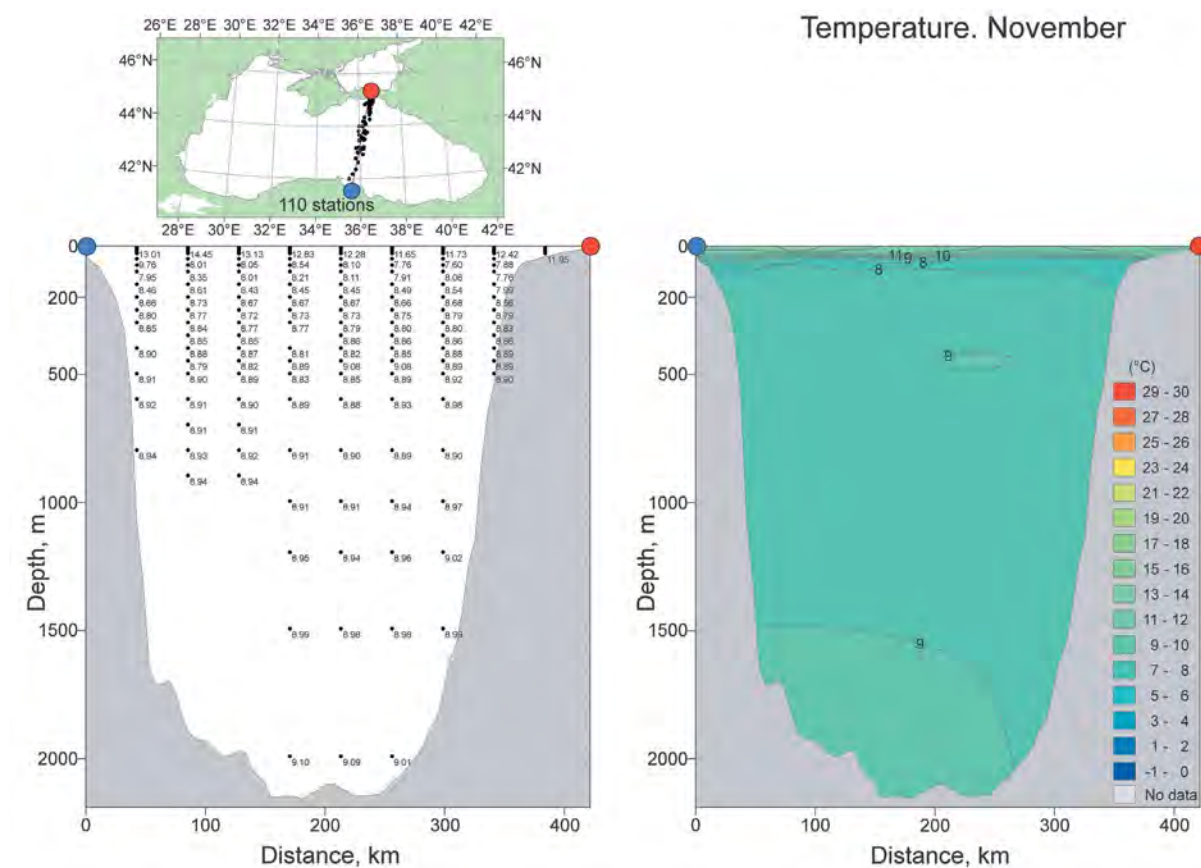


Рисунок П 59. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

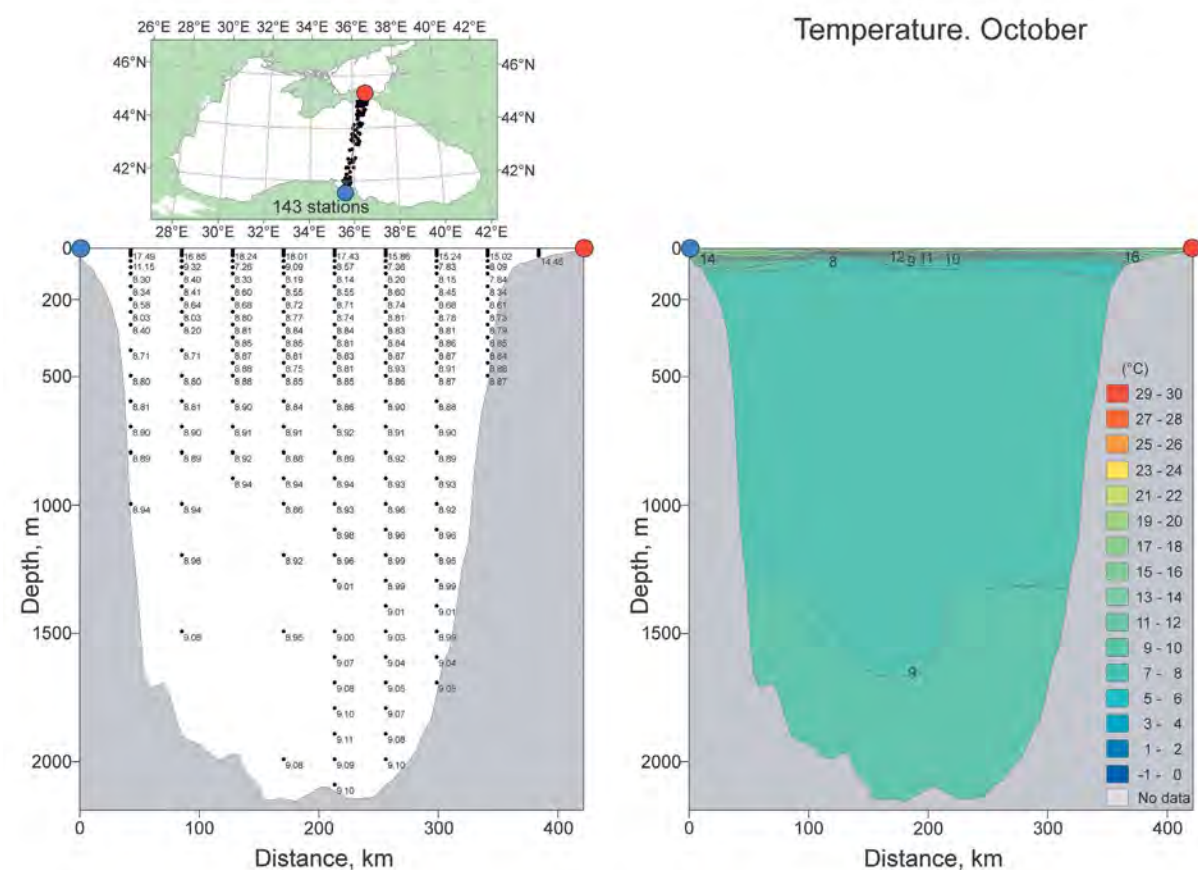


Рисунок П 58. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

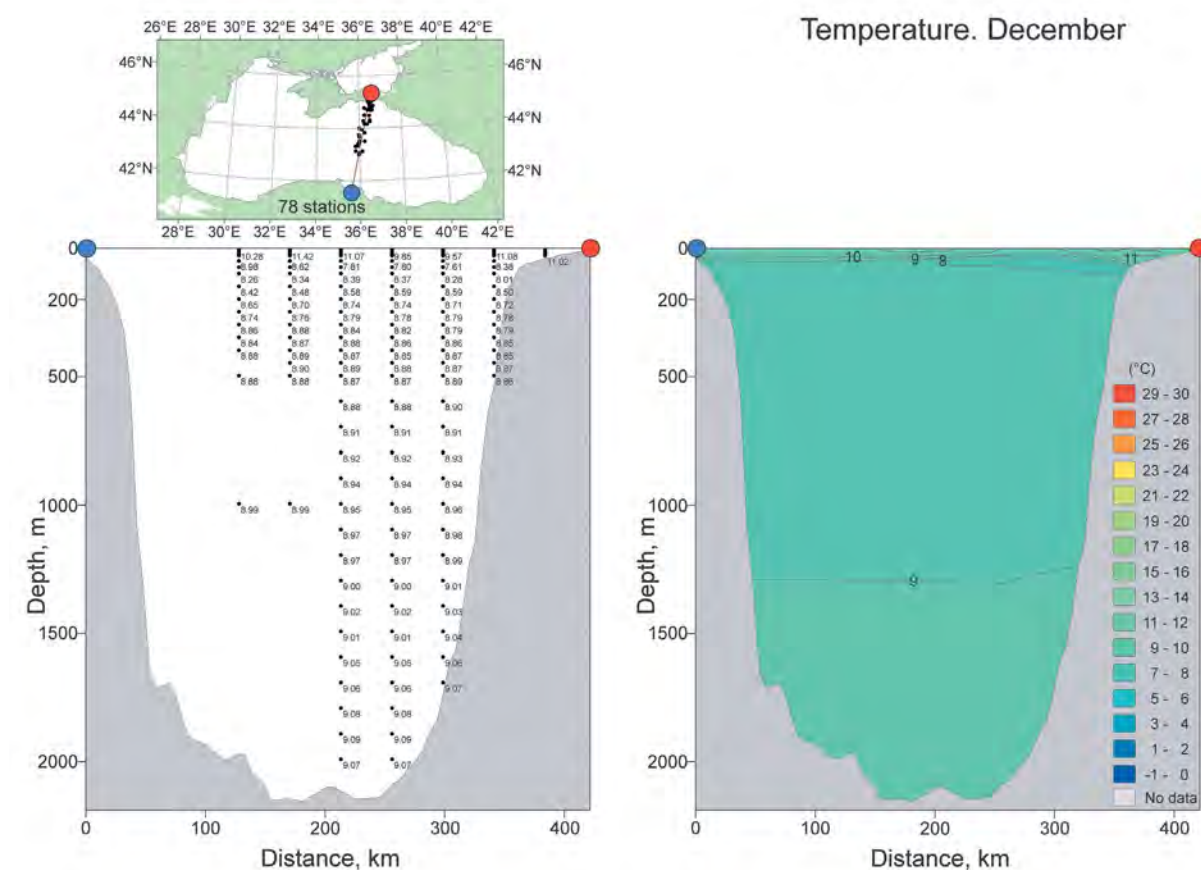


Рисунок П 60. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

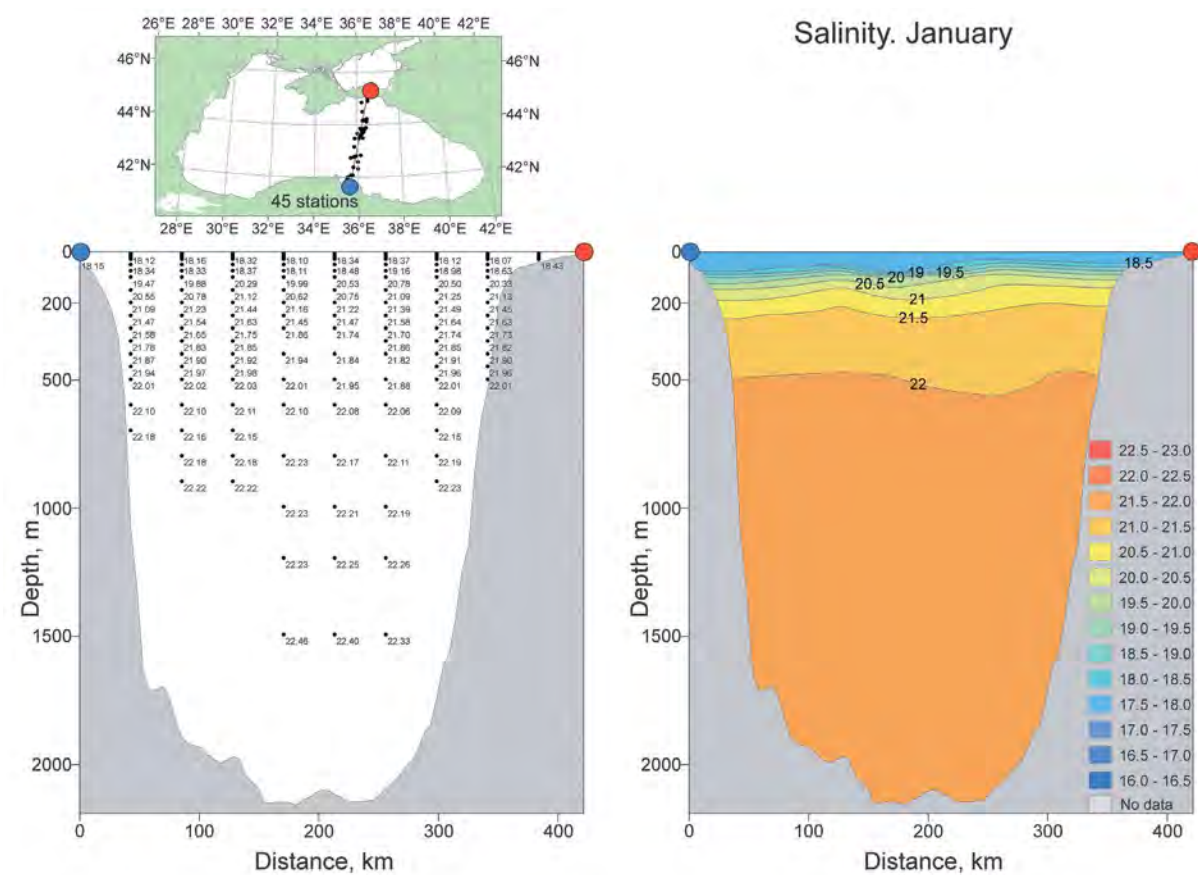


Рисунок П 61. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

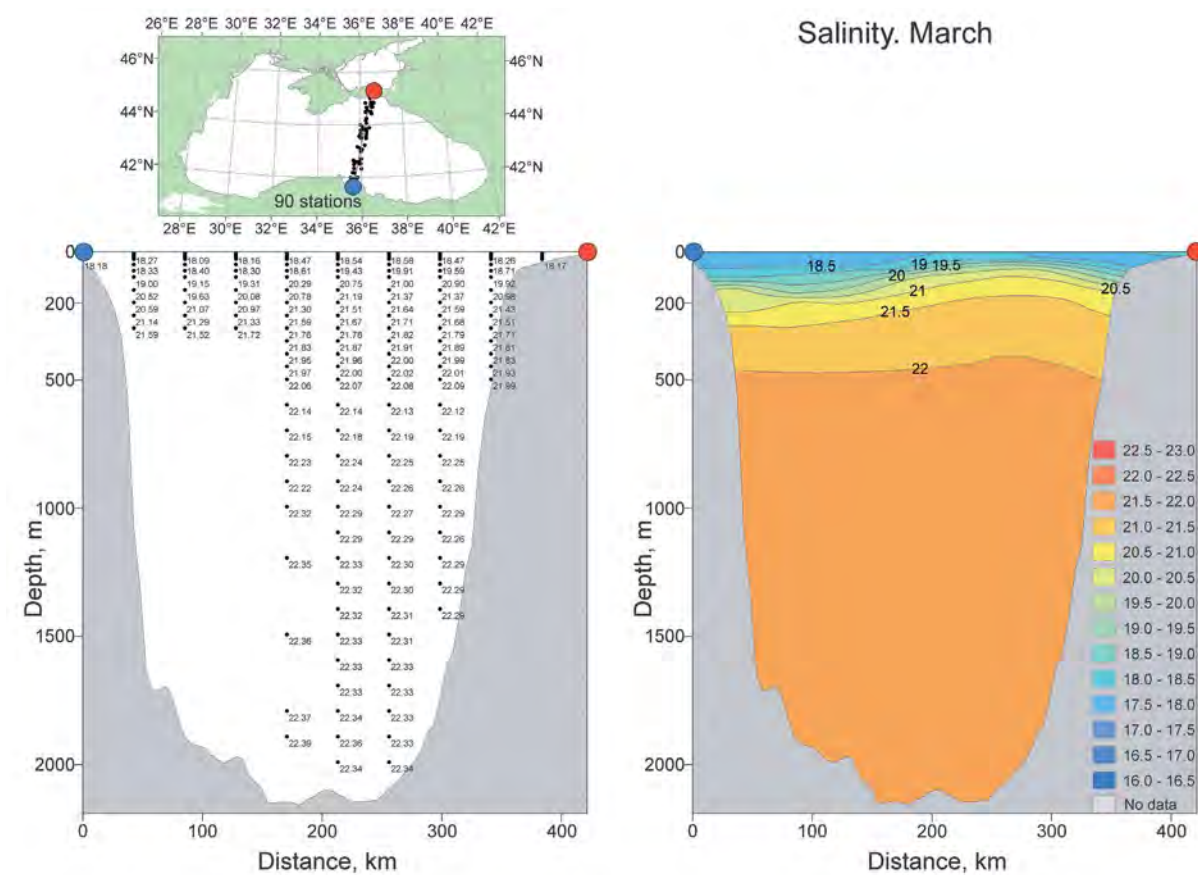


Рисунок П 63. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

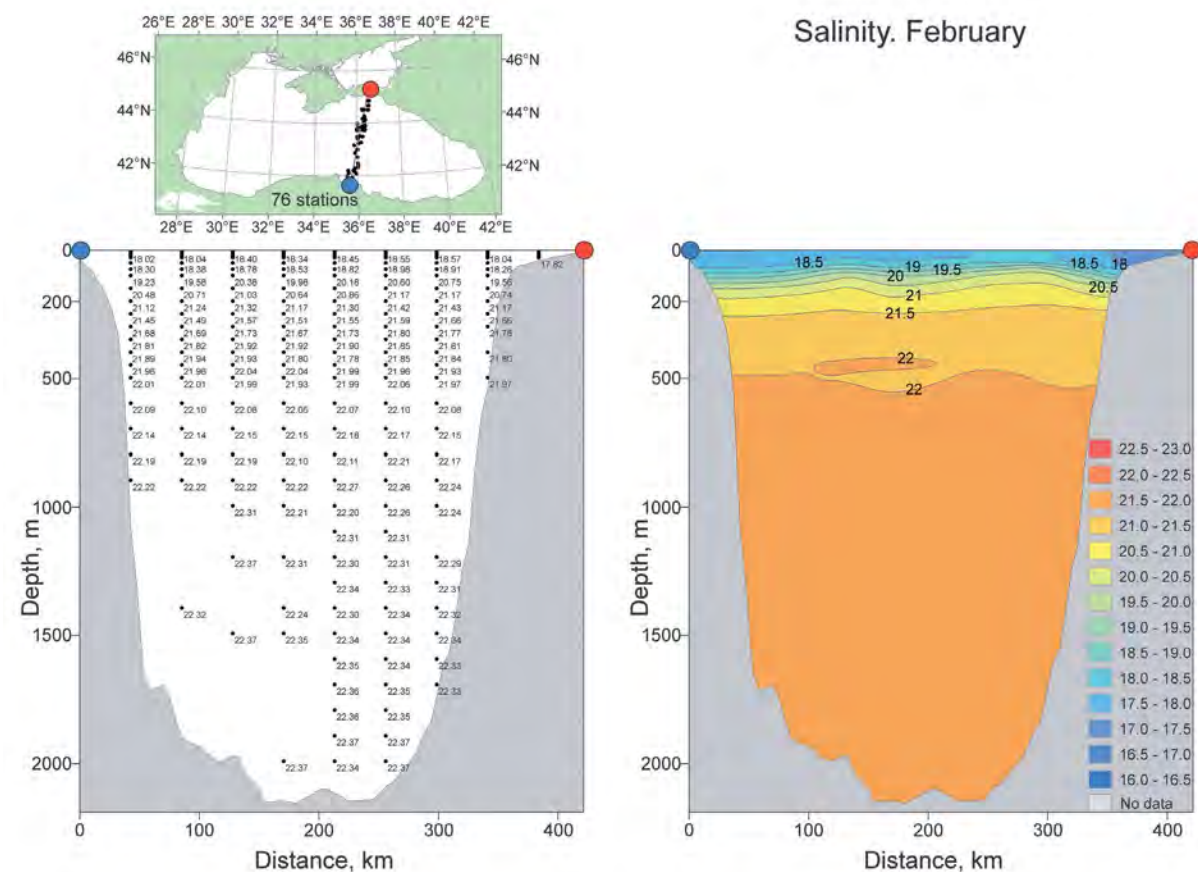


Рисунок П 62. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

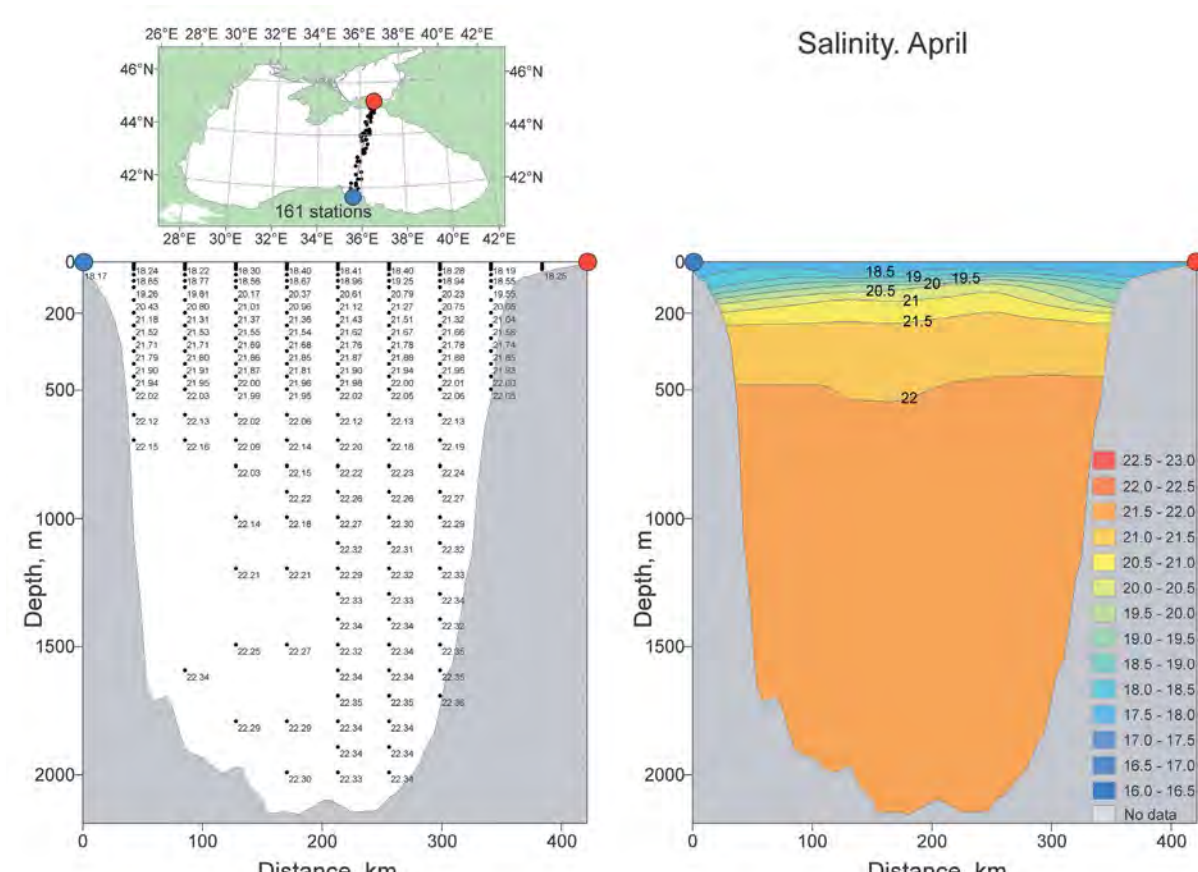


Рисунок П 64. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

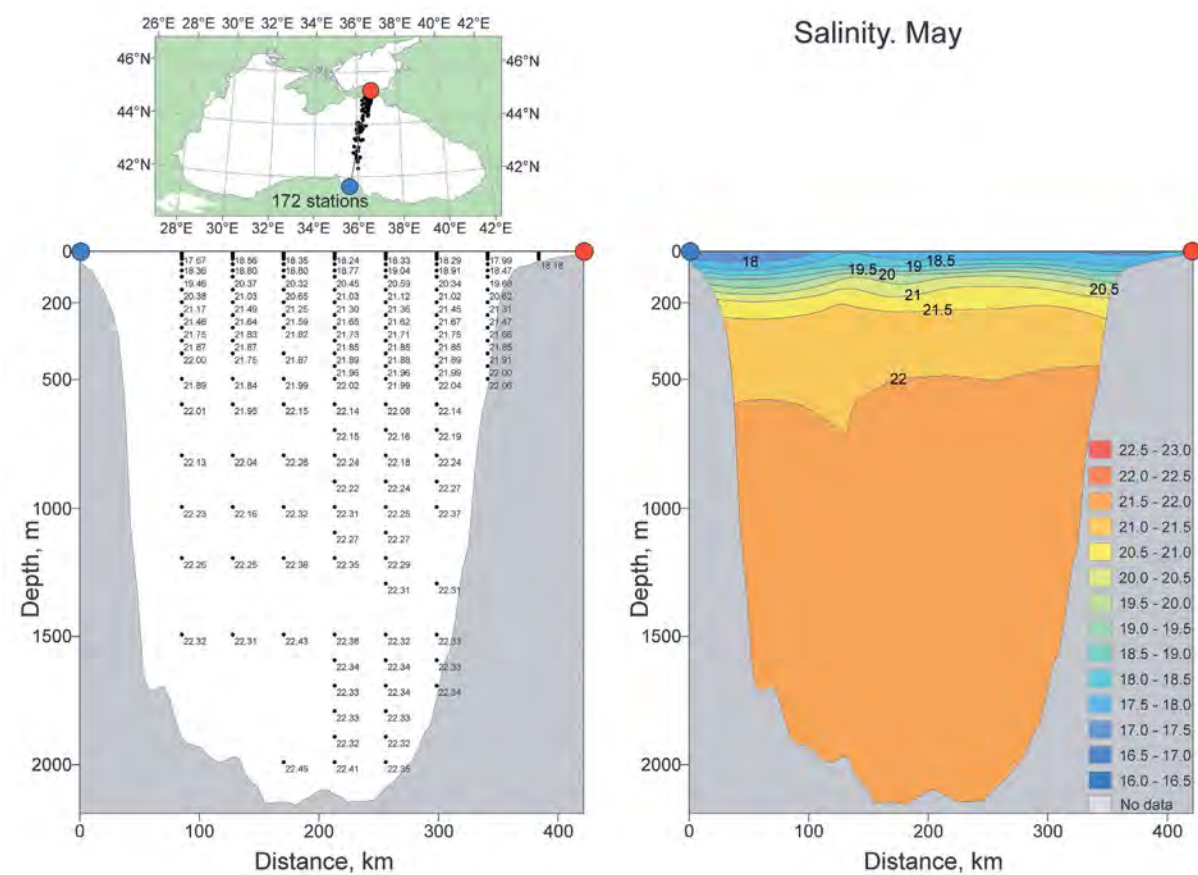


Рисунок П 65. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

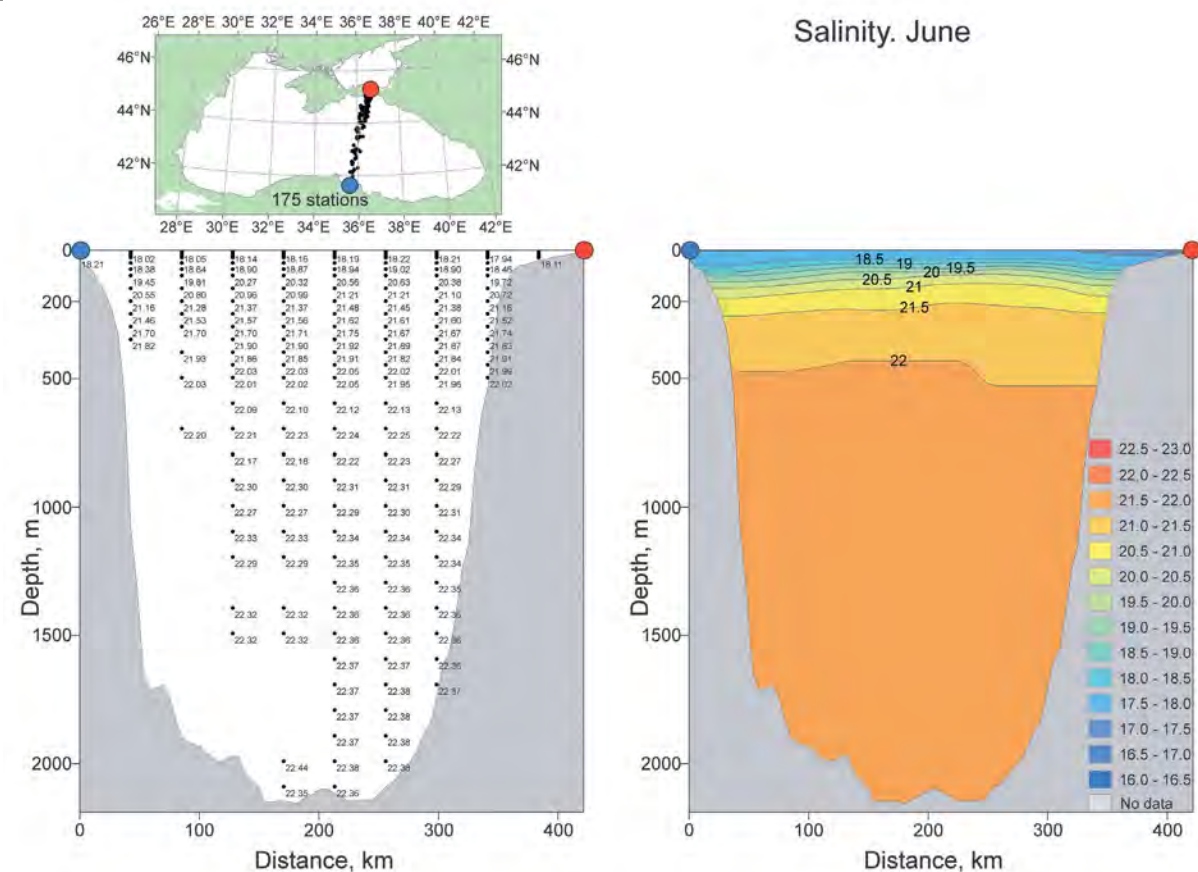


Рисунок П 66. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

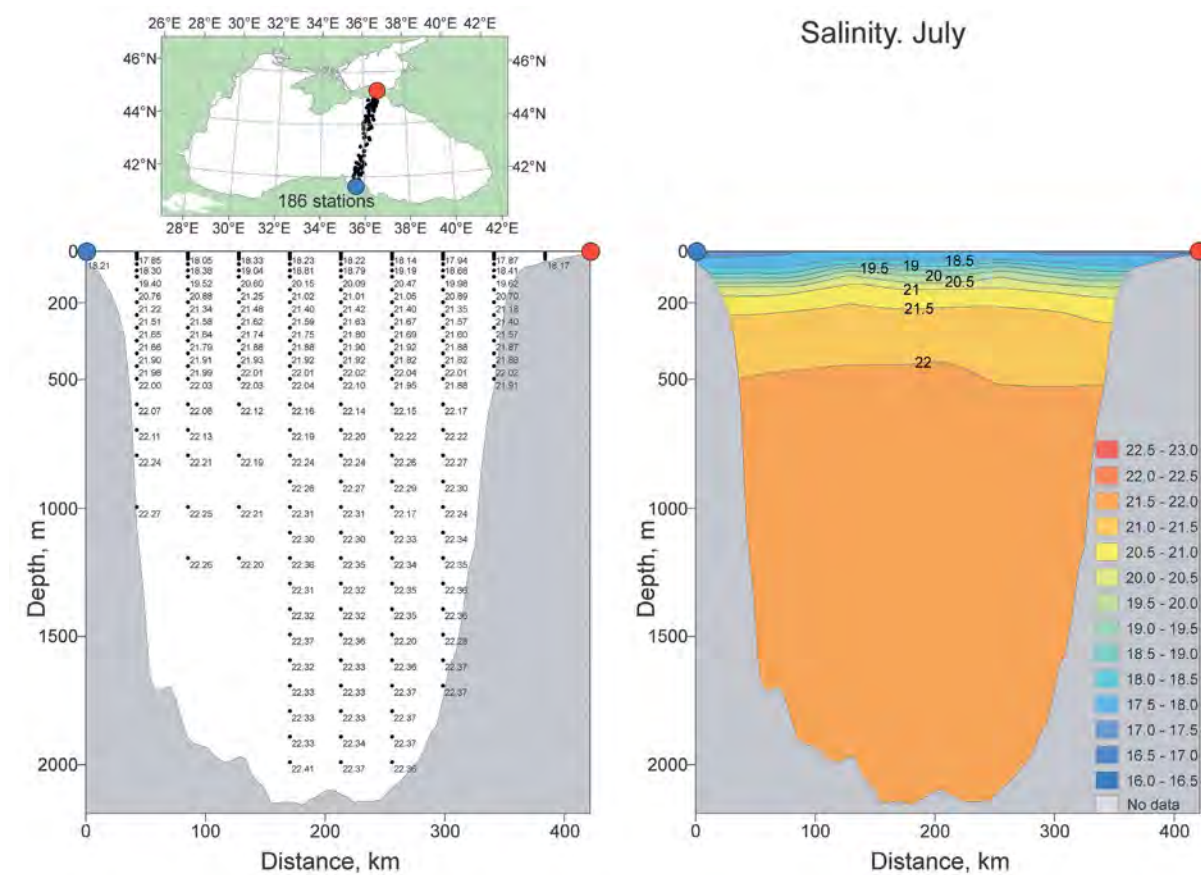


Рисунок П 67. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

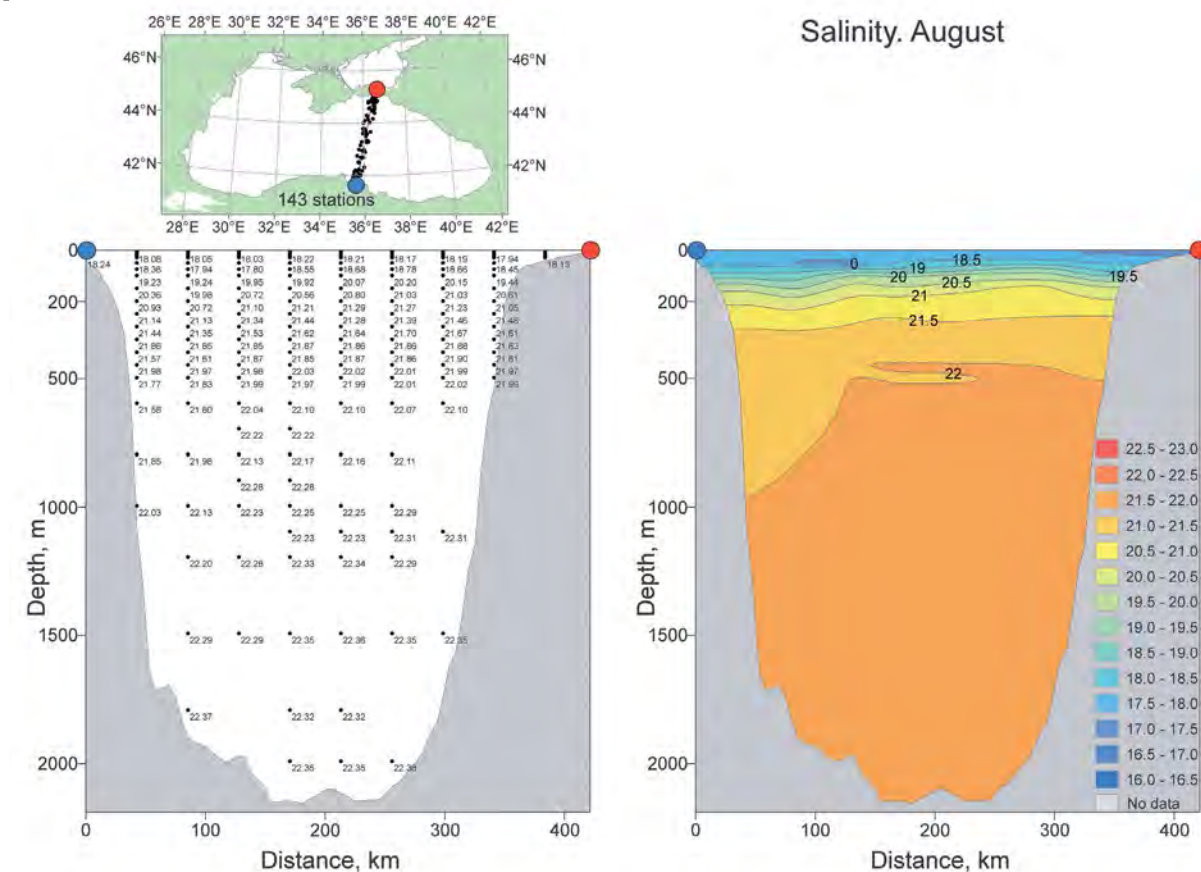


Рисунок П 68. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

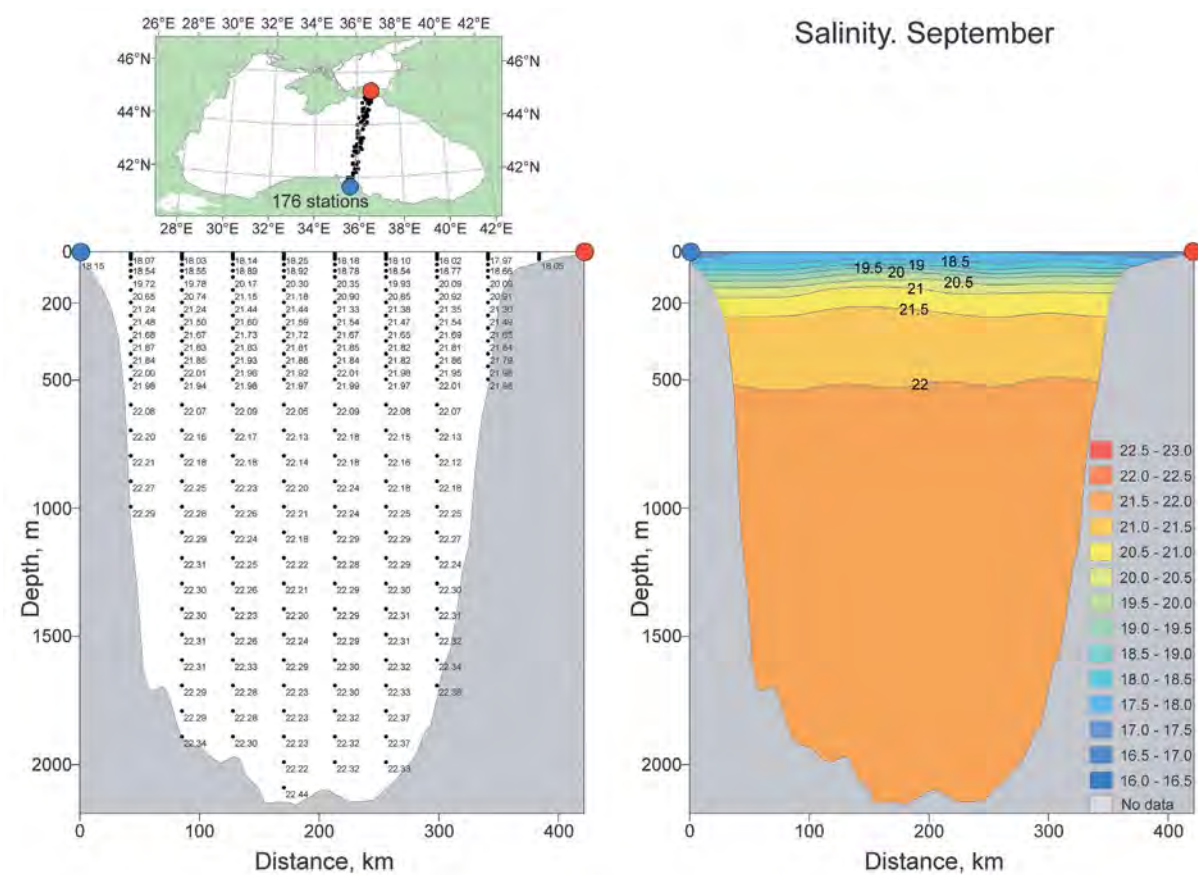


Рисунок П 69. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

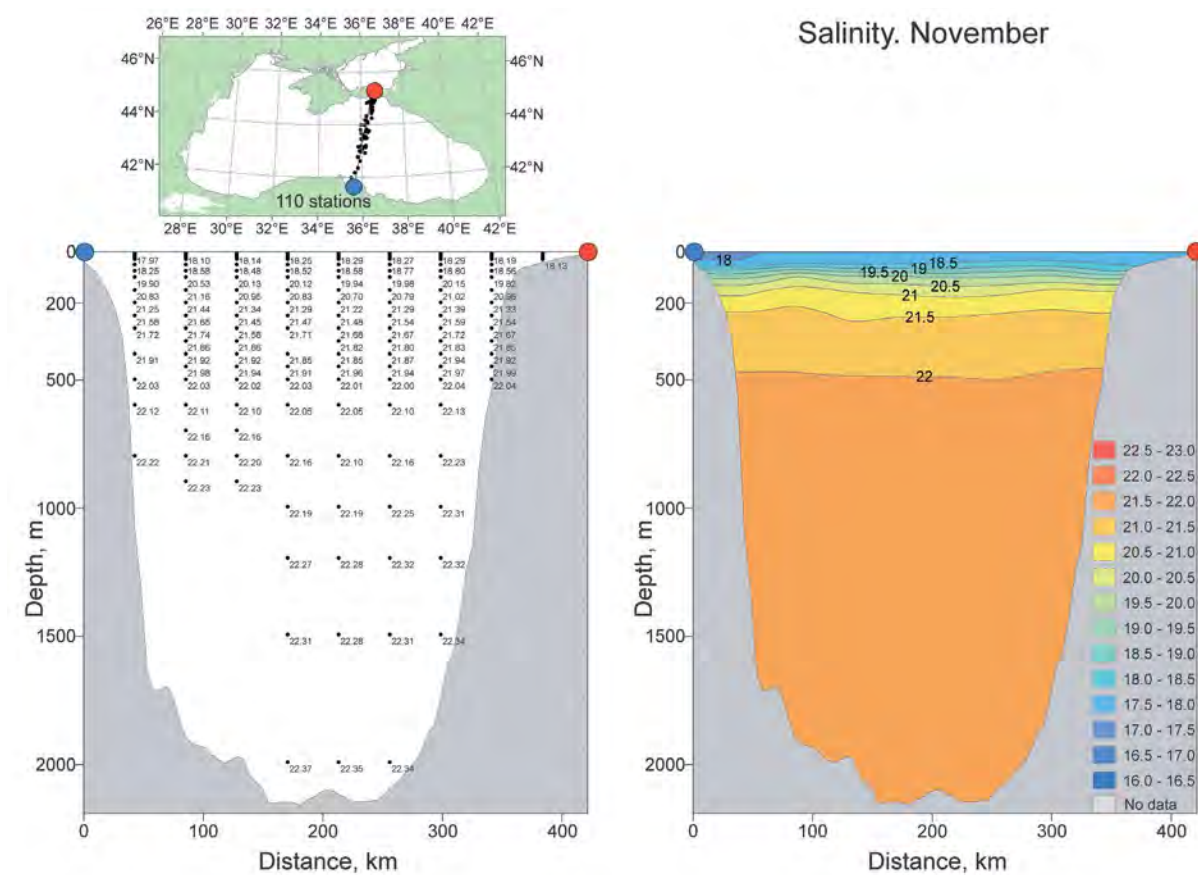


Рисунок П 71. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

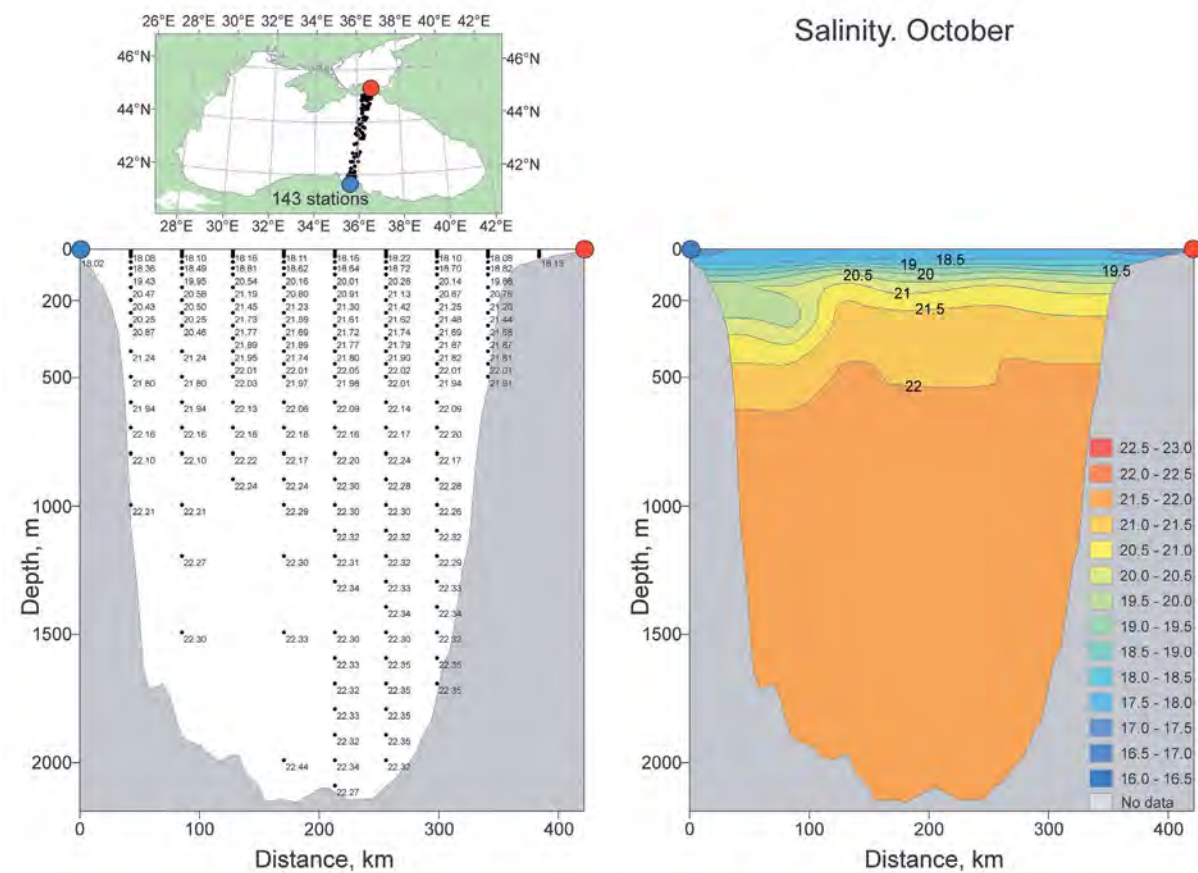


Рисунок П 70. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

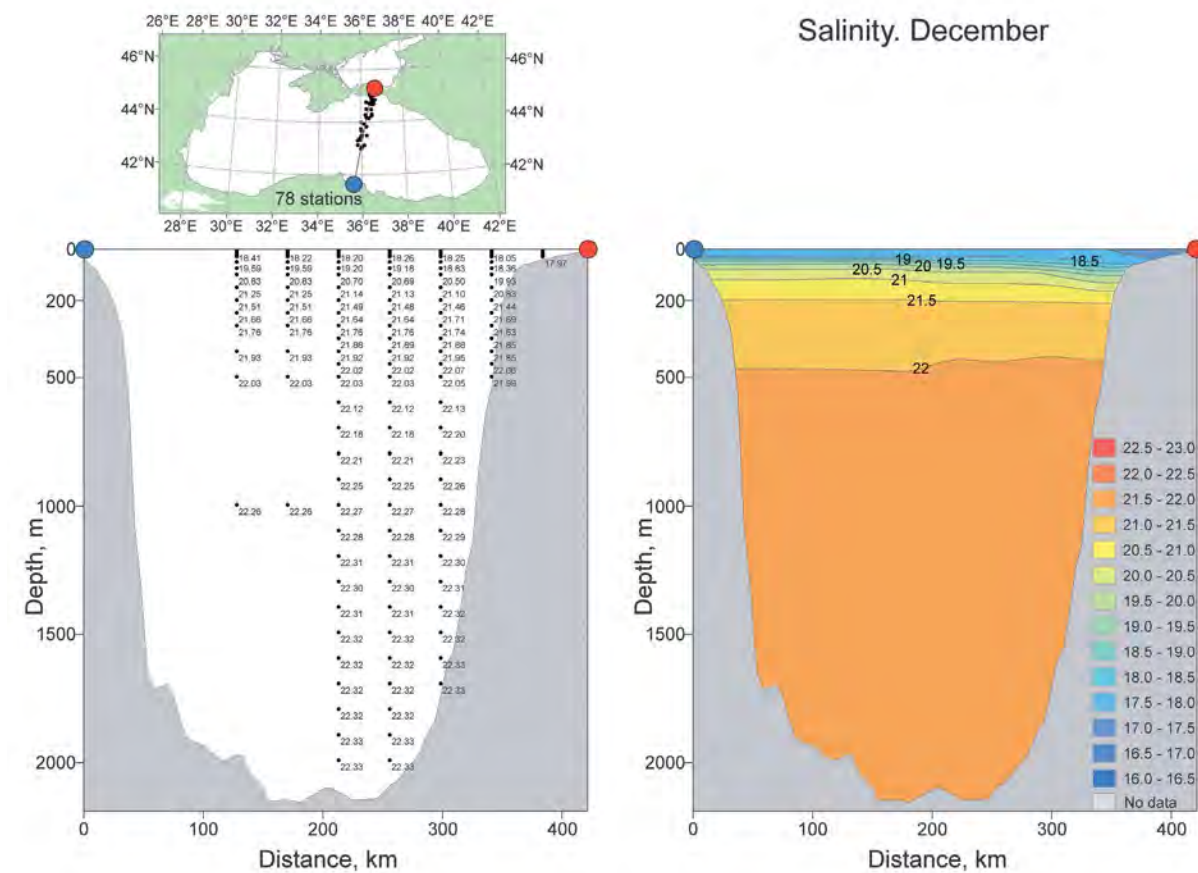


Рисунок П 72. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе «Самсун – Керченский пролив»

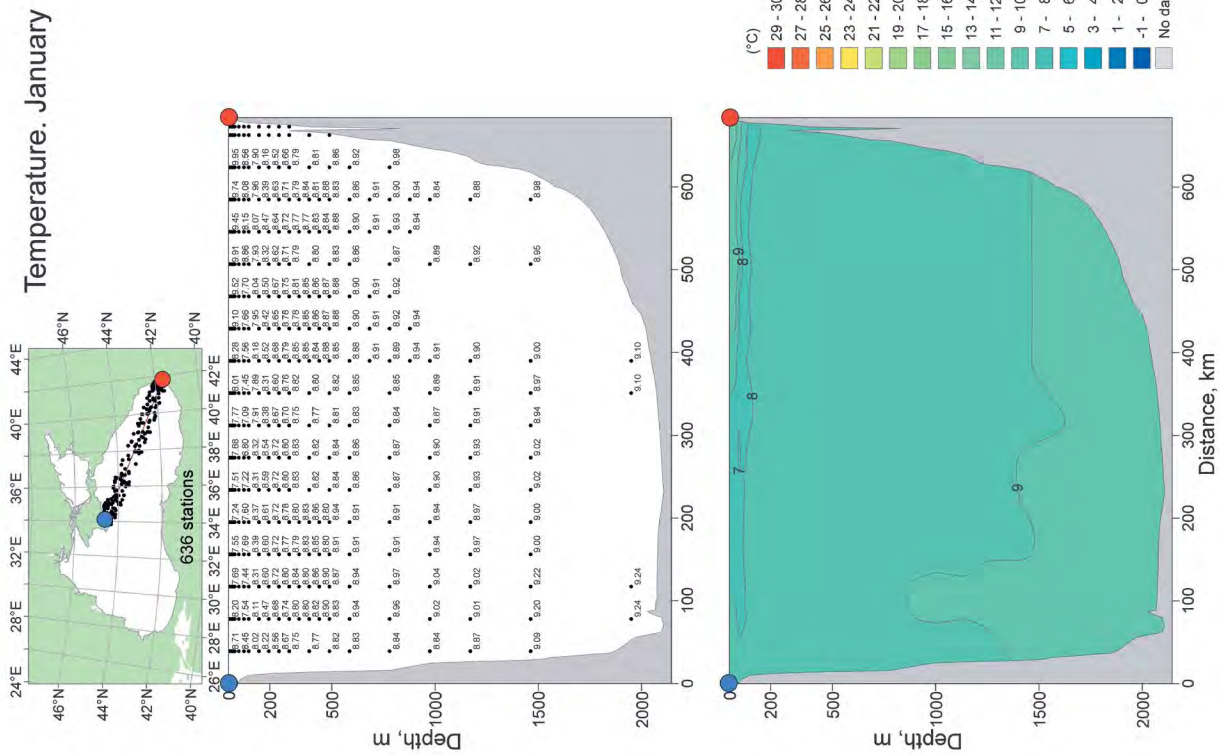


Рисунок П 73. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в янвare на разрезе «Ялта – Батуми»

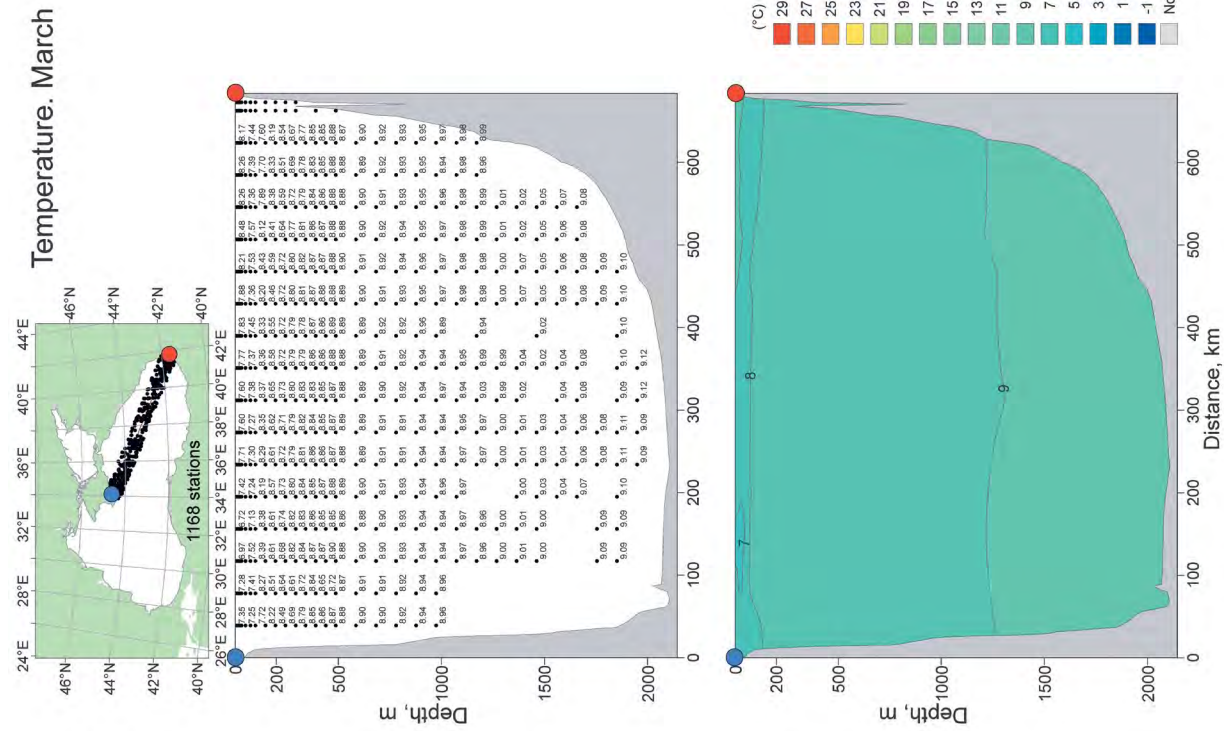


Рисунок П 75. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе «Ялта – Батуми»

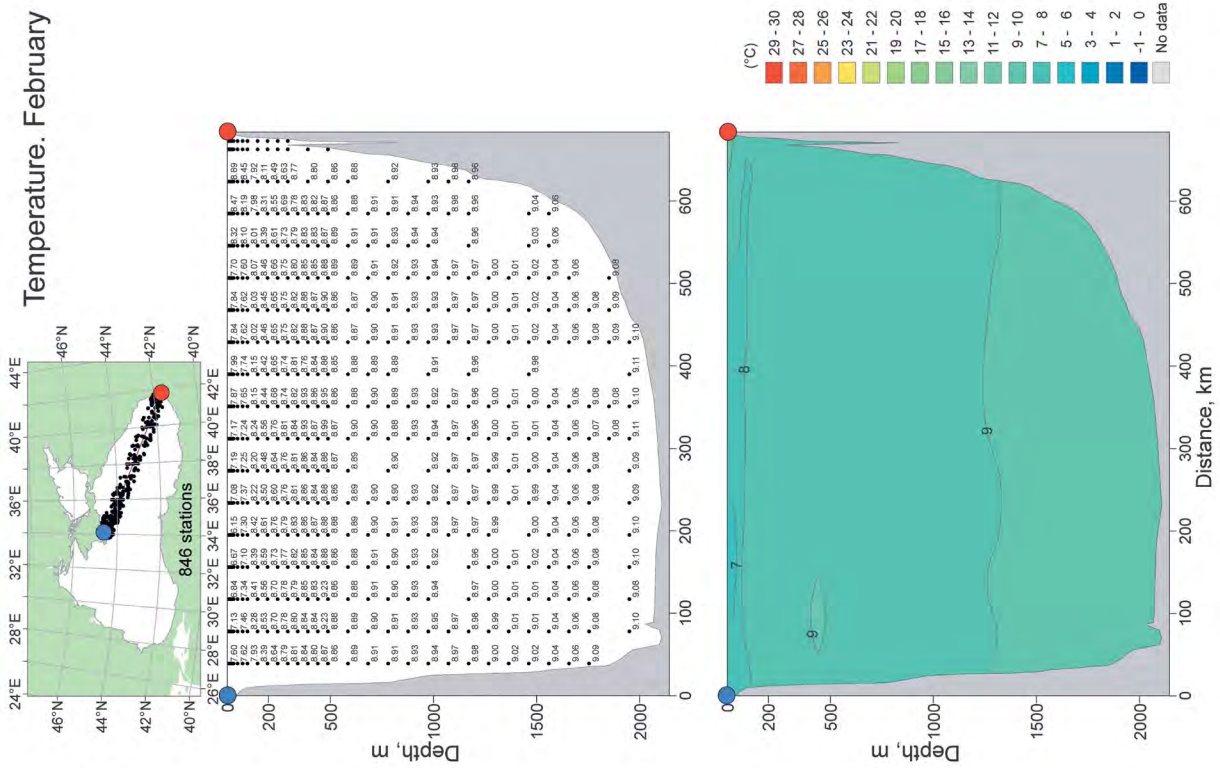


Рисунок П 74. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе «Ялта – Батуми»

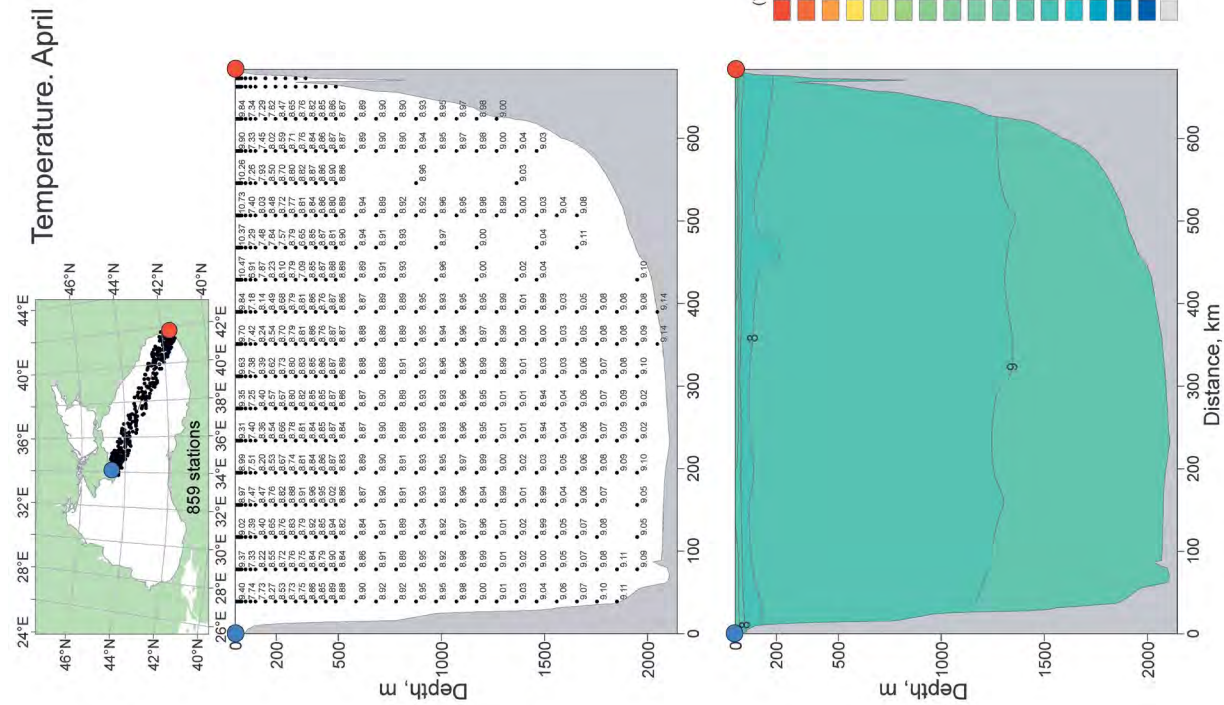


Рисунок П 76. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе «Ялта – Батуми»

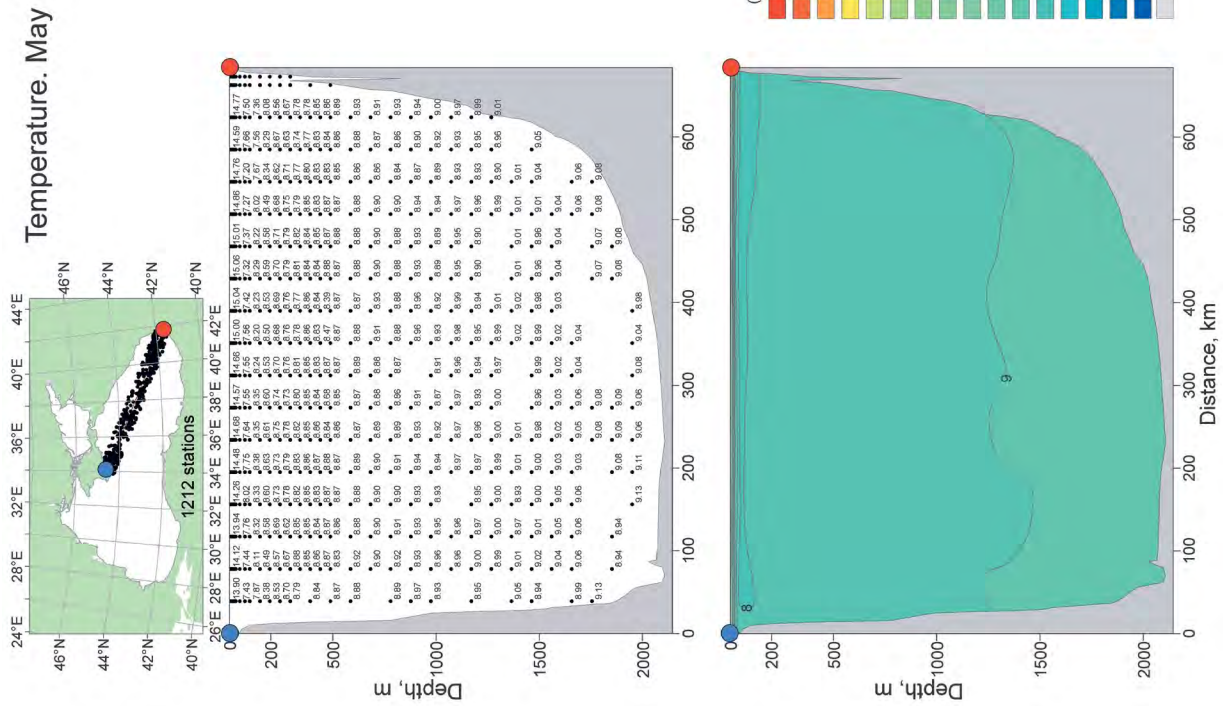


Рисунок П 77. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе «Ялта – Батуми»

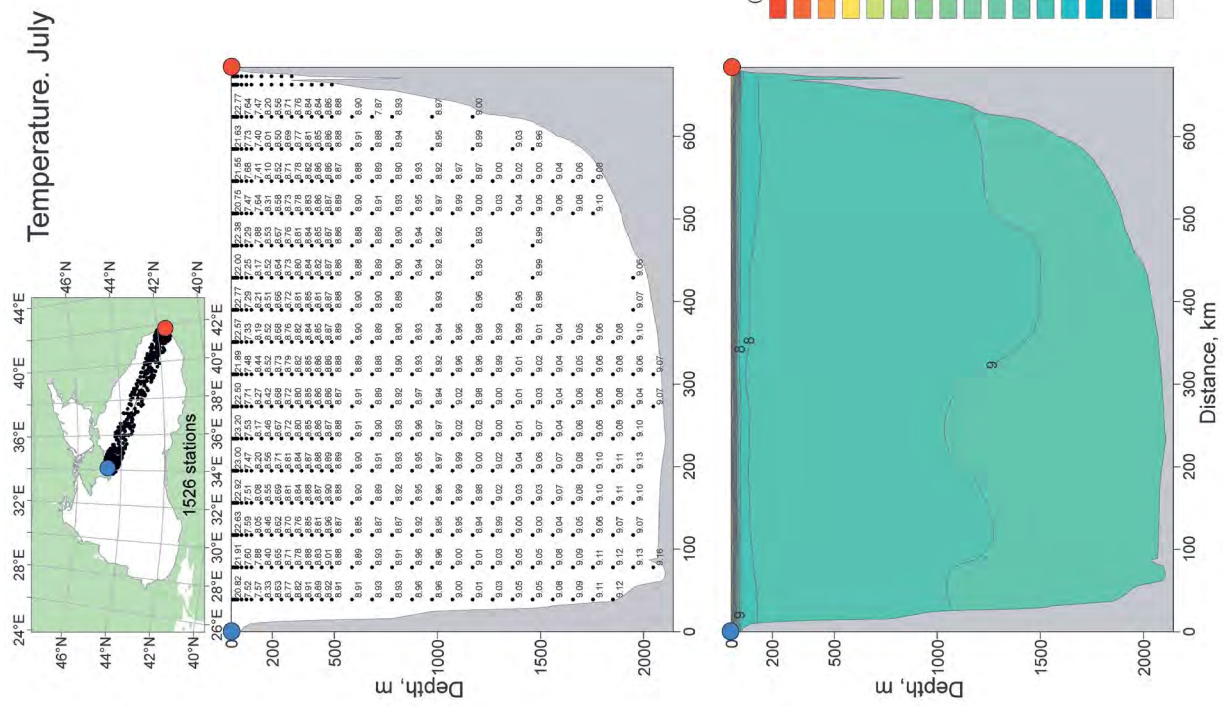


Рисунок П 79. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе «Ялта – Батуми»

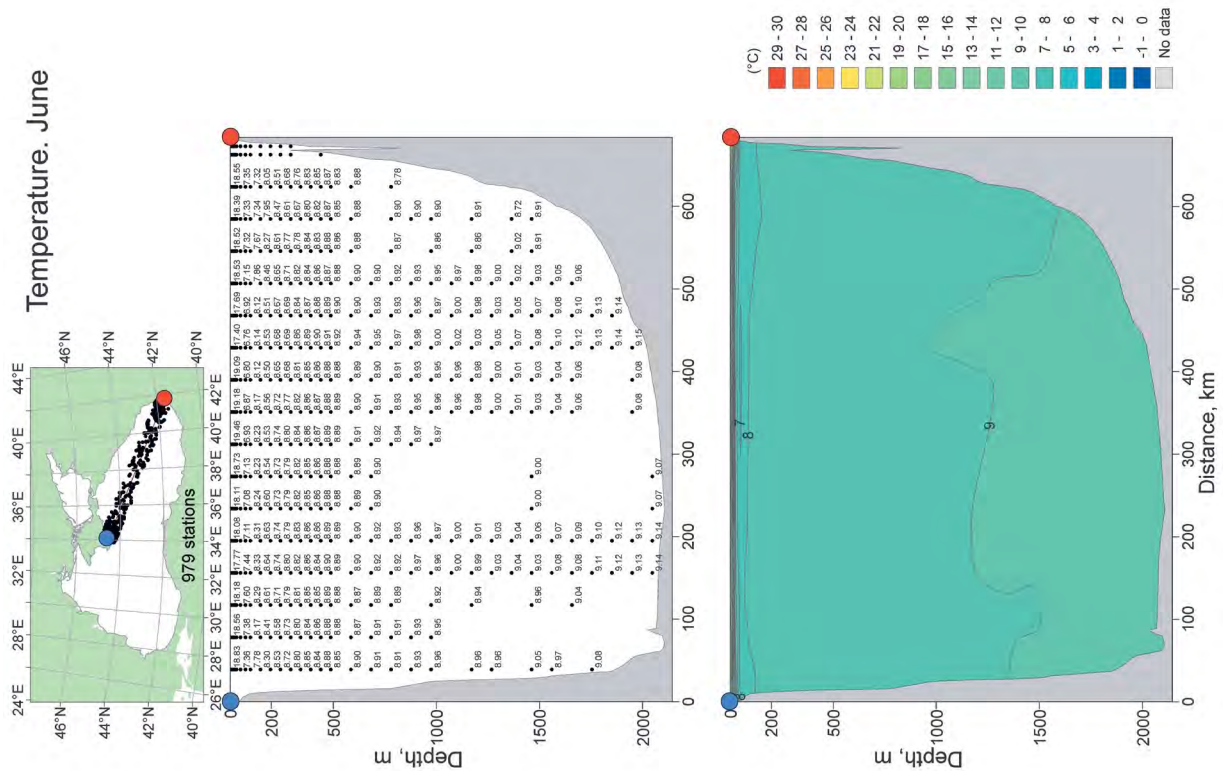


Рисунок П 78. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе «Ялта – Батуми»

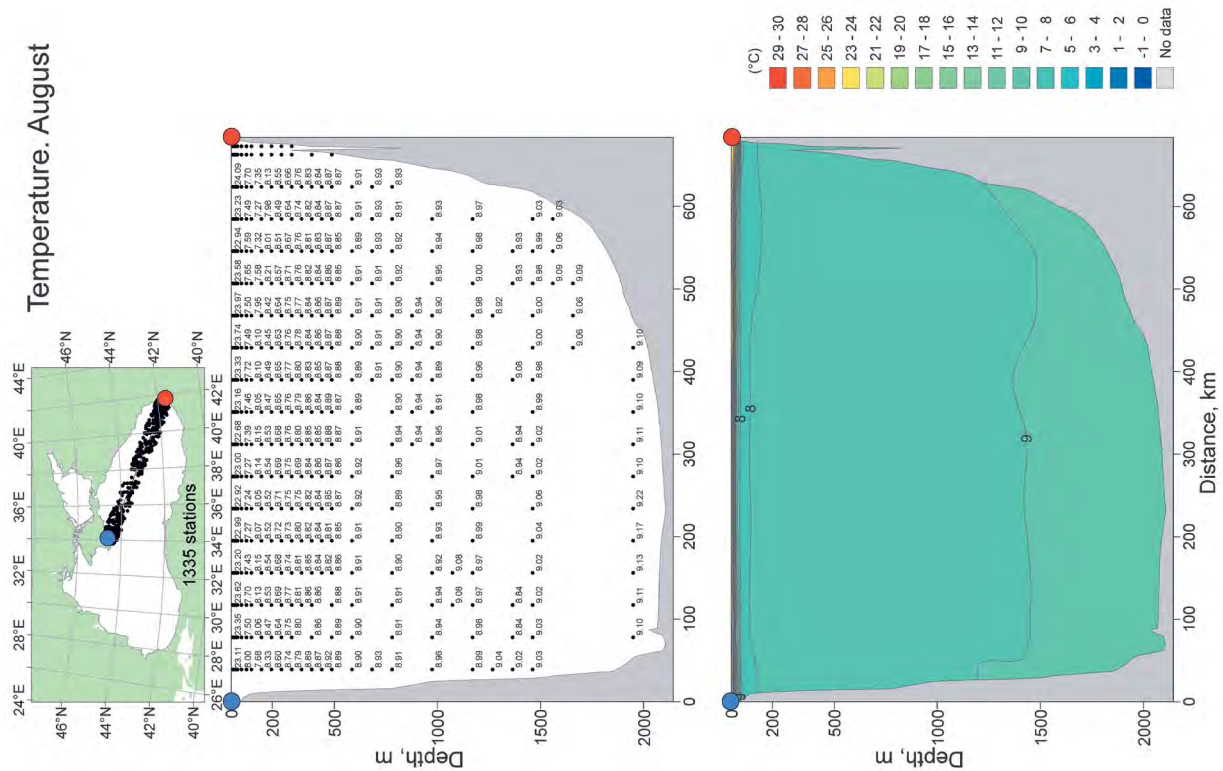


Рисунок П 80. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе «Ялта – Батуми»

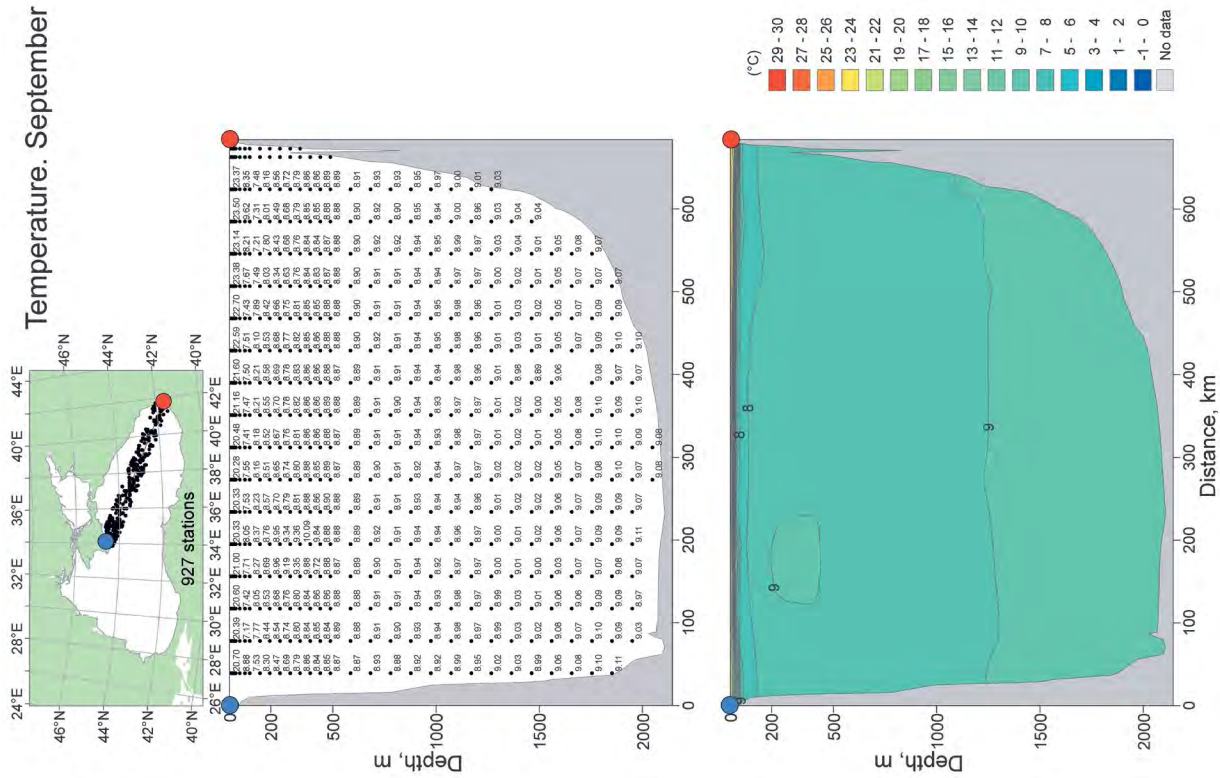


Рисунок П 81. Среднемесячное вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе «Ялта – Батуми»

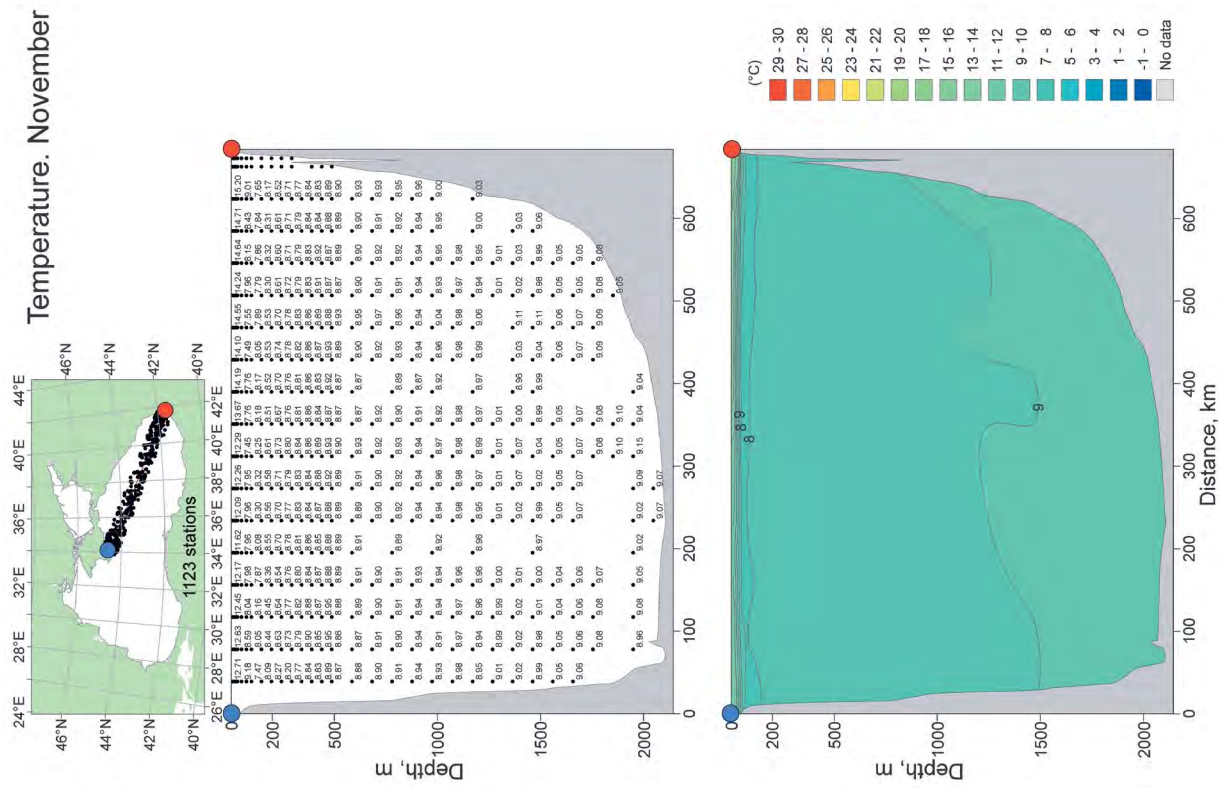


Рисунок П 83. Среднемесячное вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе «Ялта – Батуми»

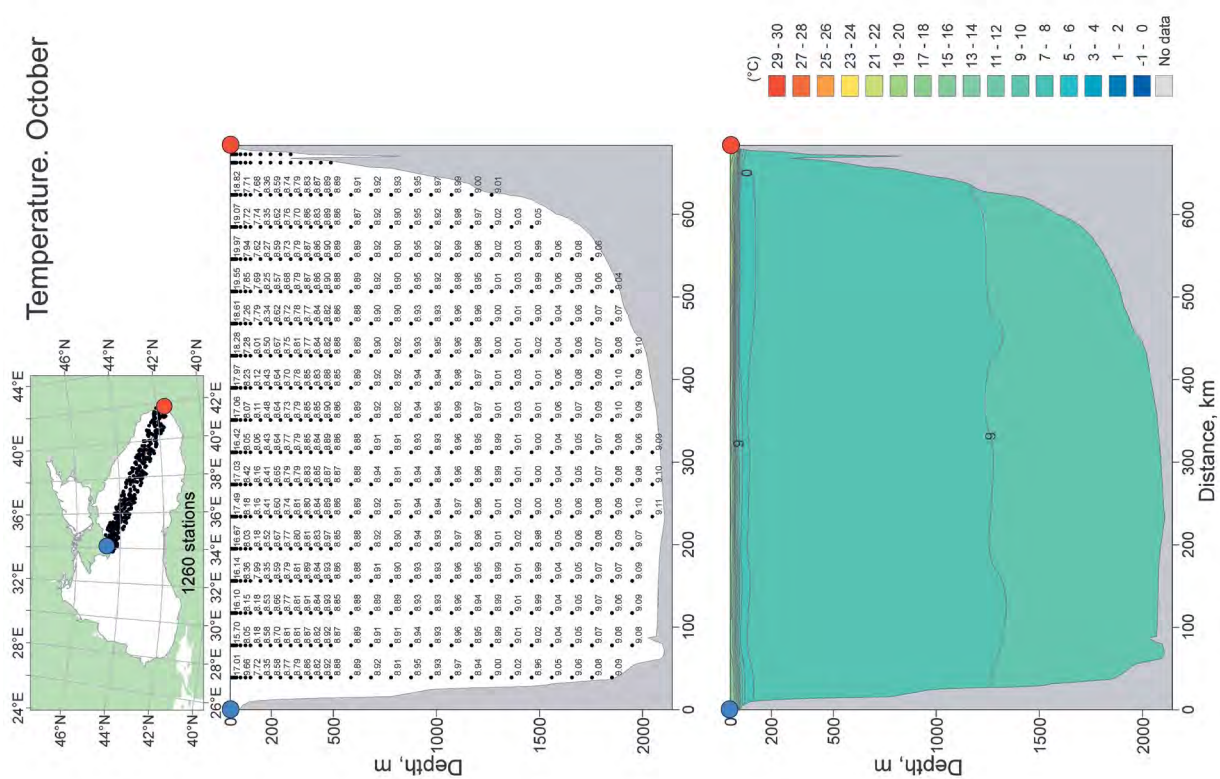


Рисунок П 82. Среднемесячное вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе «Ялта – Батуми»

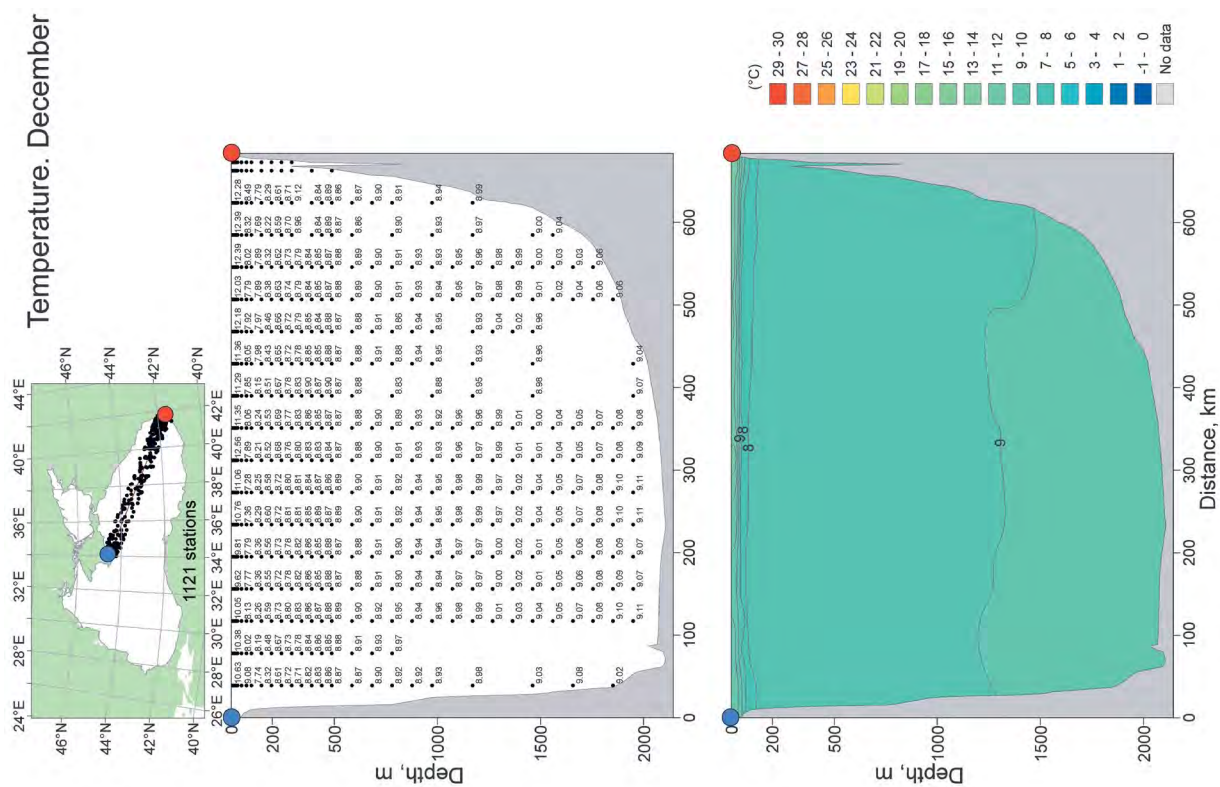


Рисунок П 84. Среднемесячное вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе «Ялта – Батуми»

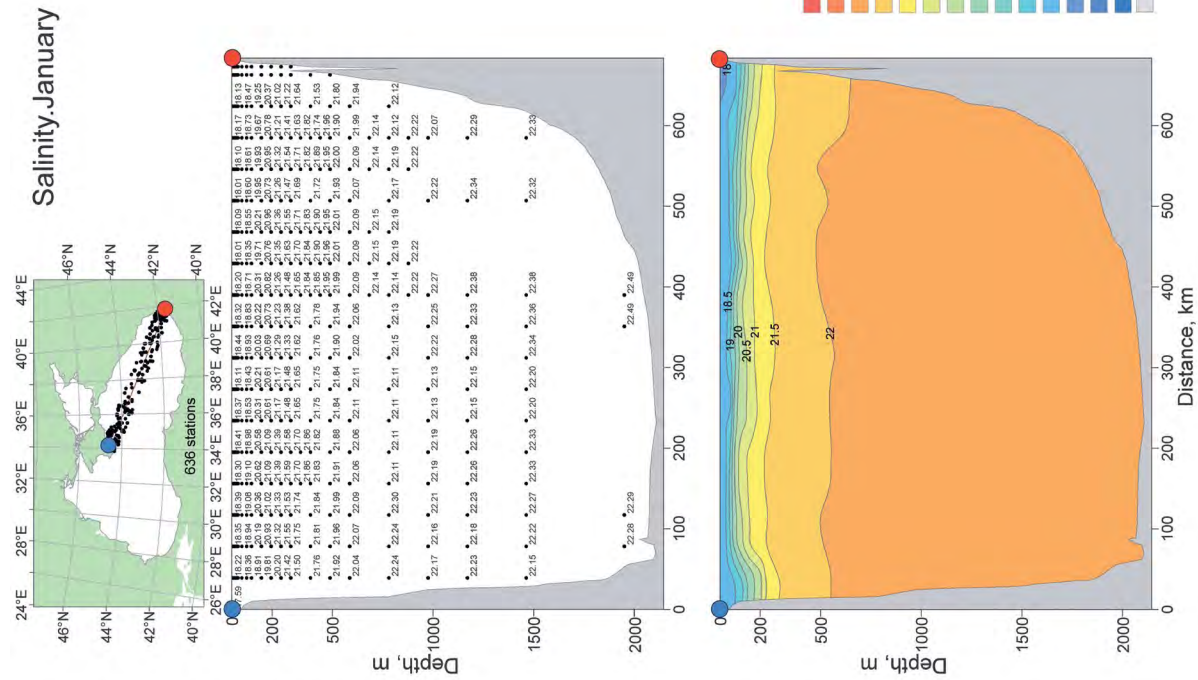


Рисунок П 85. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в январе на разрезе «Ялта – Багуи»

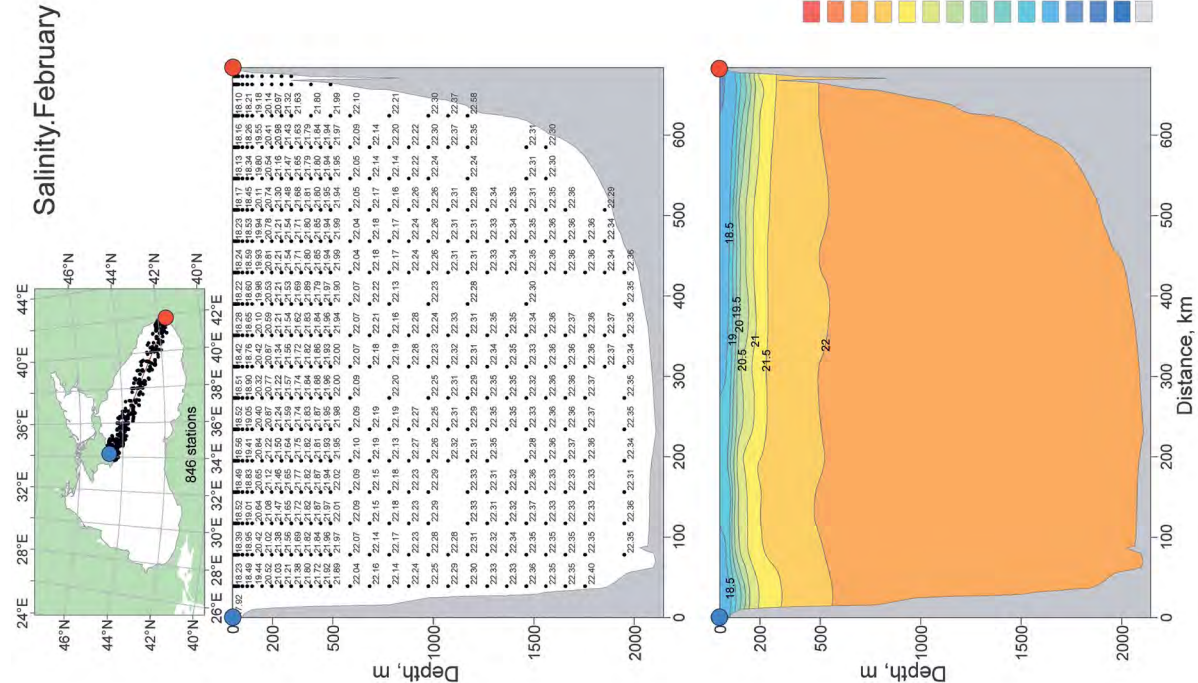


Рисунок П 86. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе «Ялта – Багуи»

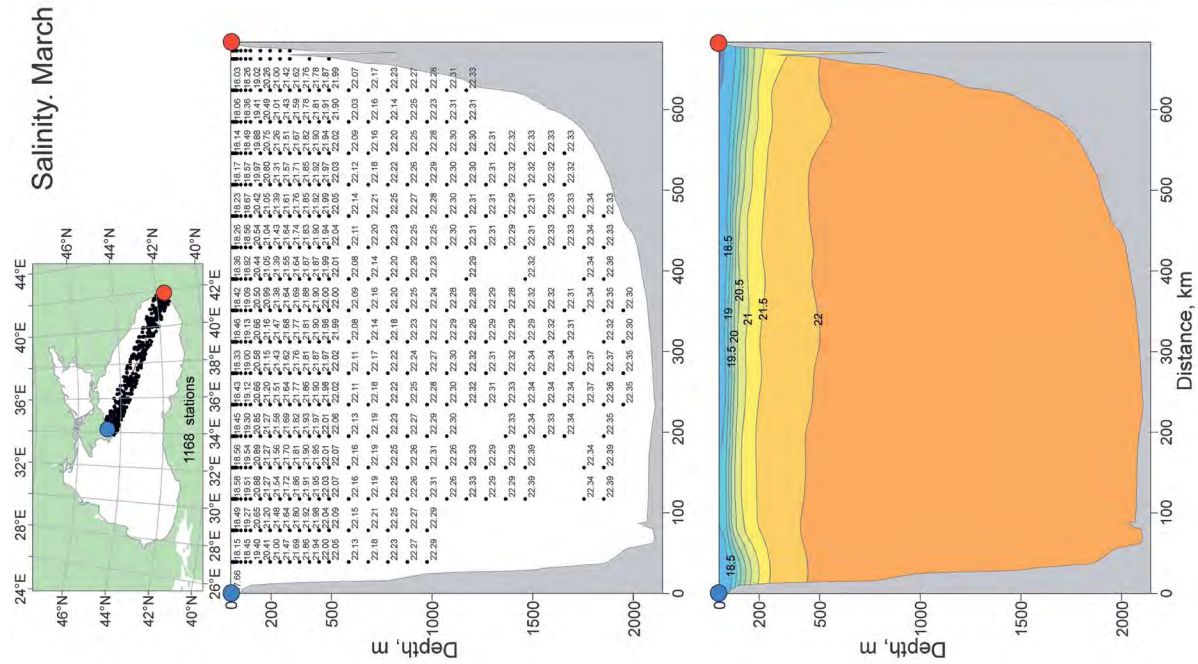


Рисунок П 87. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в марте на разрезе «Ялта – Багуи»

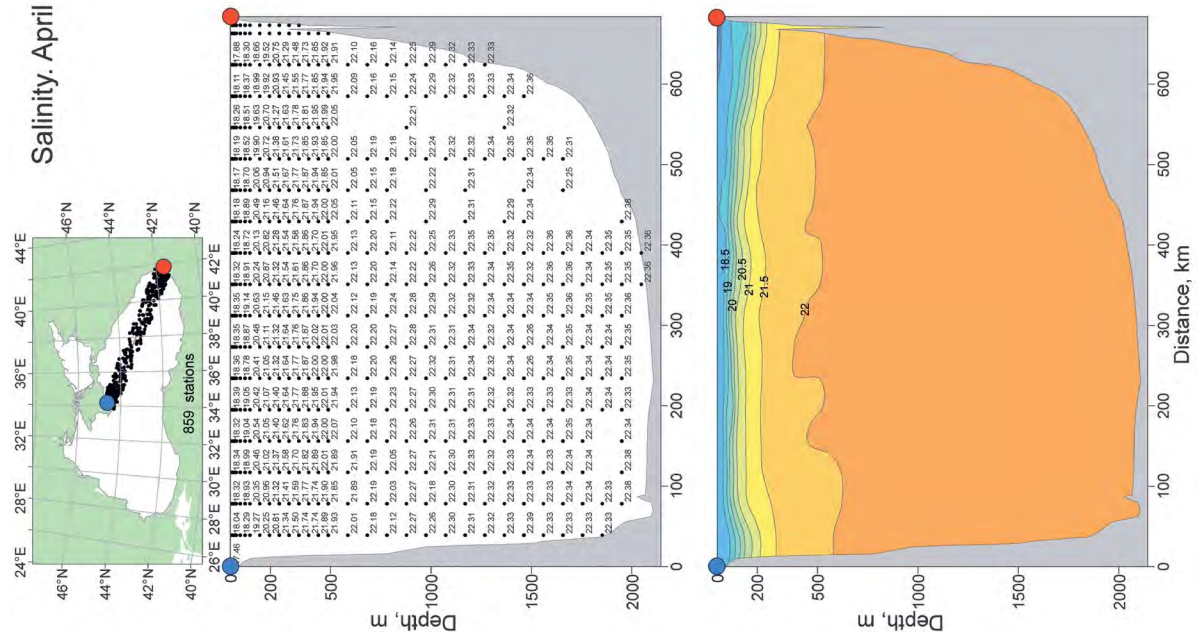


Рисунок П 88. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «Ялта – Багуи»

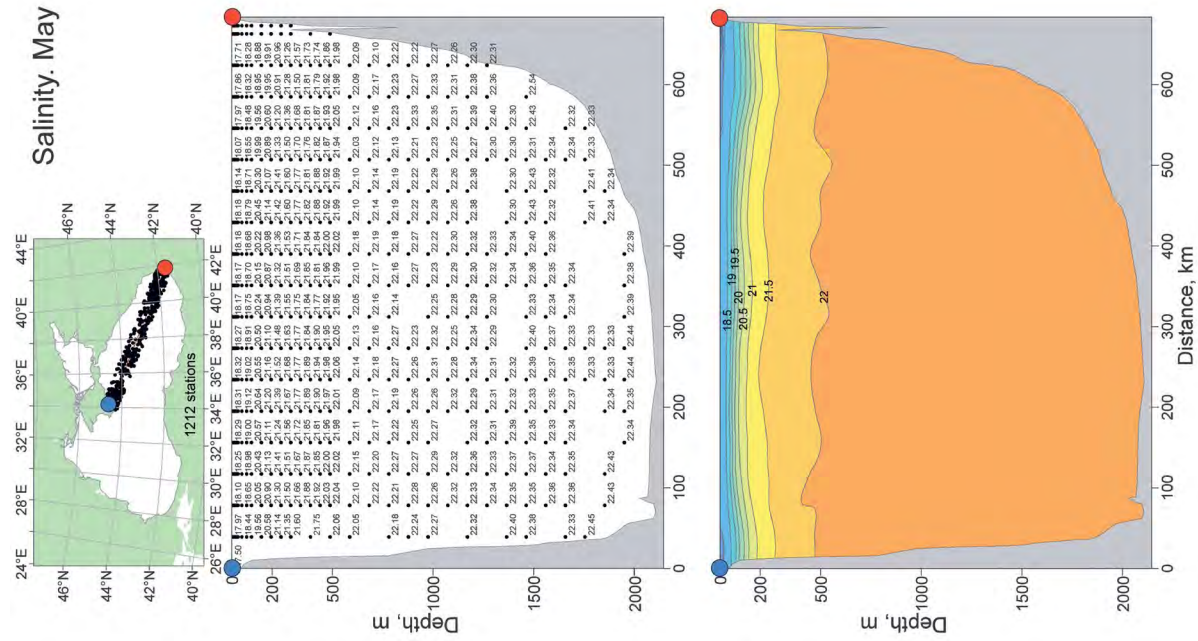


Рисунок П 89. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе «Ялта – Багуми»

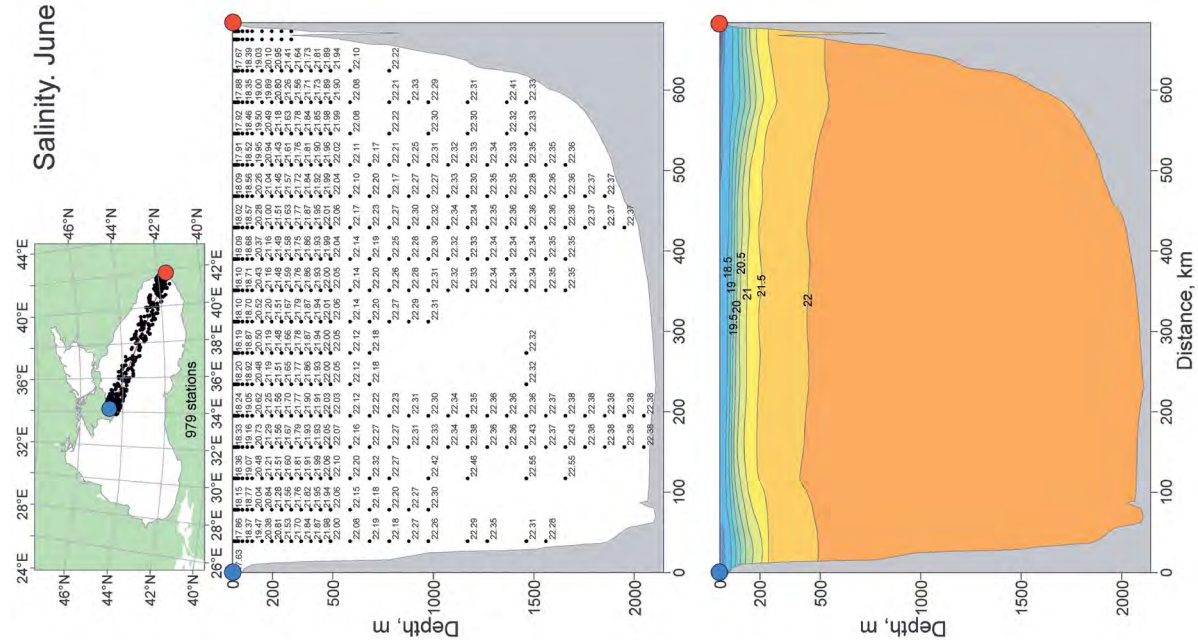


Рисунок П 90. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «Ялта – Багуми»

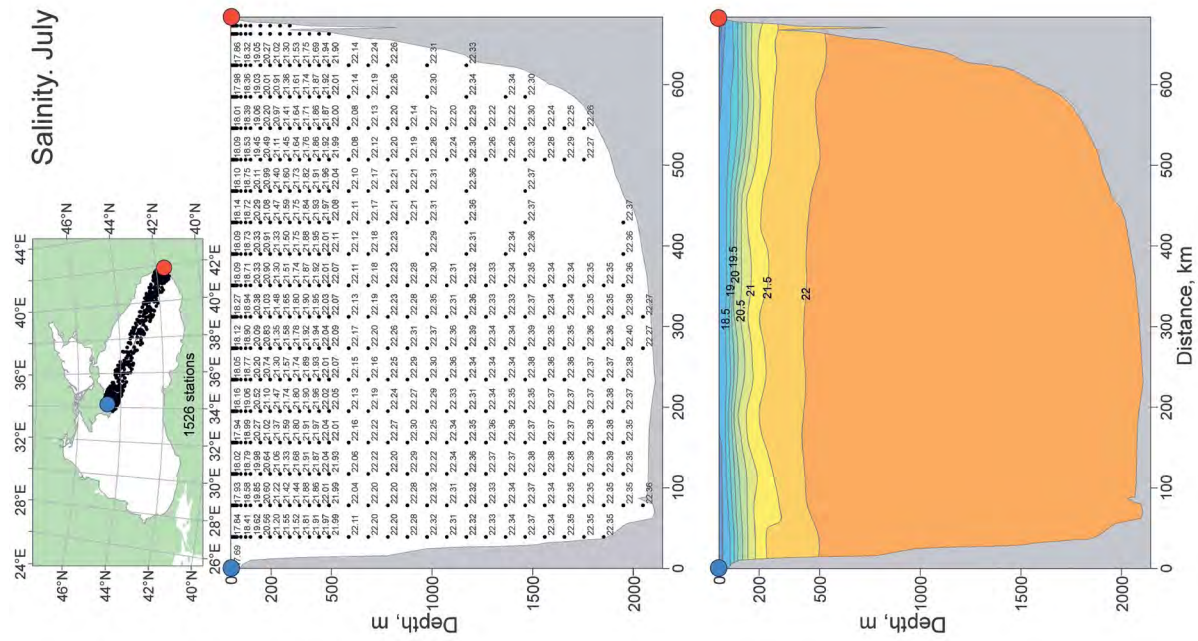


Рисунок П 91. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе «Ялта – Багуми»

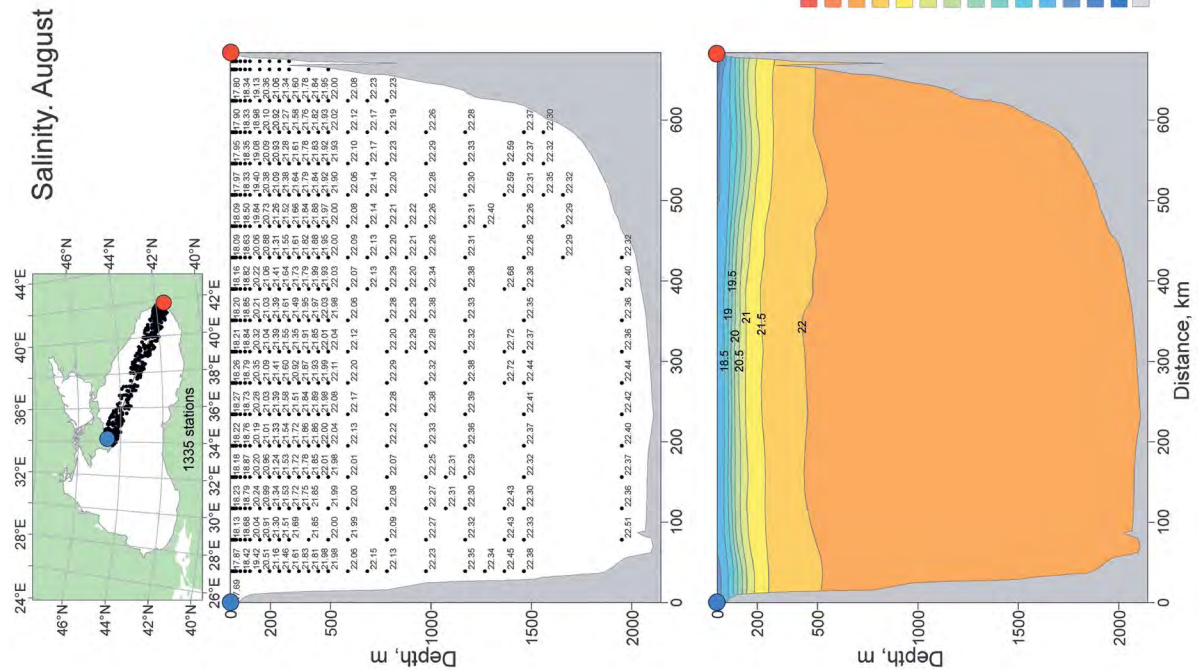
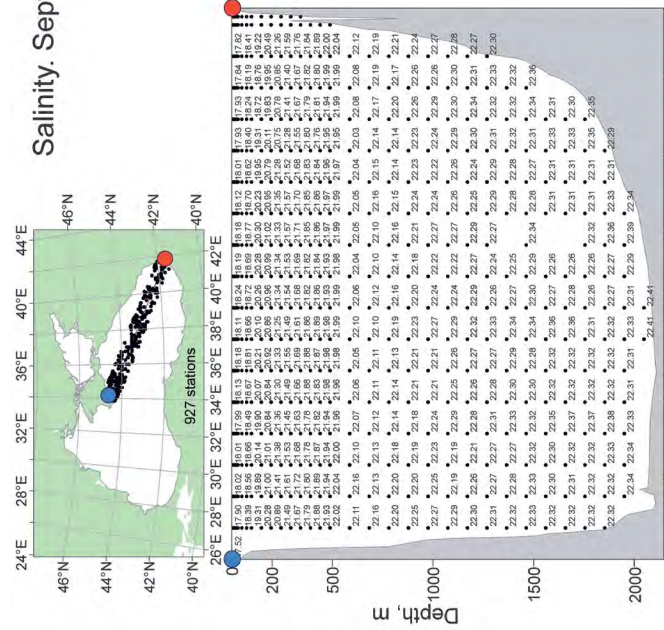


Рисунок П 92. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «Ялта – Багуми»

Salinity. September



132

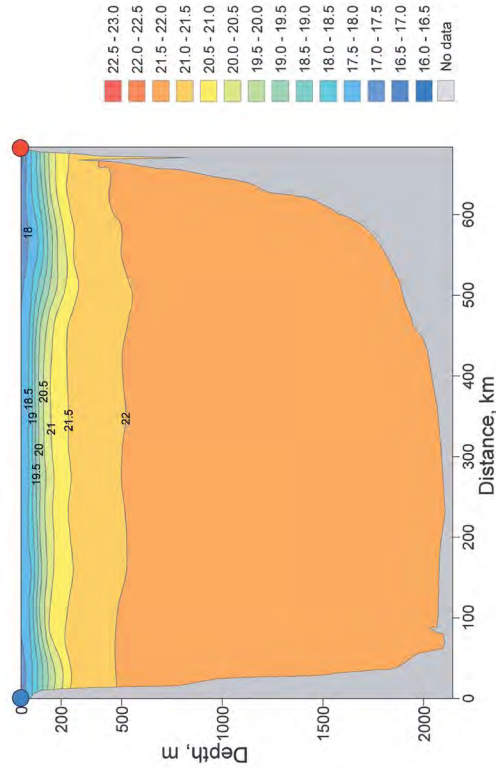


Рисунок П 93. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе «Ялта – Батуми»

Salinity. November

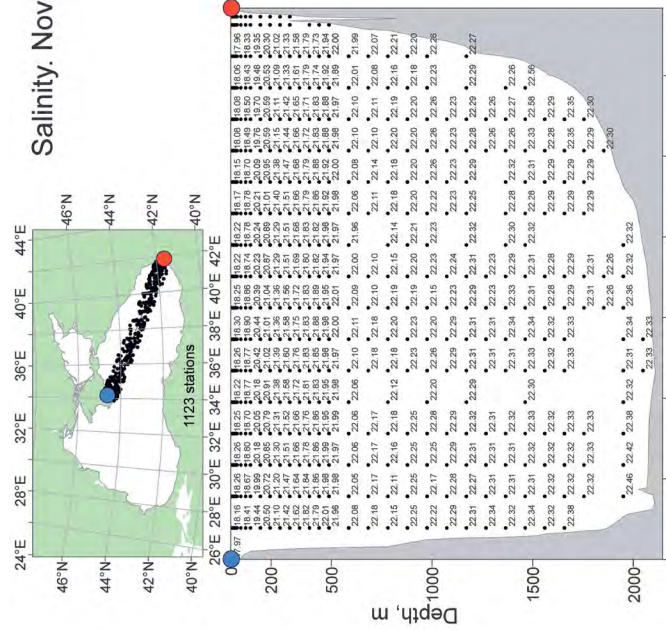


Рисунок П 95. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе «Ялта – Батуми»

Salinity. October

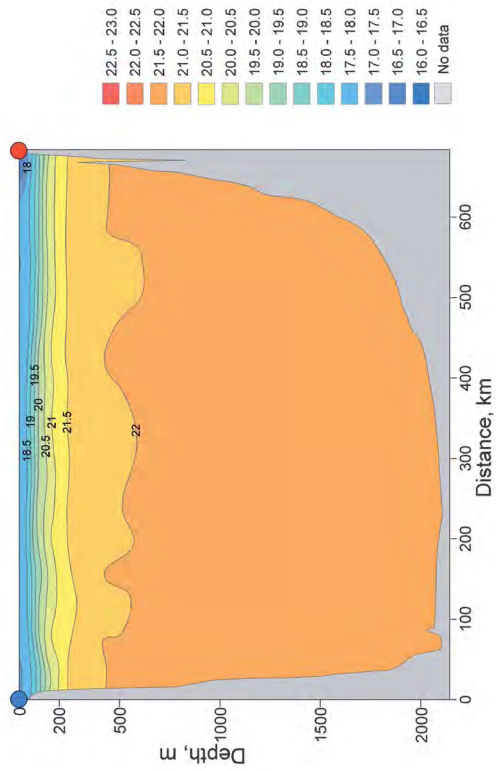
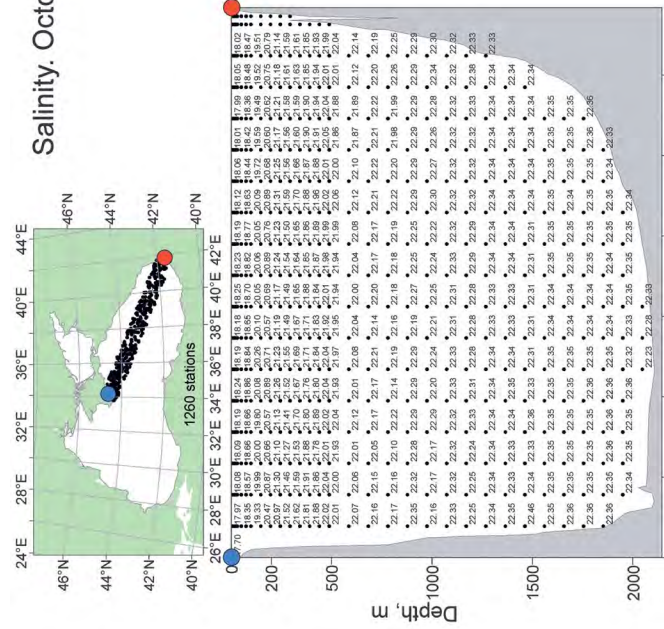


Рисунок П 94. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе «Ялта – Батуми»

Salinity. December

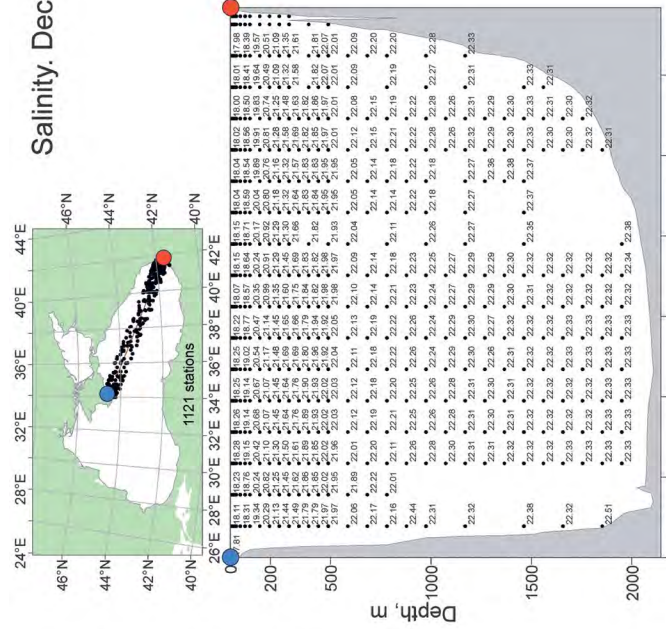


Рисунок П 96. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе «Ялта – Батуми»

133

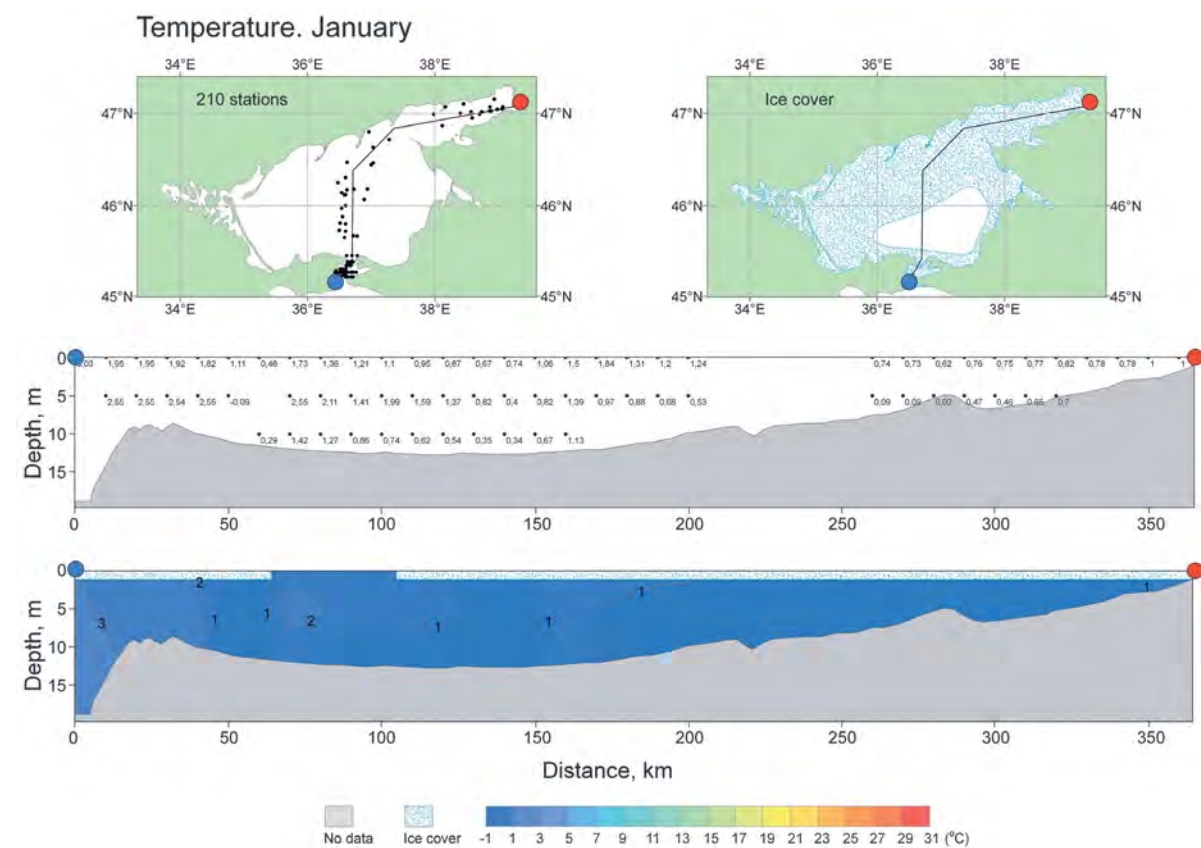


Рисунок П 97. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

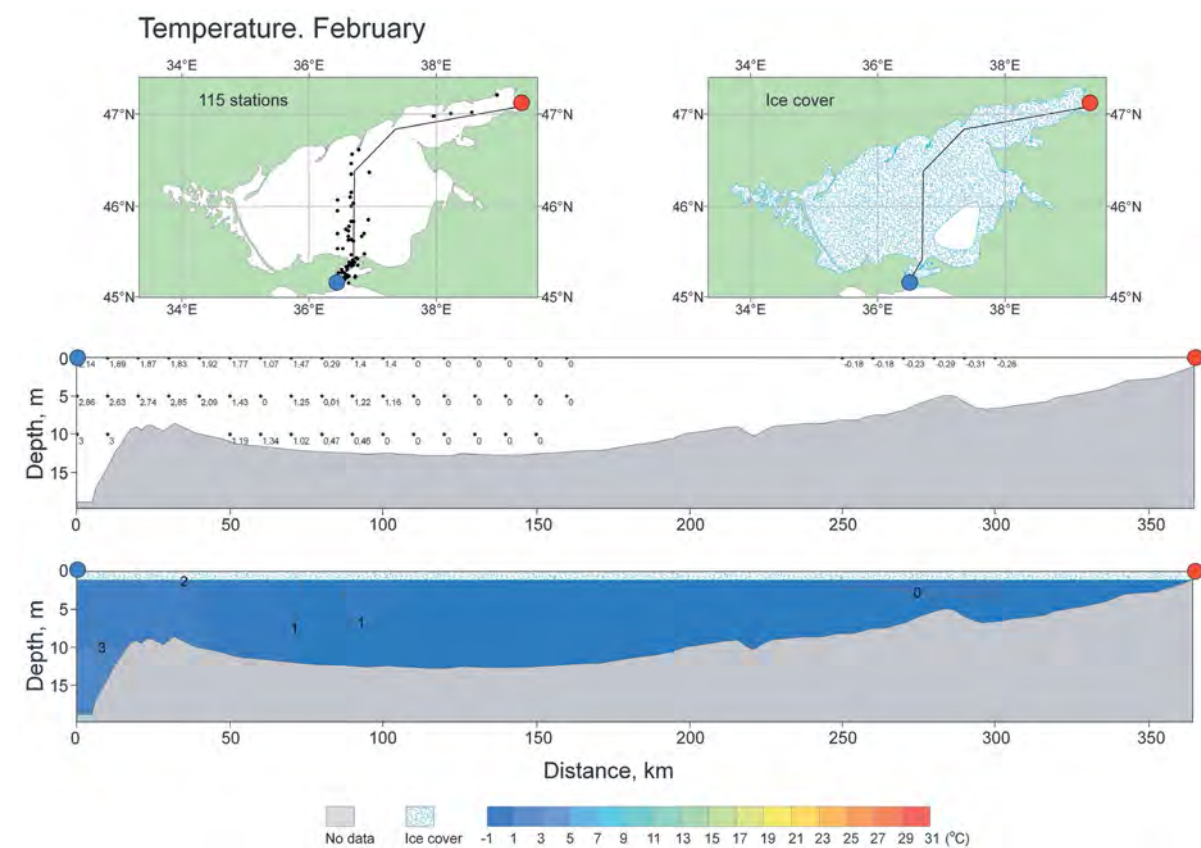


Рисунок П 98. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

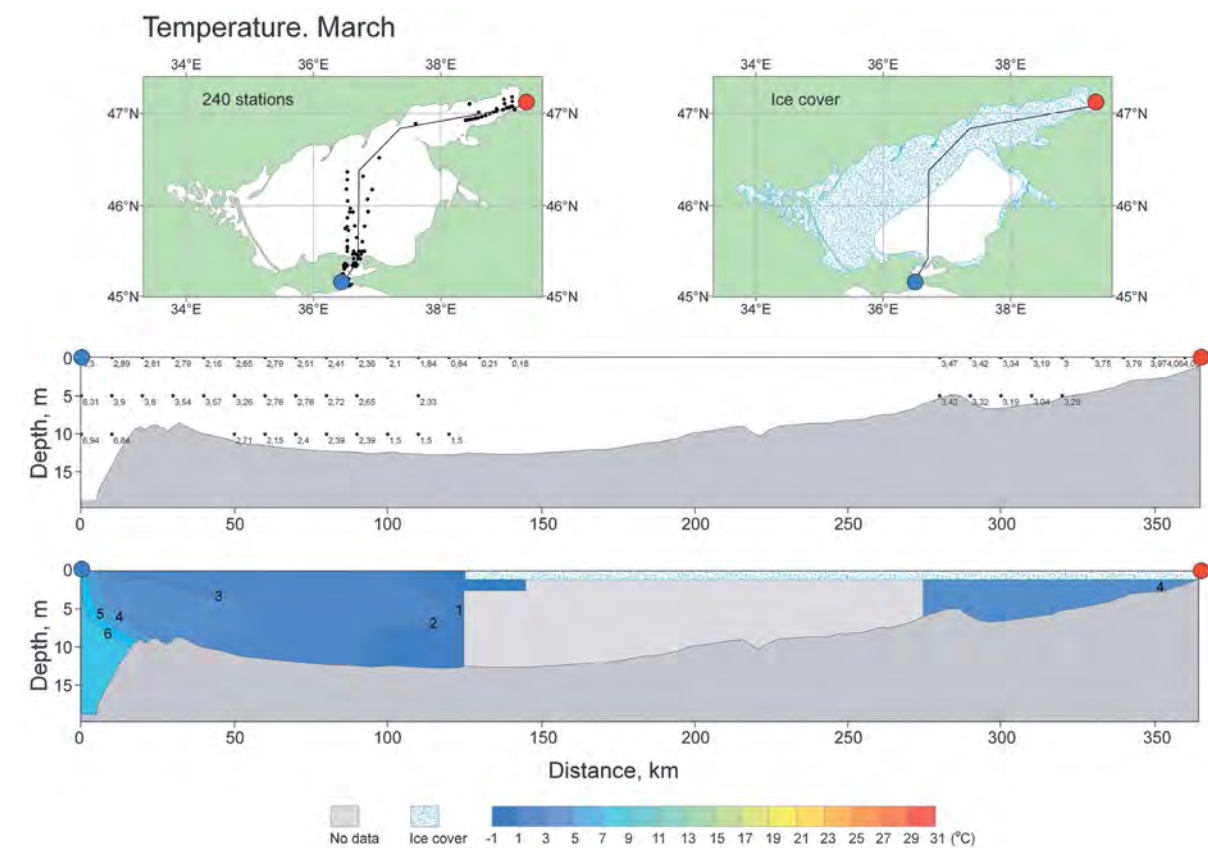


Рисунок П 99. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

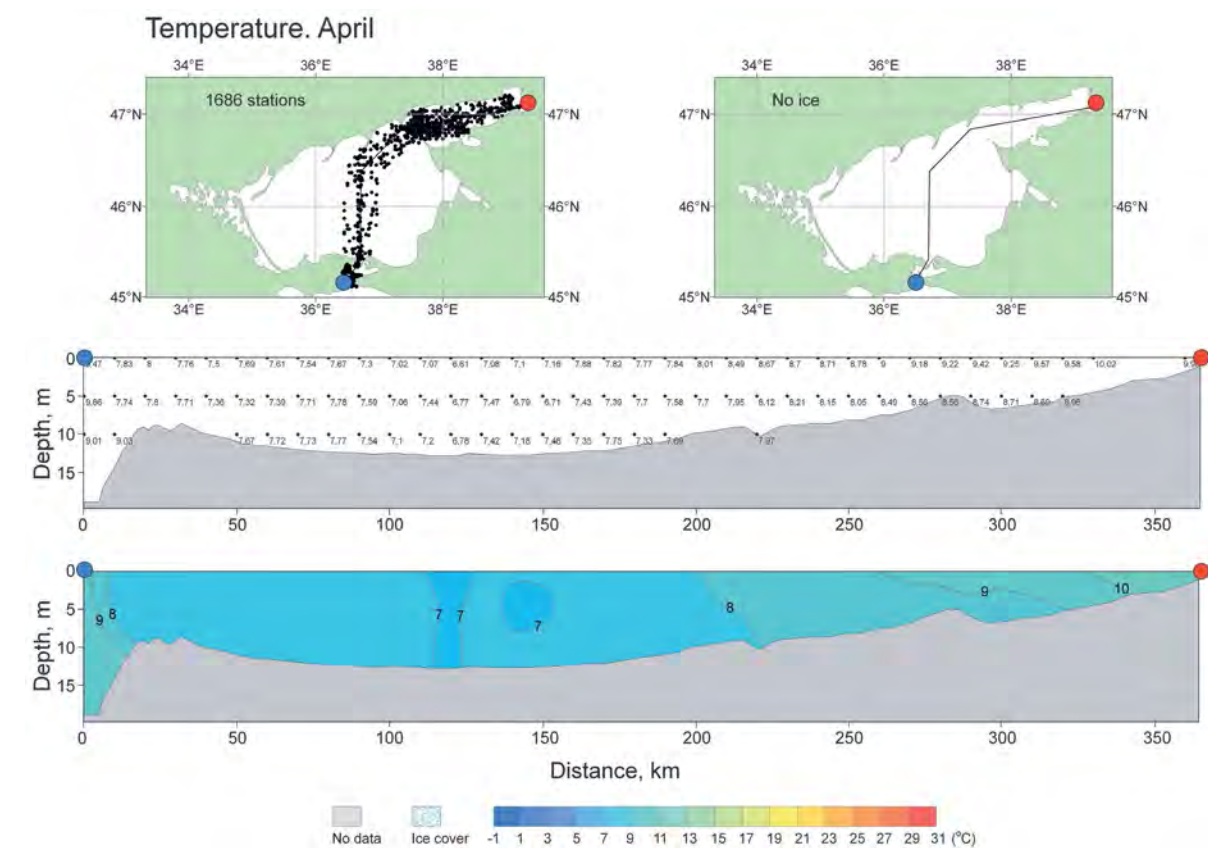


Рисунок П 100. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

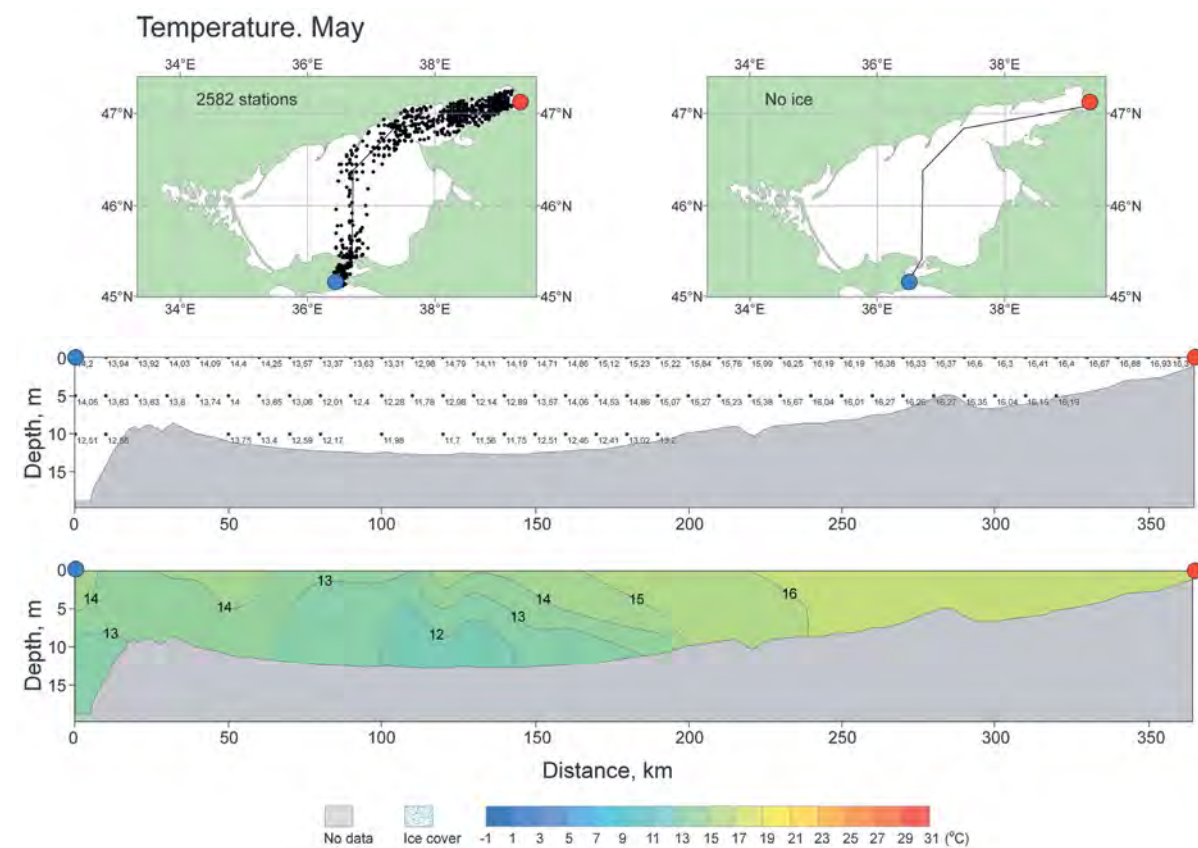


Рисунок П 101. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

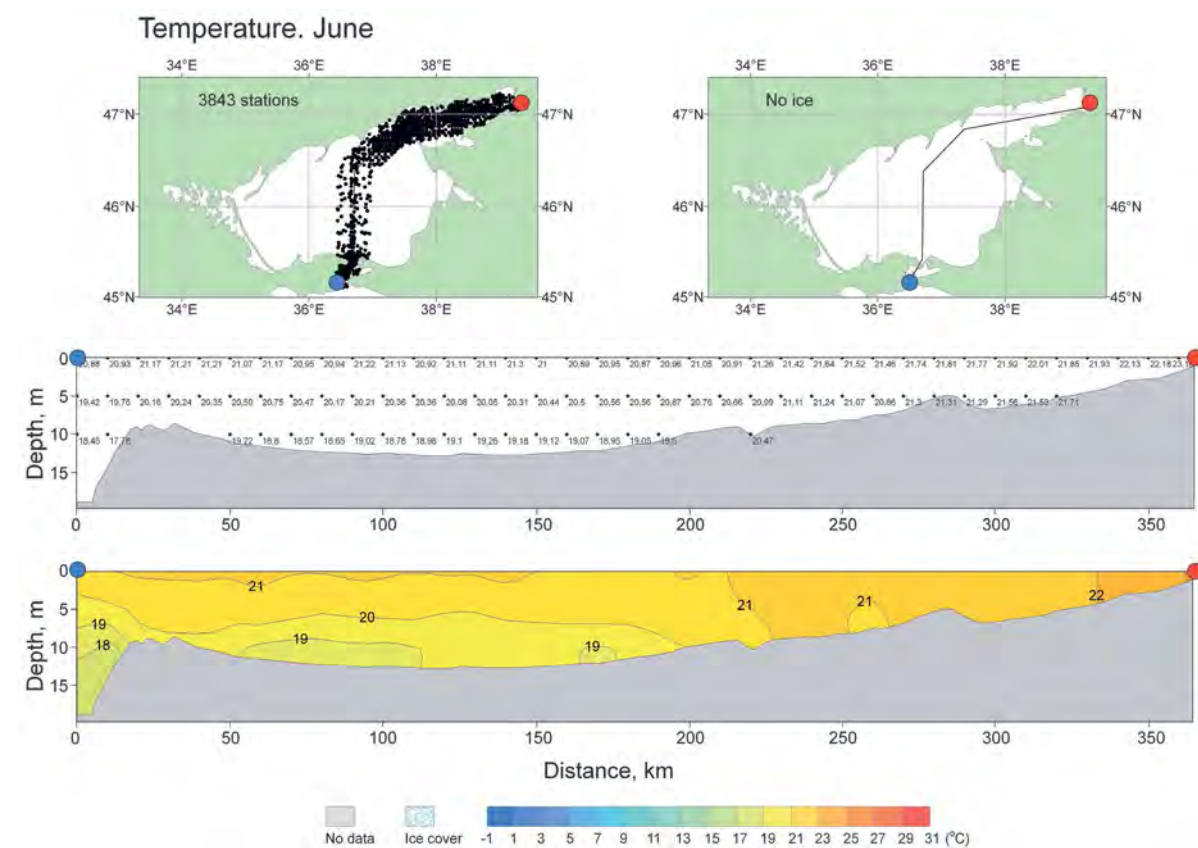


Рисунок П 102. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

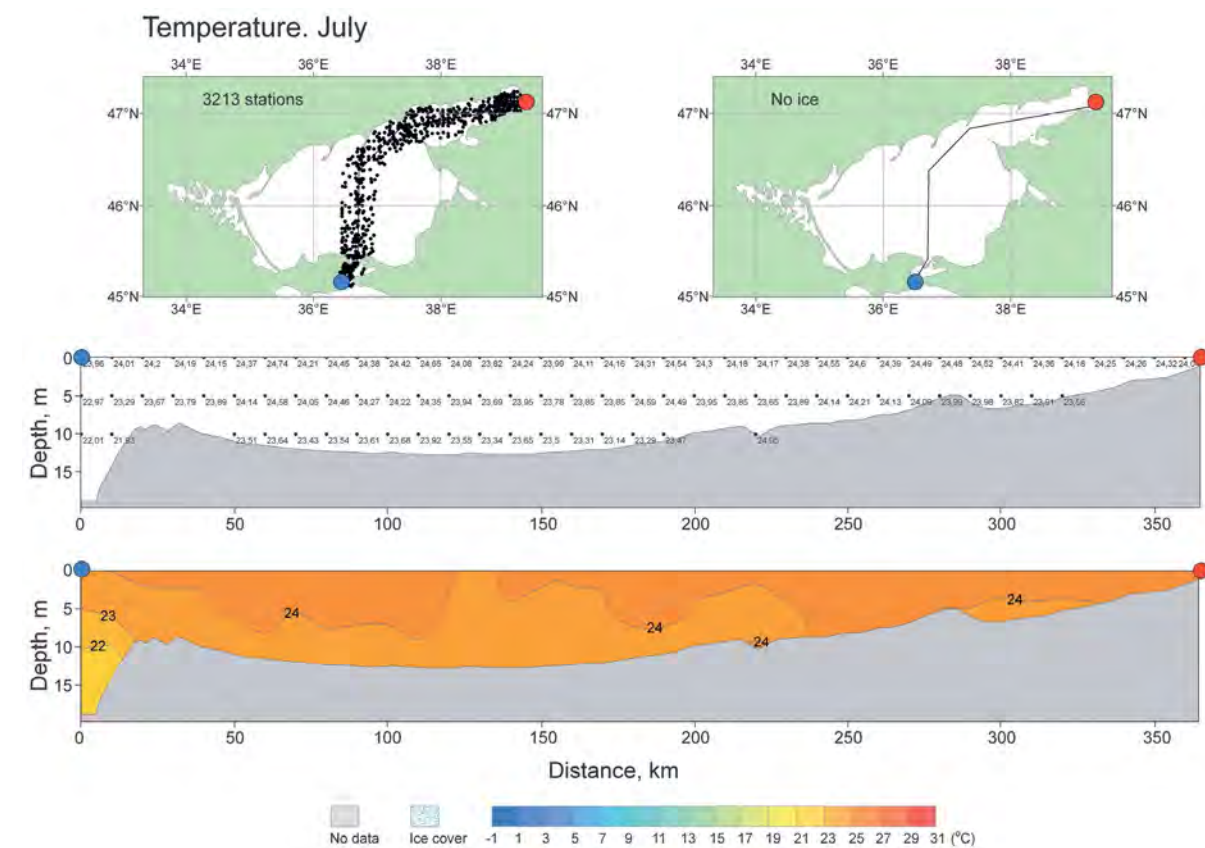


Рисунок П 103. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

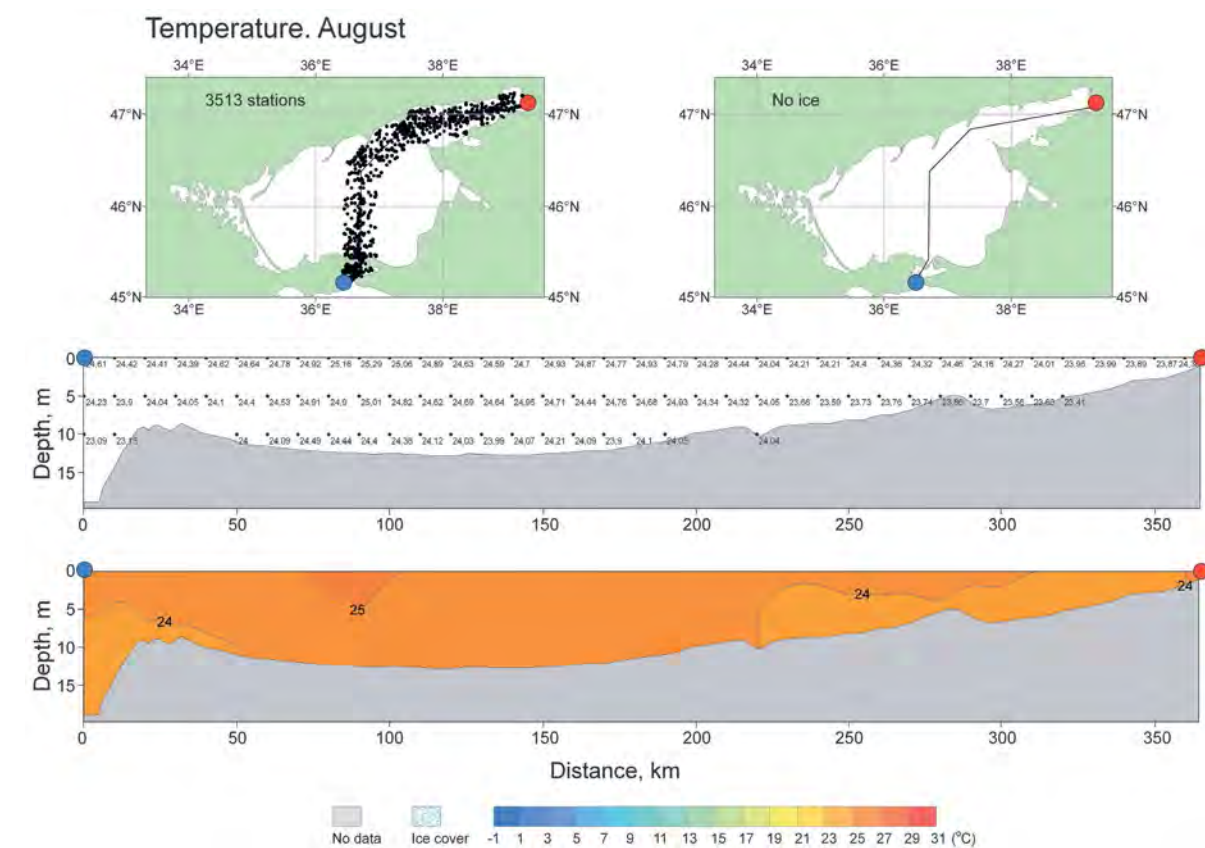


Рисунок П 104. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

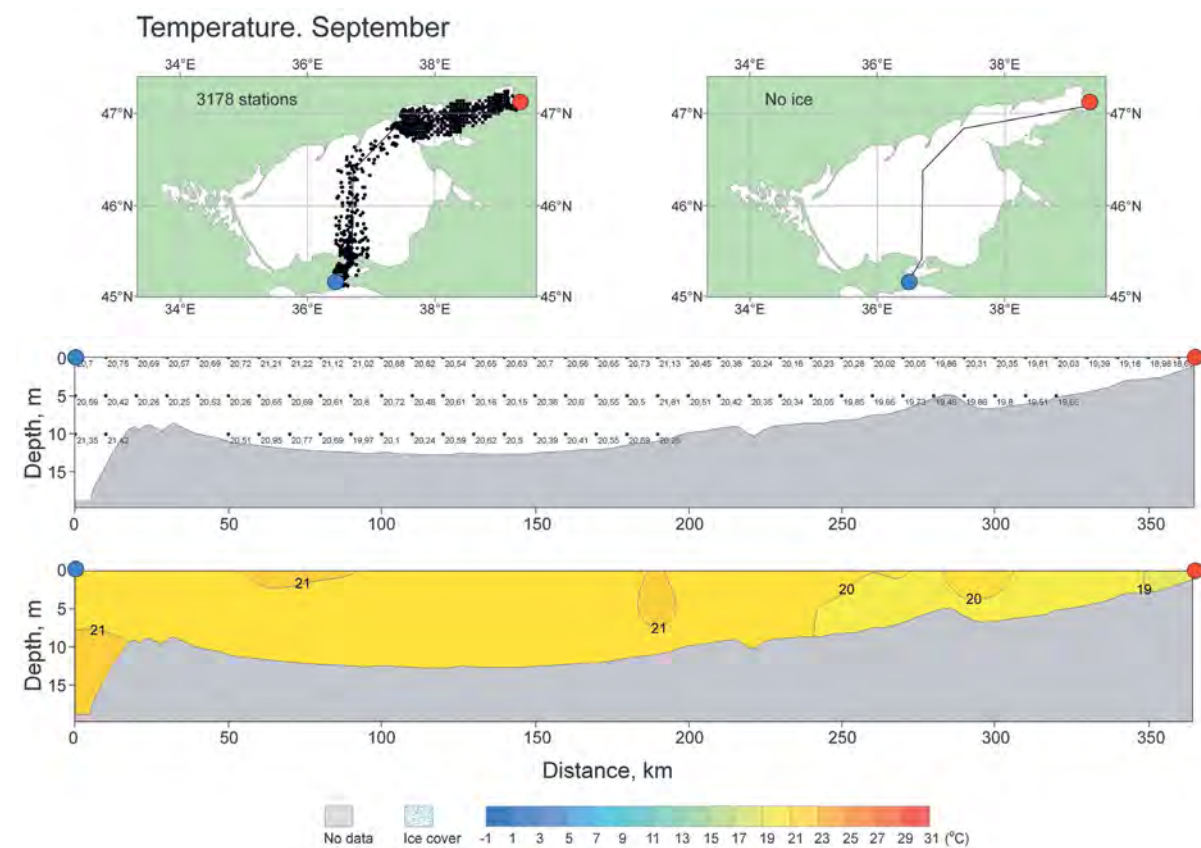


Рисунок П 105. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

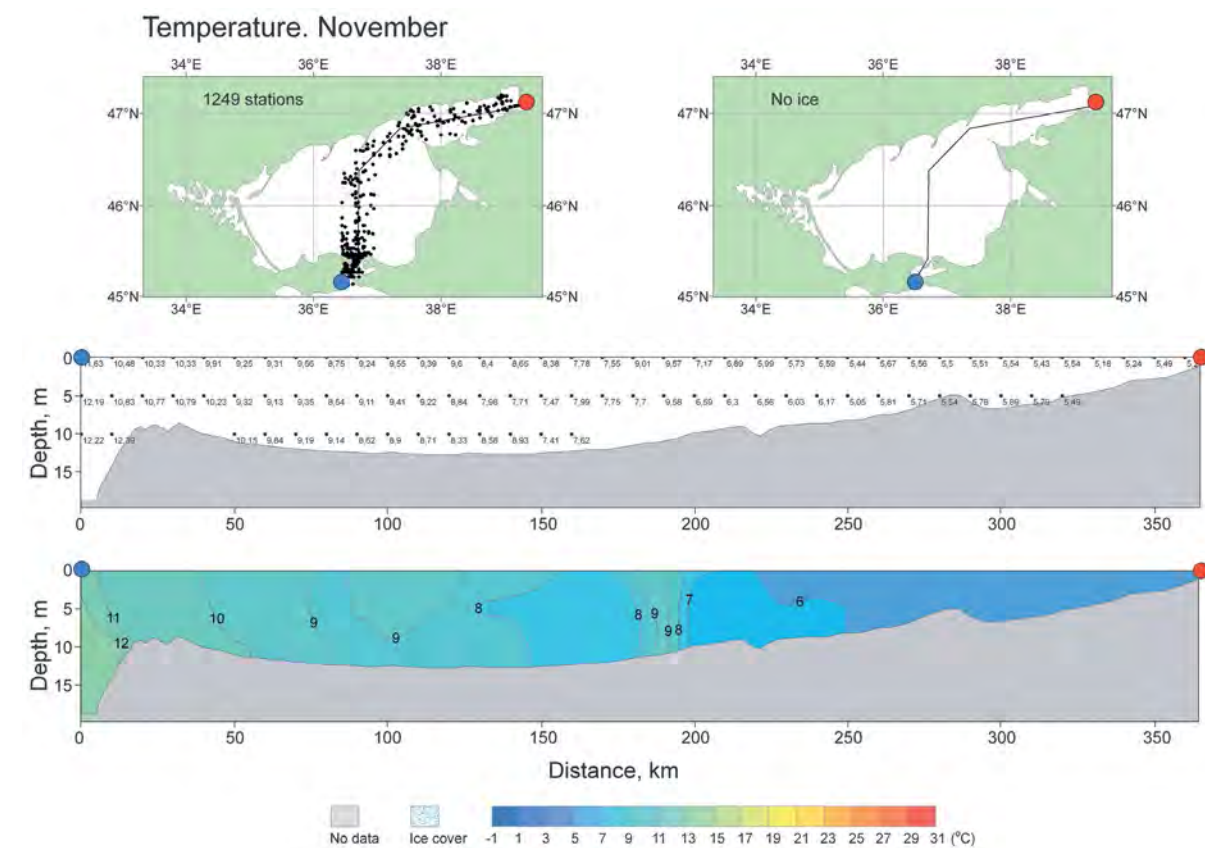


Рисунок П 107. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

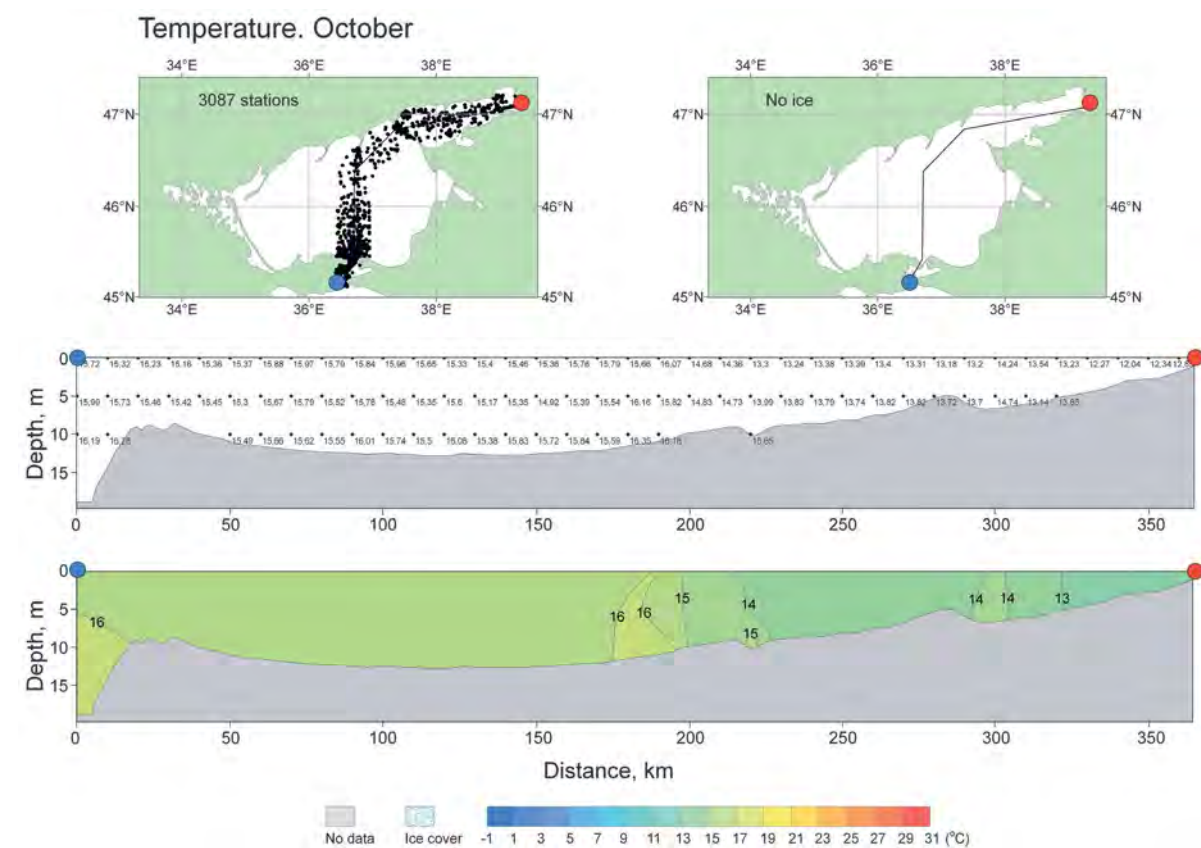


Рисунок П 106. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

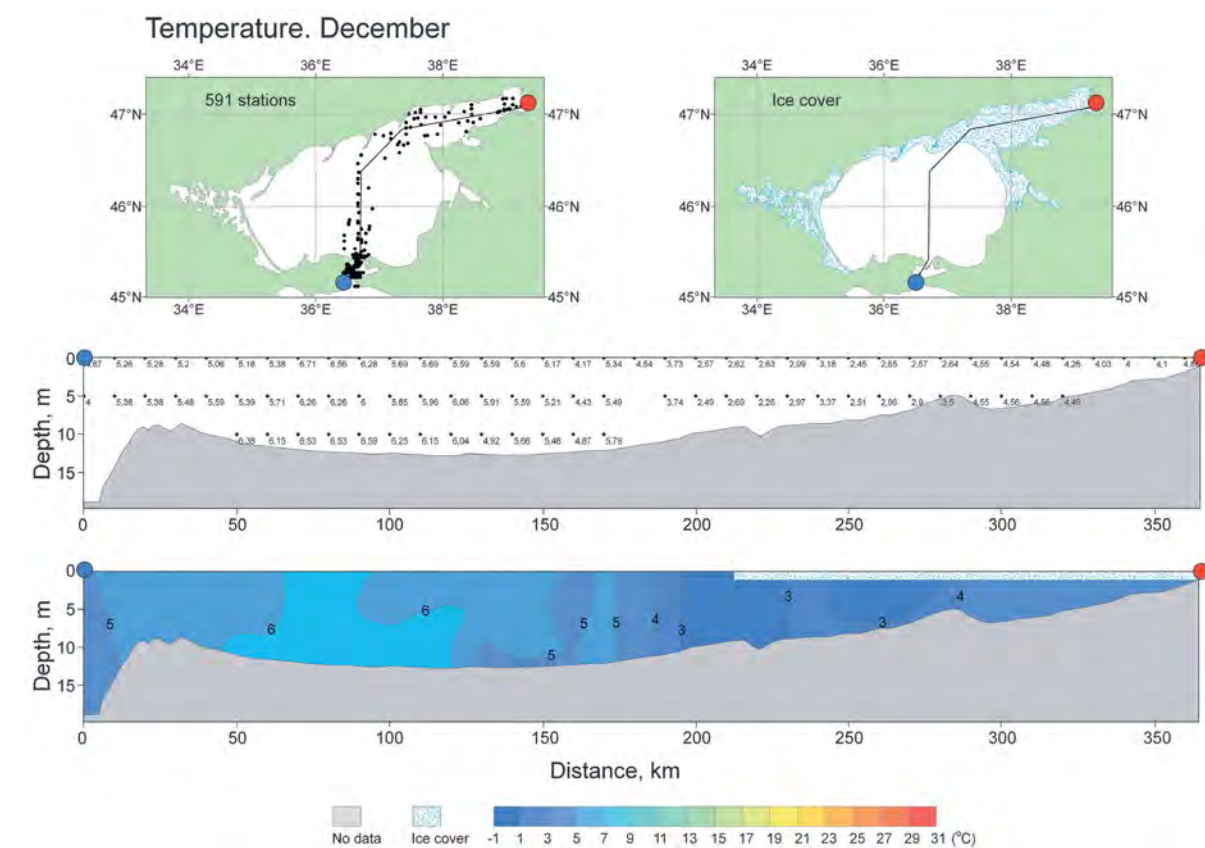


Рисунок П 108. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

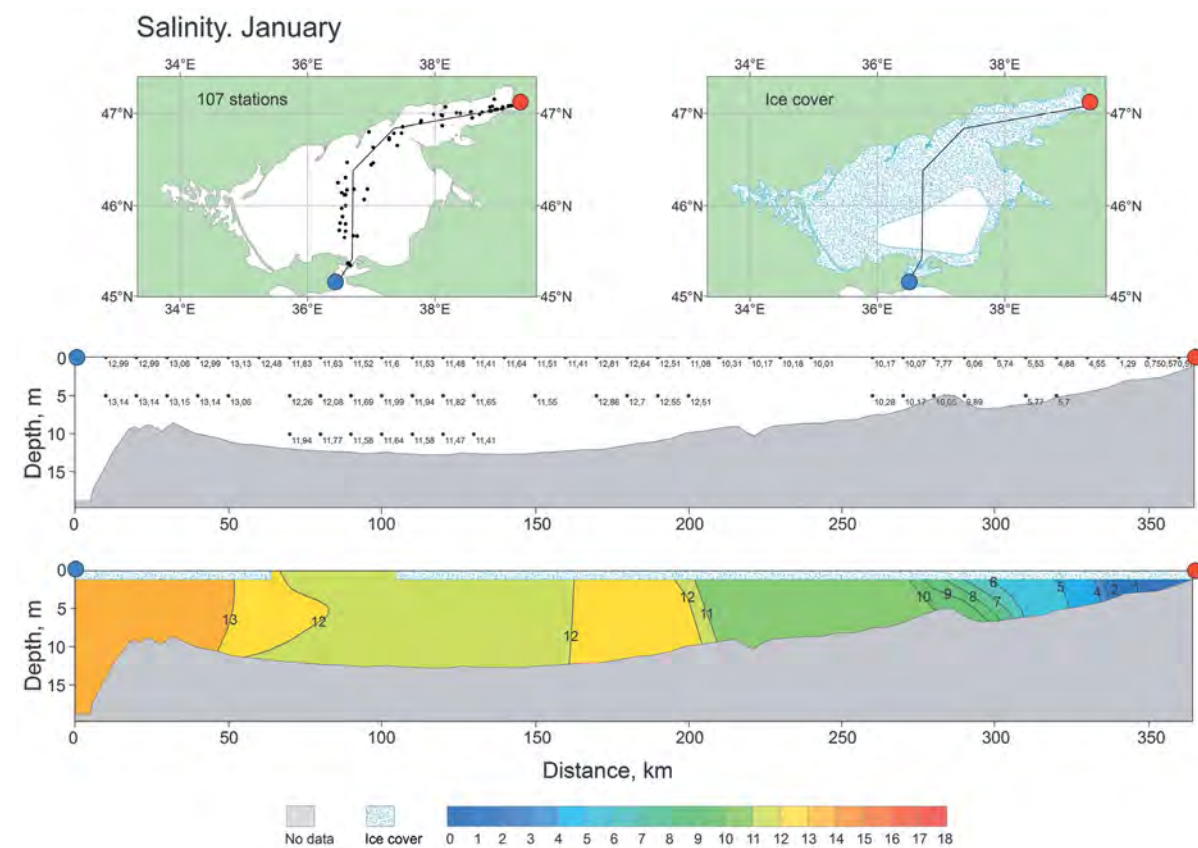


Рисунок П 109. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

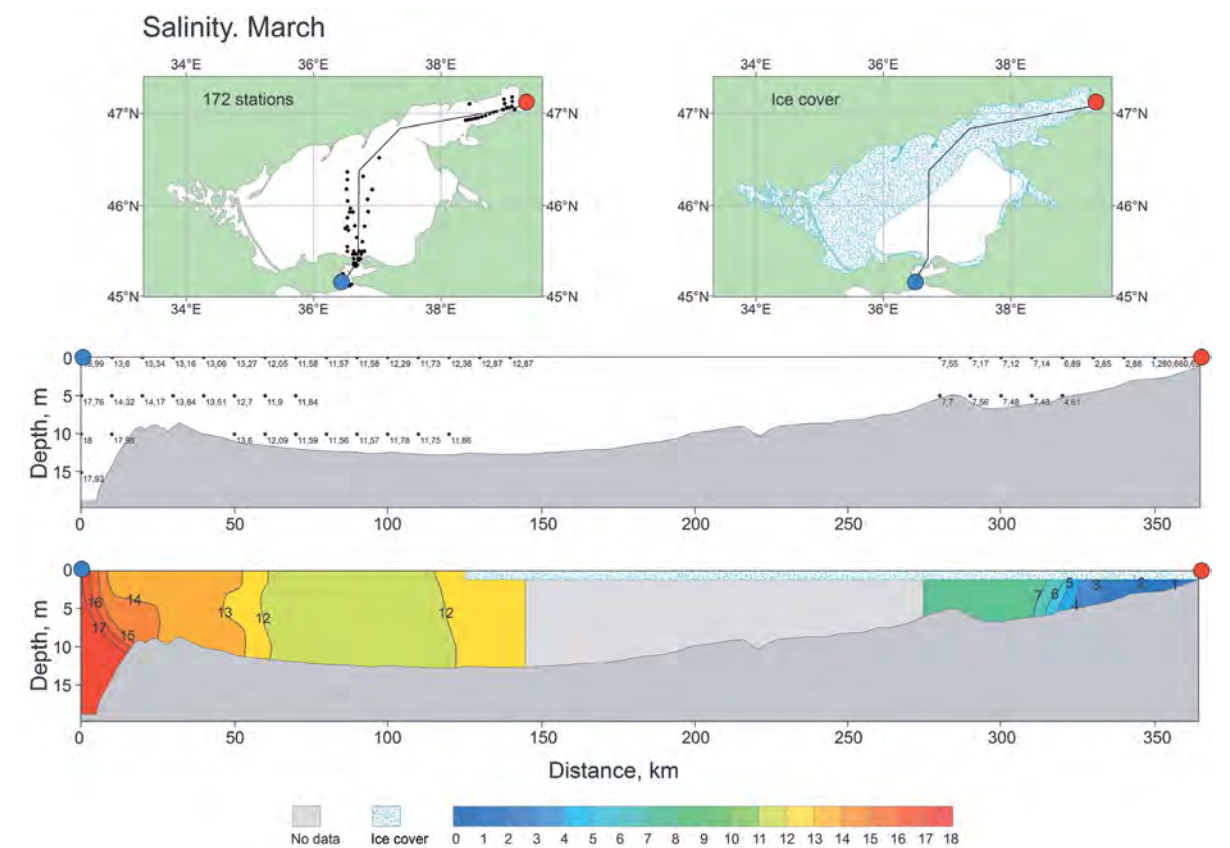


Рисунок П 111. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

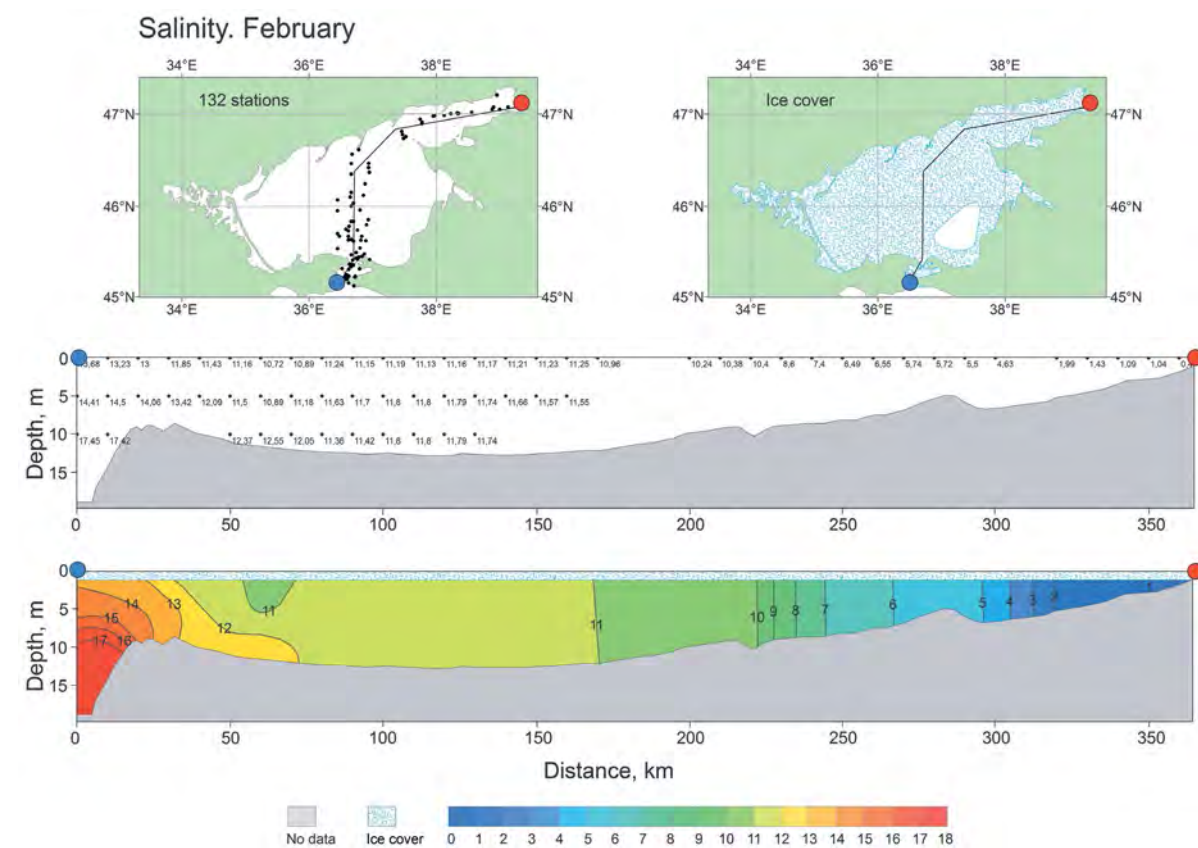


Рисунок П 110. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

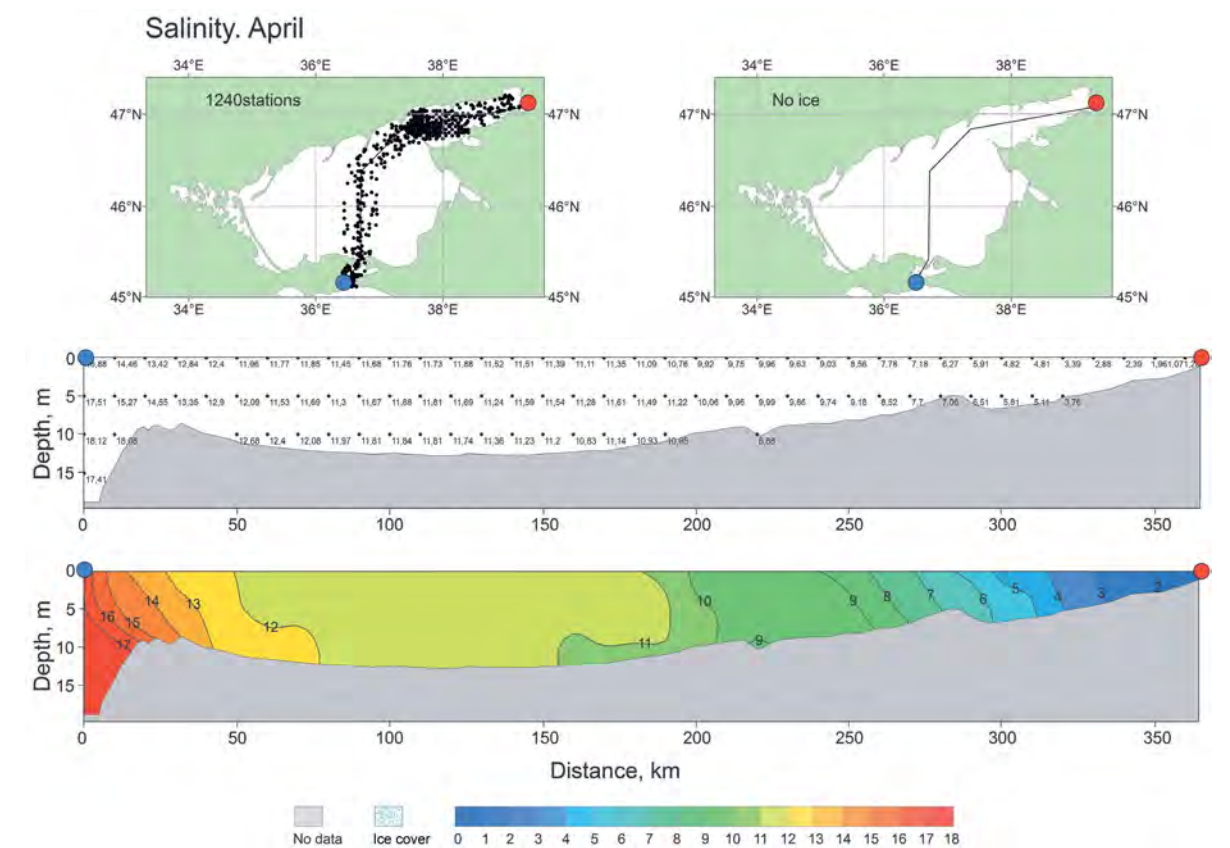


Рисунок П 112. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

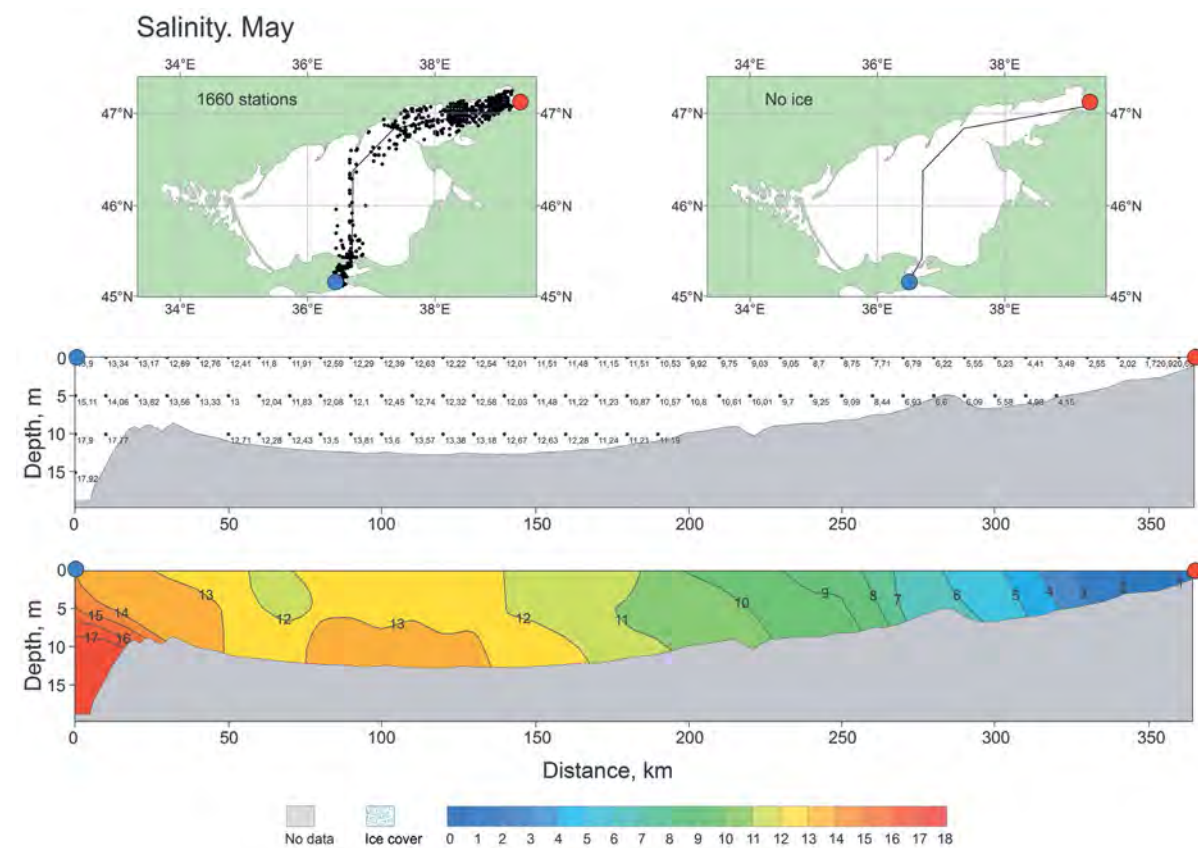


Рисунок П 113. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

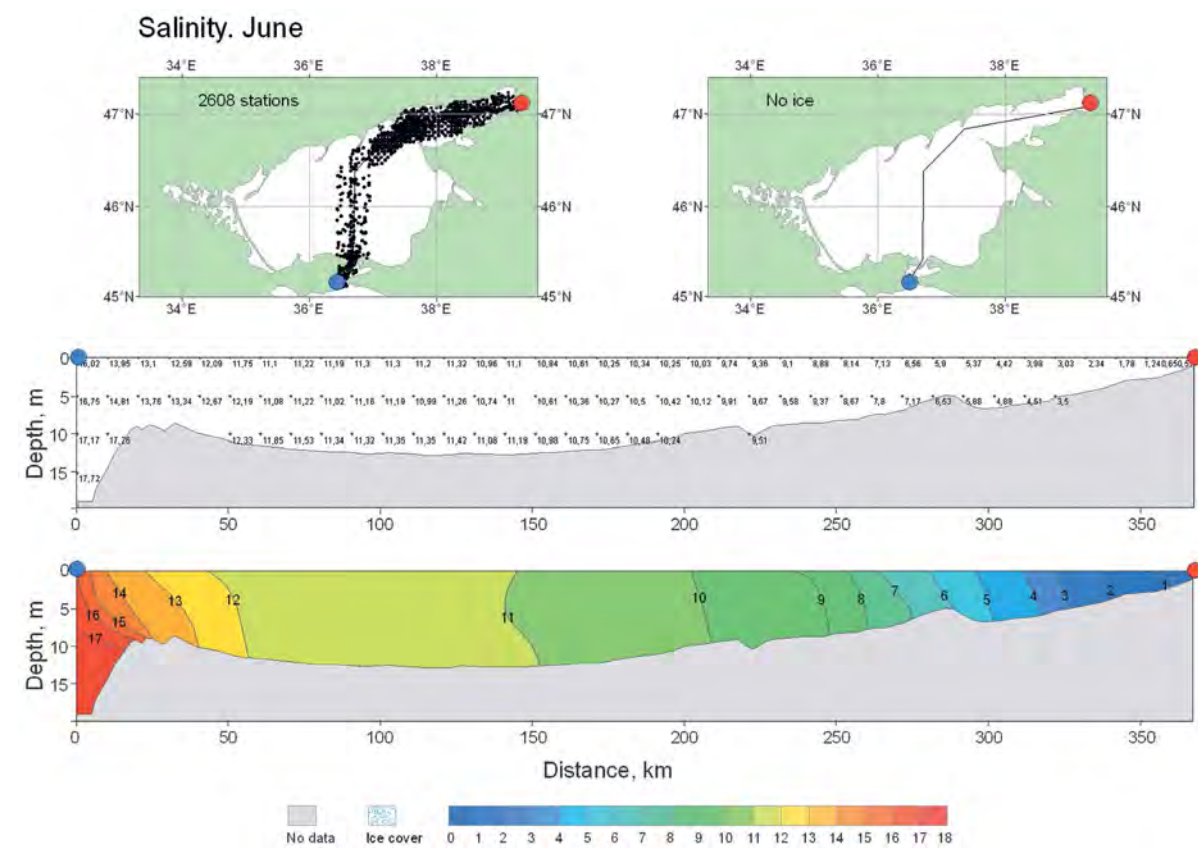


Рисунок П 114. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

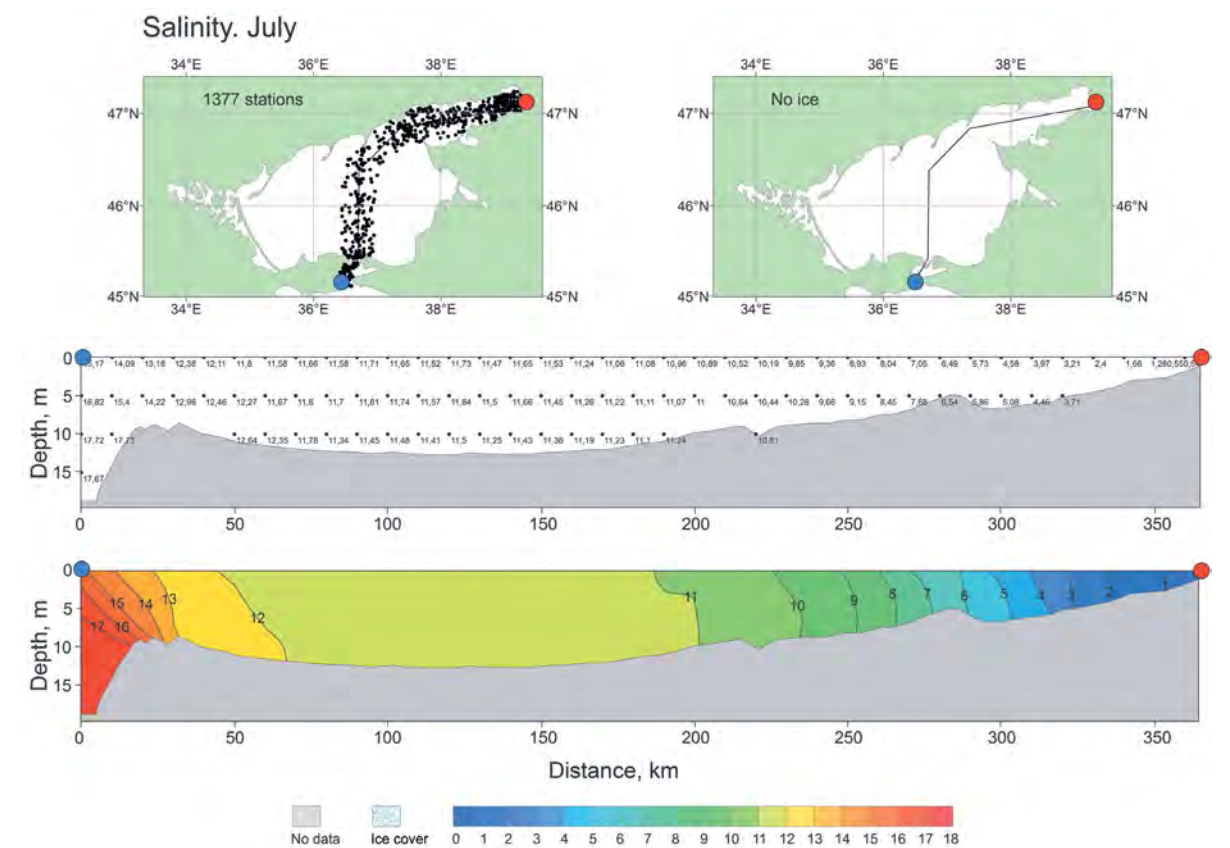


Рисунок П 115. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

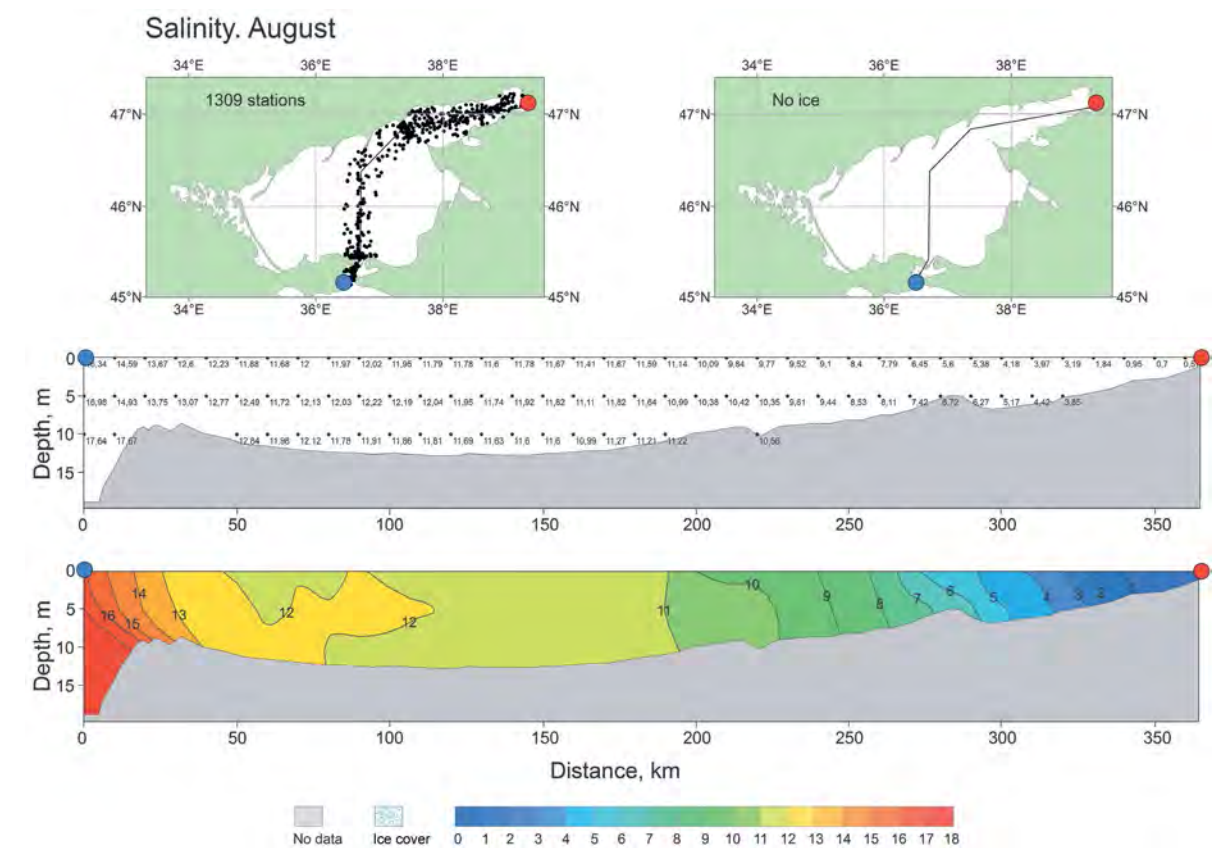


Рисунок П 116. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

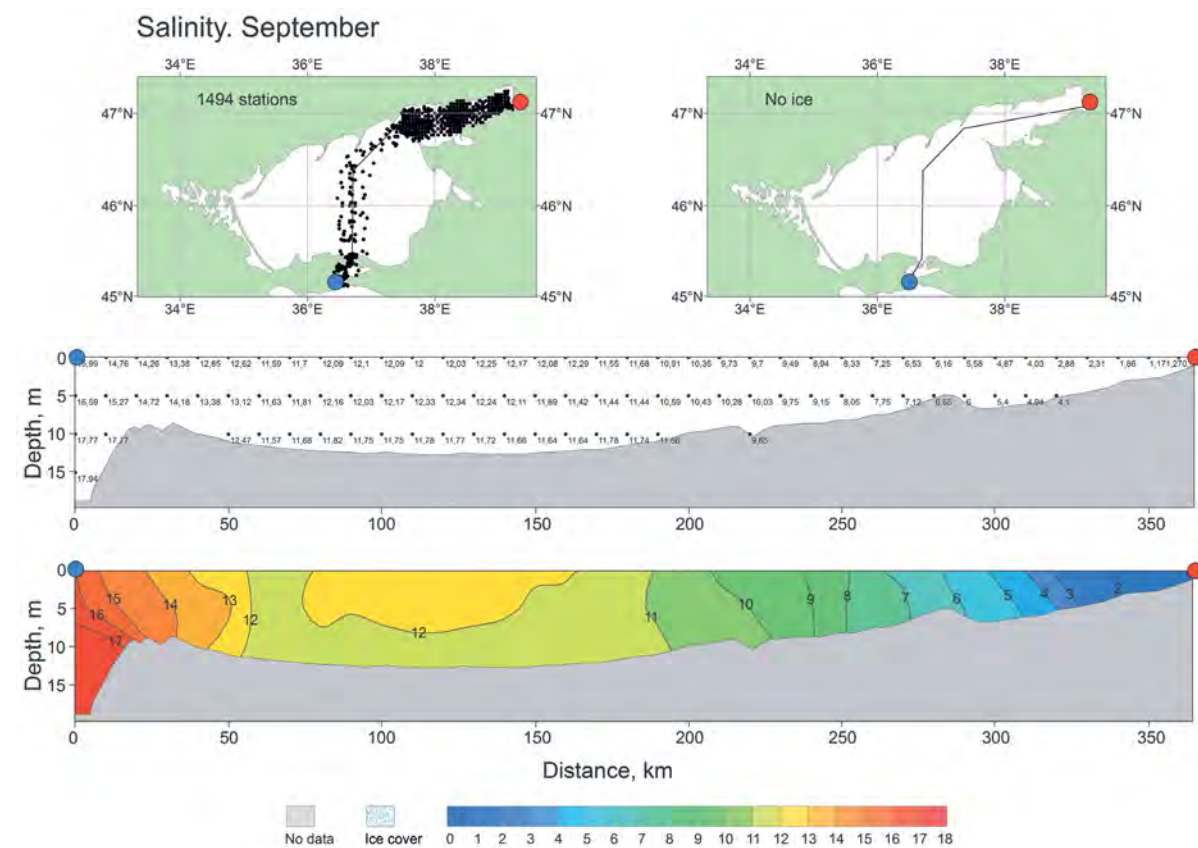


Рисунок П 117. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

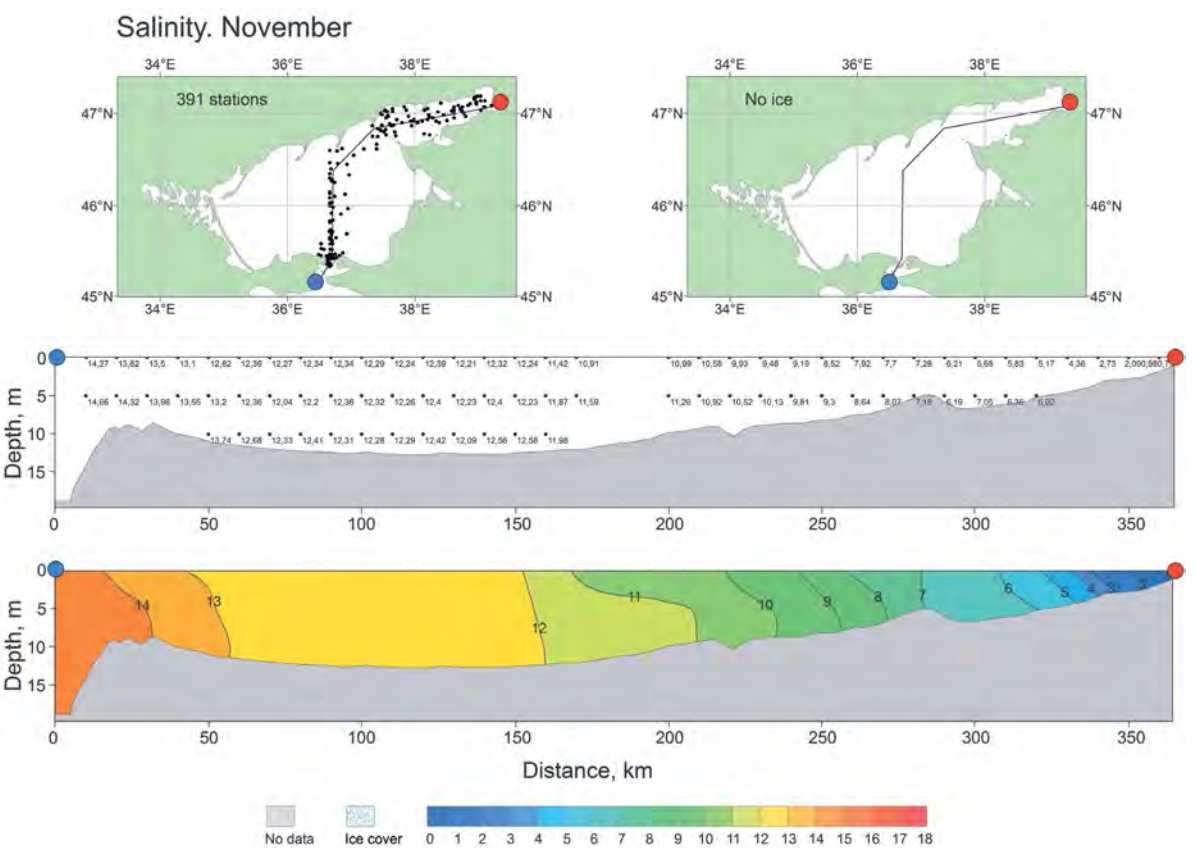


Рисунок П 119. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

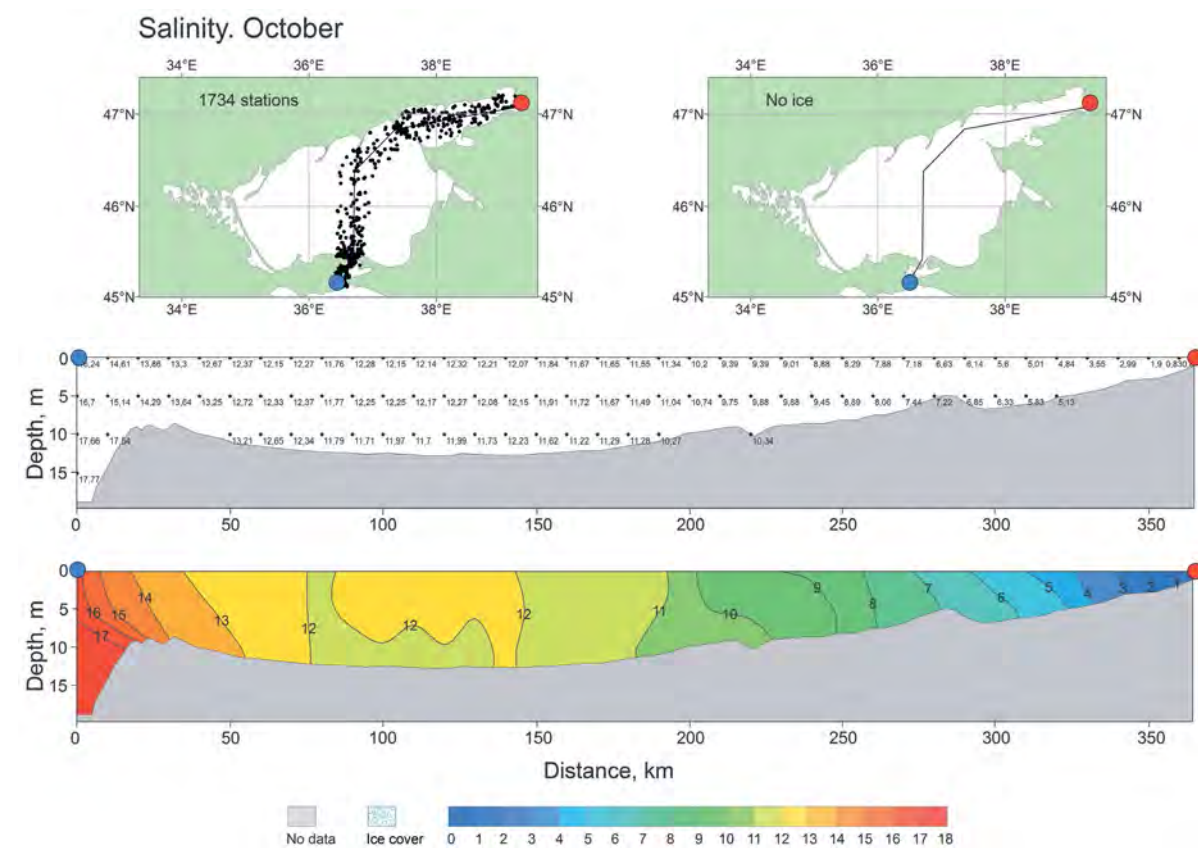


Рисунок П 118. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

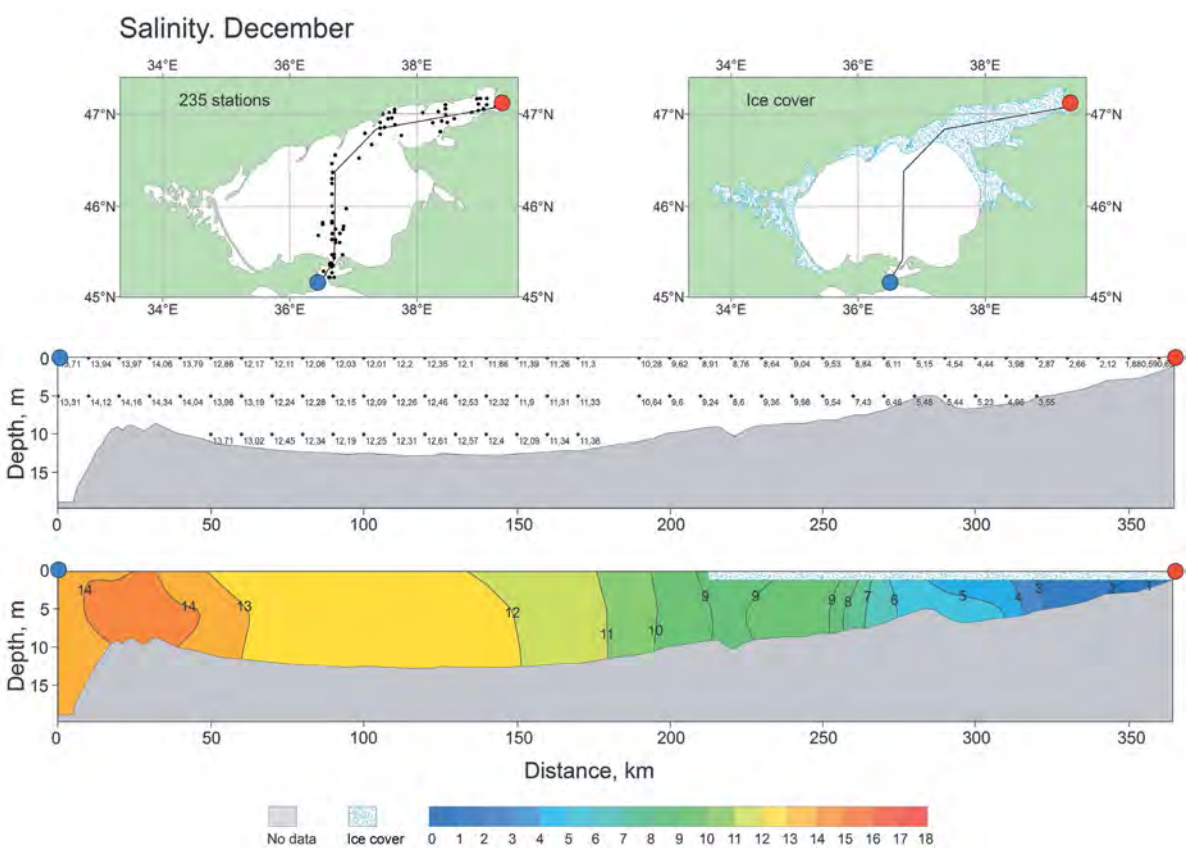


Рисунок П 120. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе «Керченский пролив – дельта Дона»

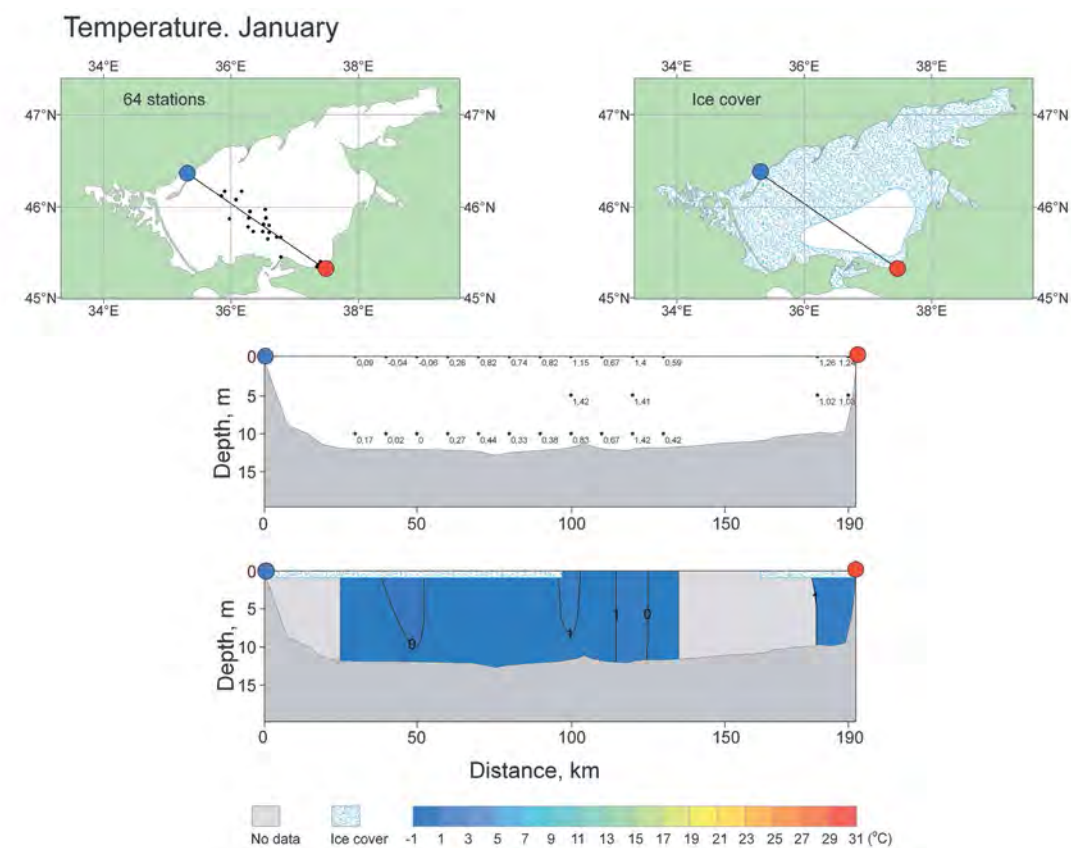


Рисунок П 121. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

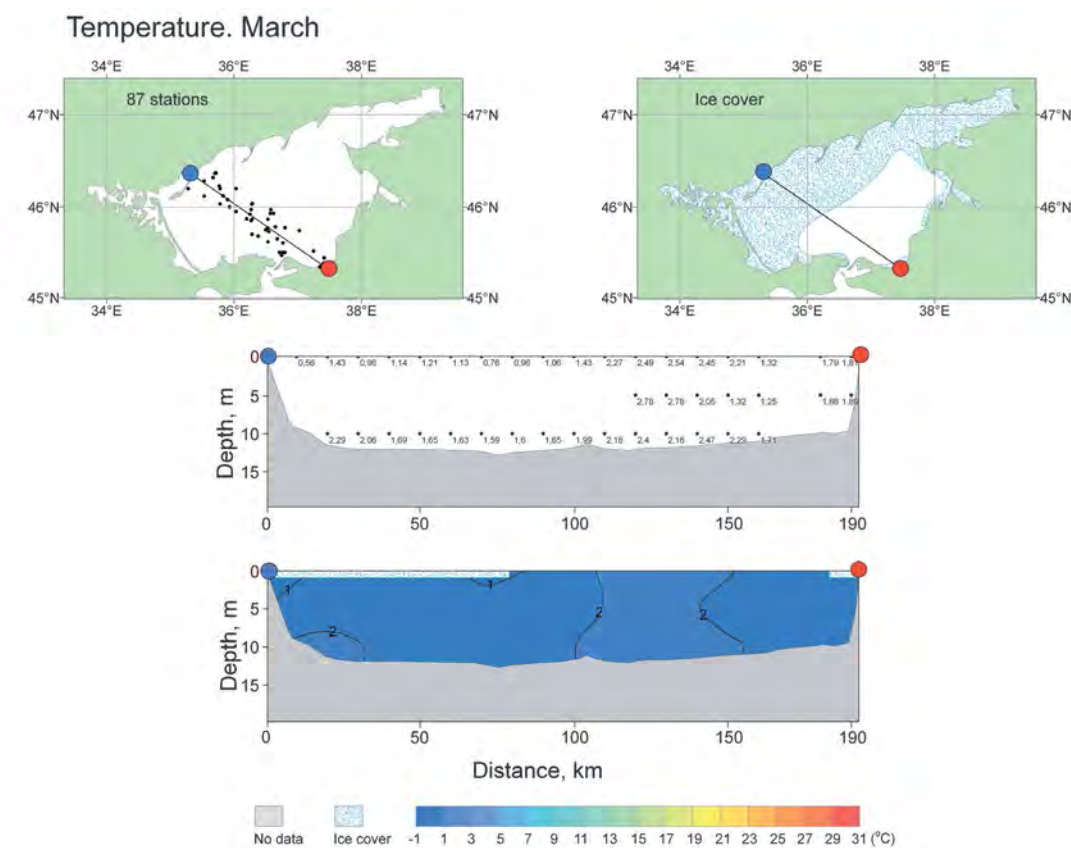


Рисунок П 123. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

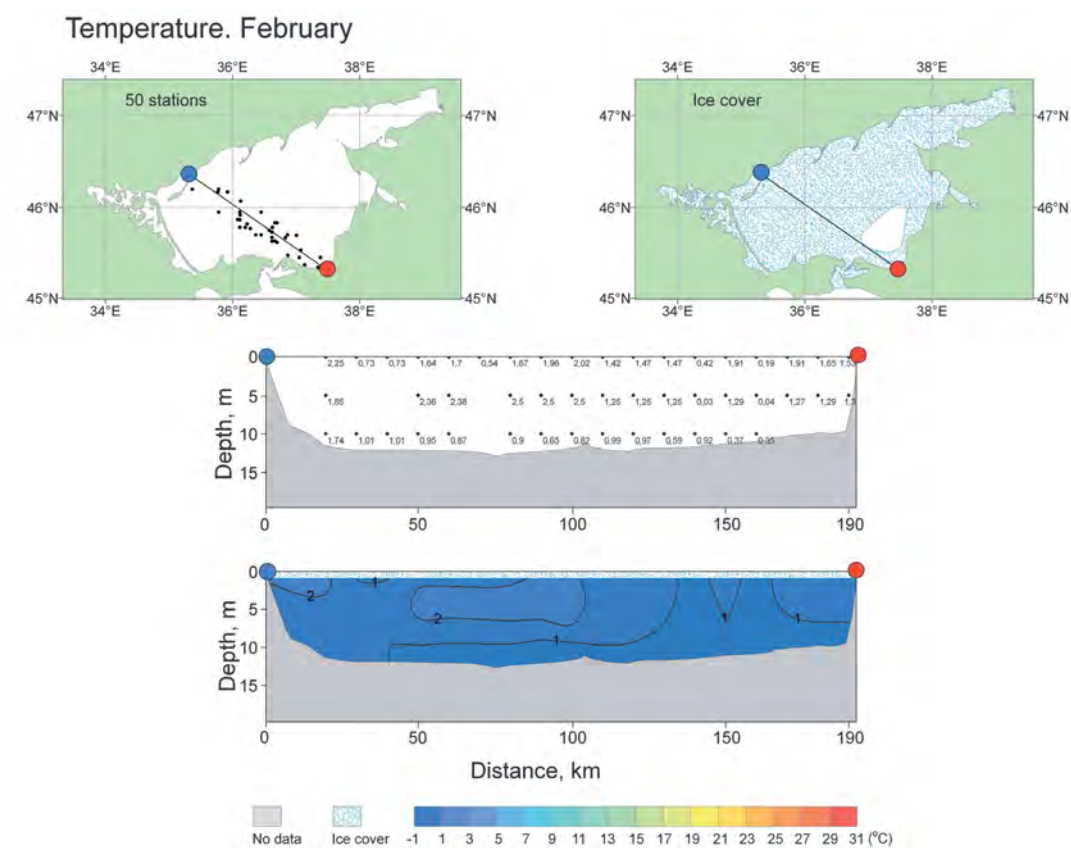


Рисунок П 122. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

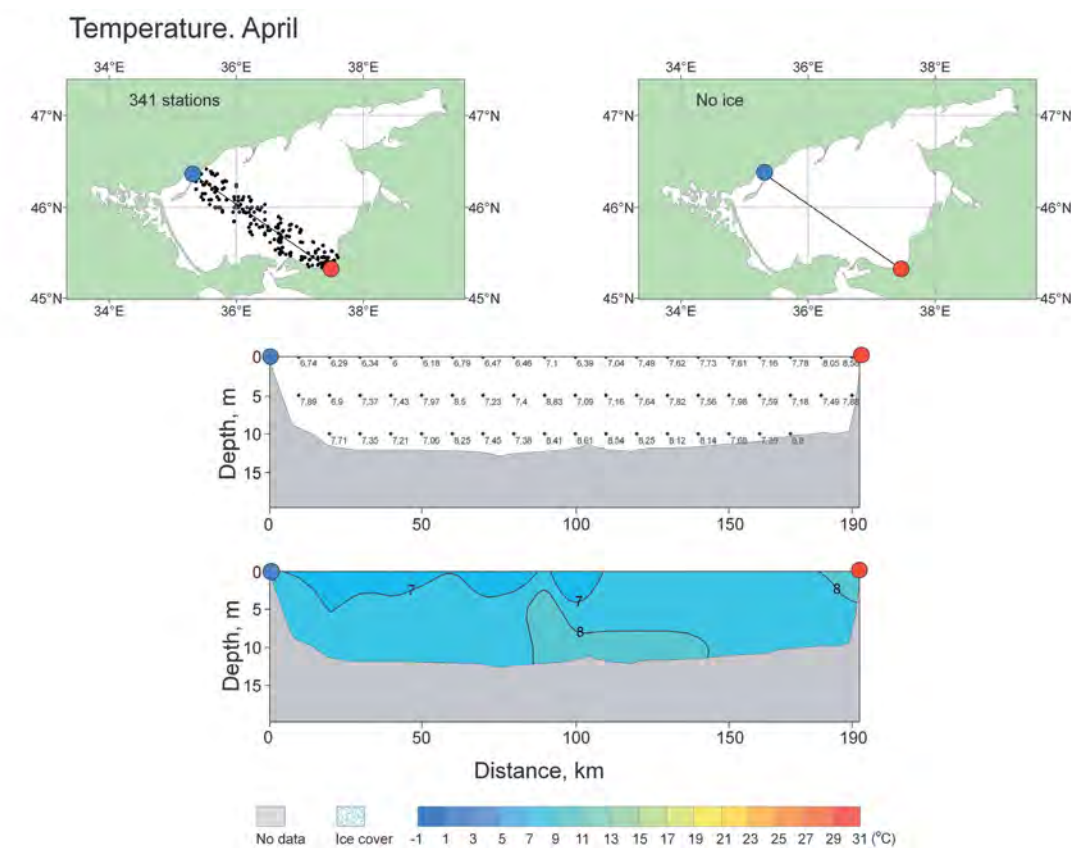


Рисунок П 124. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

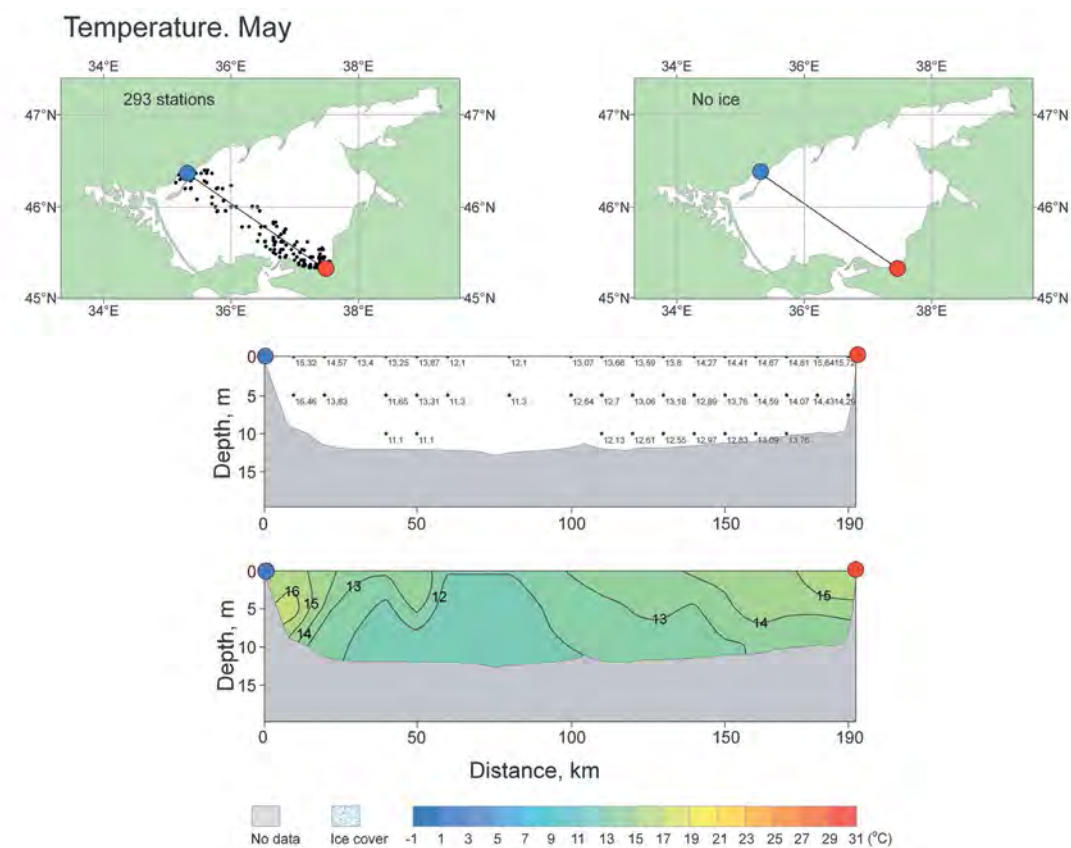


Рисунок П 125. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

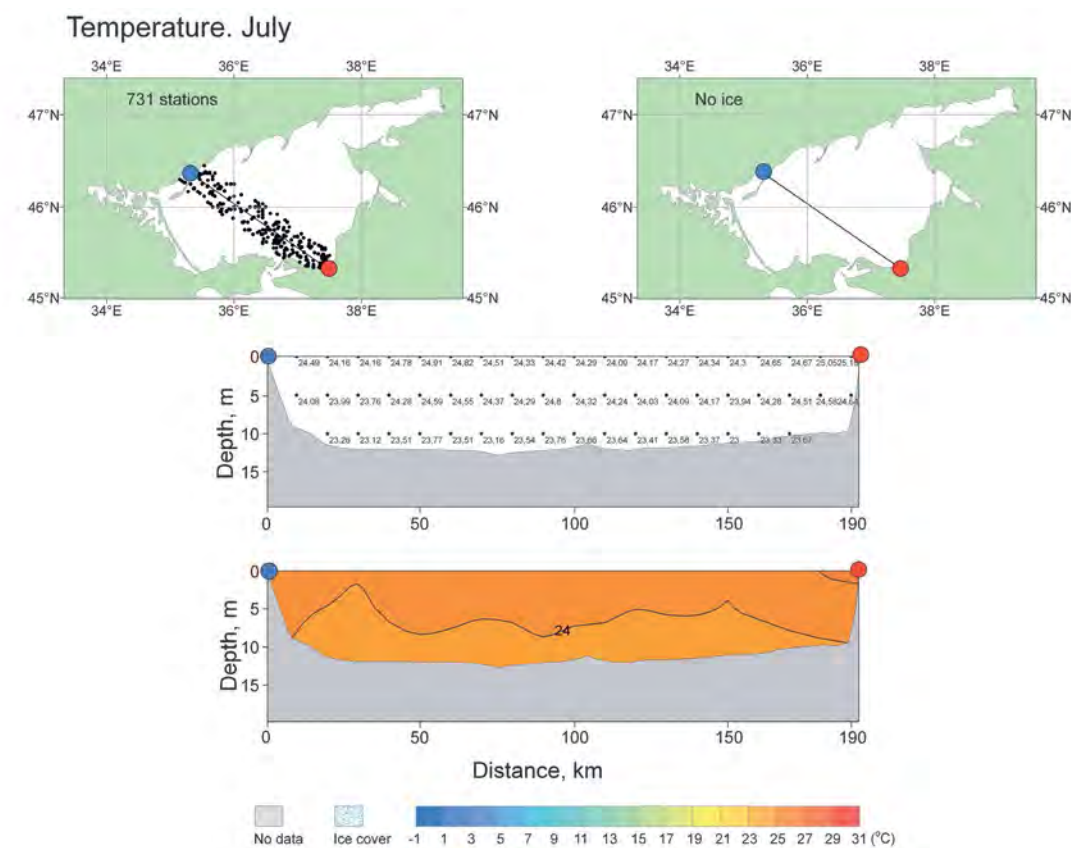


Рисунок П 127. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

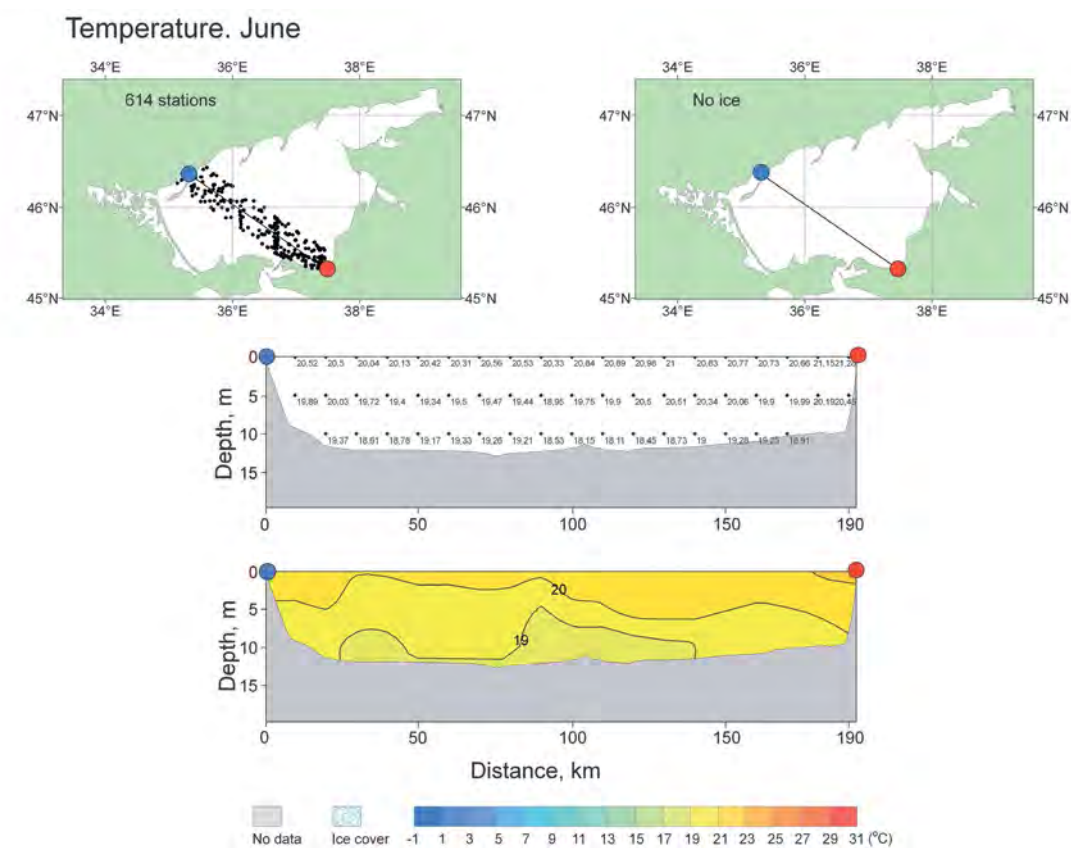


Рисунок П 126. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

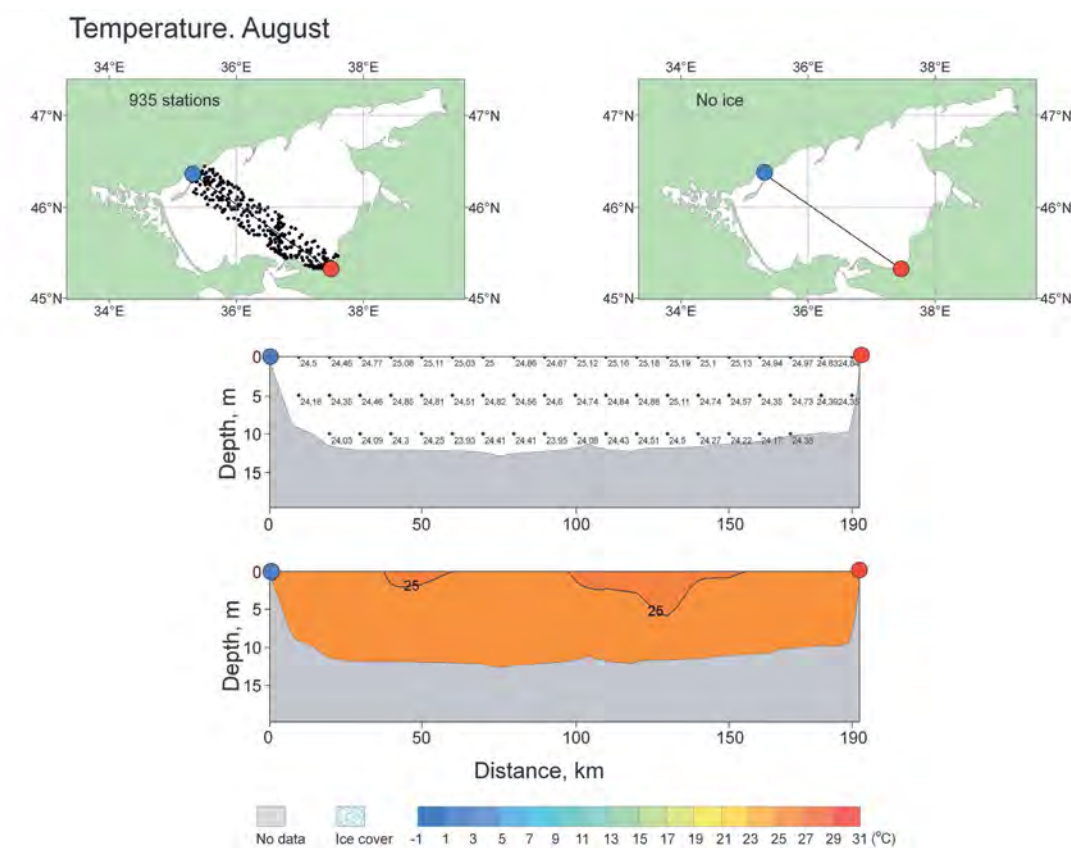


Рисунок П 128. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

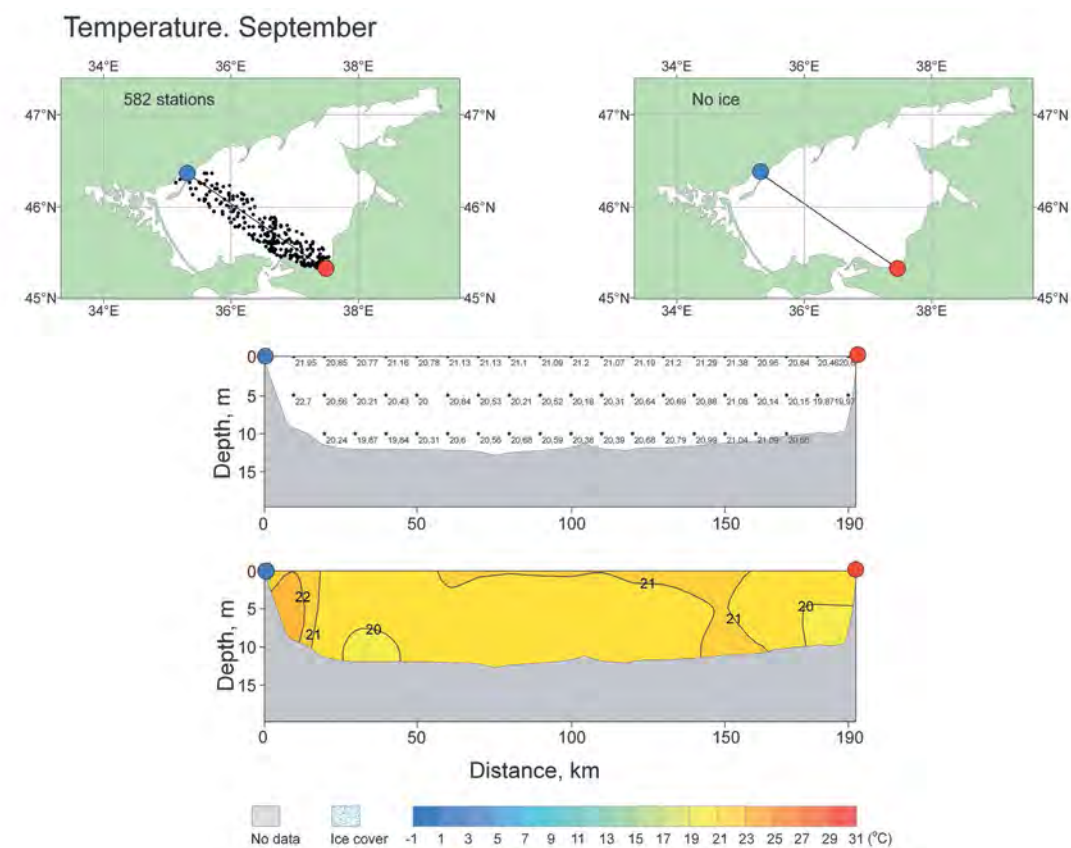


Рисунок П 129. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

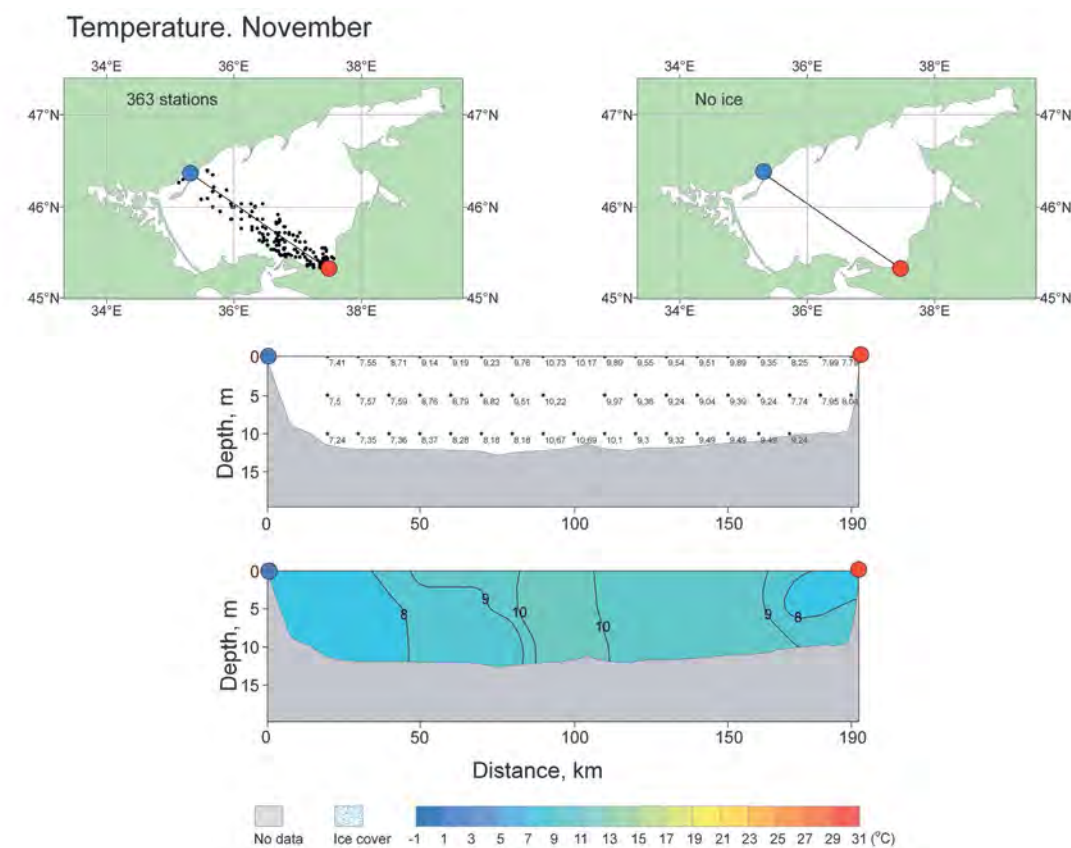


Рисунок П 131. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

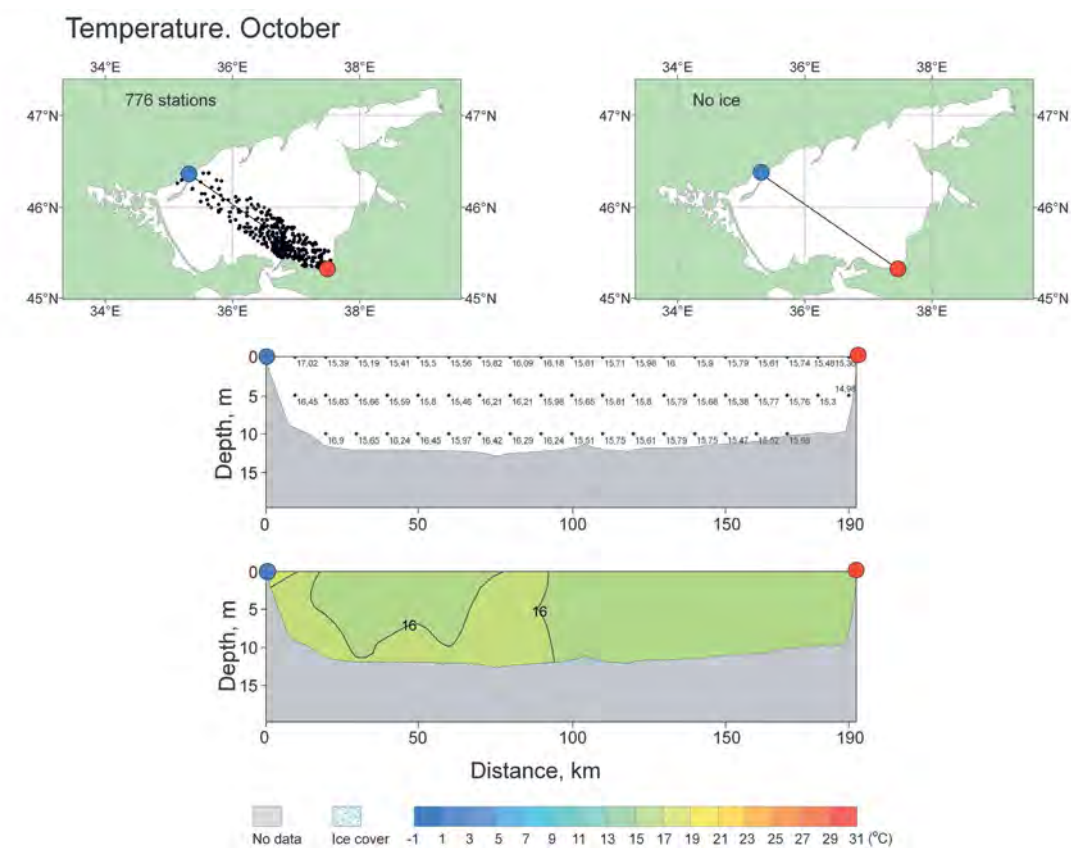


Рисунок П 130. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

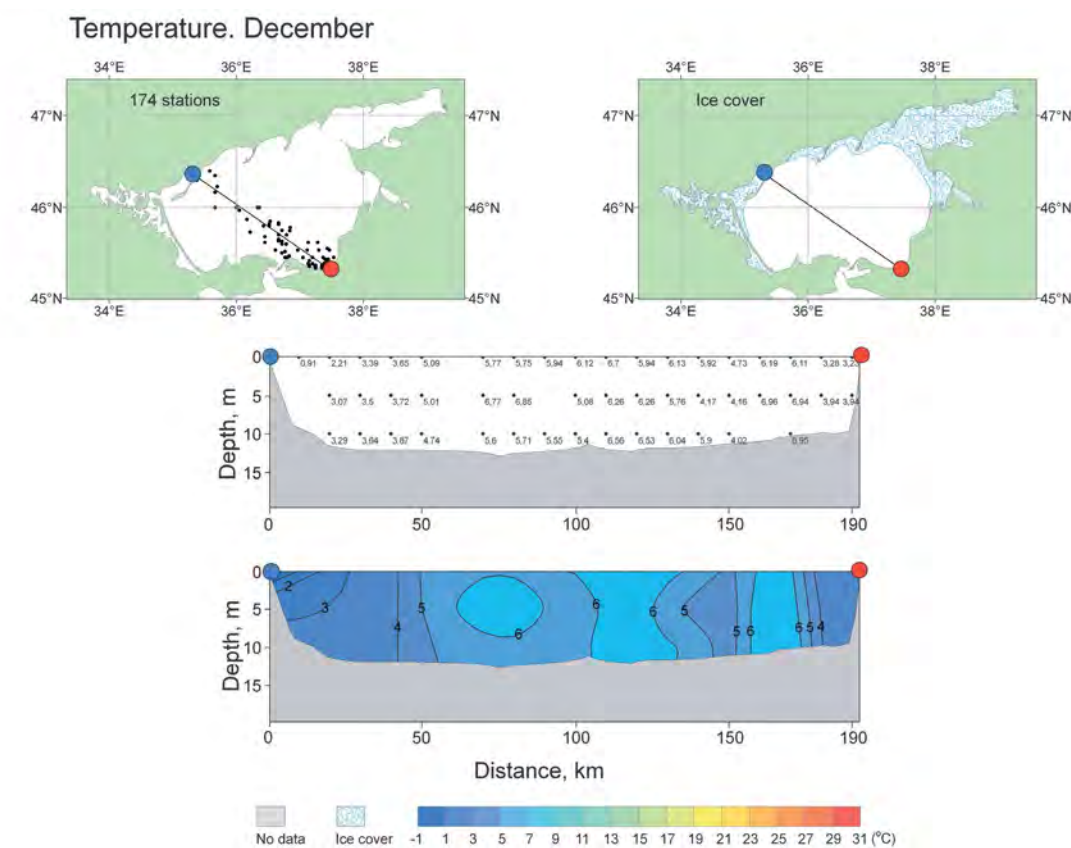


Рисунок П 132. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

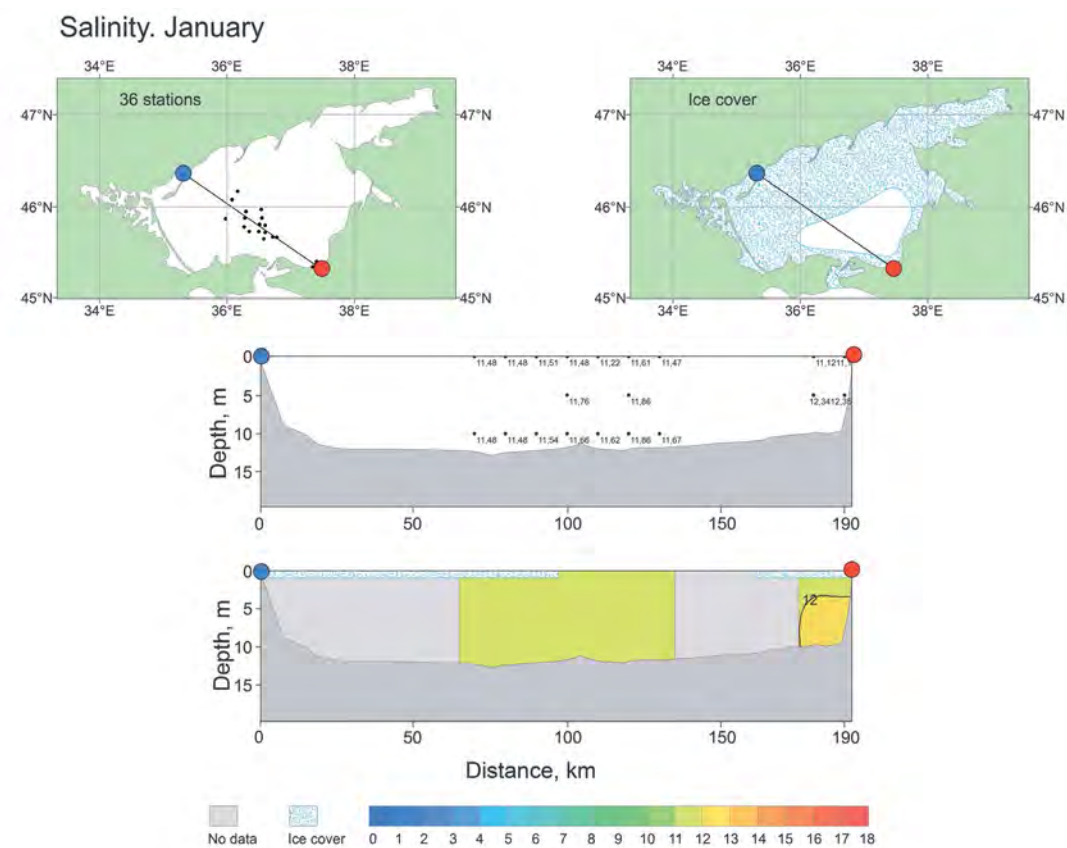


Рисунок П 133. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

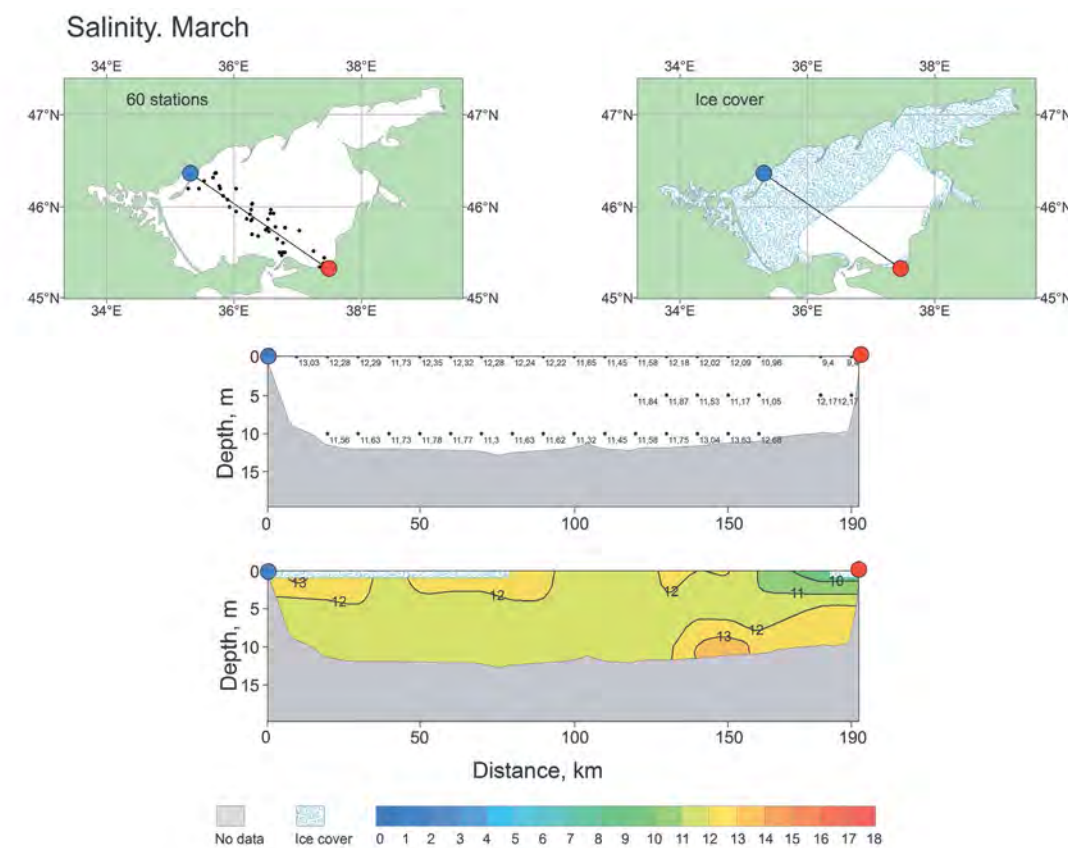


Рисунок П 135. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

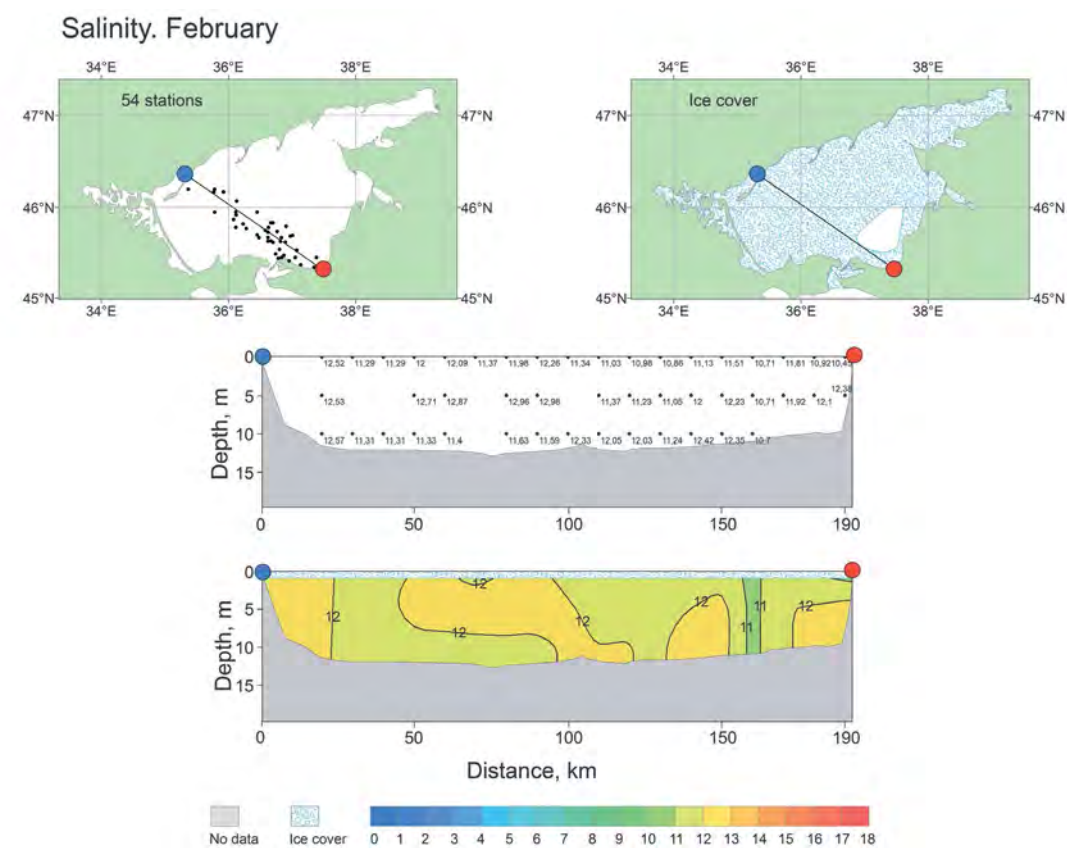


Рисунок П 134. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

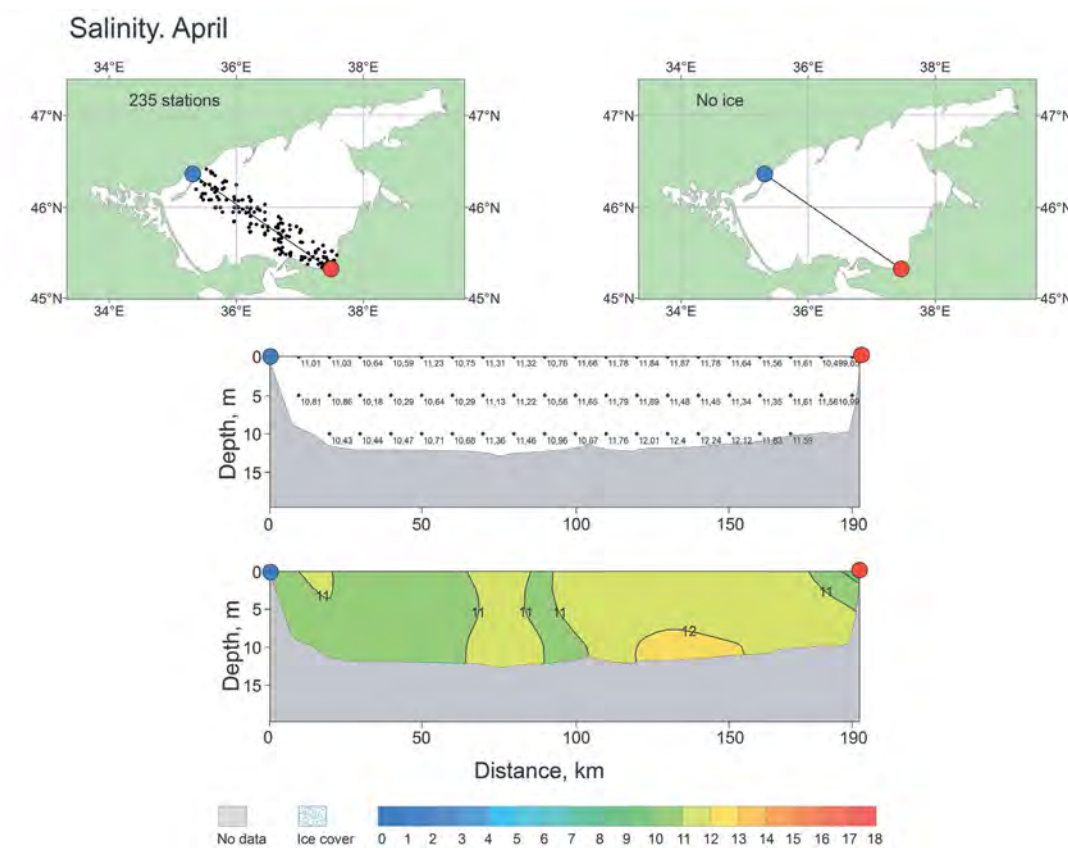


Рисунок П 136. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

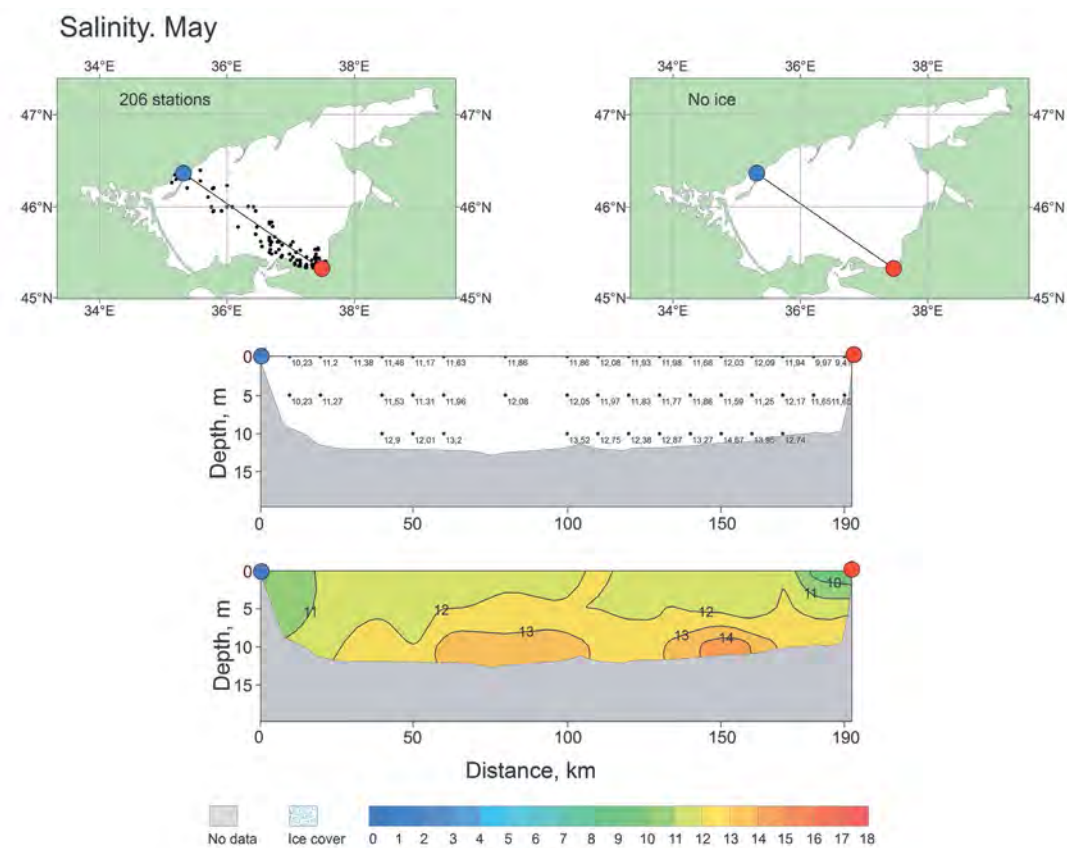


Рисунок П 137. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

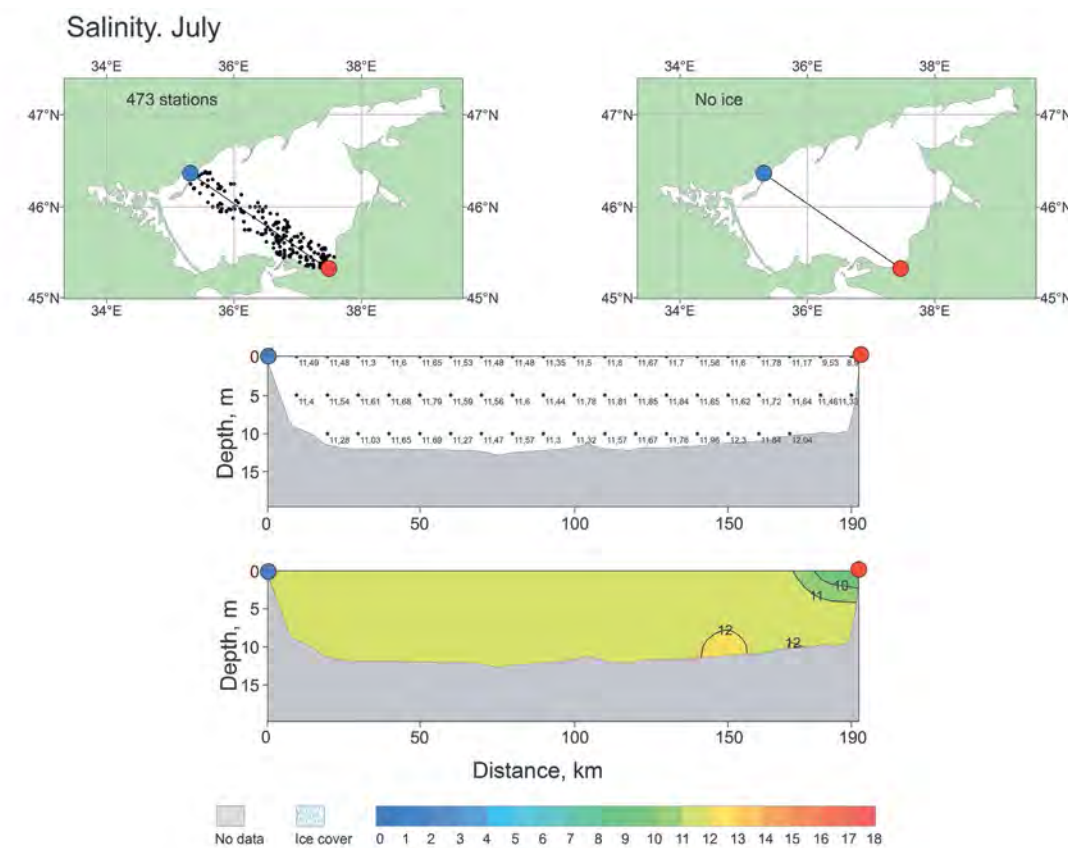


Рисунок П 139. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

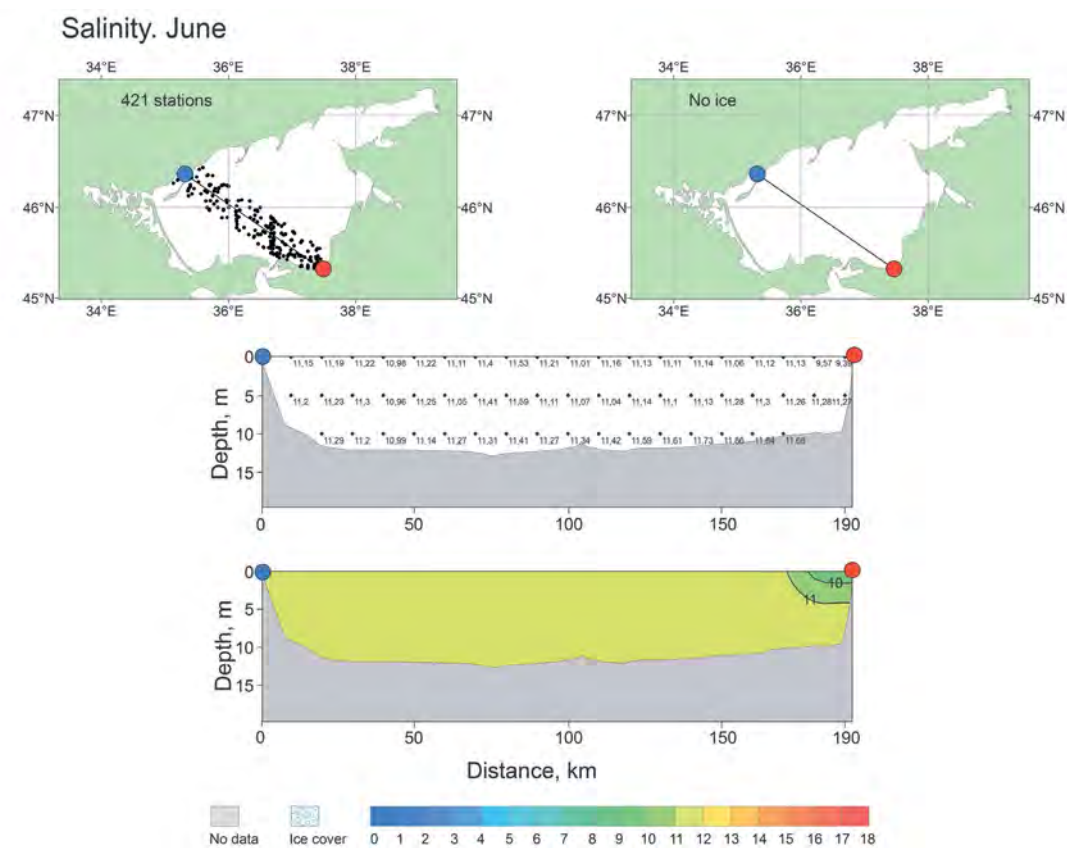


Рисунок П 138. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

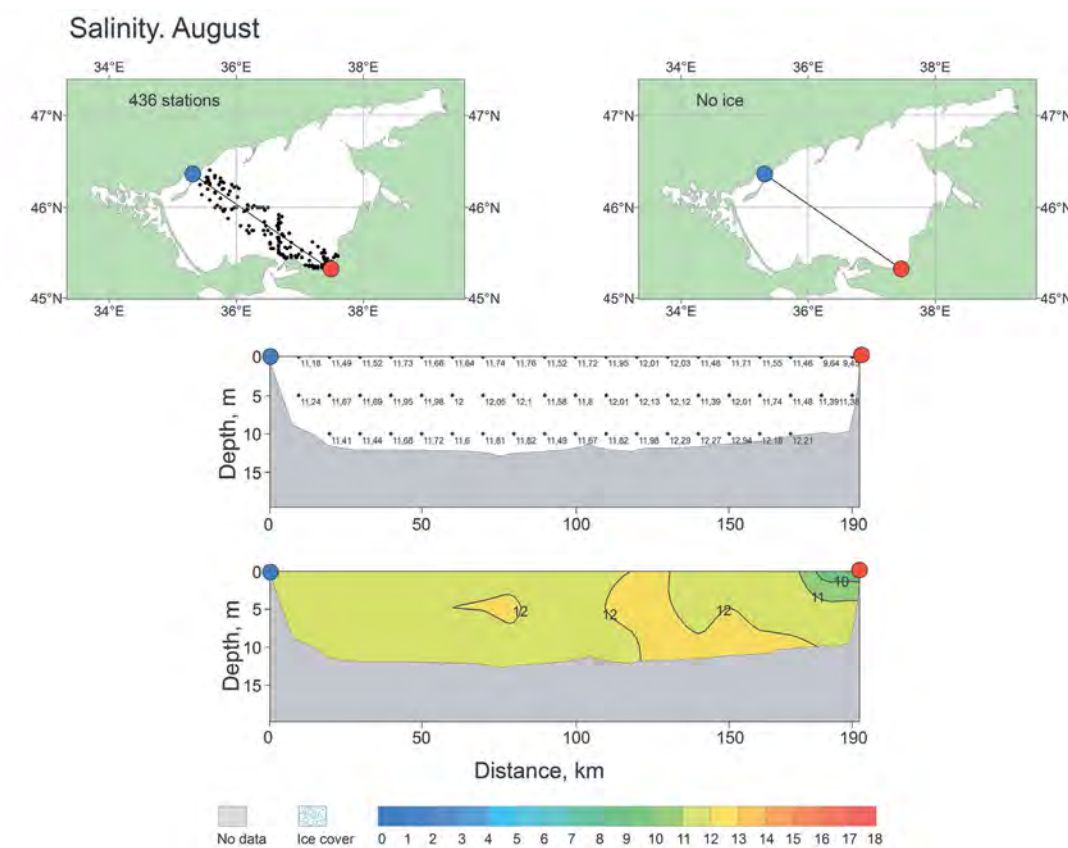


Рисунок П 140. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

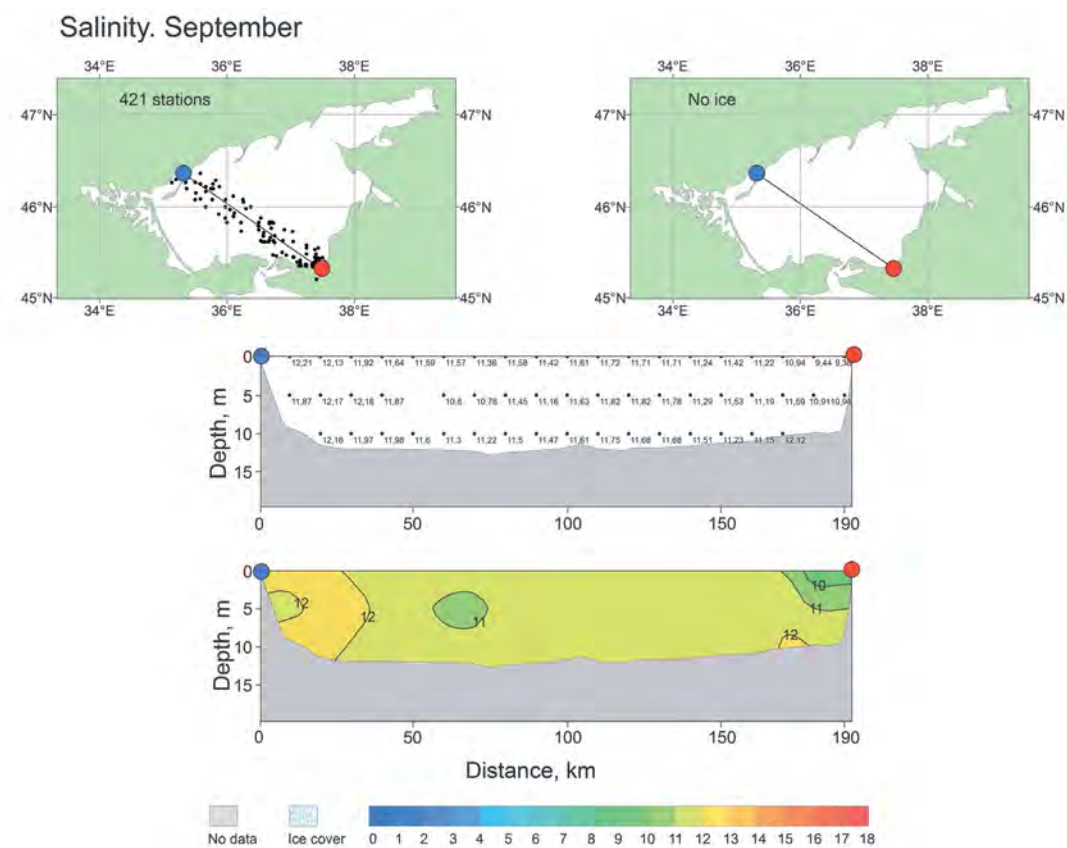


Рисунок П 141. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

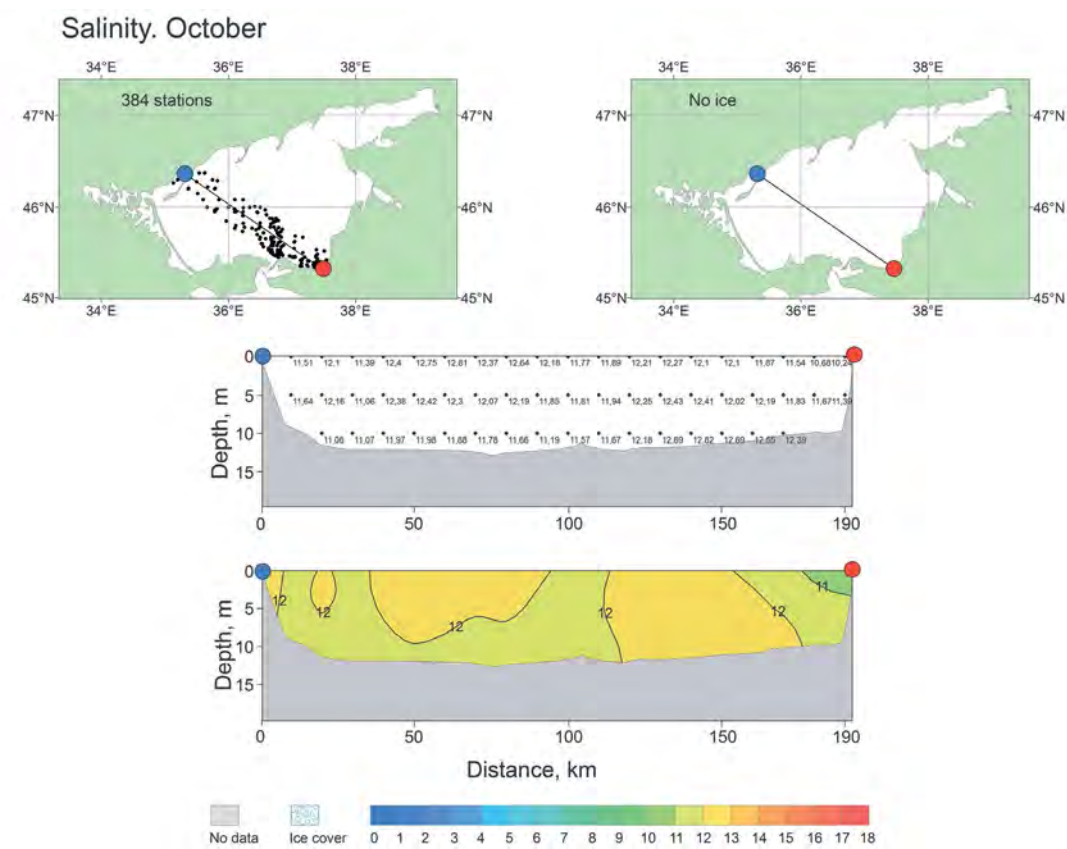


Рисунок П 142. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

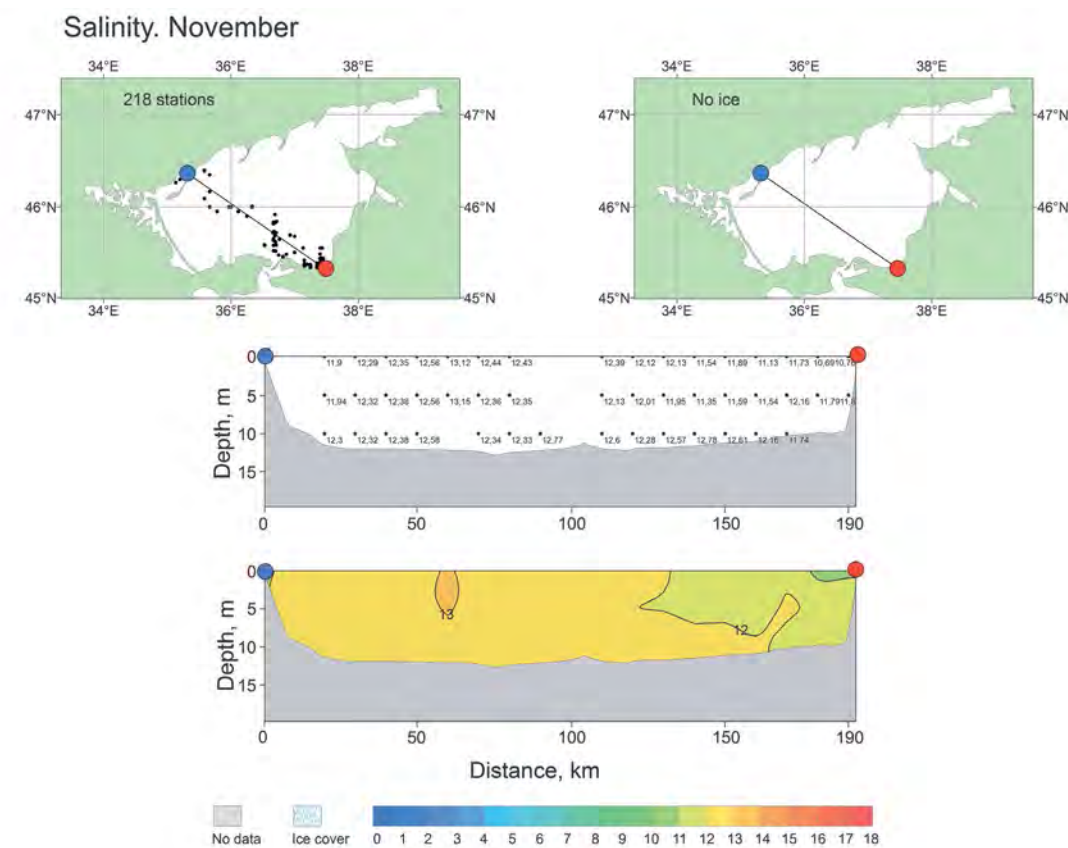


Рисунок П 143. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

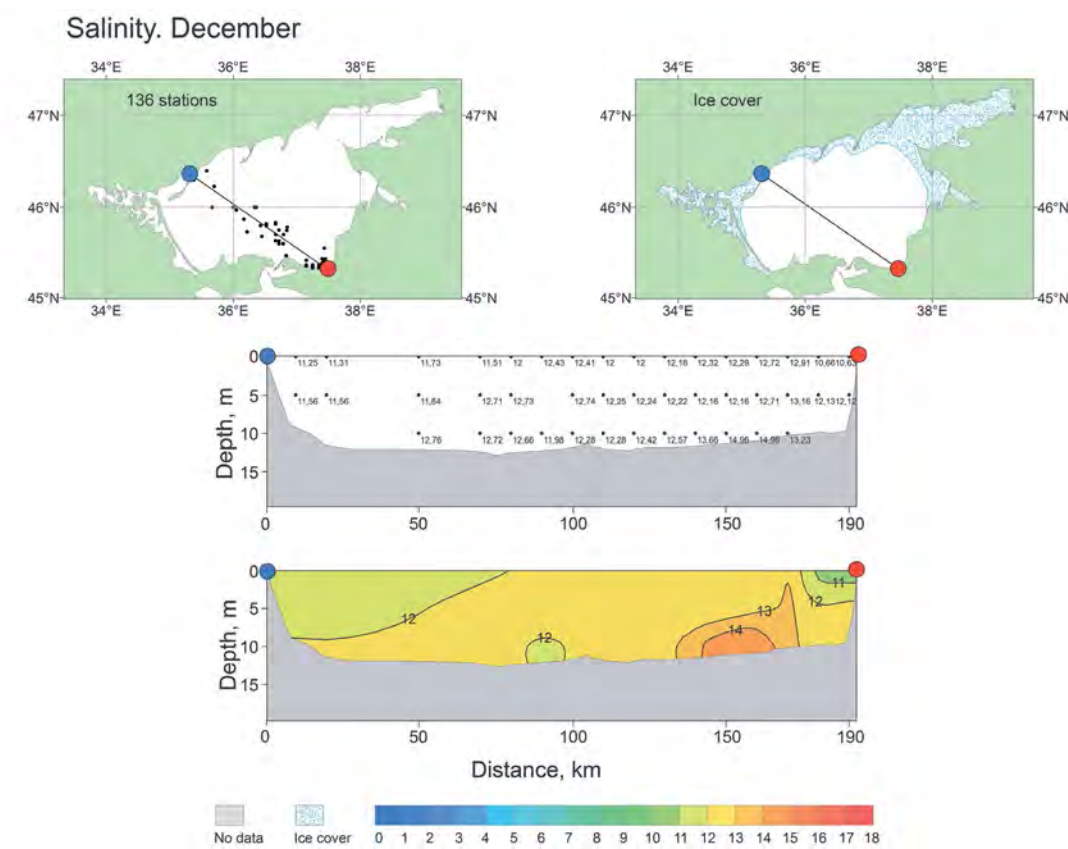


Рисунок П 144. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе «пос. Игоревка – дельта Кубани»

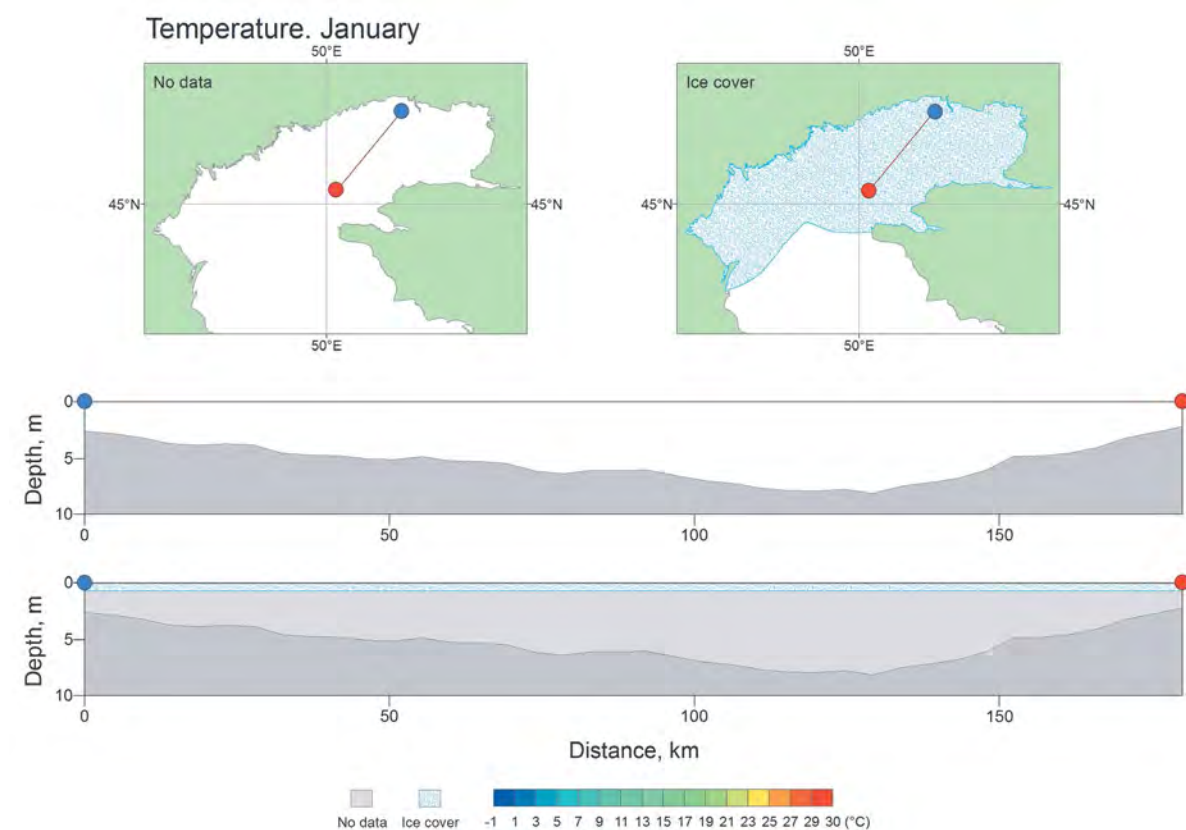


Рисунок П 145. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 1

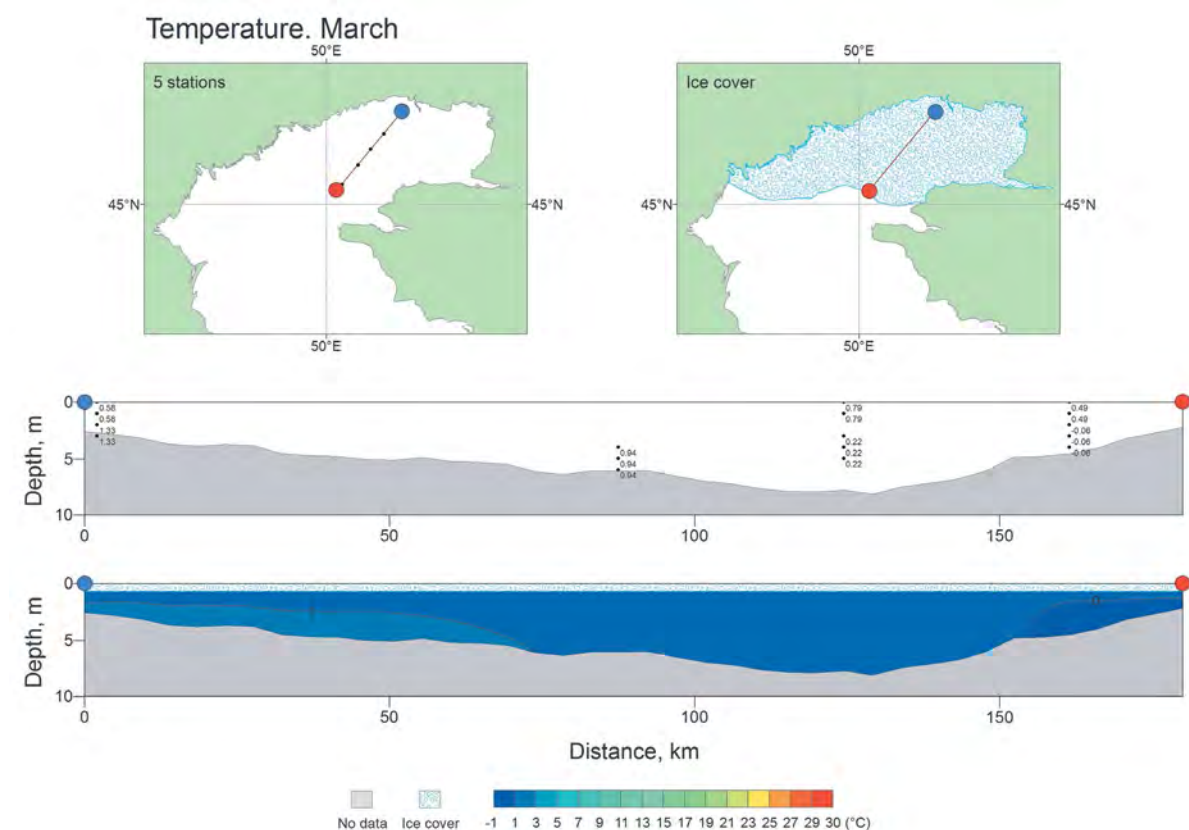


Рисунок П 147. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 1

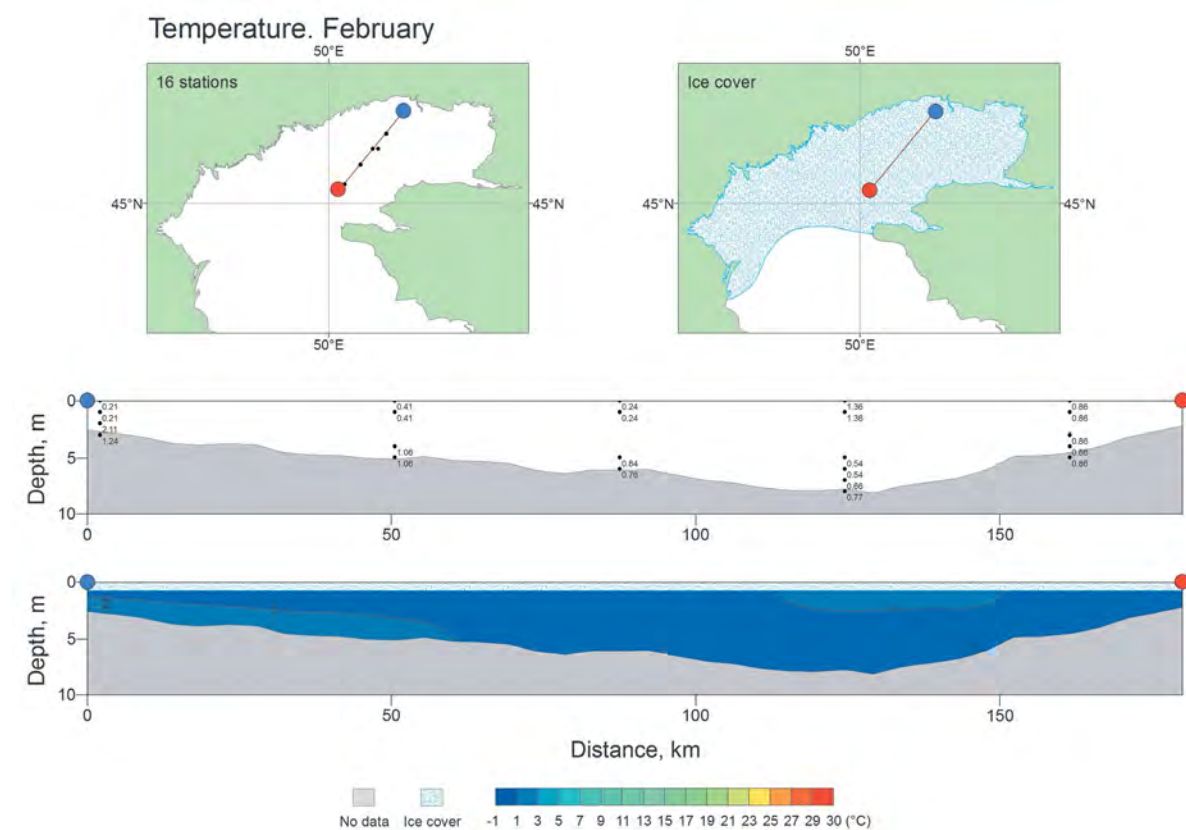


Рисунок П 146. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 1

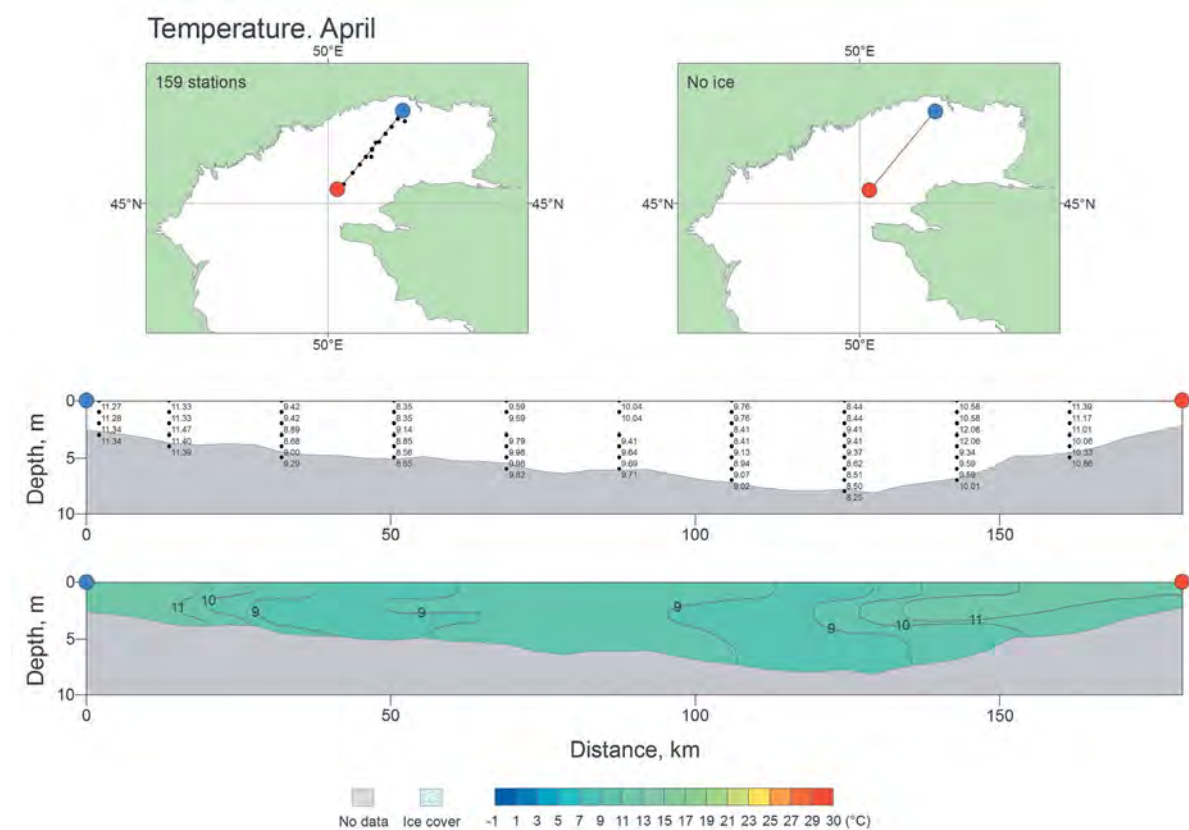


Рисунок П 148. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 1

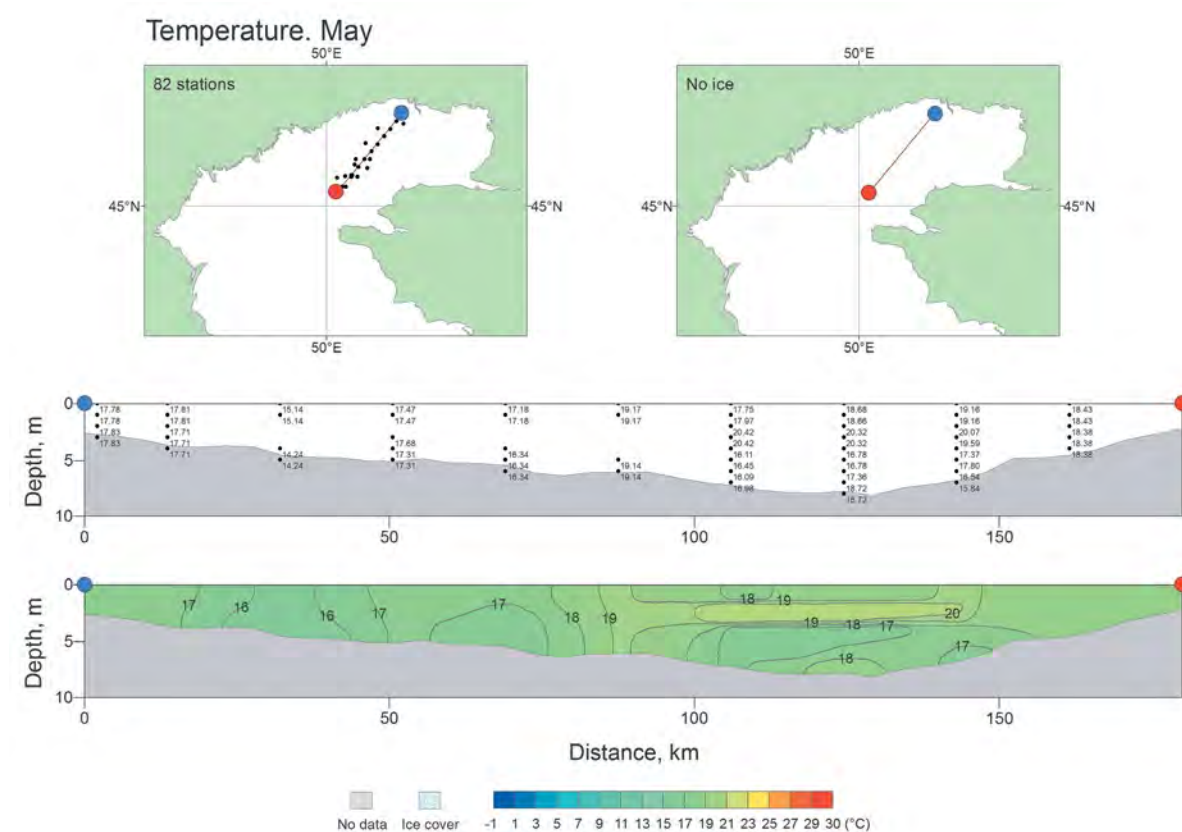


Рисунок П 149. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 1

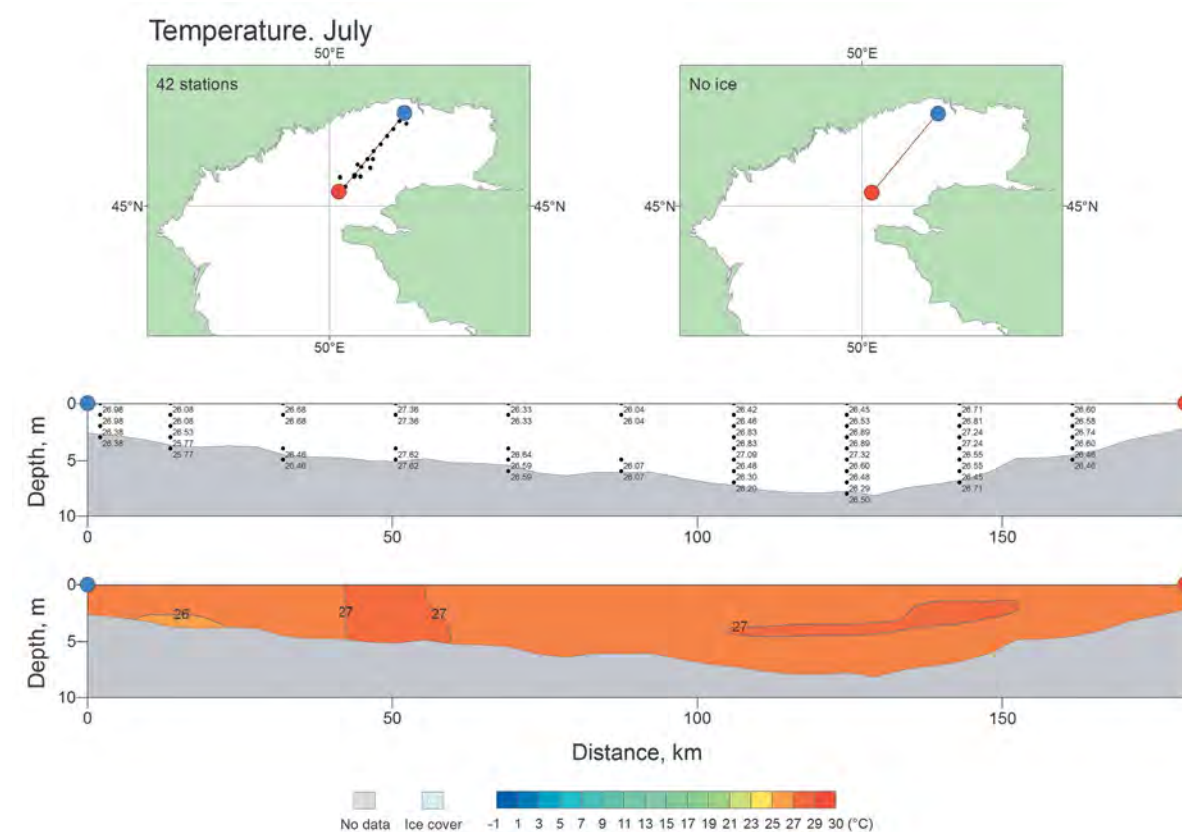


Рисунок П 151. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 1

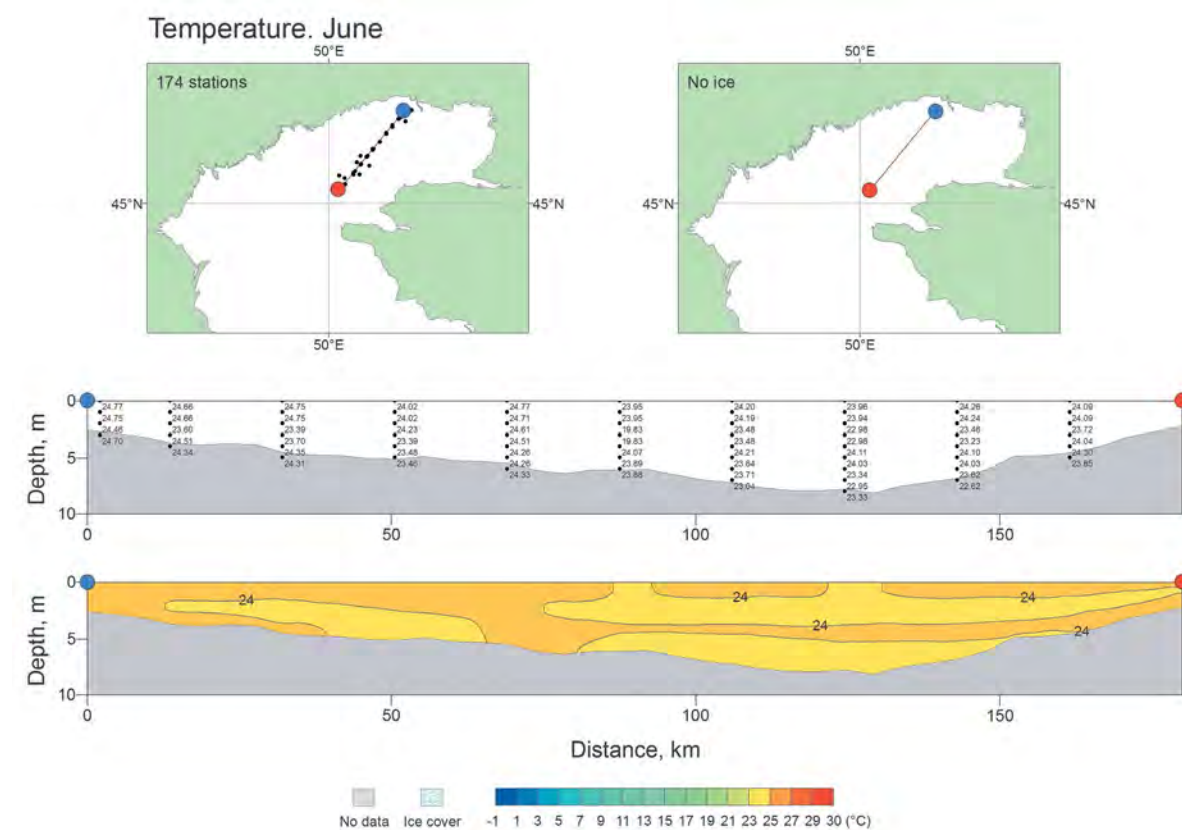


Рисунок П 150. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 1

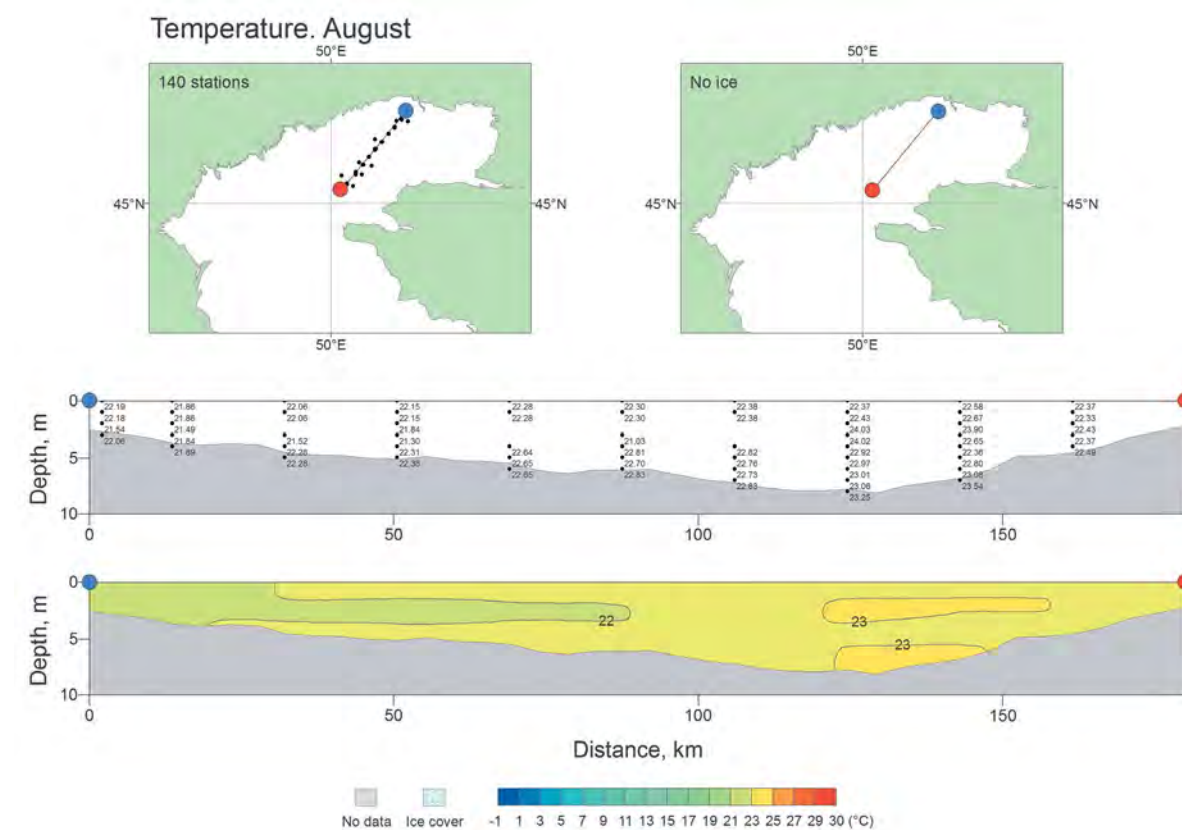


Рисунок П 152. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 1

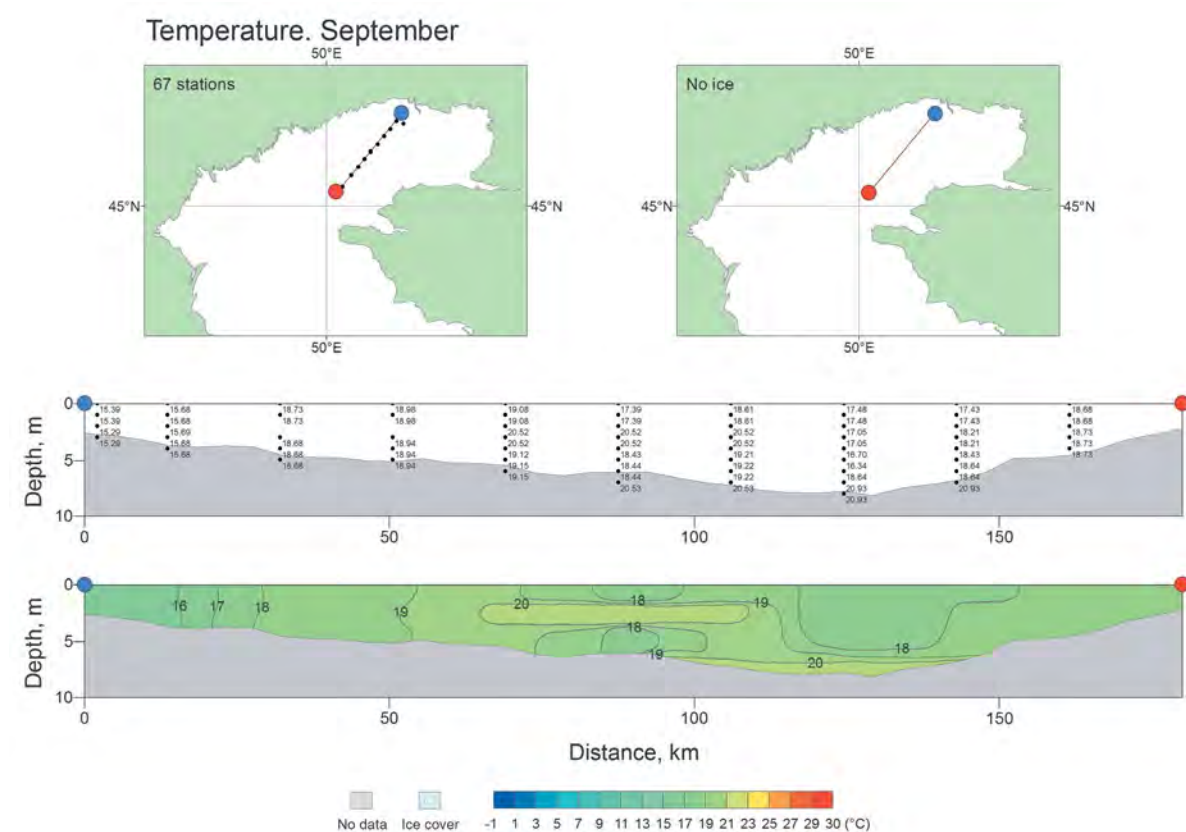


Рисунок П 153. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 1

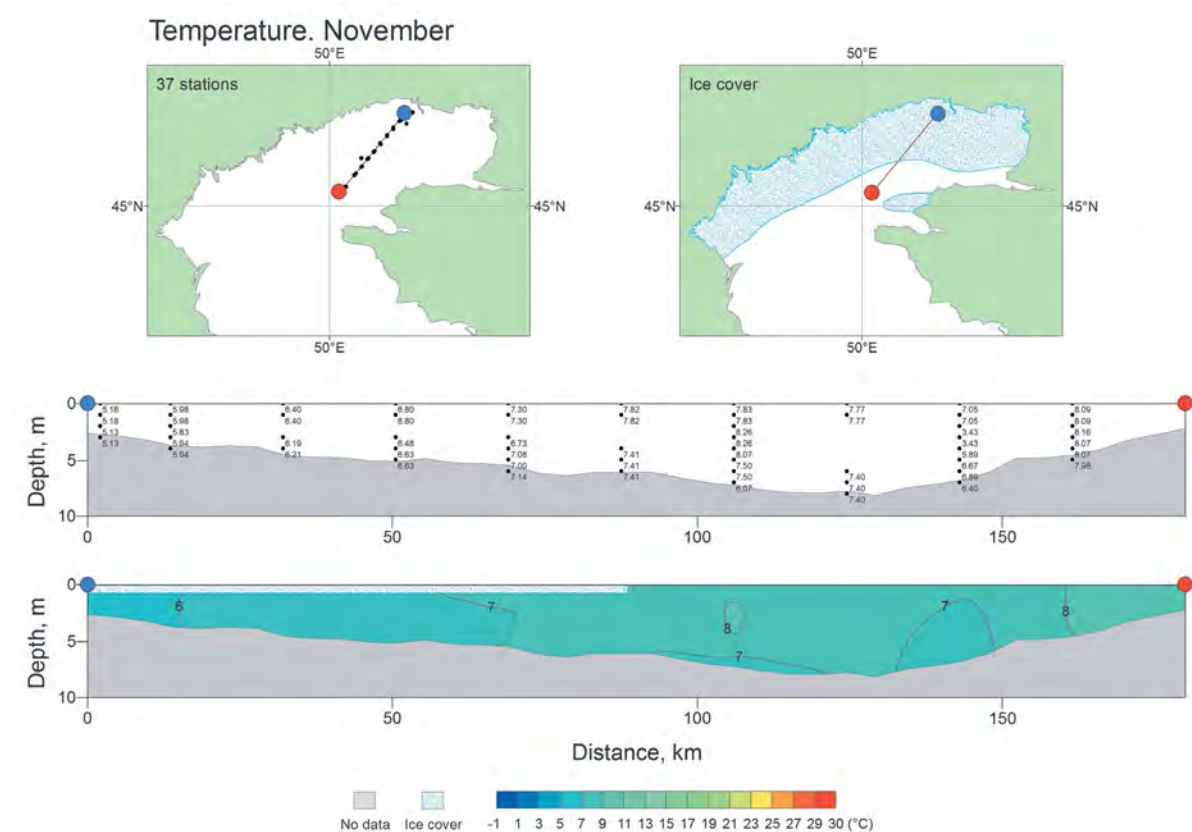


Рисунок П 155. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 1

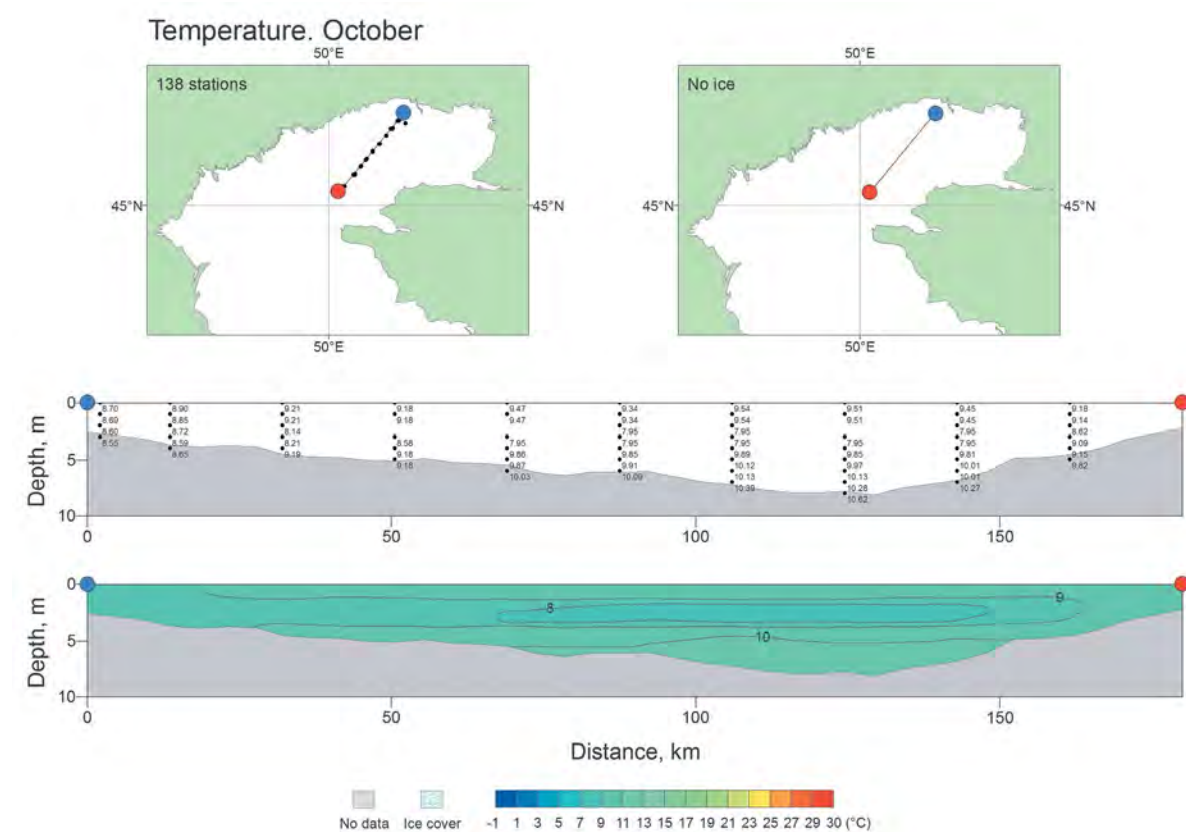


Рисунок П 154. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 1

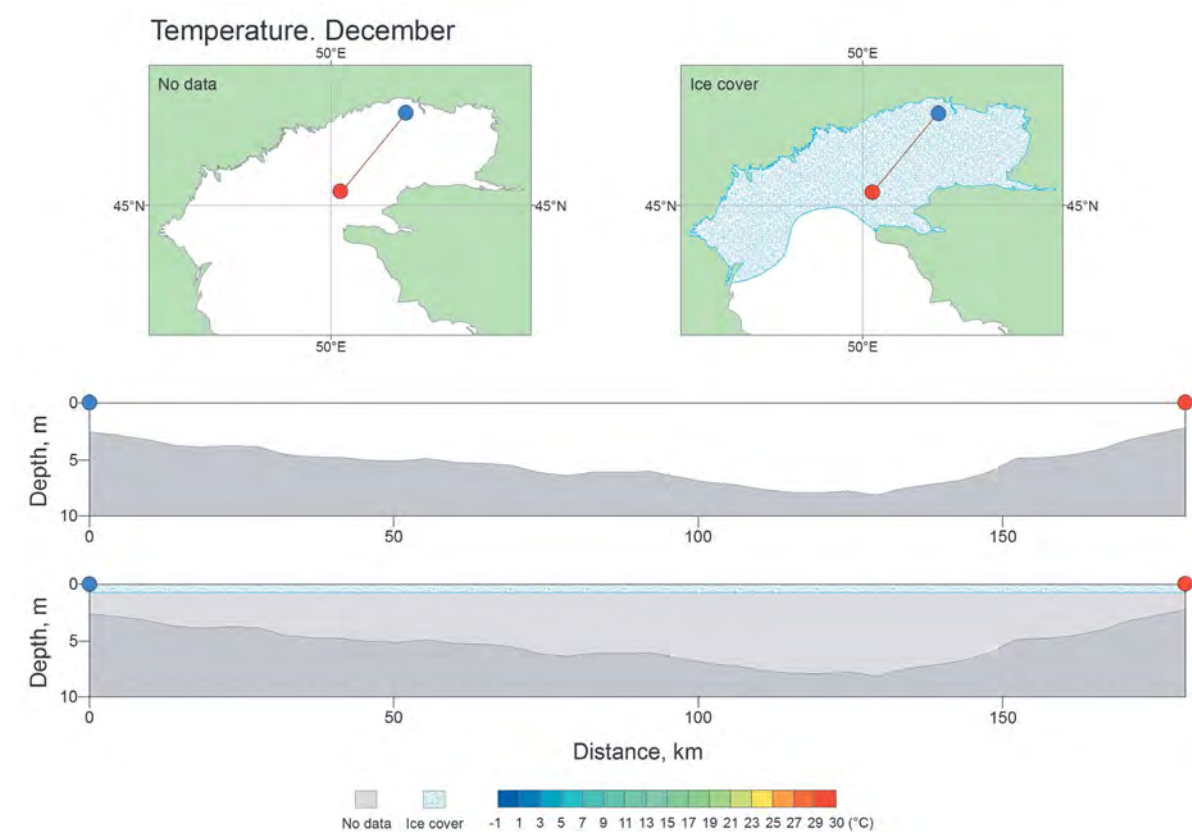


Рисунок П 156. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 1

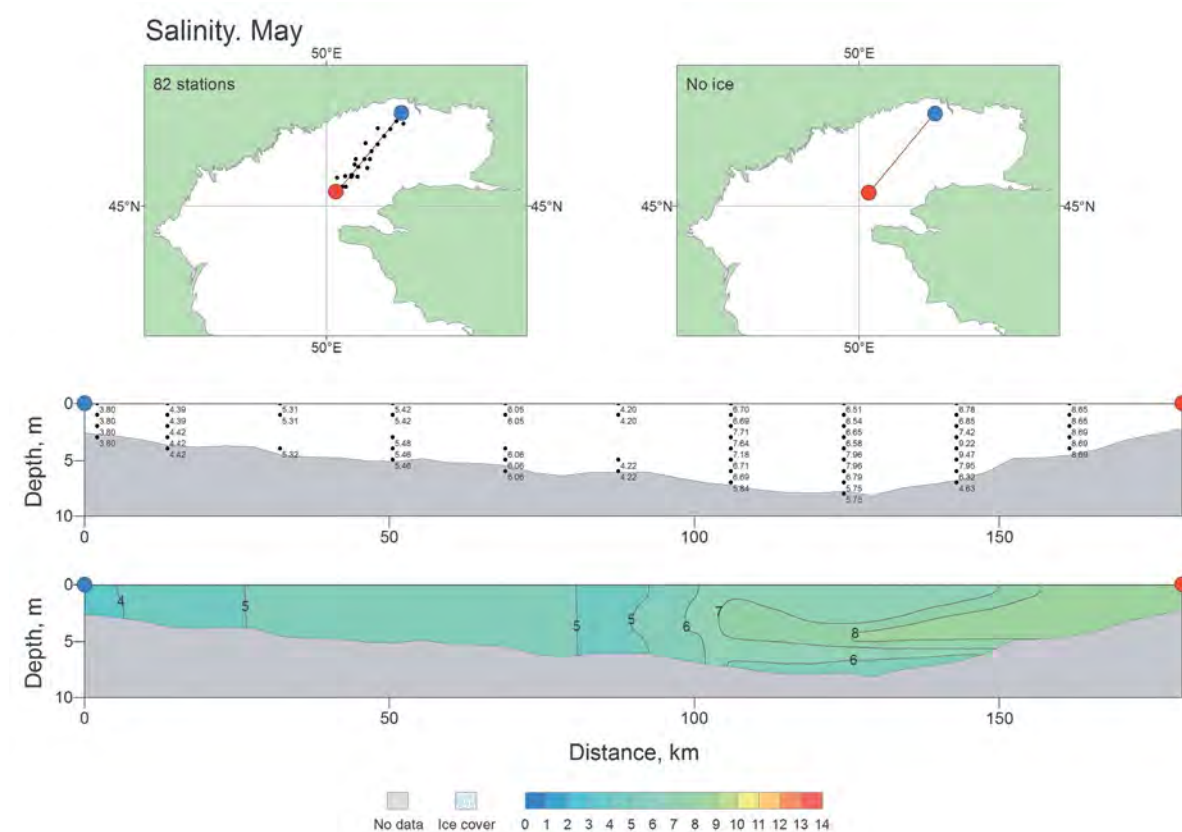


Рисунок П 161. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 1

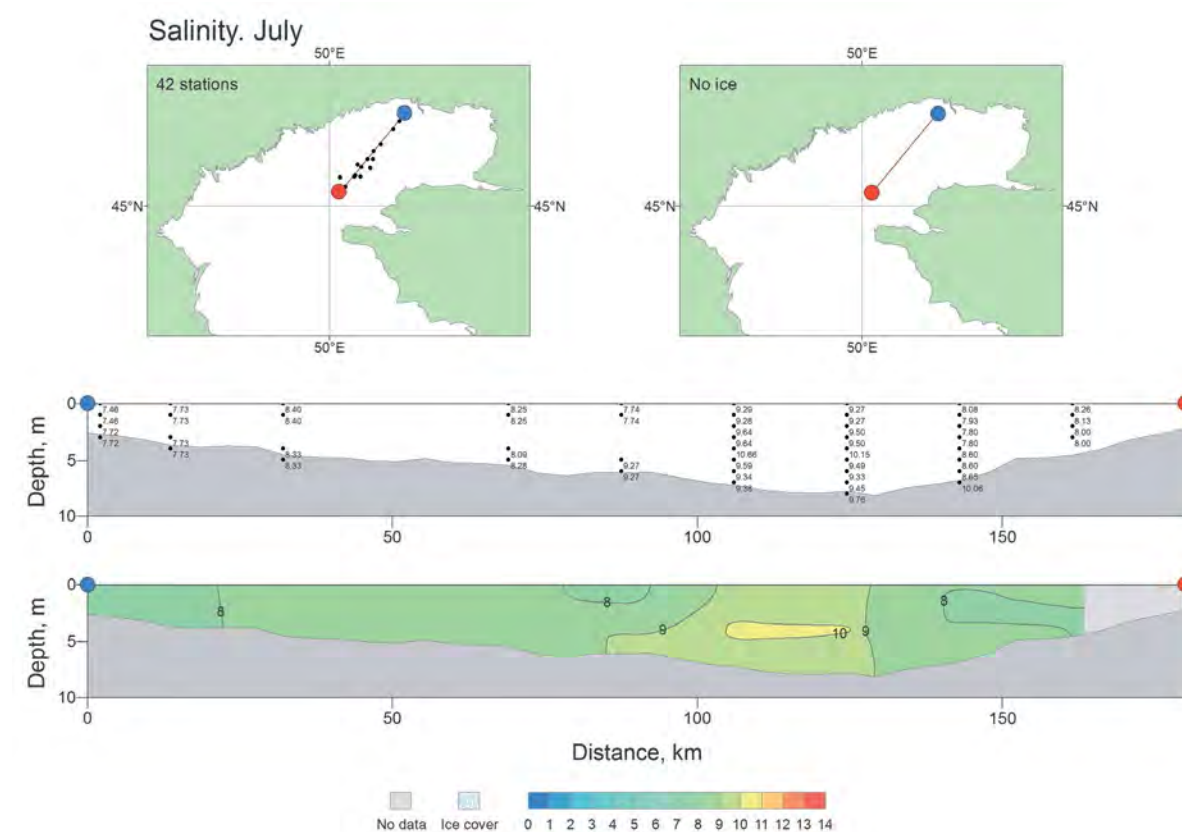


Рисунок П 163. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 1

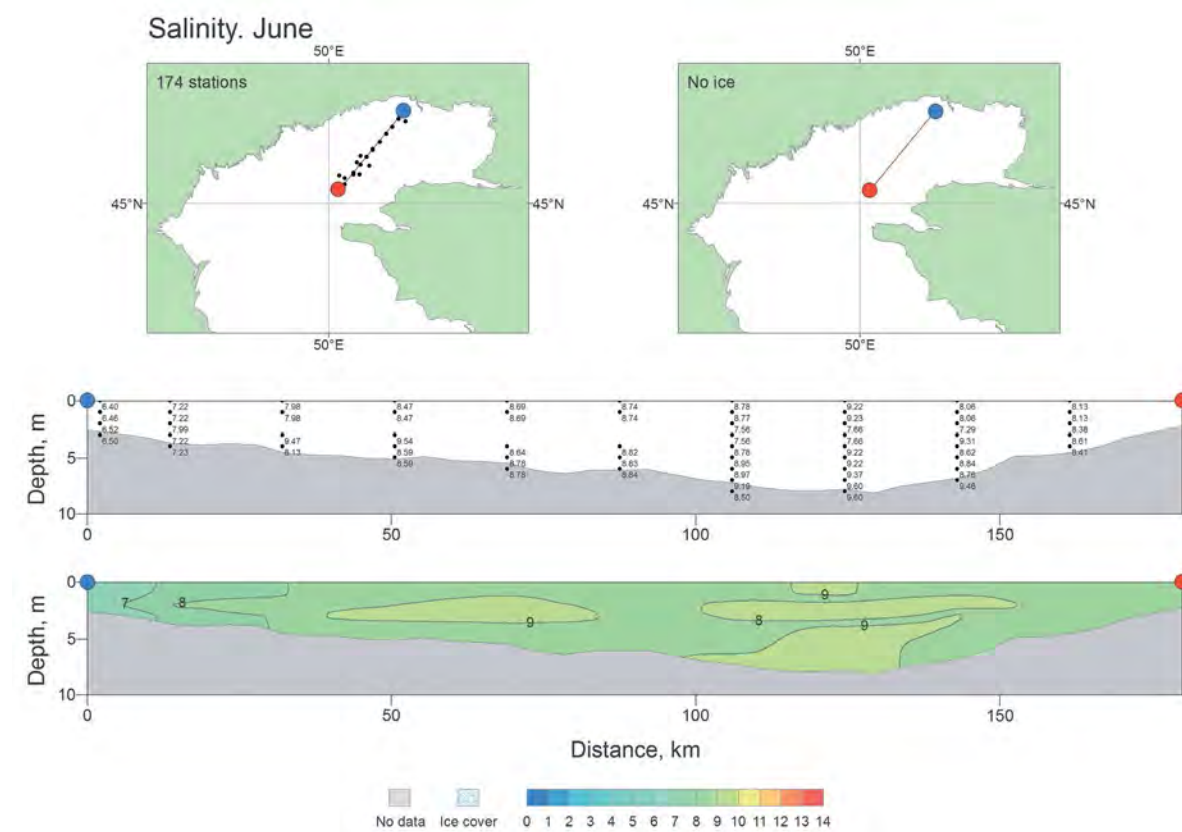


Рисунок П 162. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 1

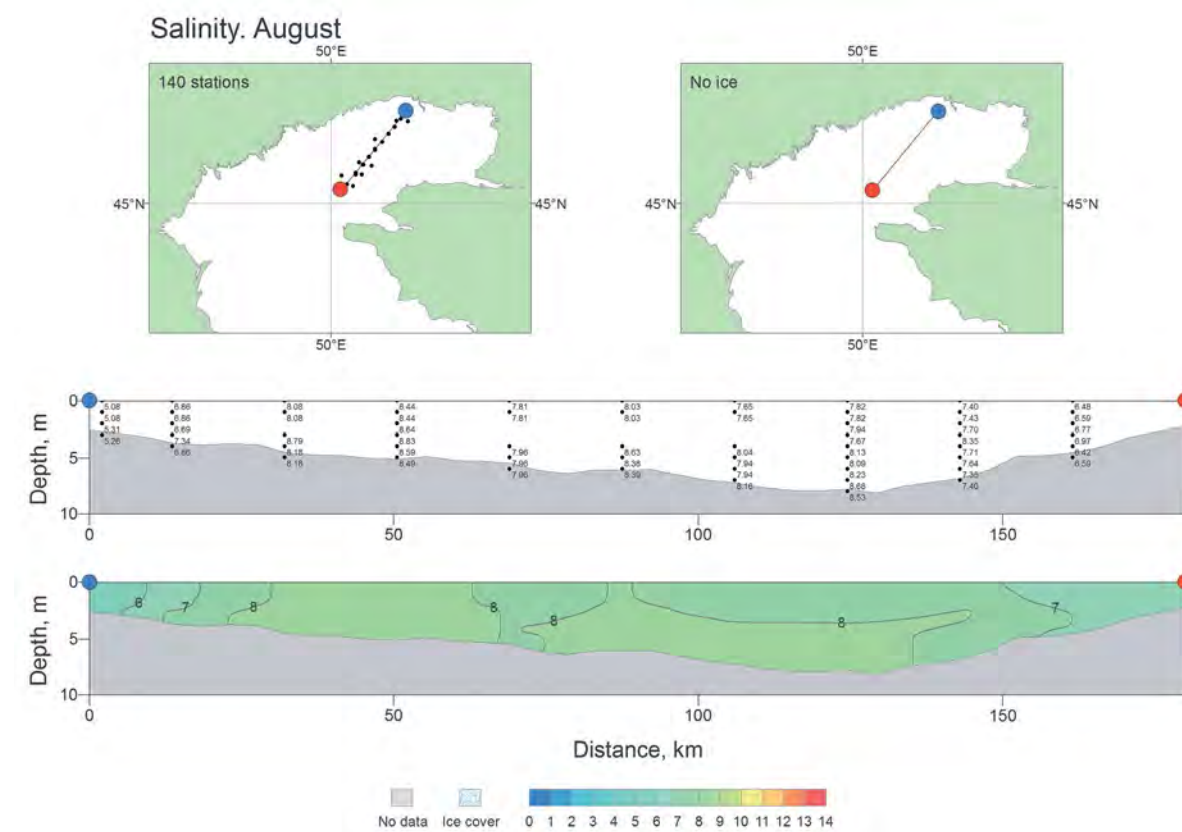


Рисунок П 164. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 1

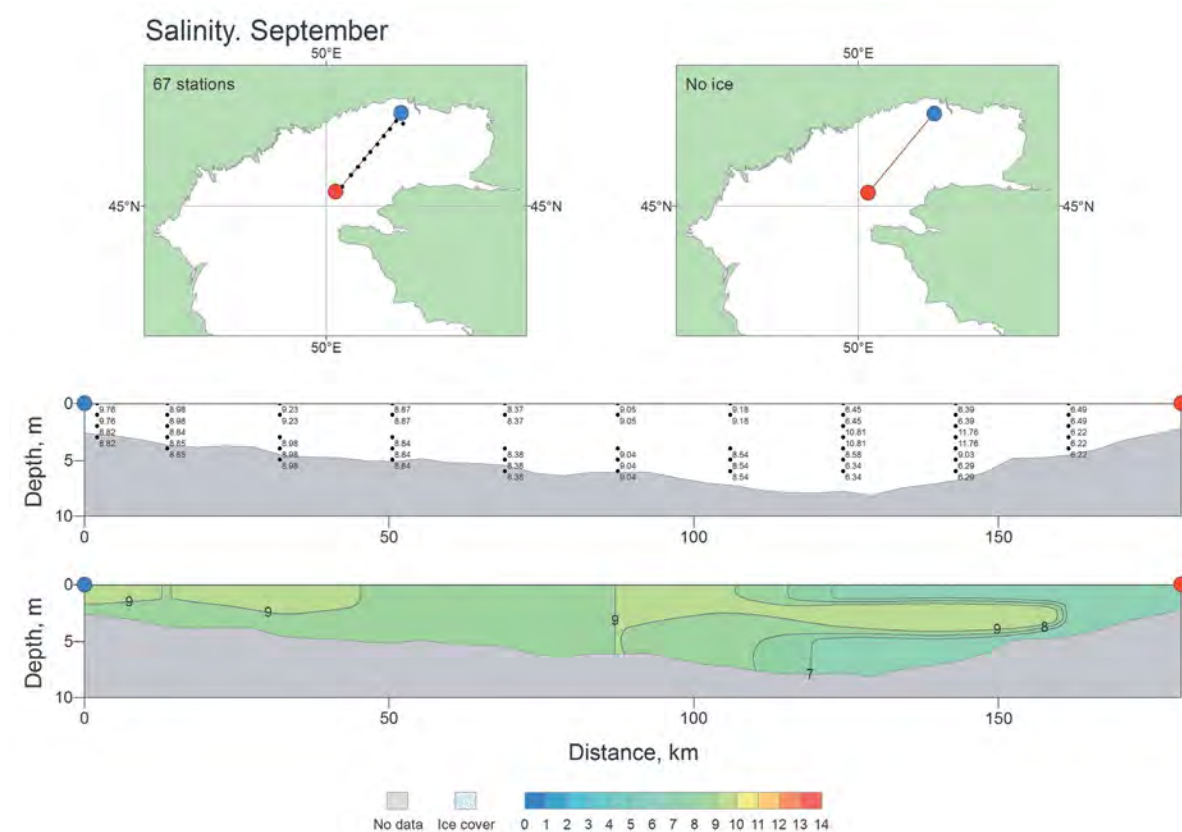


Рисунок П 165. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 1

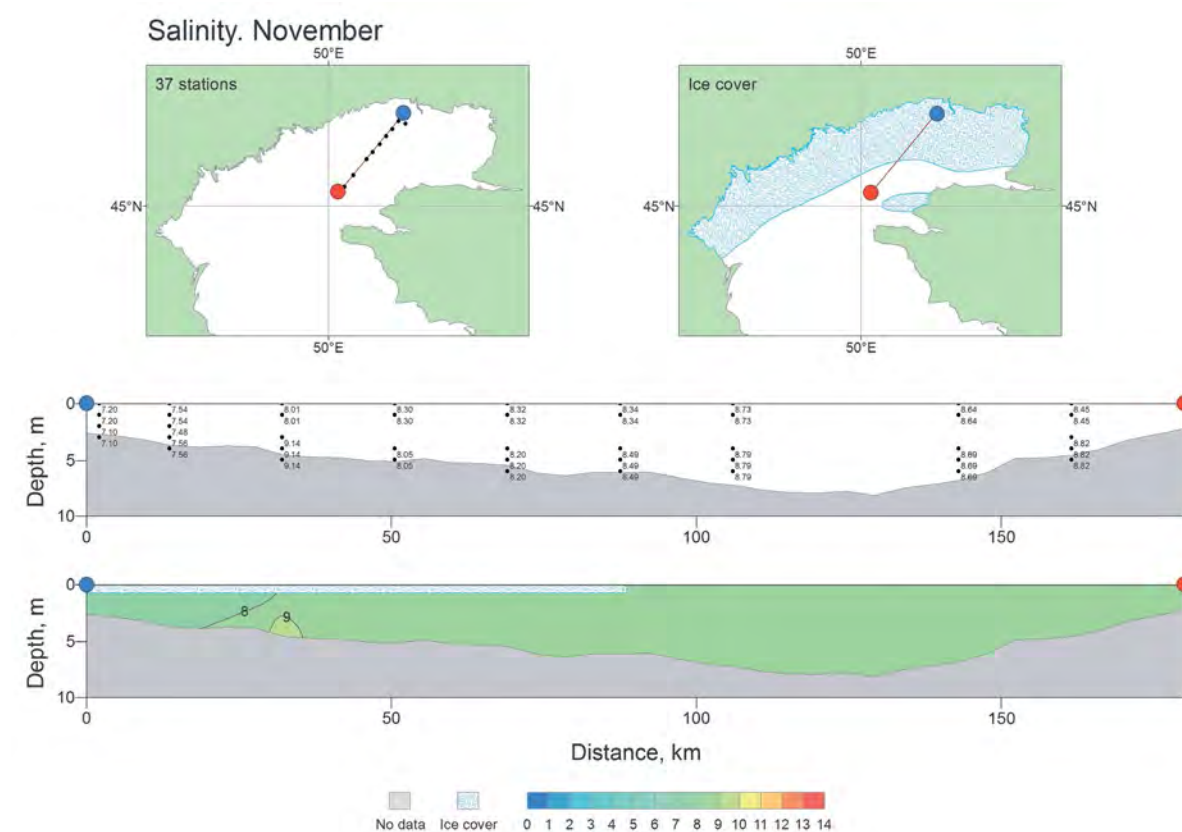


Рисунок П 167. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 1

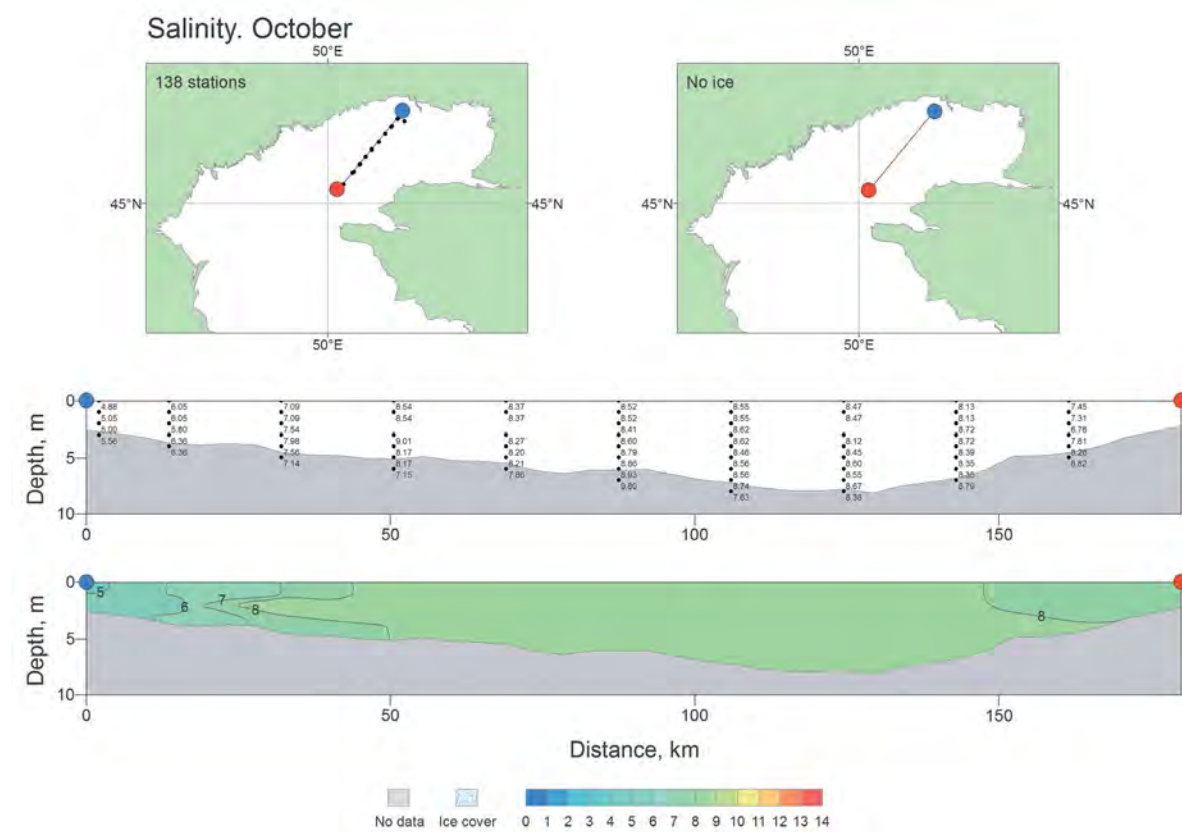


Рисунок П 166. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 1

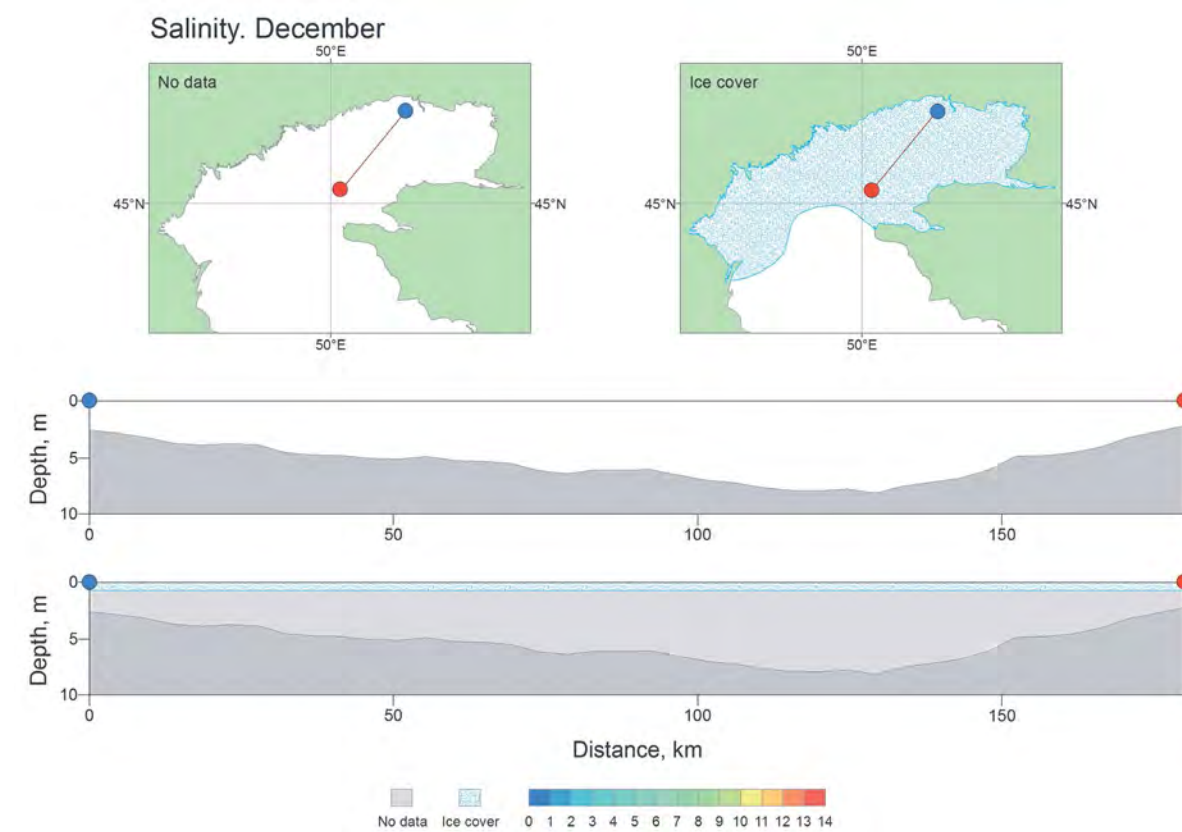


Рисунок П 168. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 1

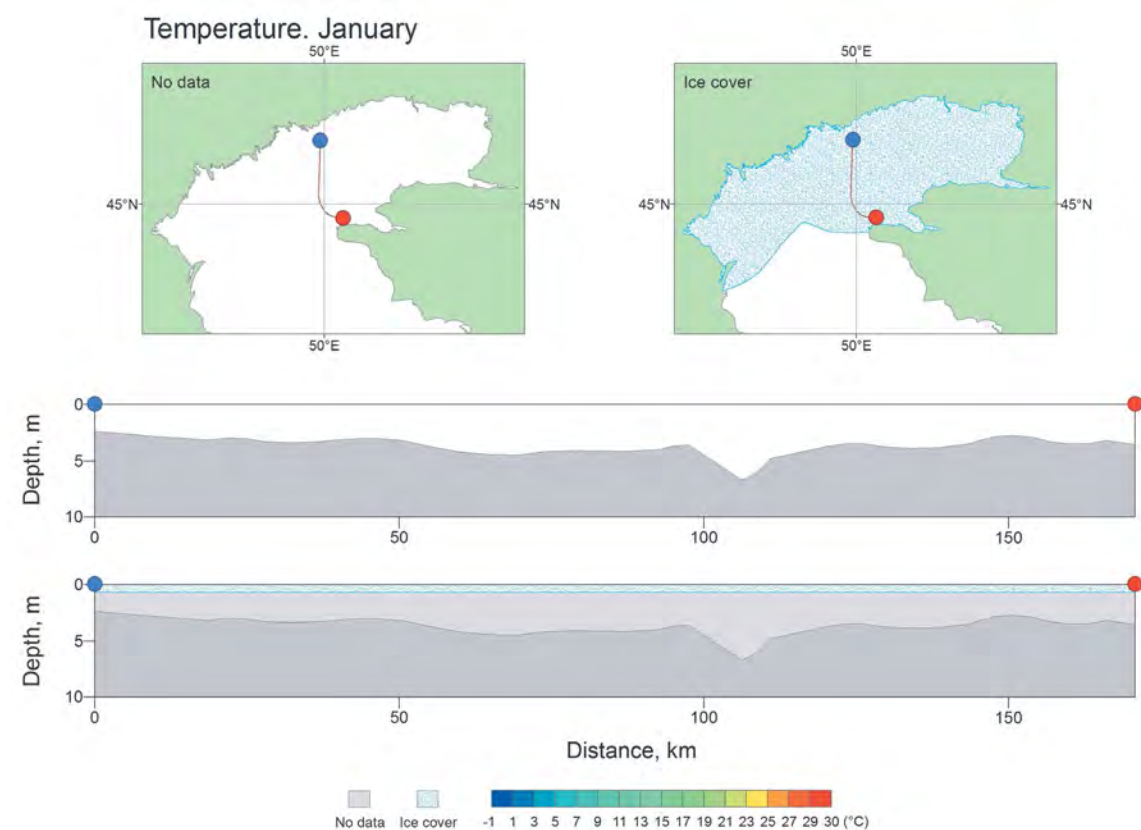


Рисунок П 169. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 2

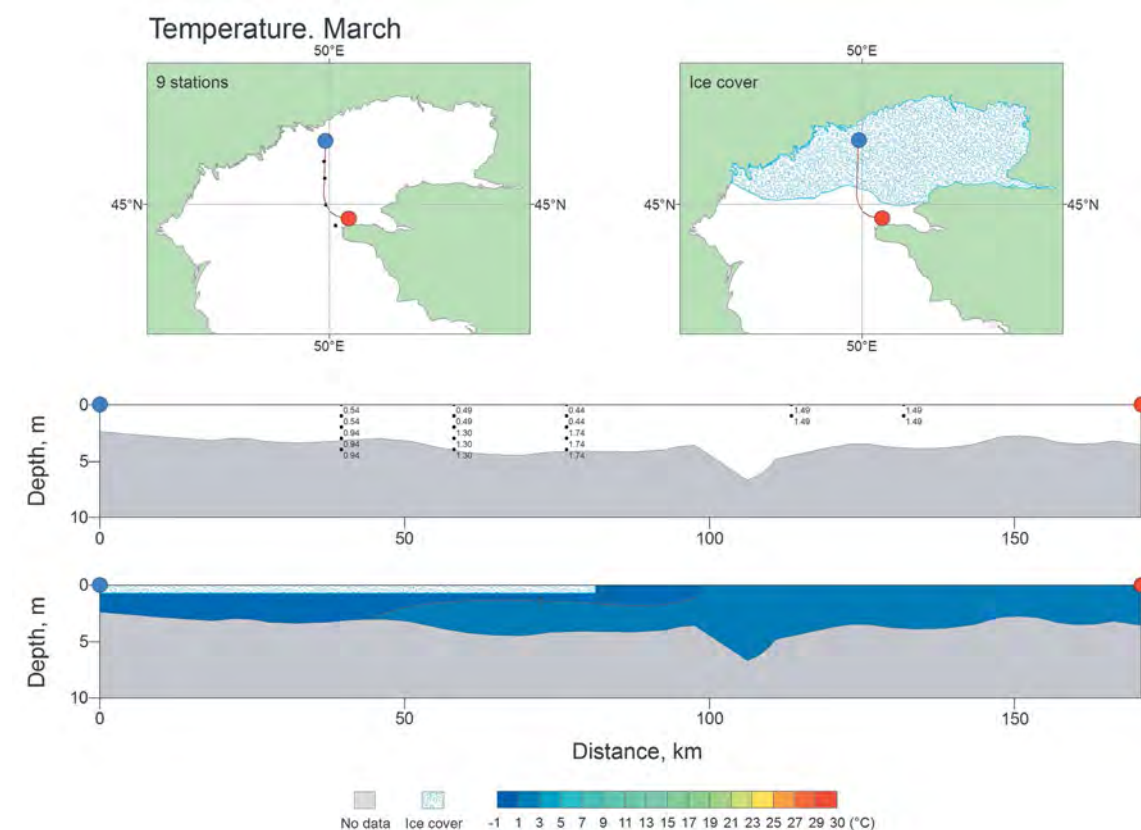


Рисунок П 171. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 2

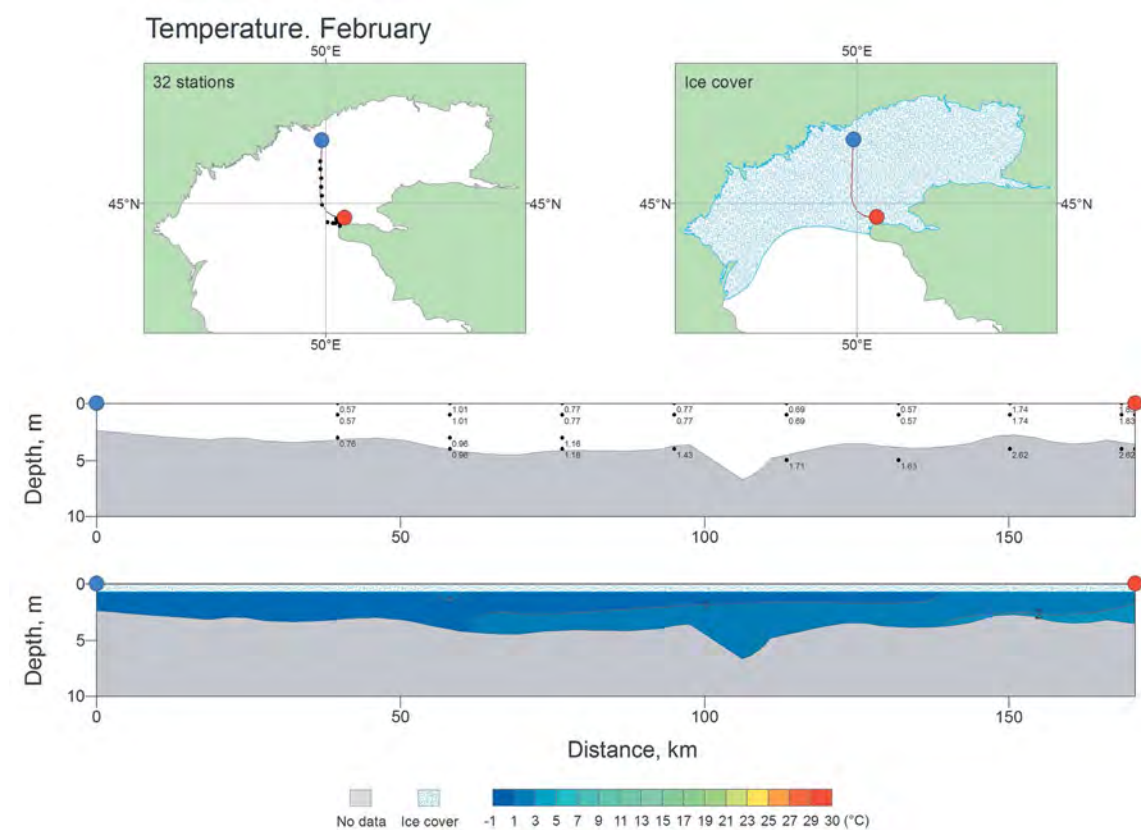


Рисунок П 170. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 2

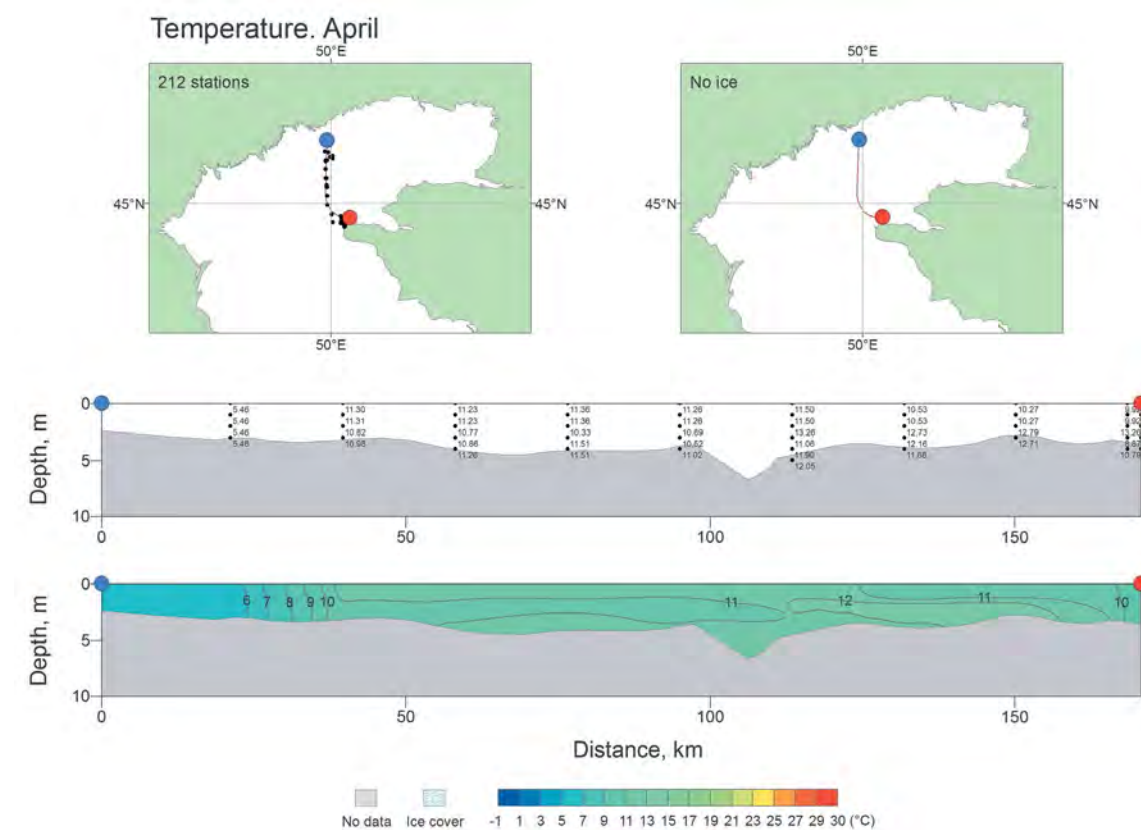


Рисунок П 172. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 2

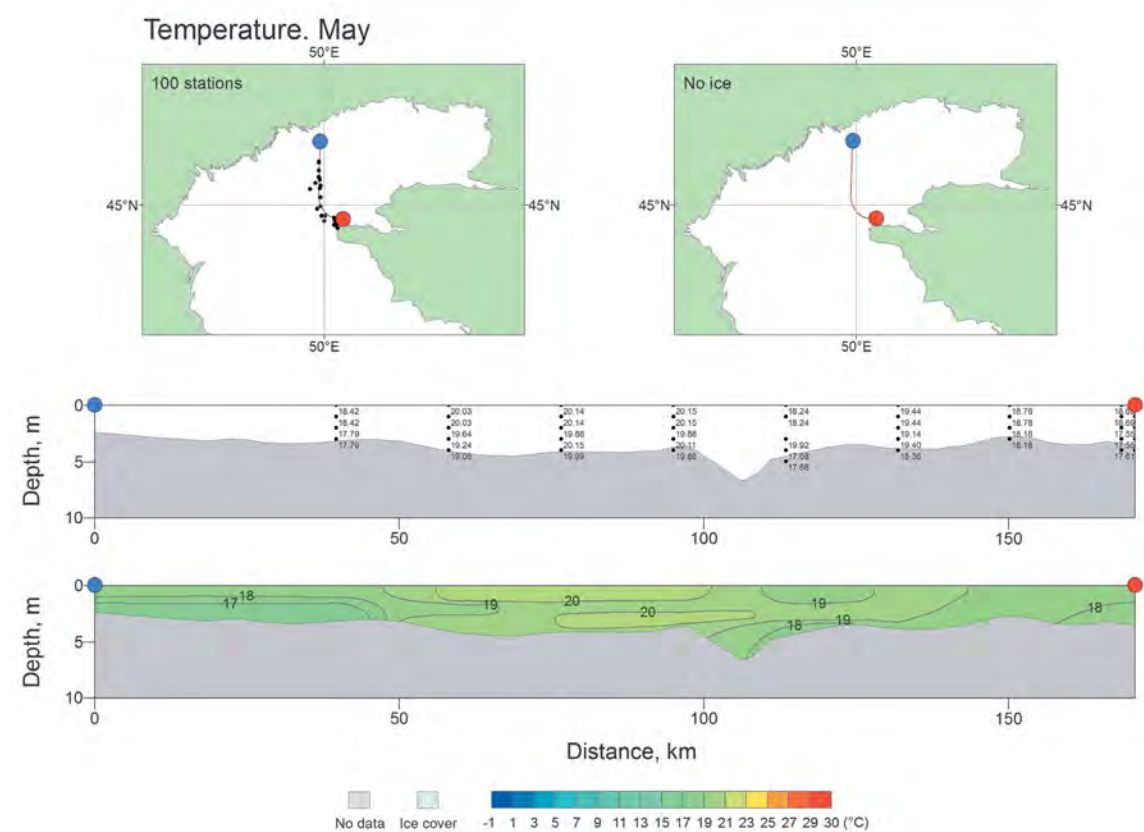


Рисунок П 173. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 2

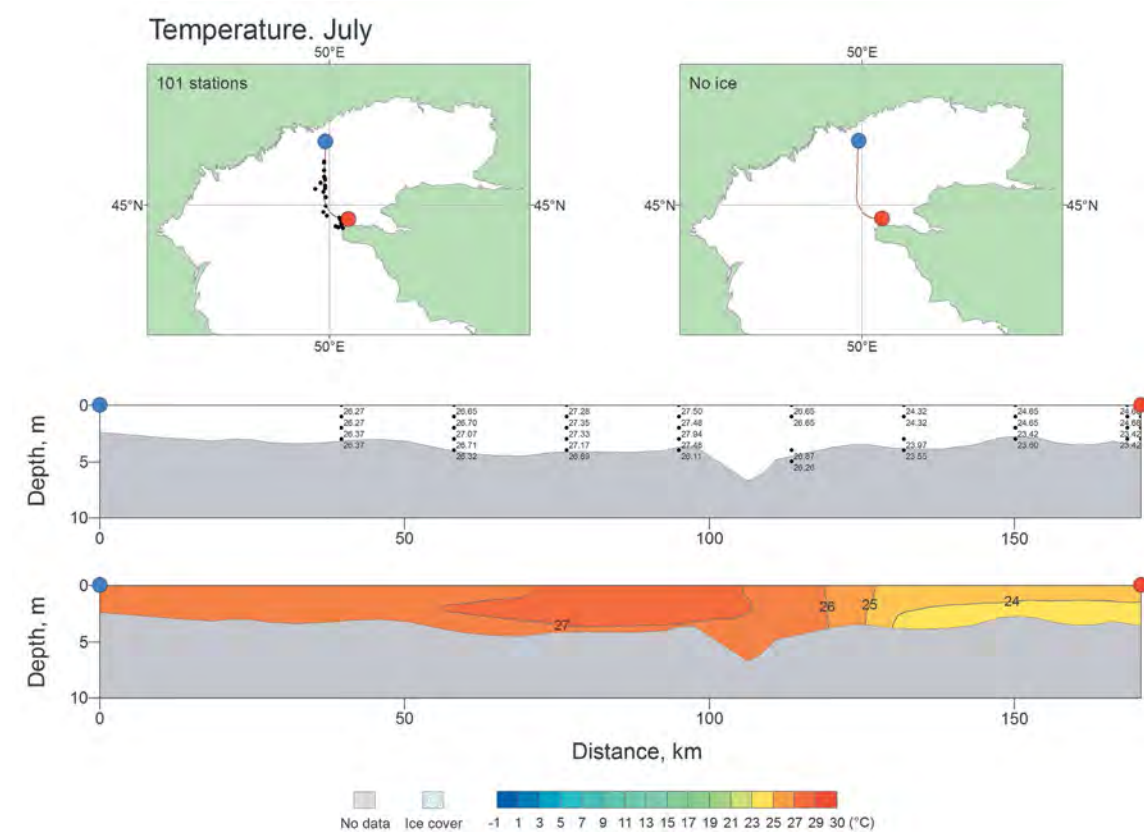


Рисунок П 175. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 2

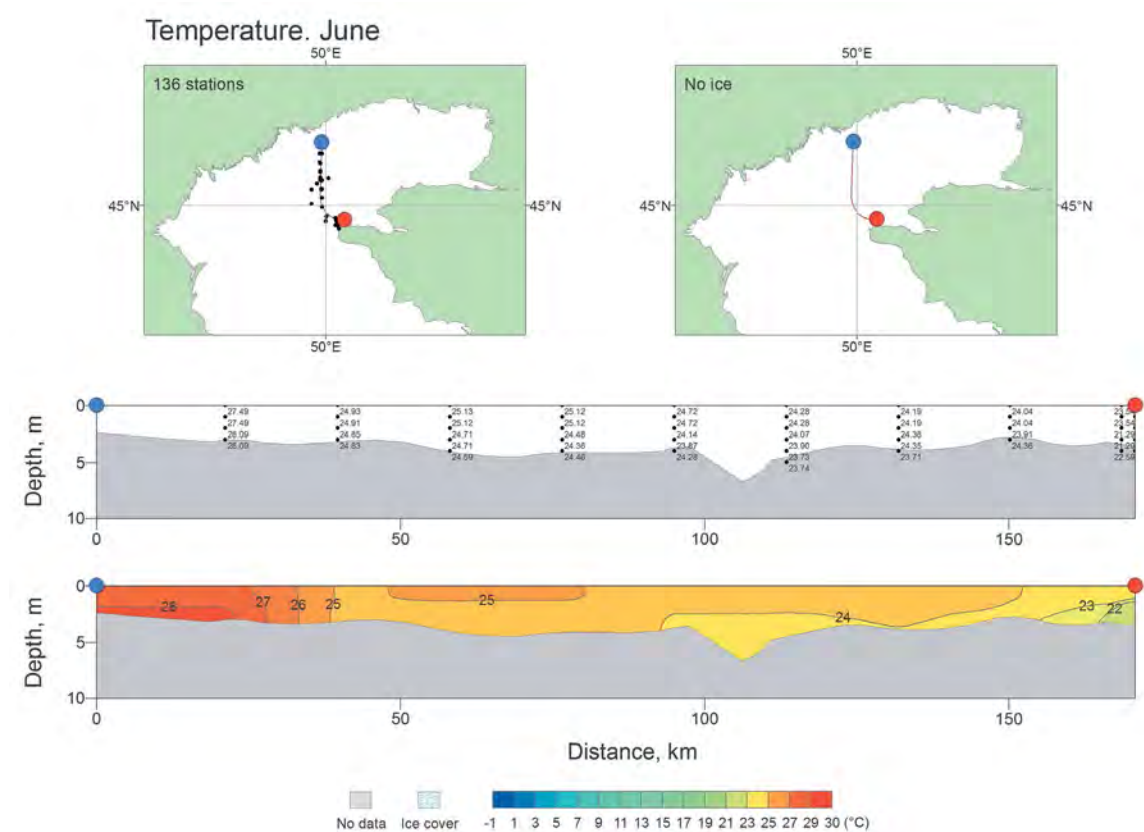


Рисунок П 174. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 2

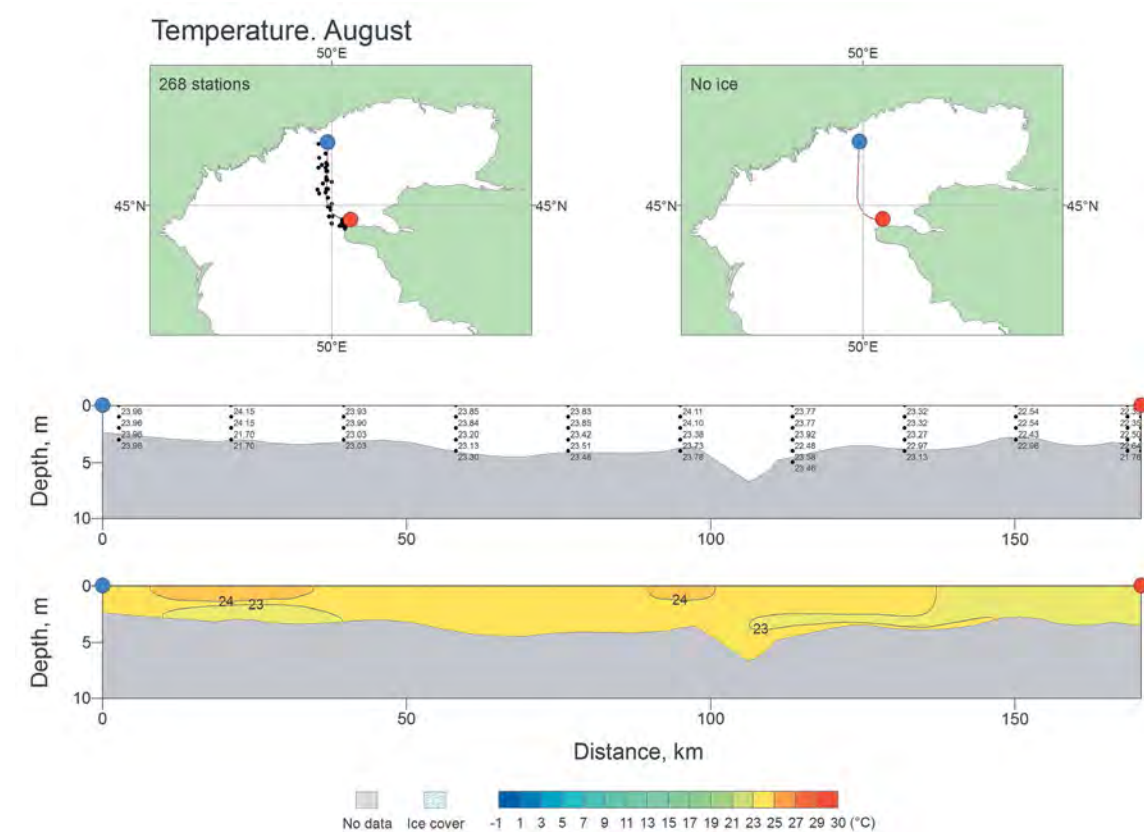


Рисунок П 176. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 2

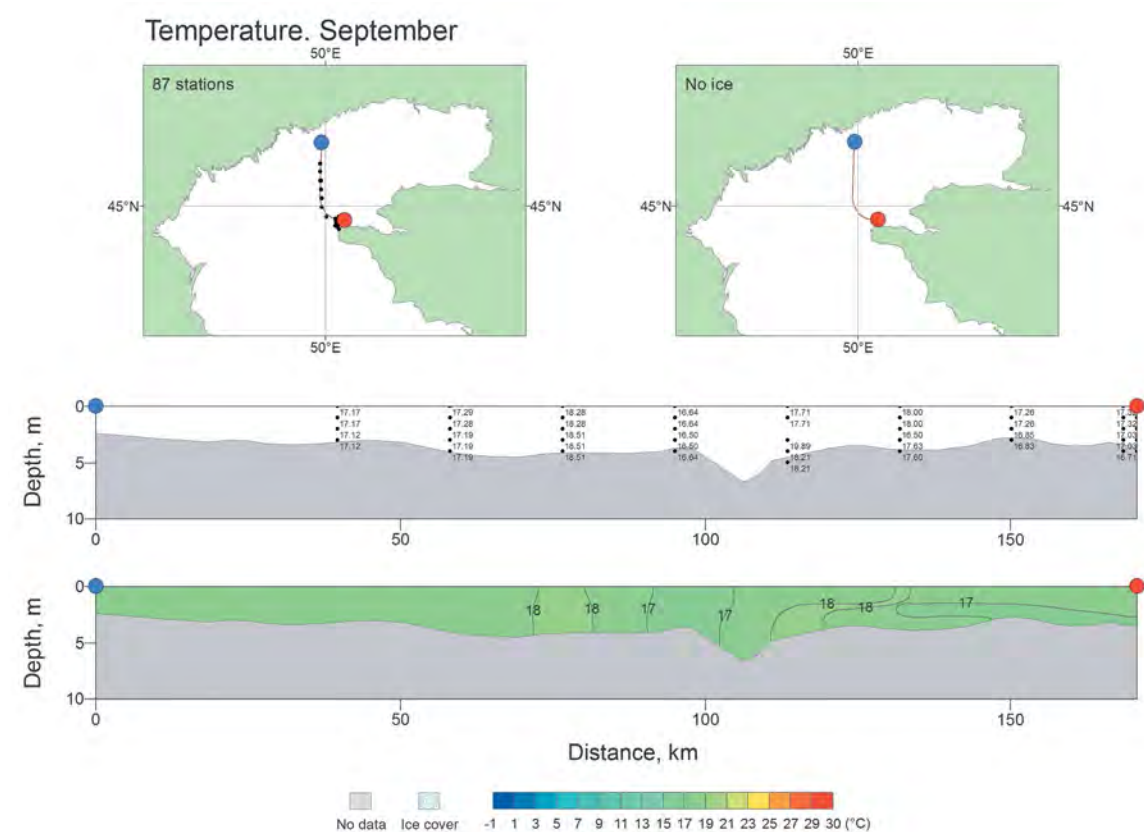


Рисунок П 177. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 2

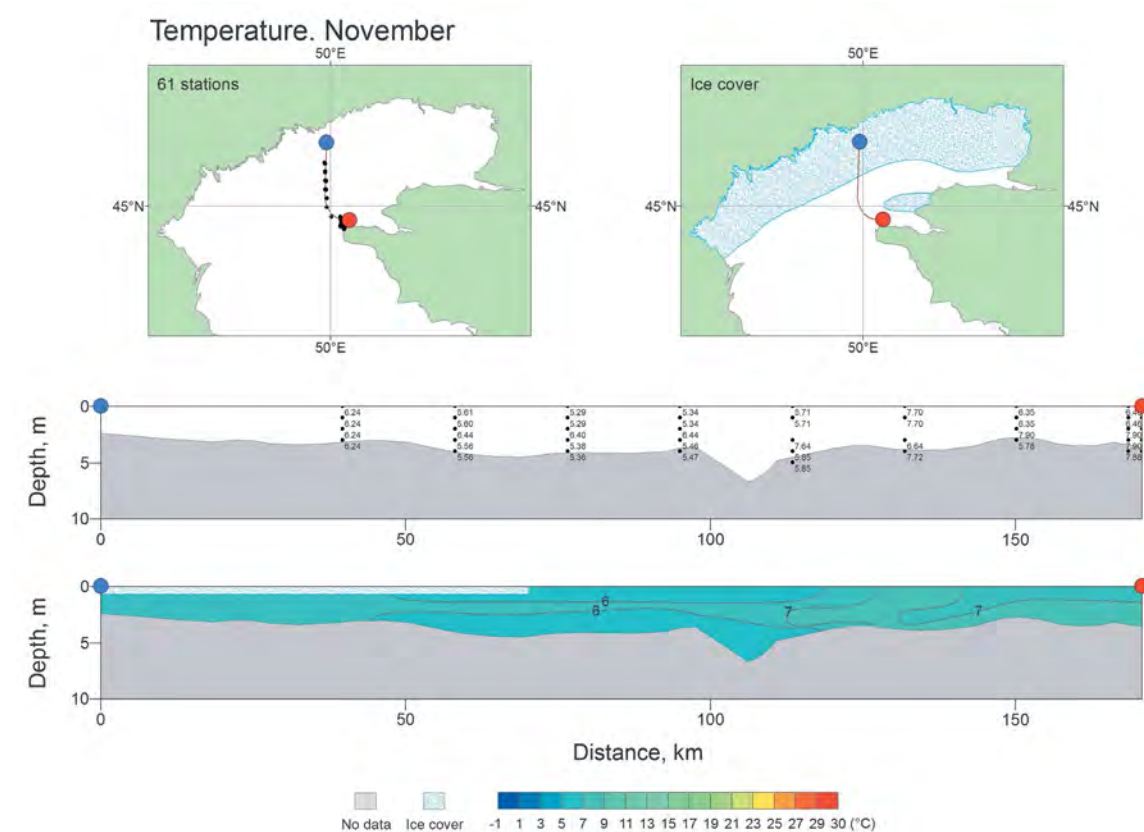


Рисунок П 179. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 2

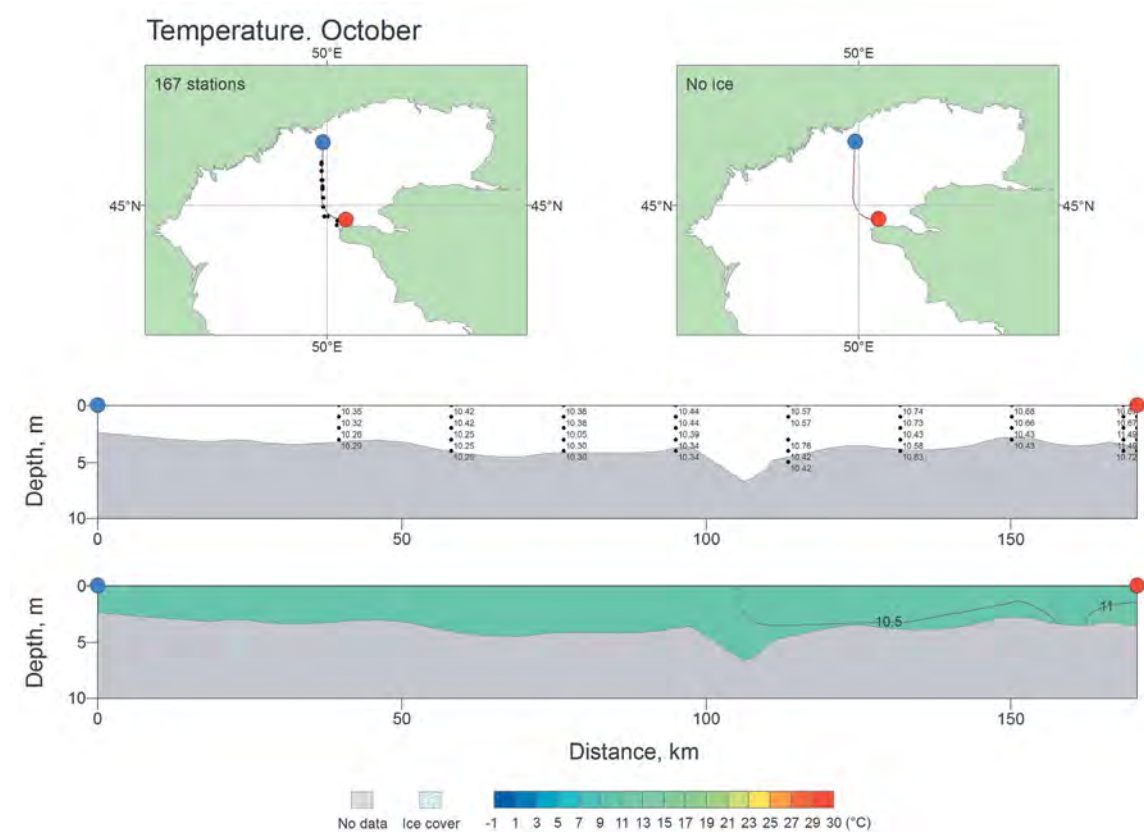


Рисунок П 178. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 2

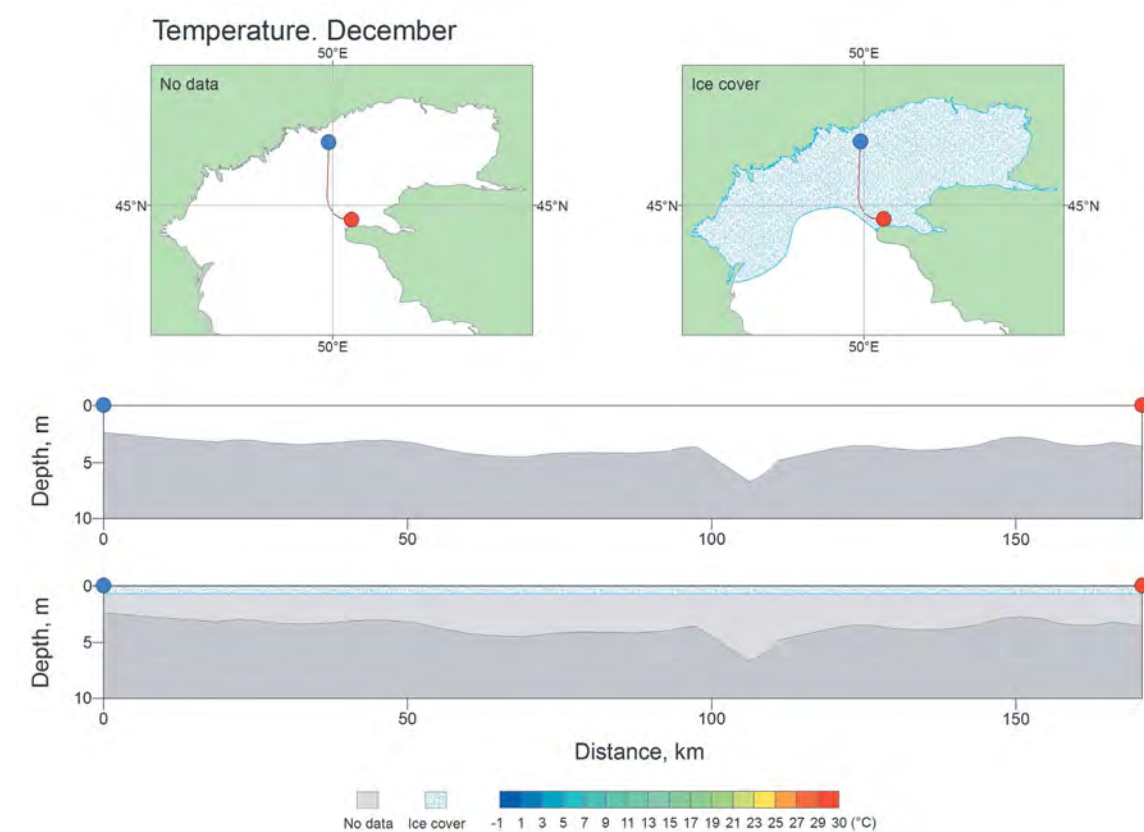


Рисунок П 180. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 2

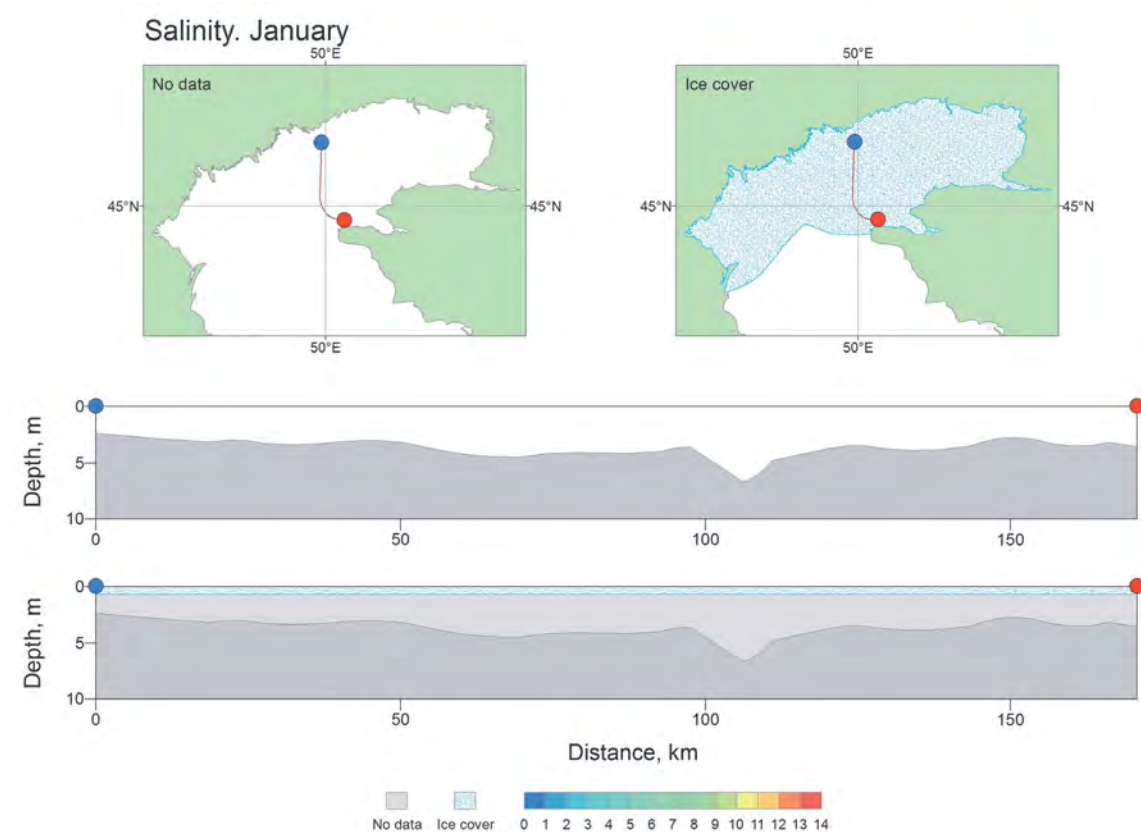


Рисунок П 181. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе 2

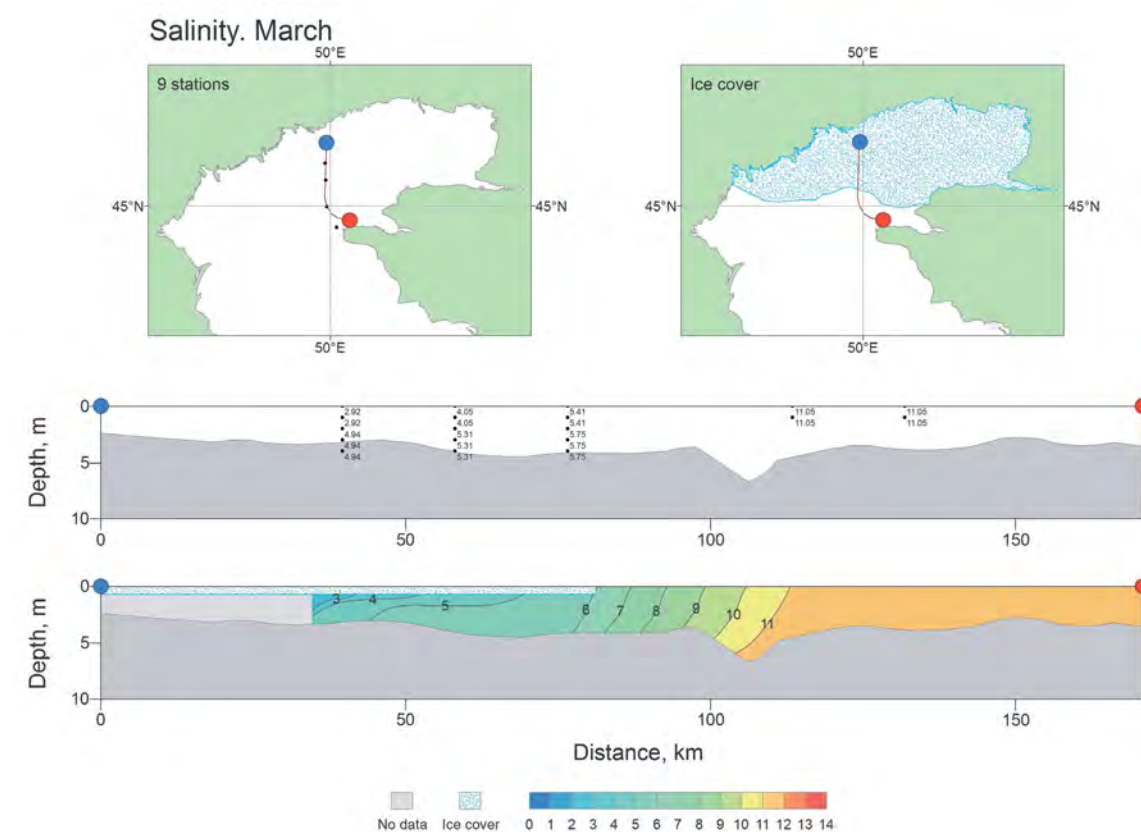


Рисунок П 183. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 2

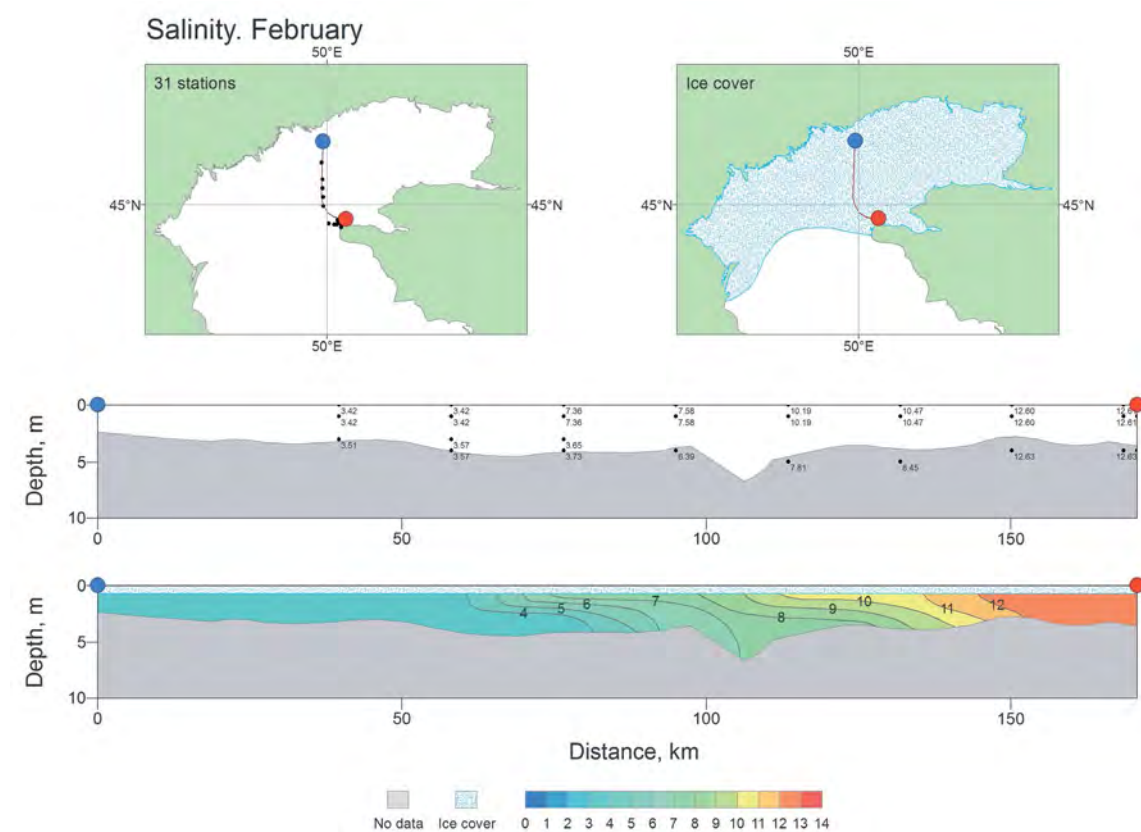


Рисунок П 182. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 2

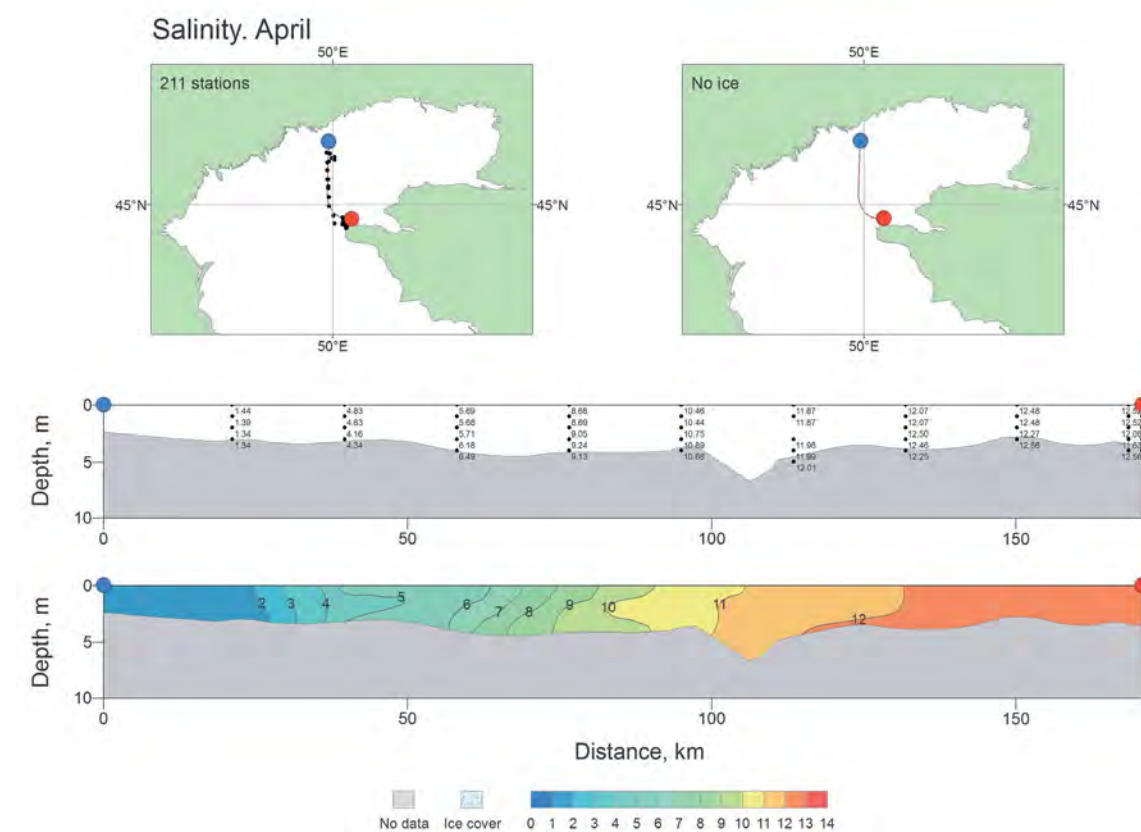


Рисунок П 184. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 2

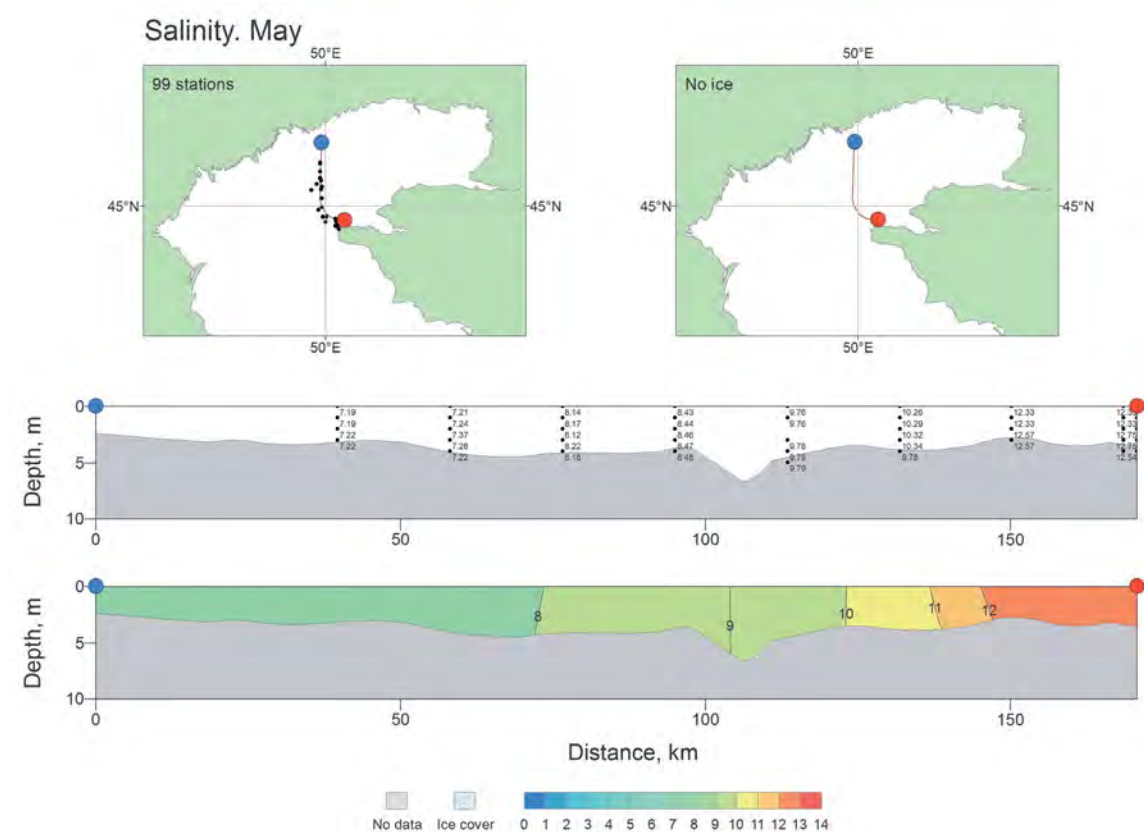


Рисунок П 185. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 2

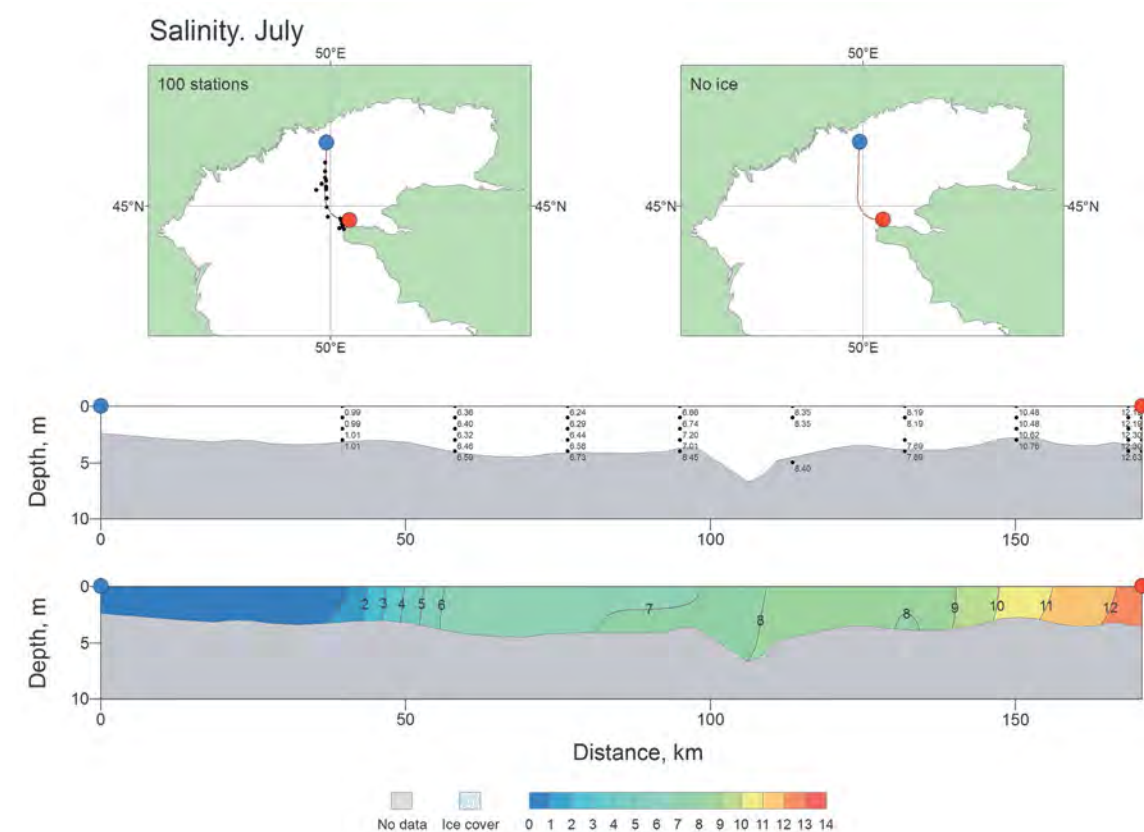


Рисунок П 187. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 2

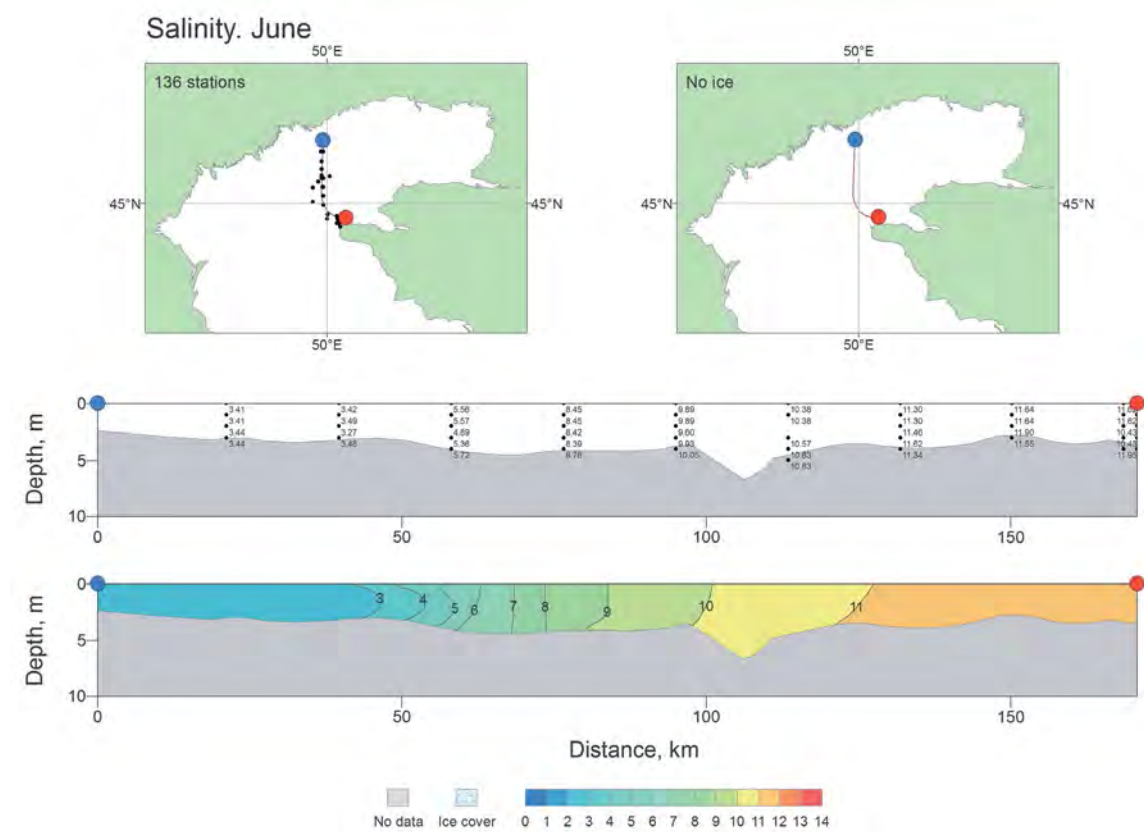


Рисунок П 186. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 2

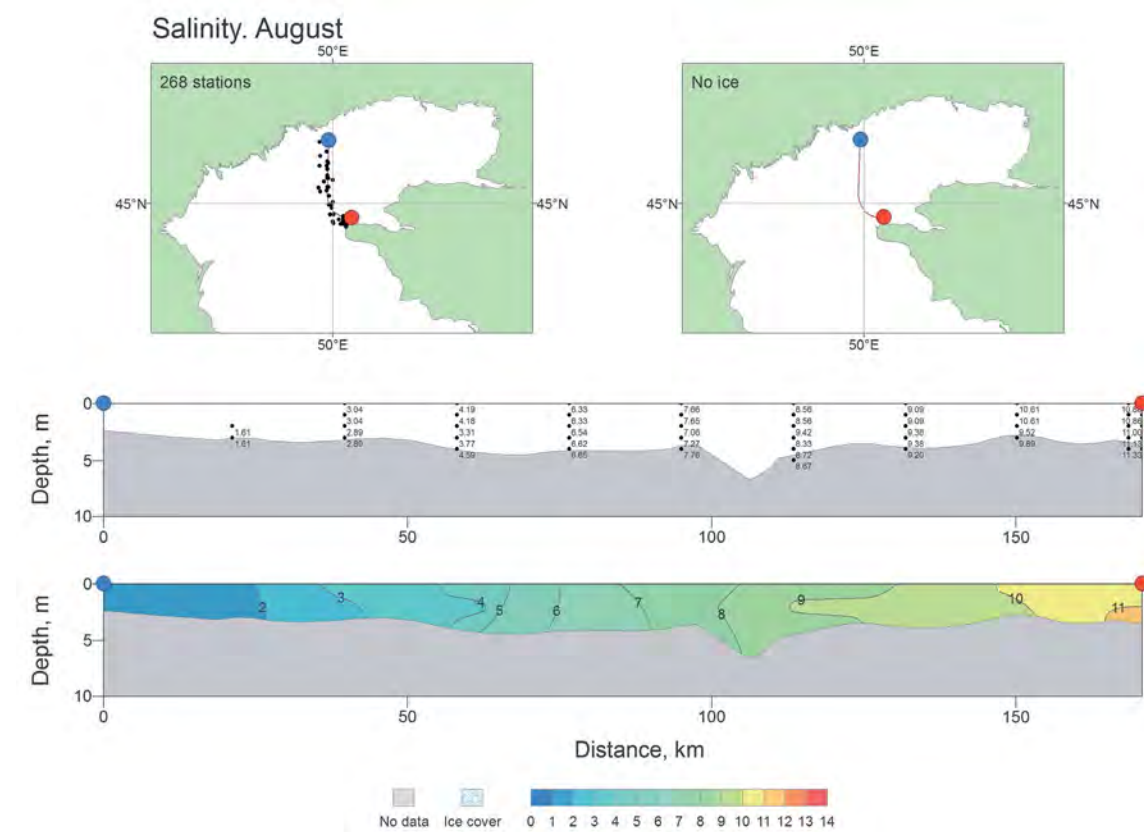


Рисунок П 188. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 2

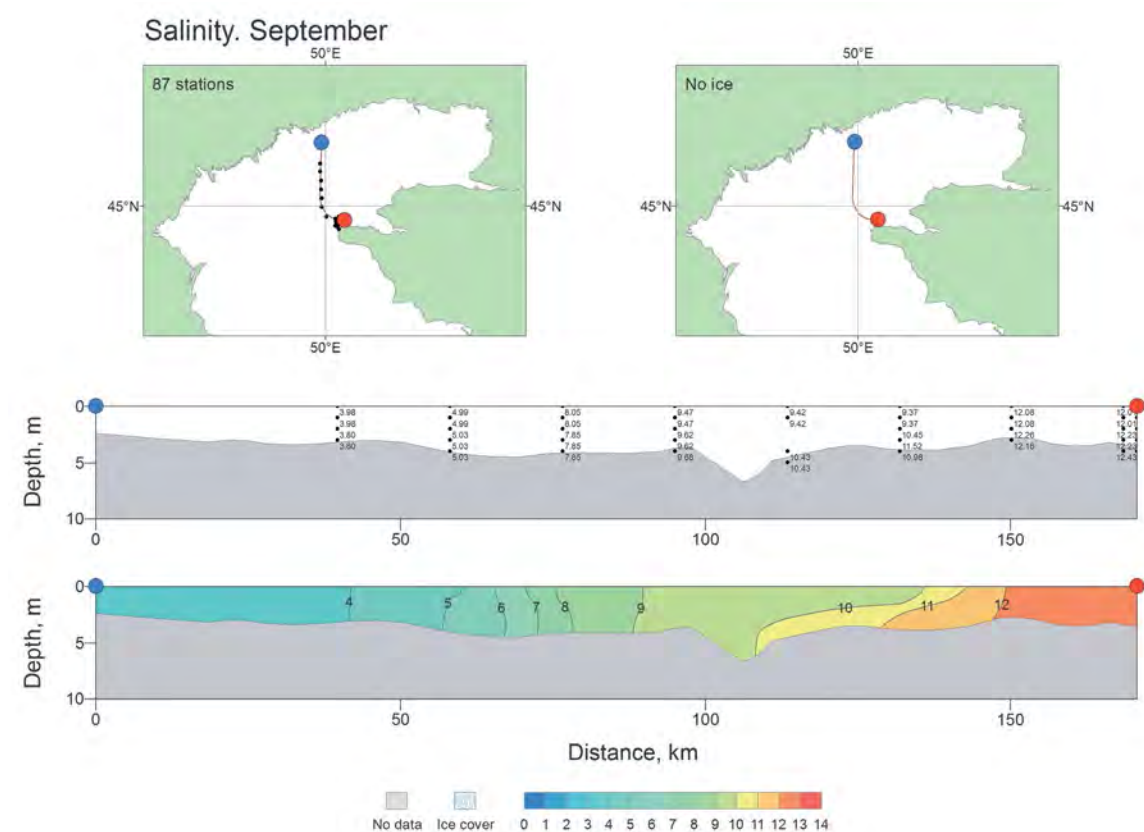


Рисунок П 189. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 2

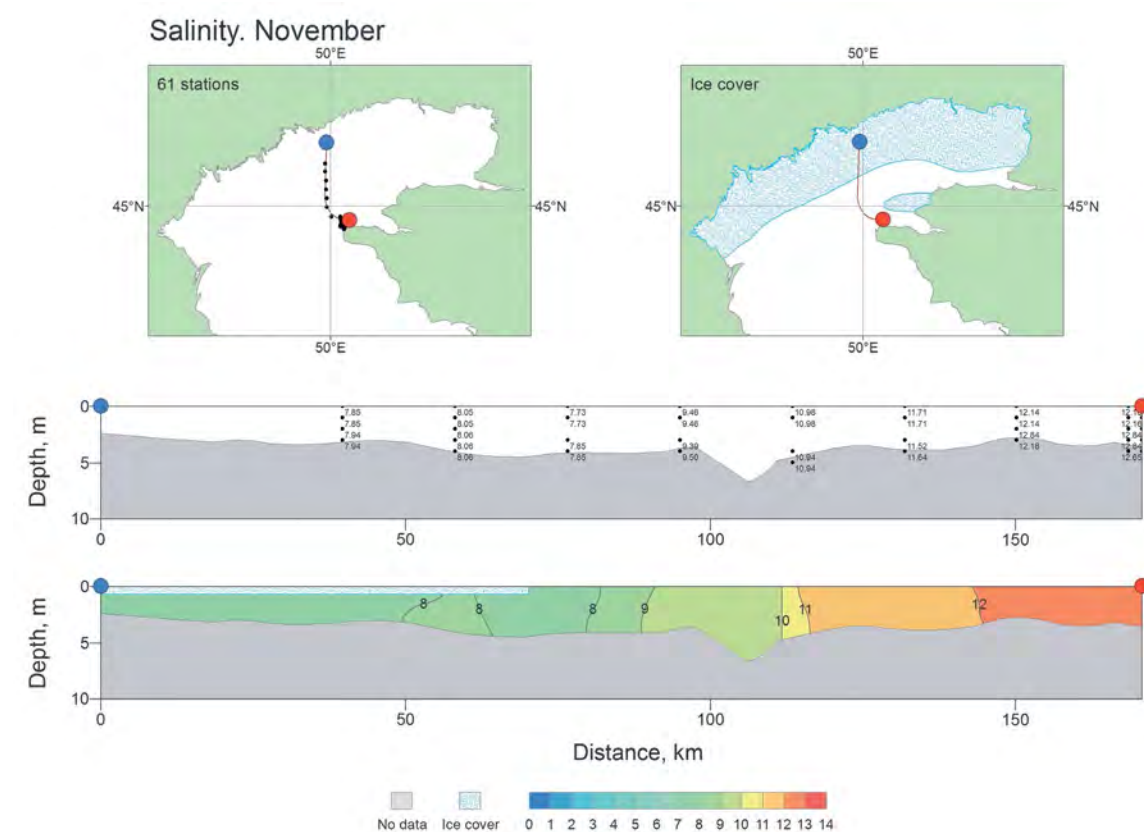


Рисунок П 191. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 2

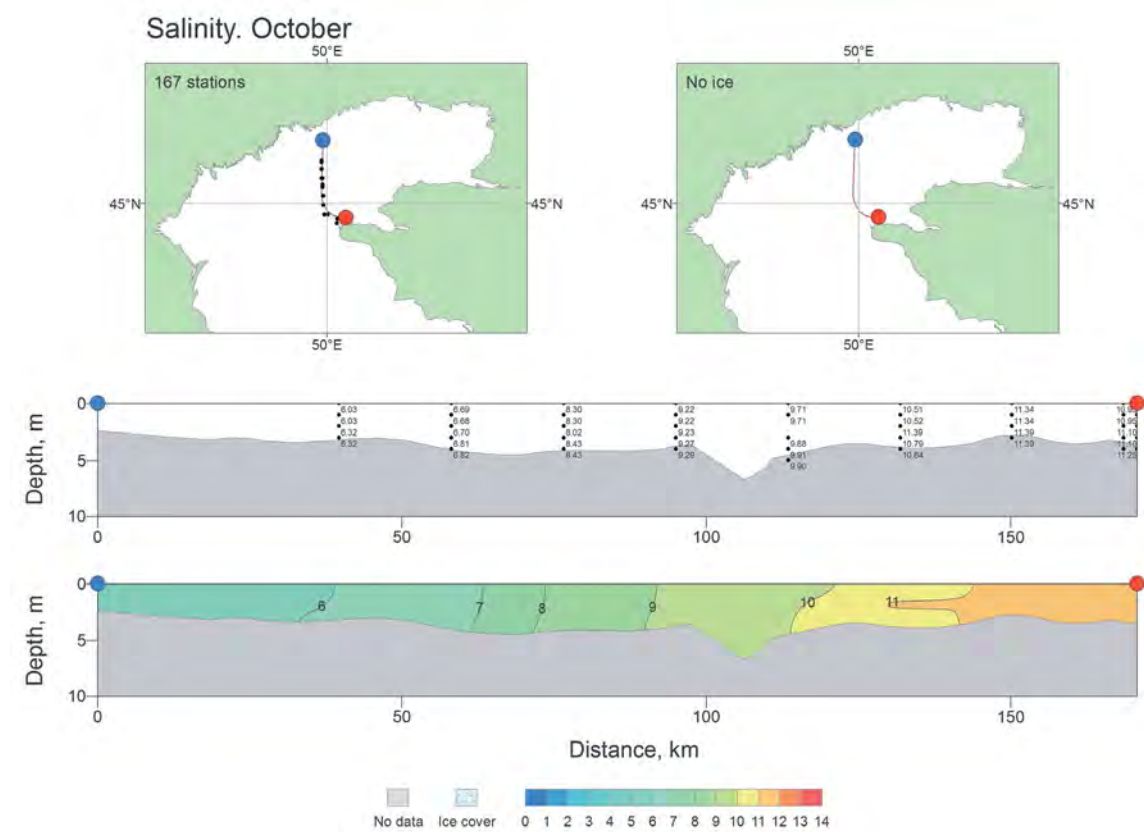


Рисунок П 190. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 2

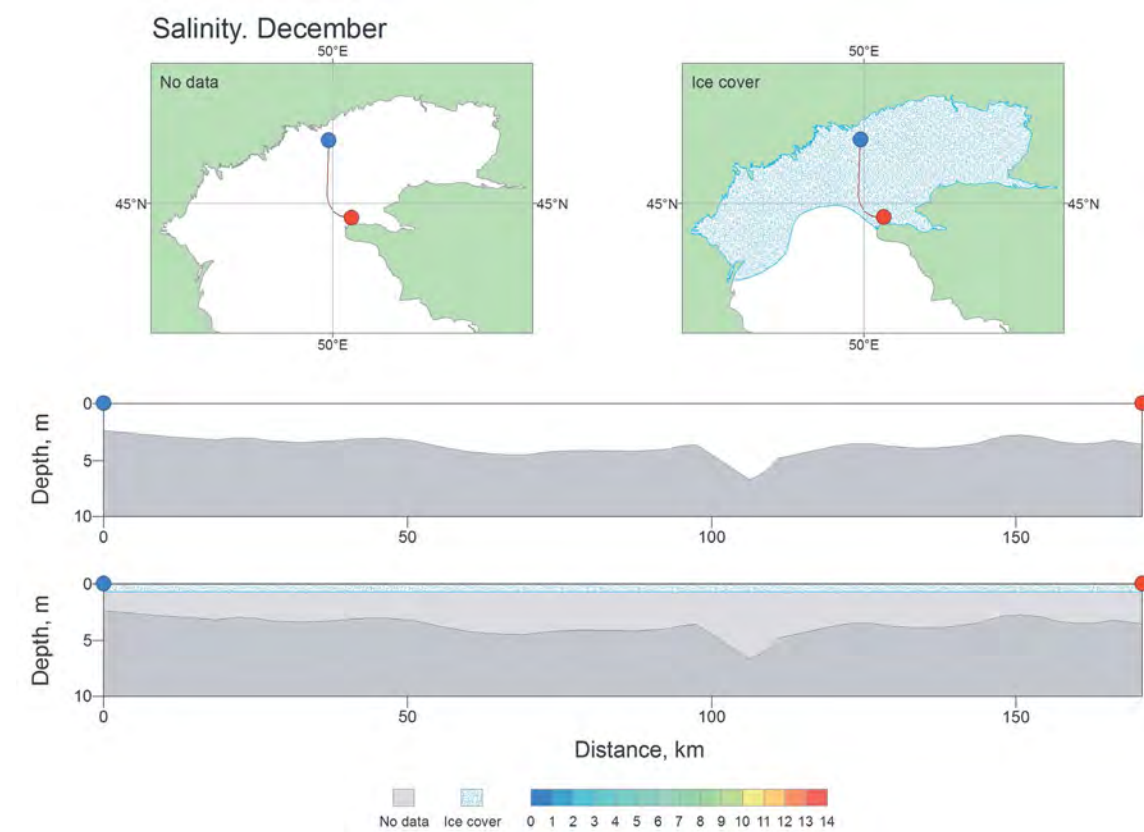


Рисунок П 192. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 2

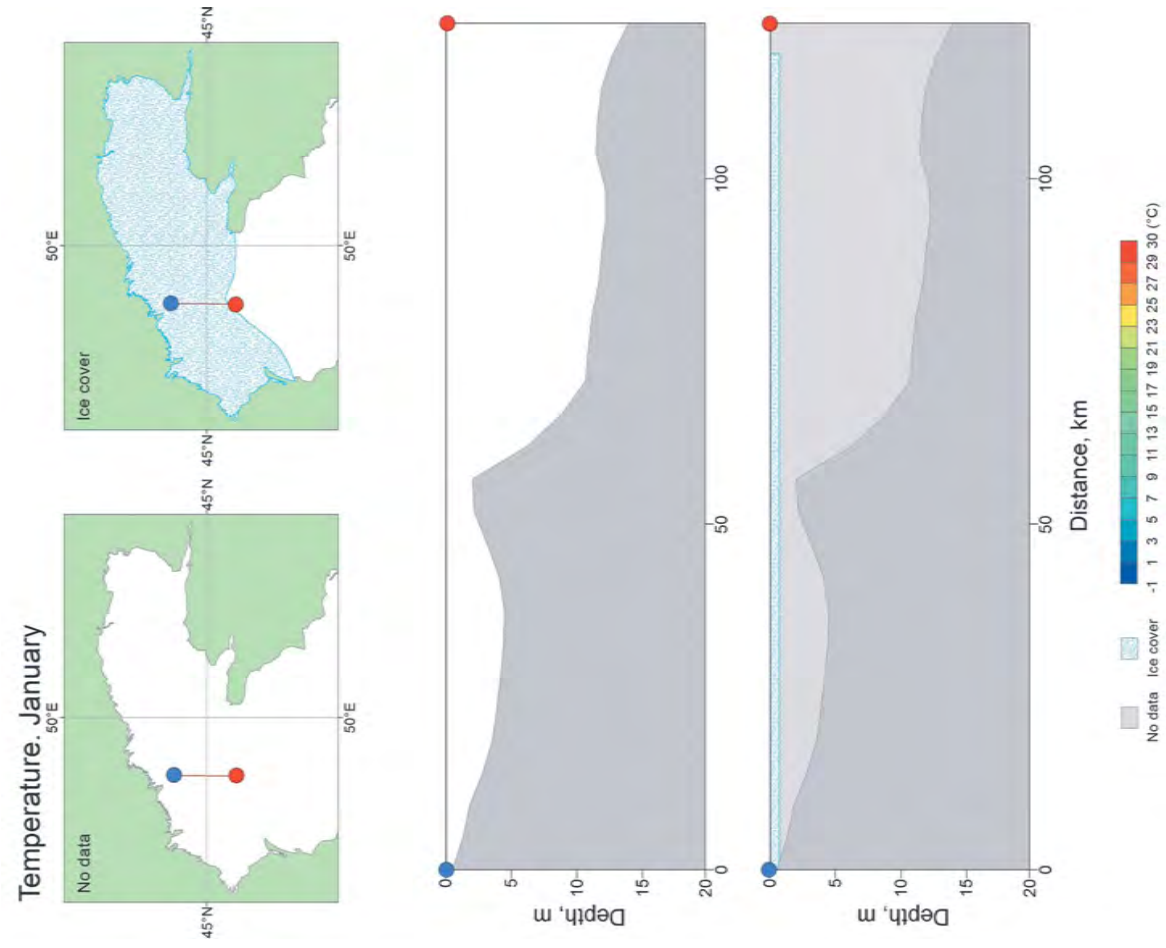


Рисунок П 193. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 3

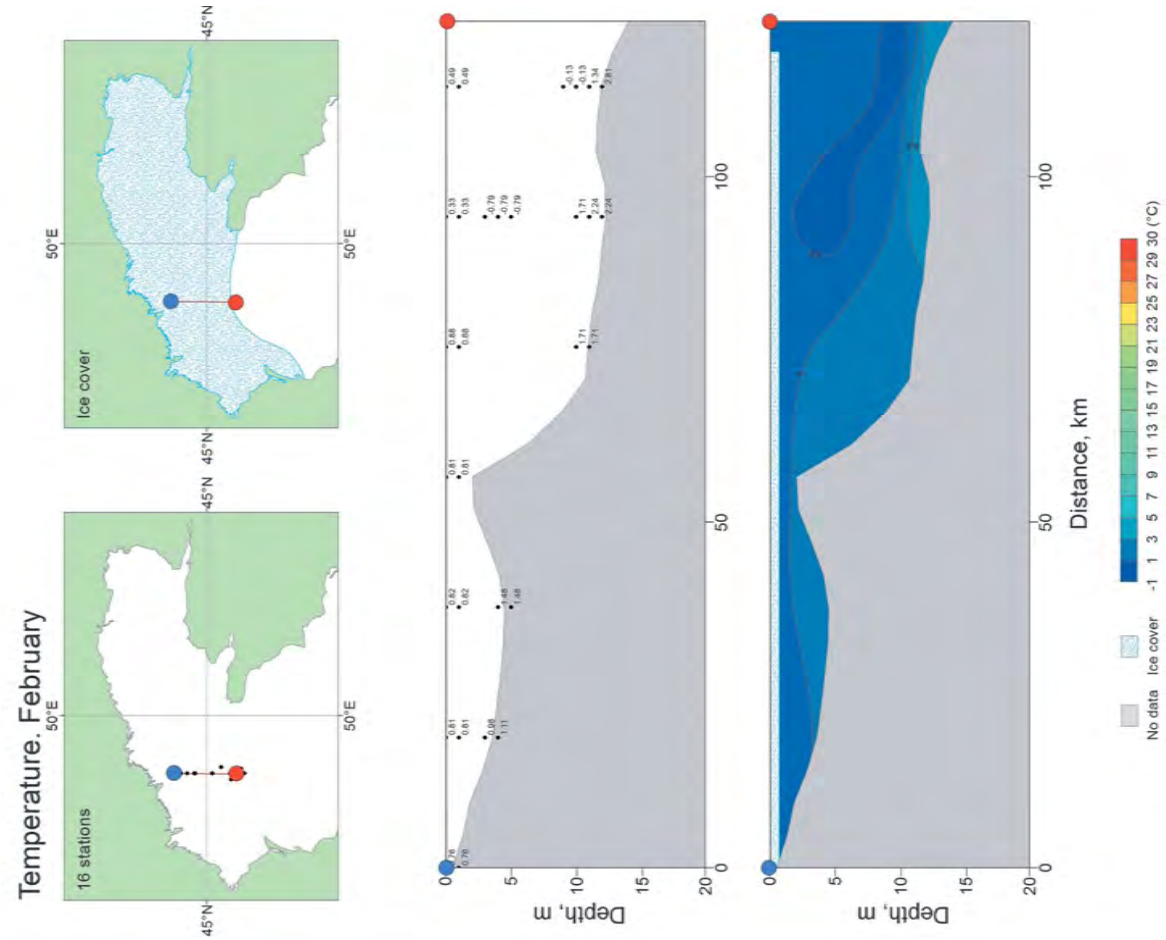


Рисунок П 194. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в февралье на разрезе 3

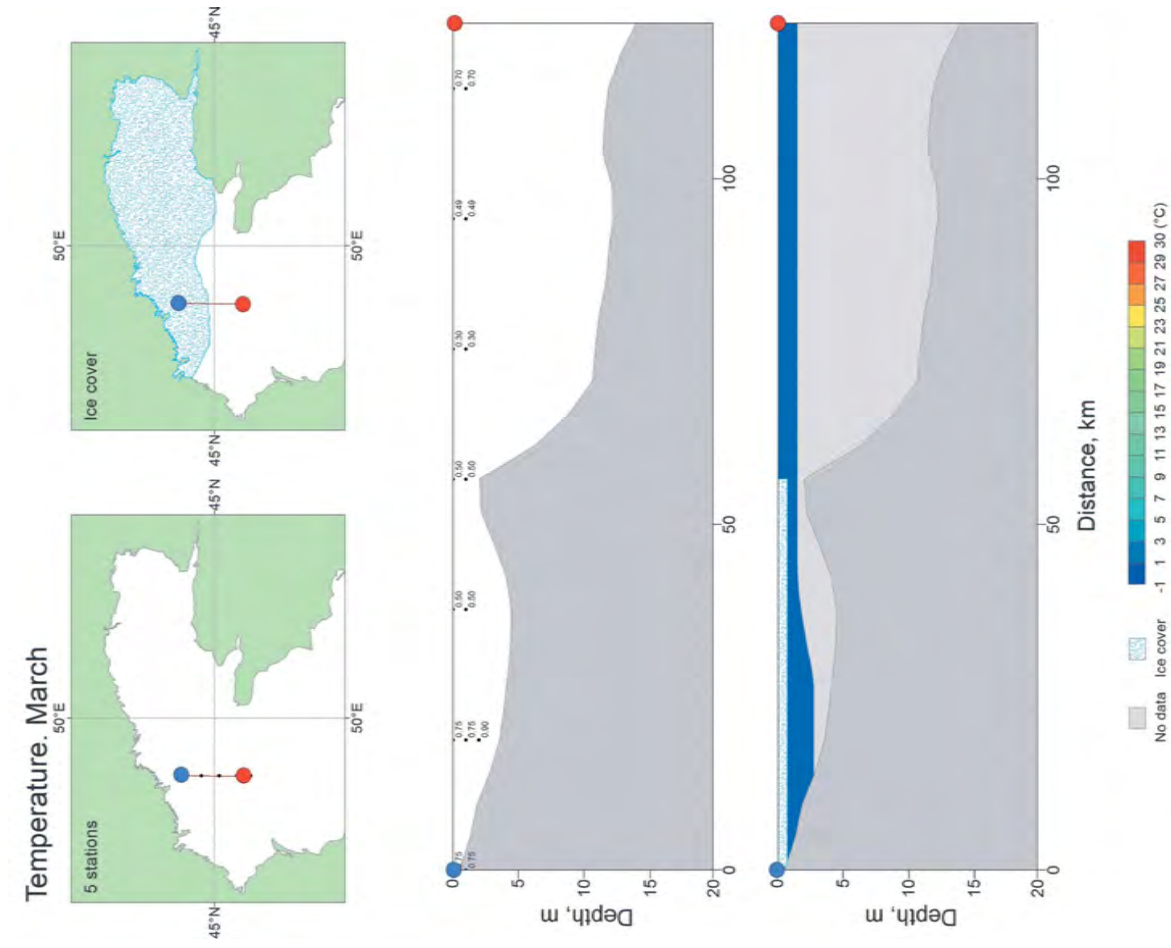


Рисунок П 195. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 3

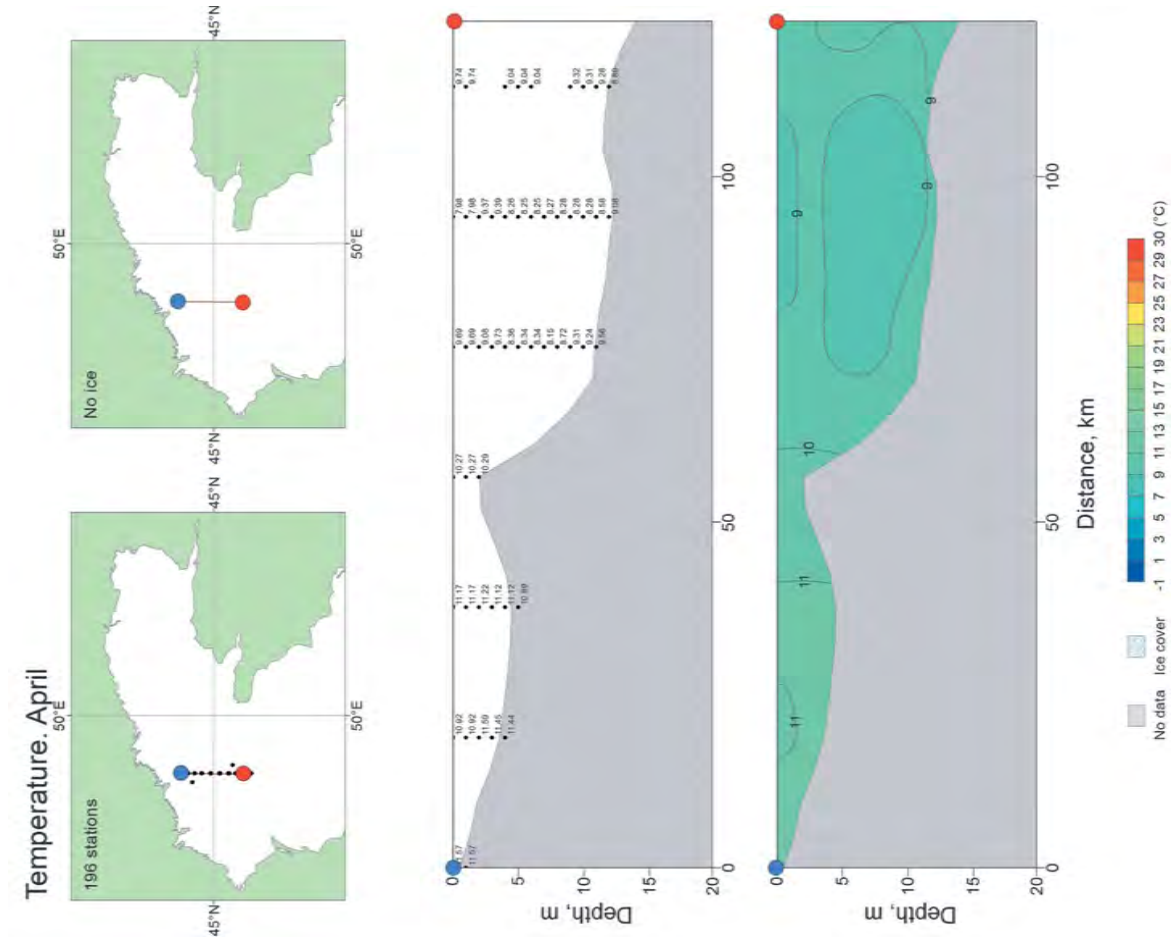


Рисунок П 196. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 3

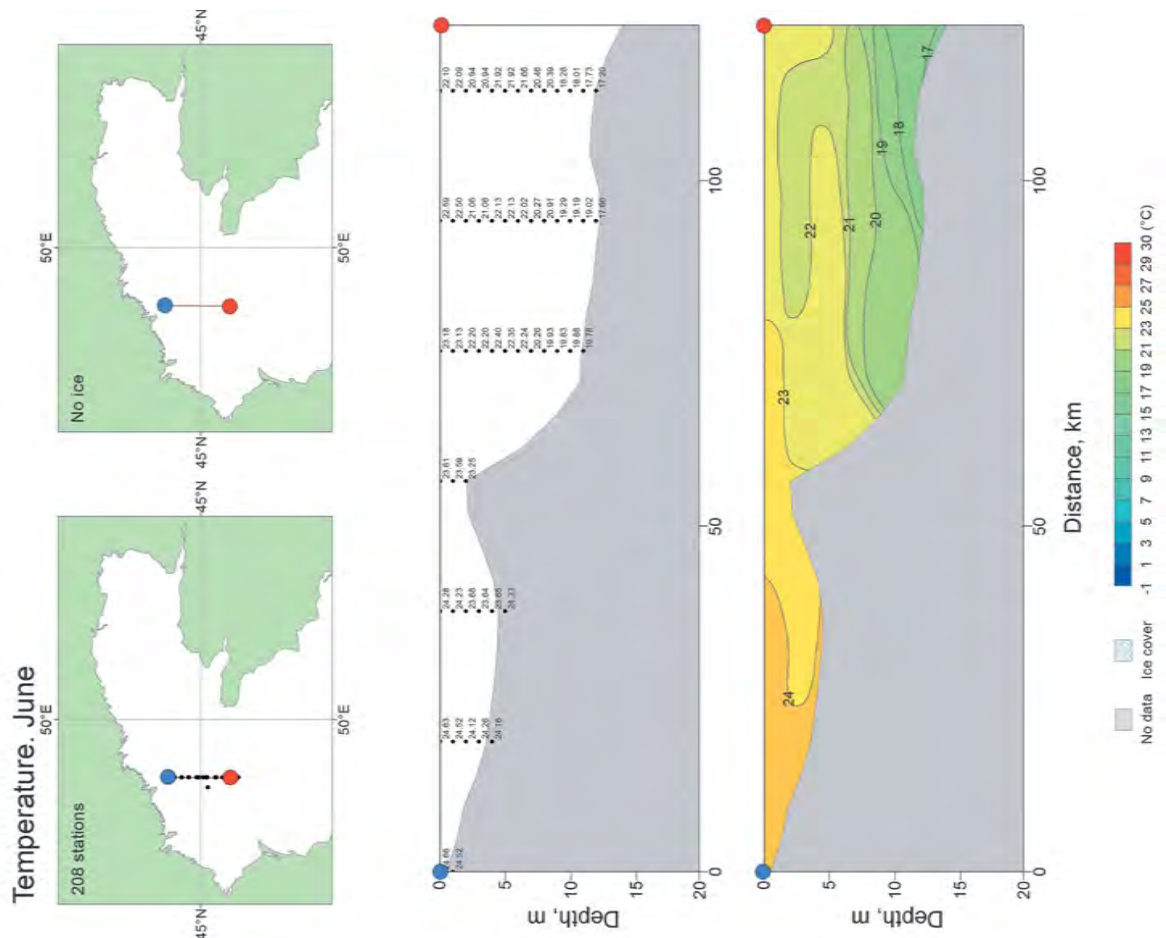


Рисунок П 197. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 3

Рисунок П 198. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 3

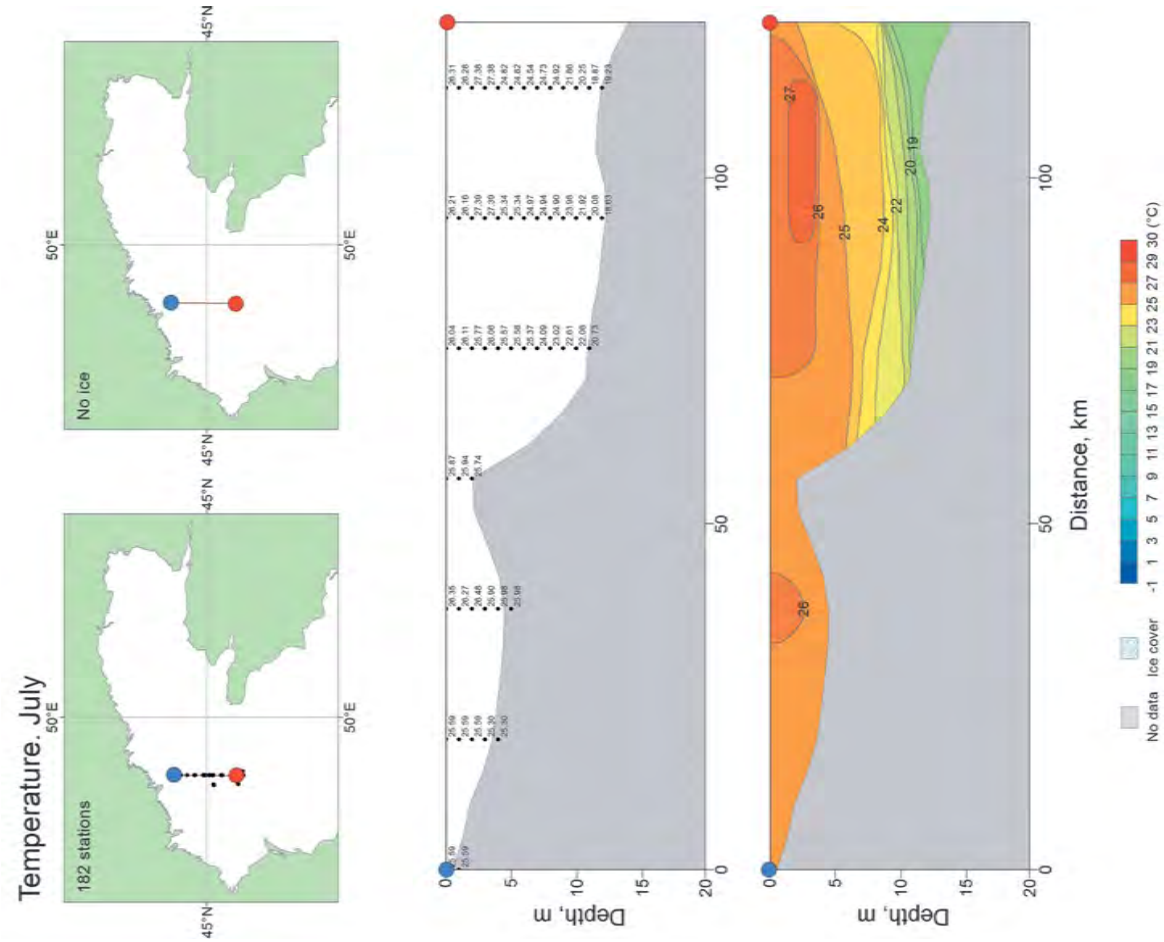


Рисунок П 199. Среднегодовое вертикальное распределение температура воды в июле на разрезе 3

Рисунок П 200. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 3

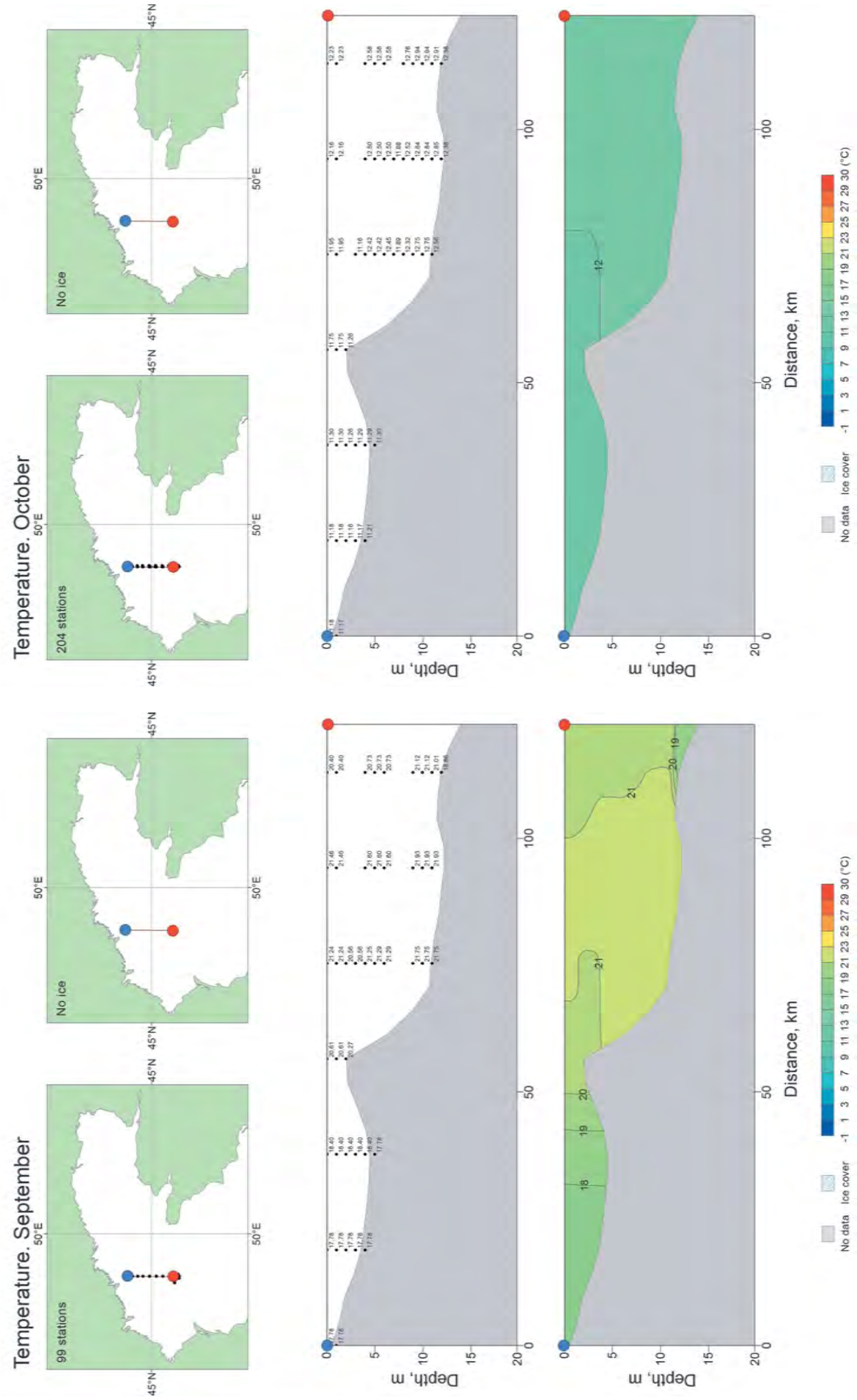


Рисунок П 201. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 3

Рисунок П 202. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 3

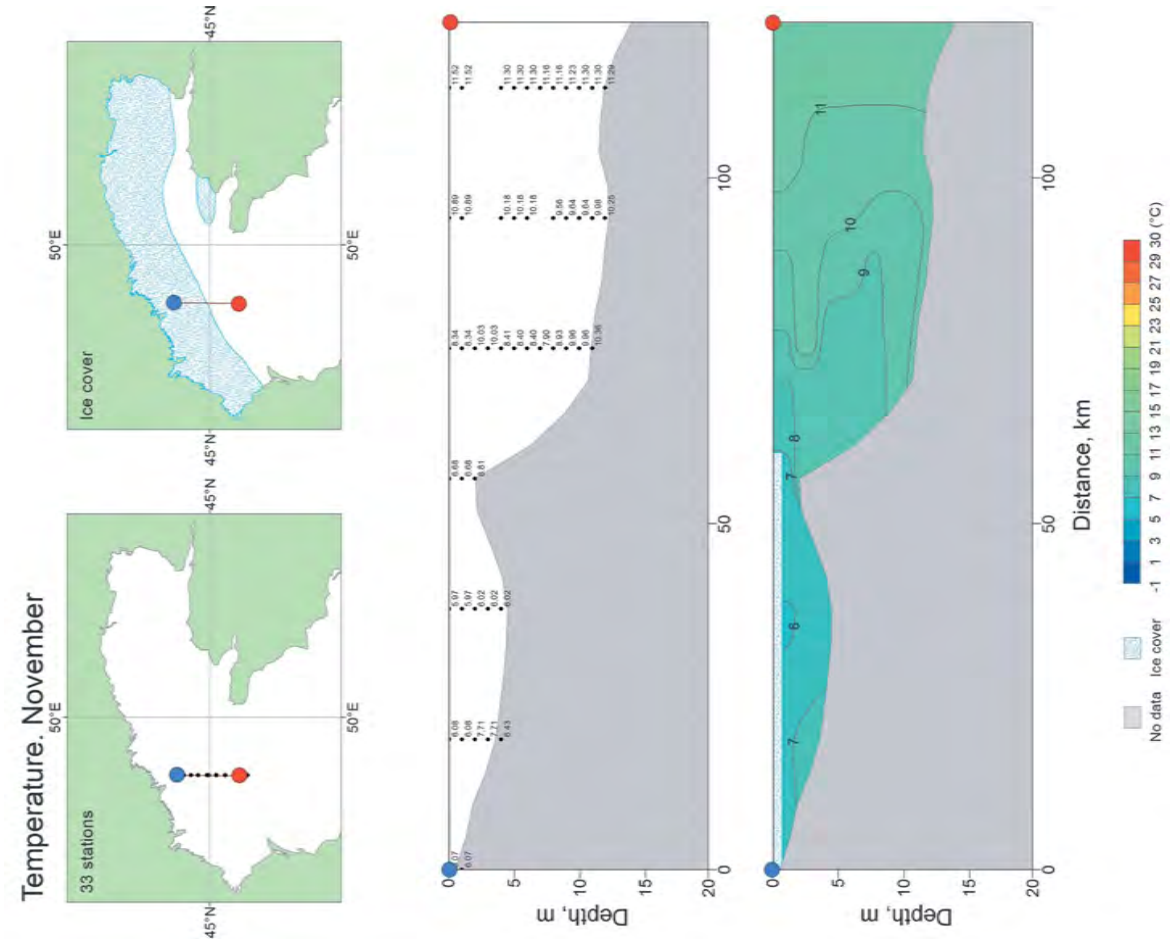


Рисунок П 203. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 3

Рисунок П 204. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 3

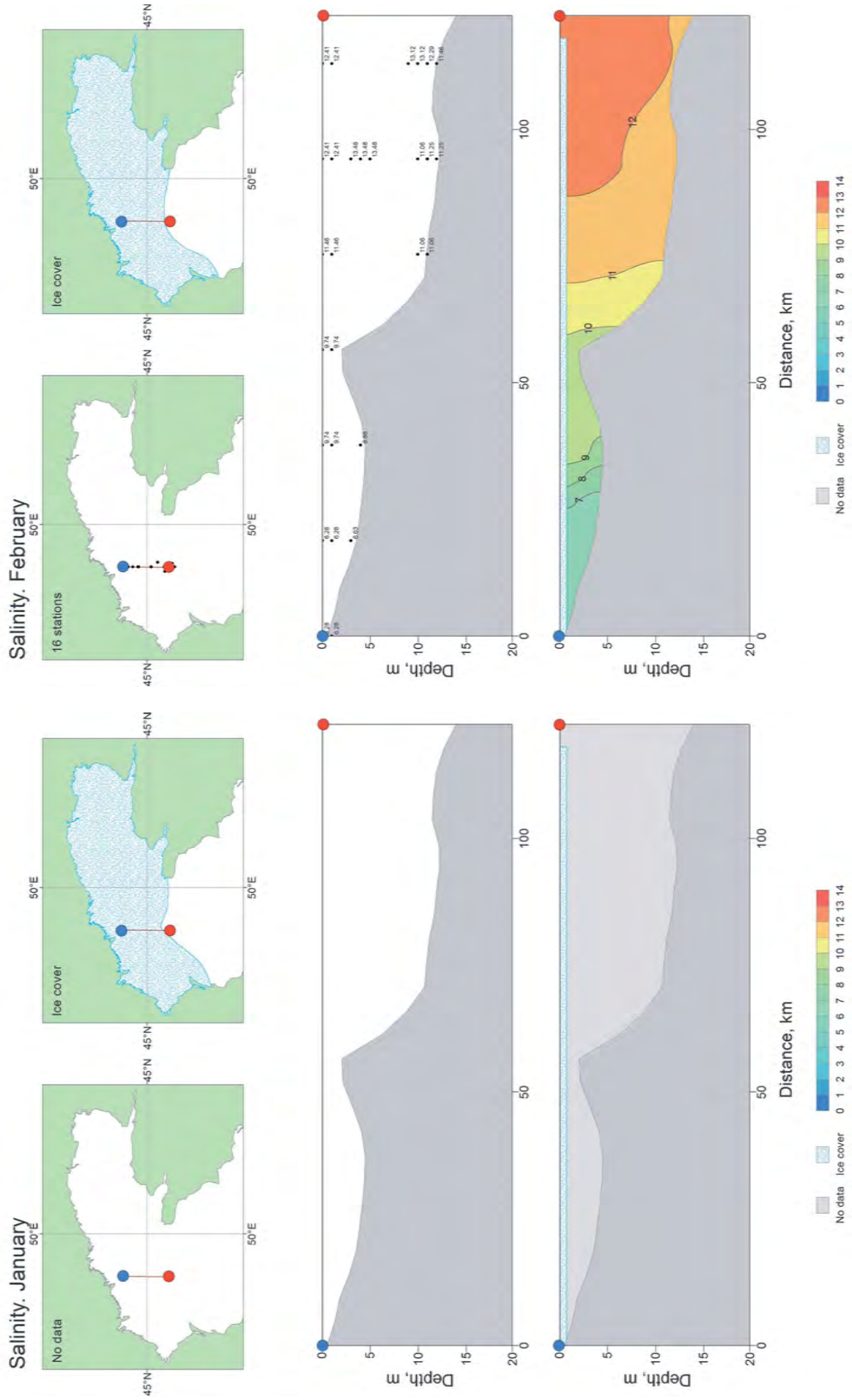


Рисунок П 206. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 3

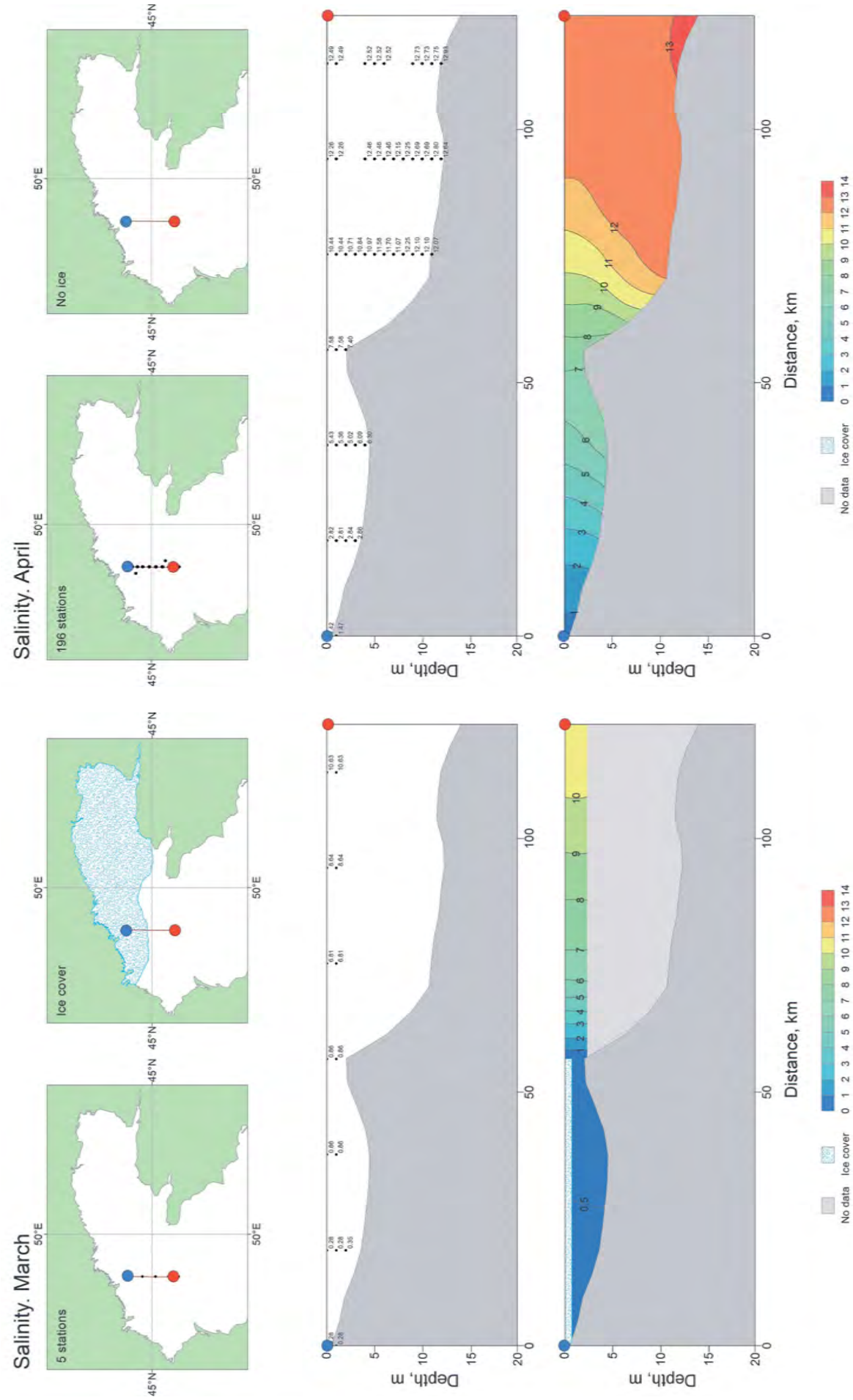


Рисунок П 207. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 3

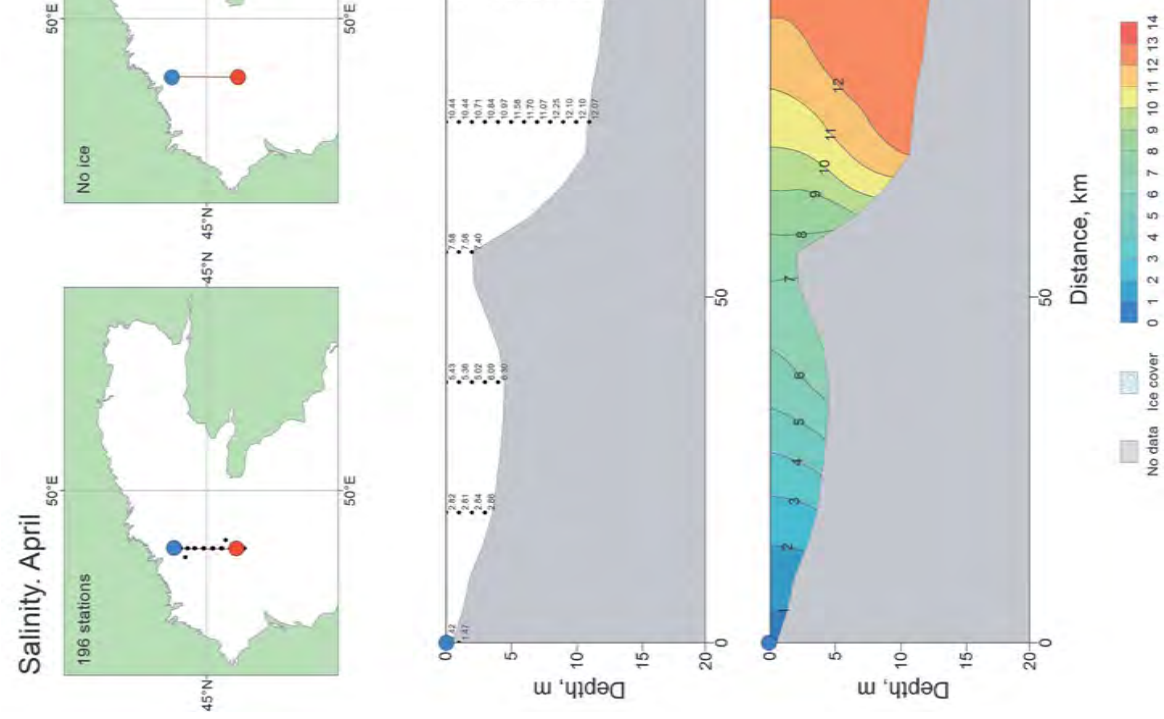


Рисунок П 208. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 3

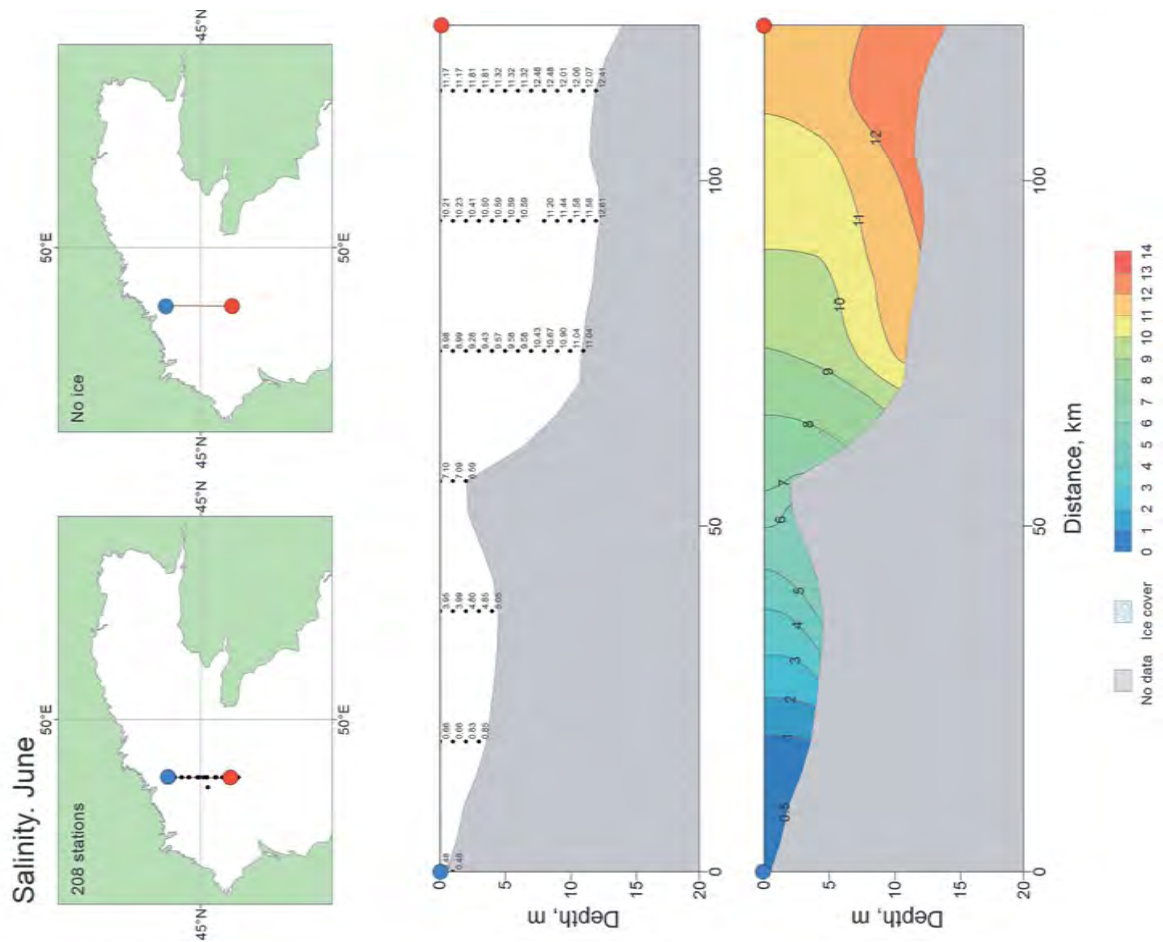


Рисунок П 210. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 3

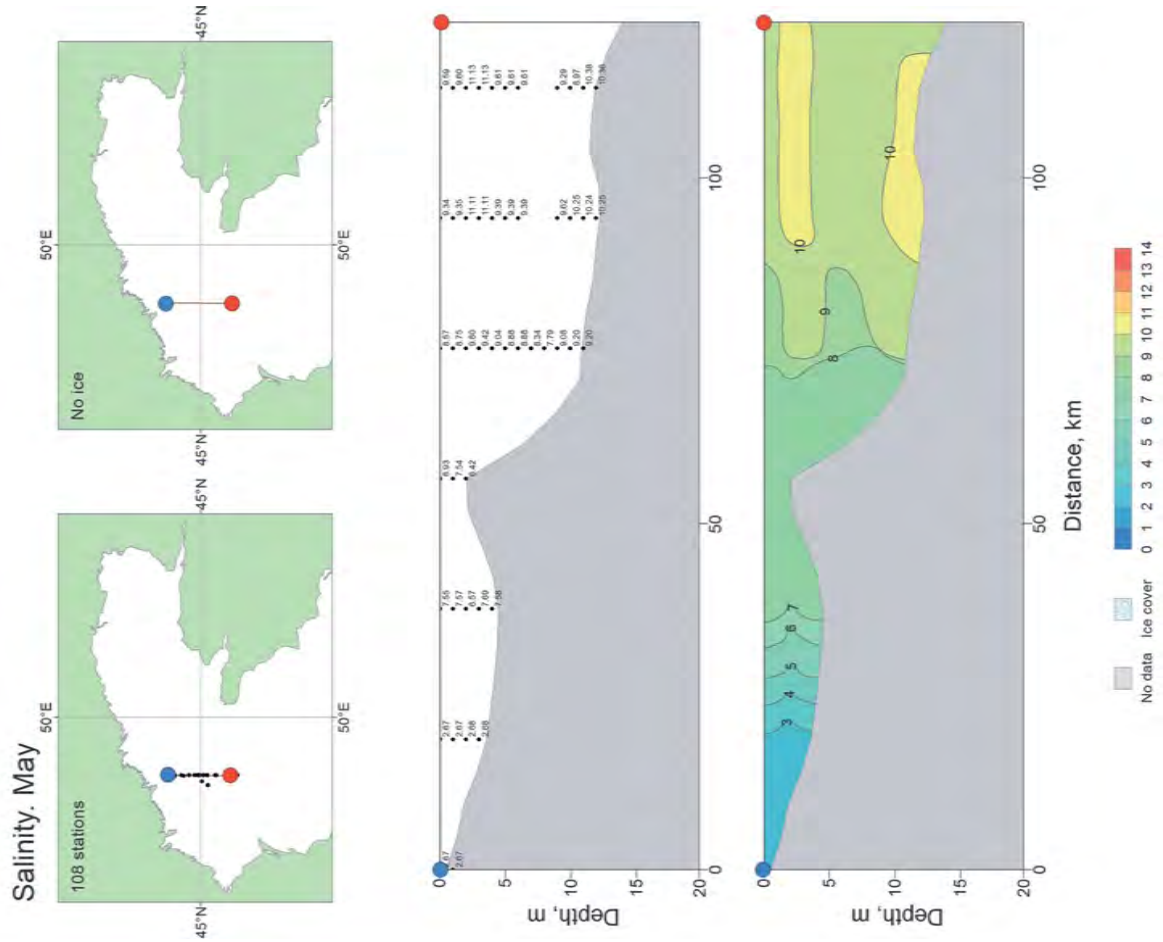


Рисунок П 209. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 3

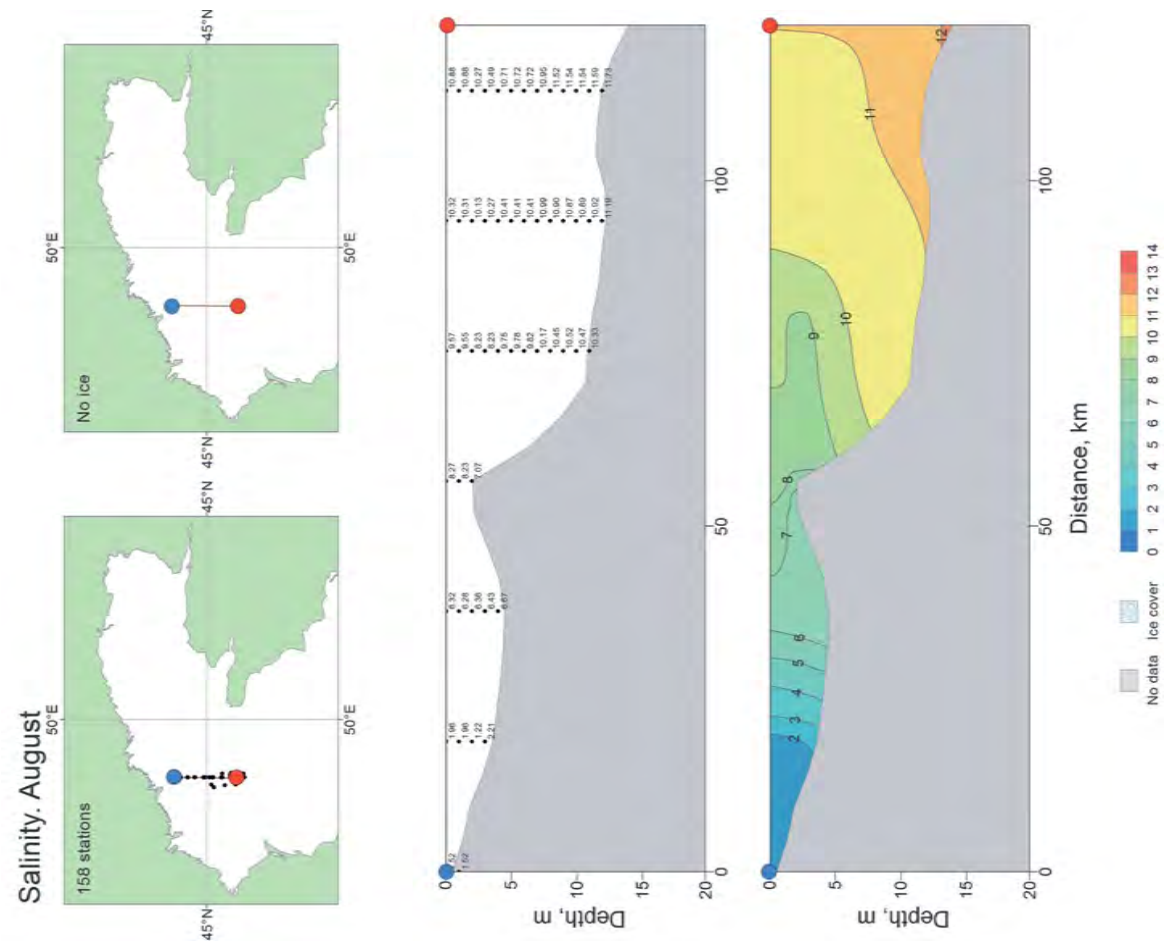


Рисунок П 212. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 3

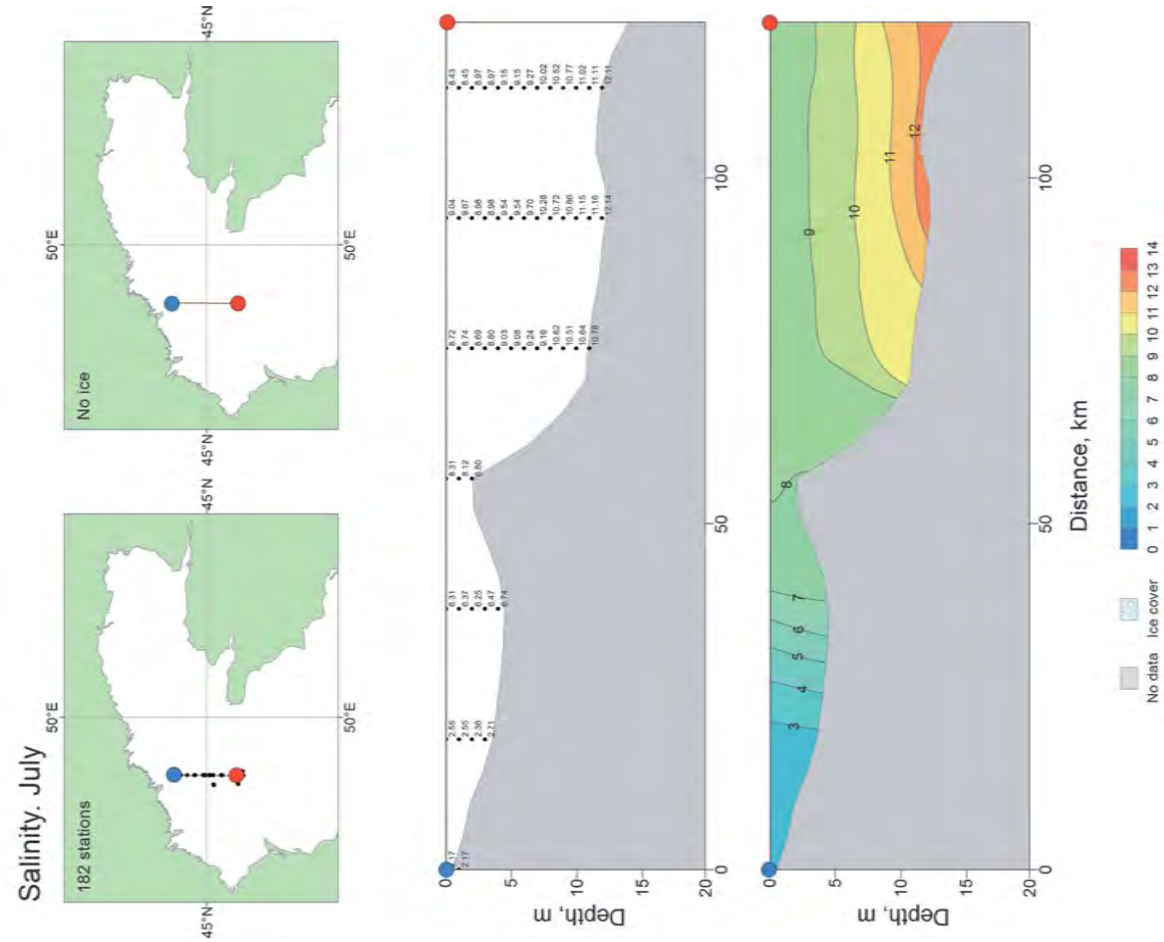


Рисунок П 211. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 3

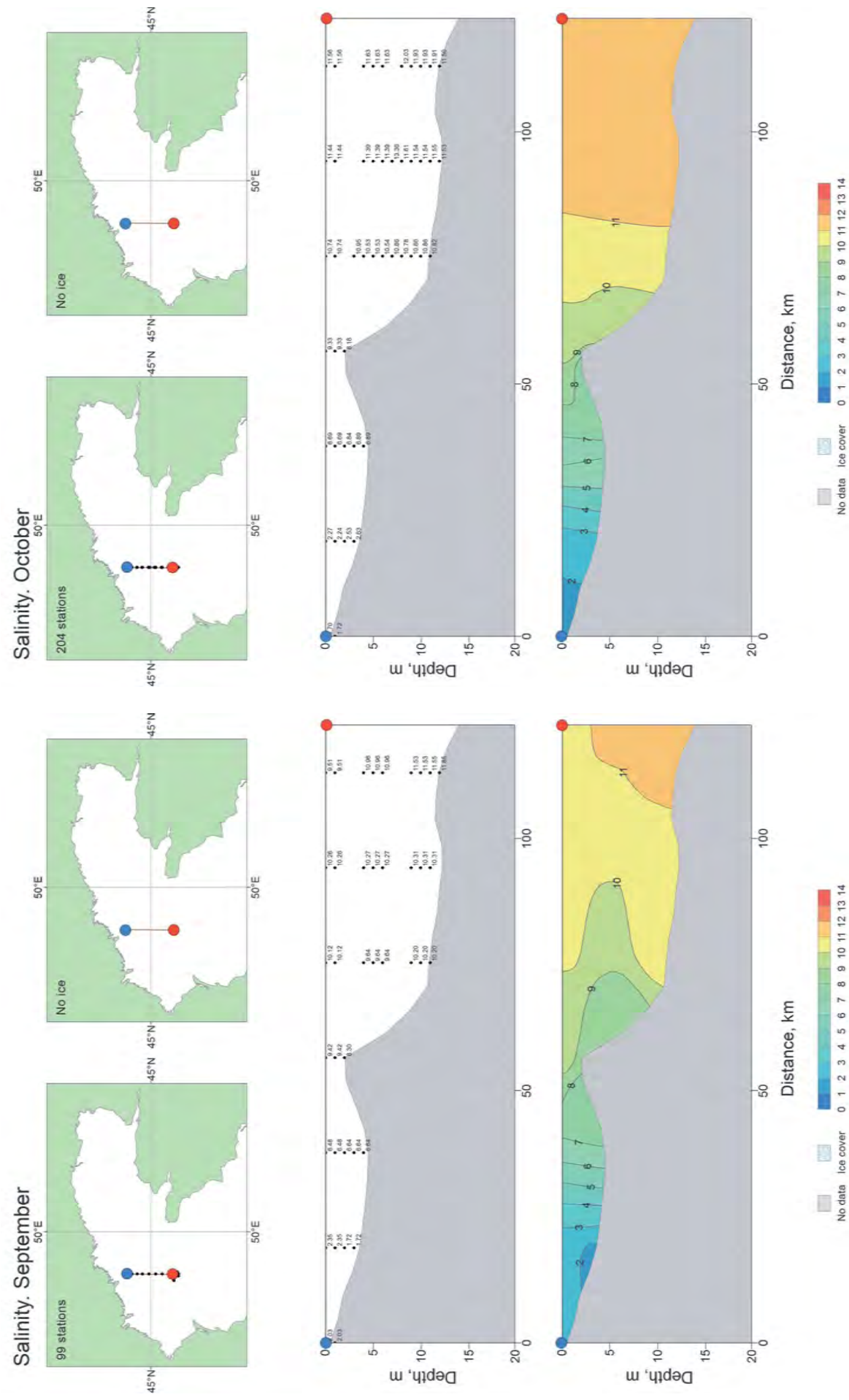


Рисунок П 213. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 3

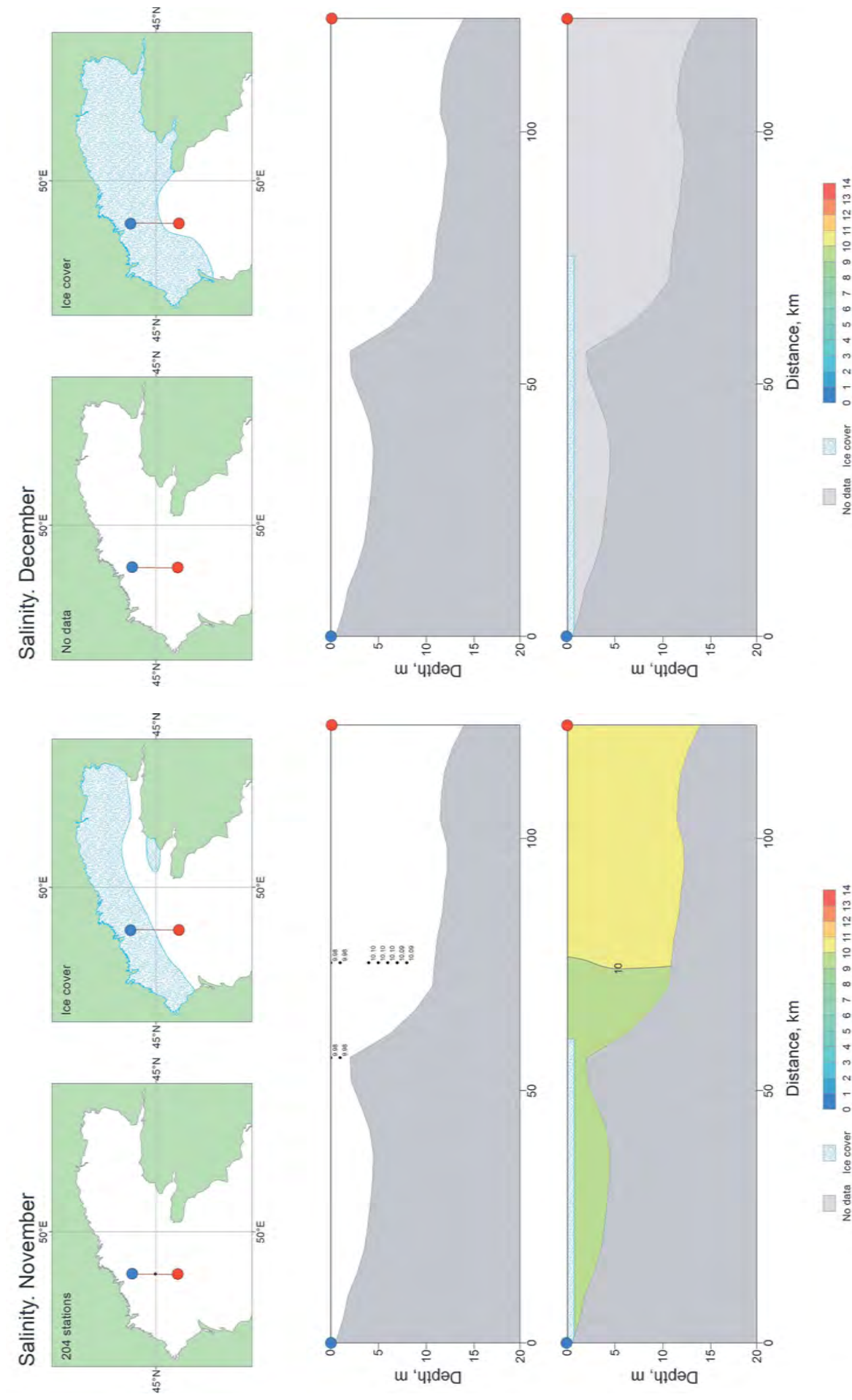


Рисунок П 215. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 3

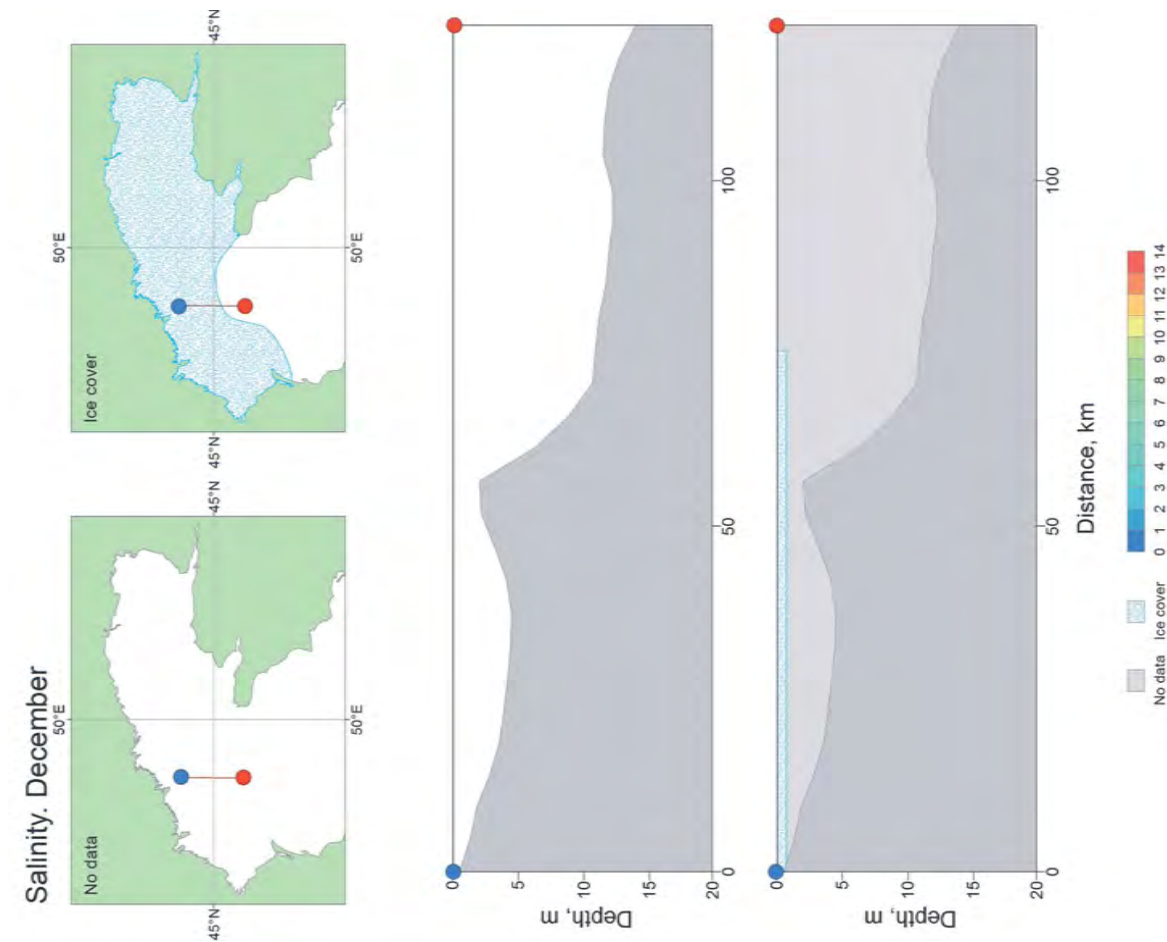


Рисунок П 216. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 3

Temperature. January

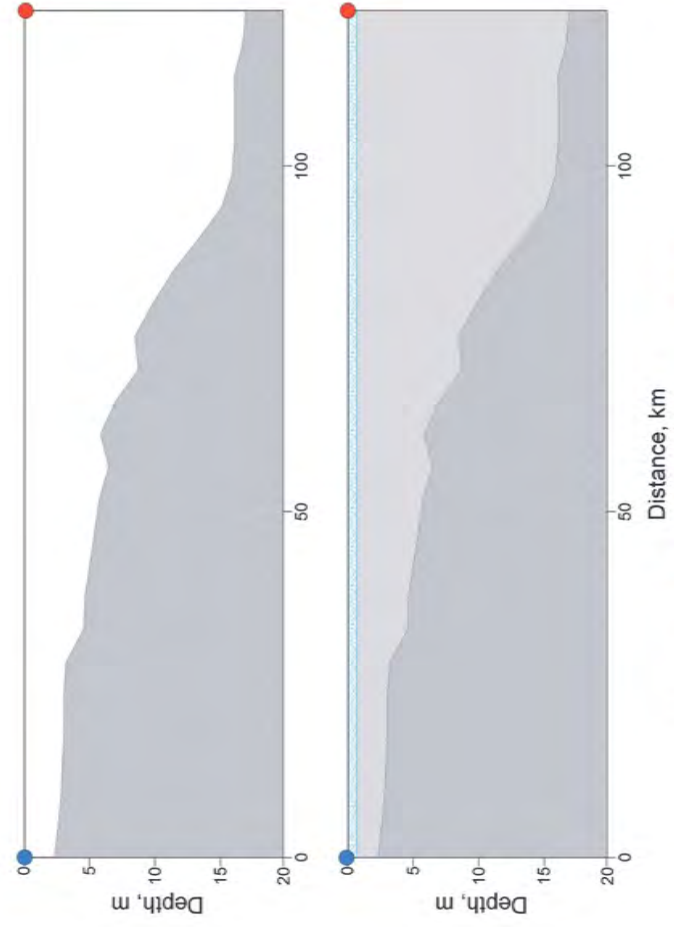
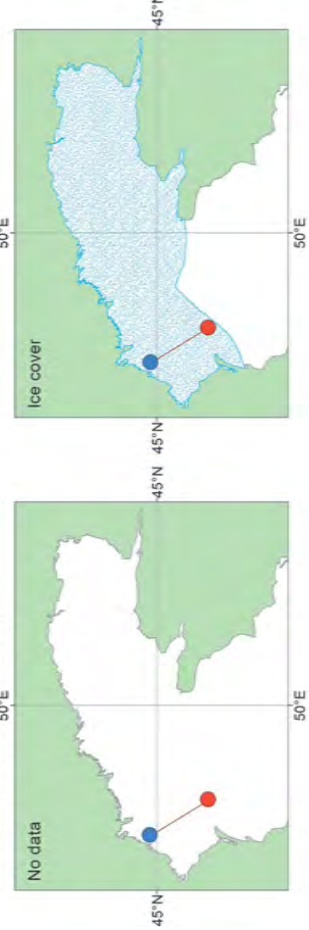


Рисунок П 217. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 3а

Temperature. February

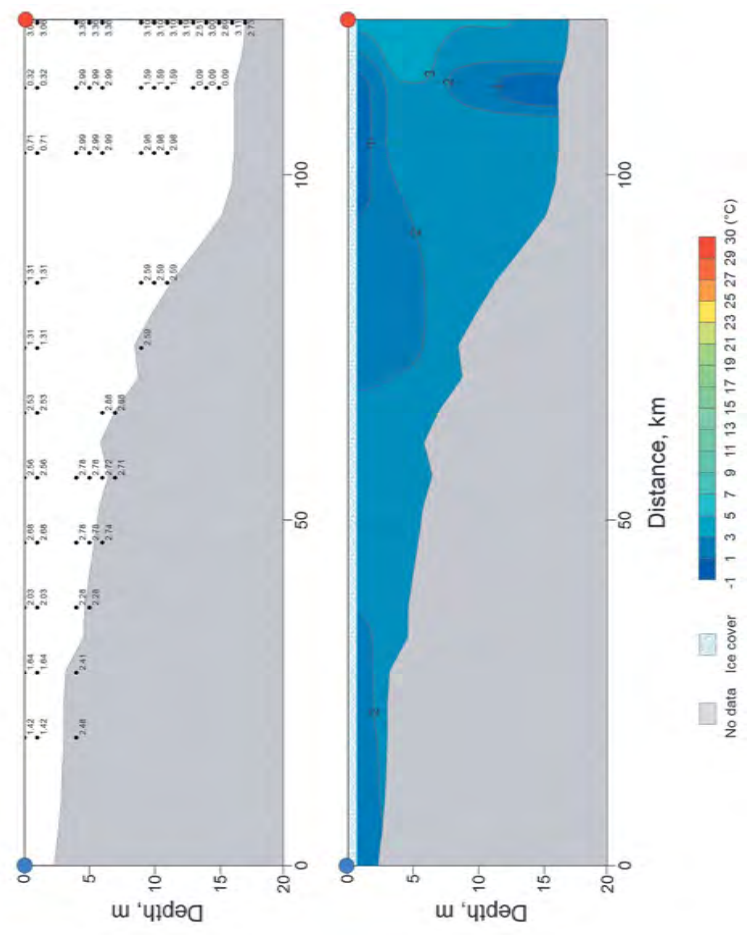
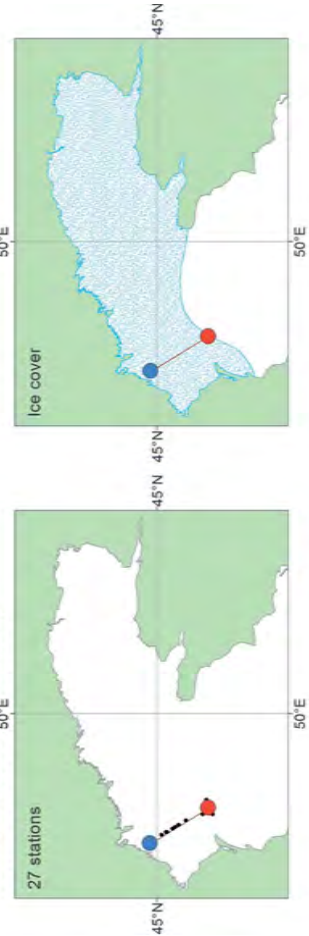


Рисунок П 218. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 3а

Temperature. March

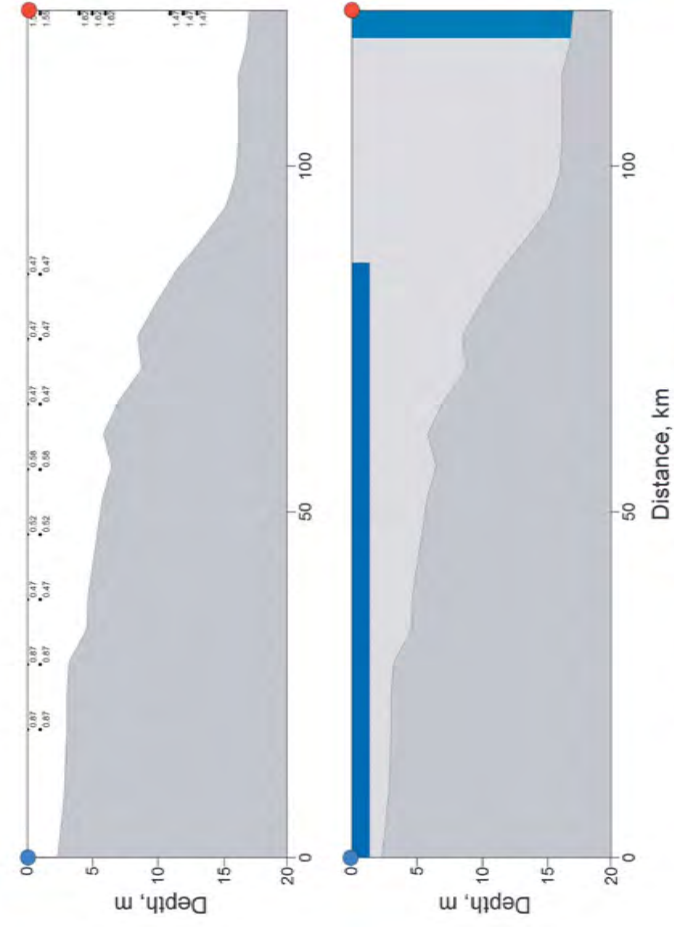
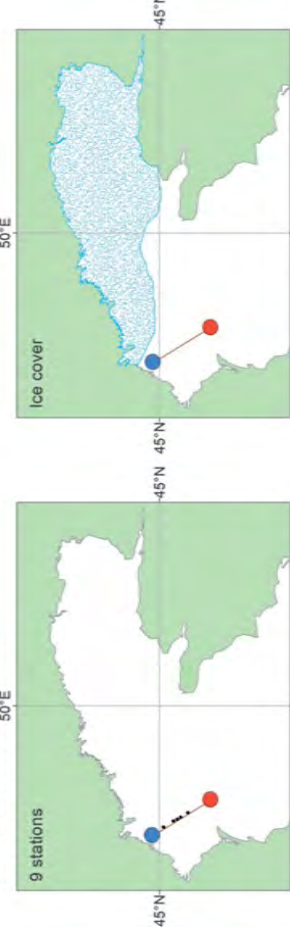


Рисунок П 219. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 3а

Temperature. April

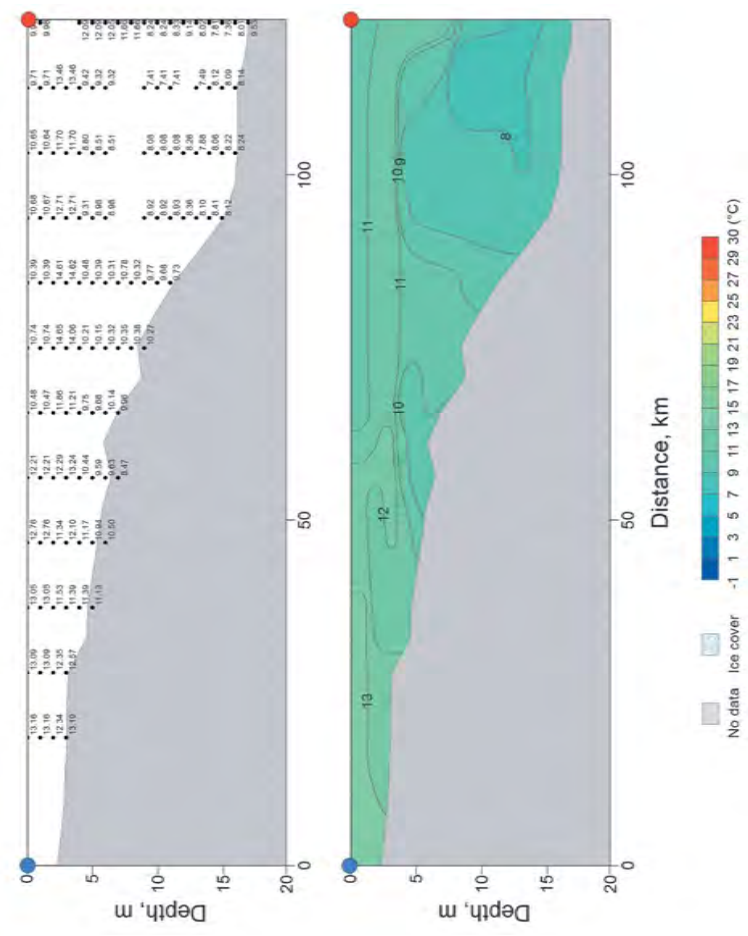
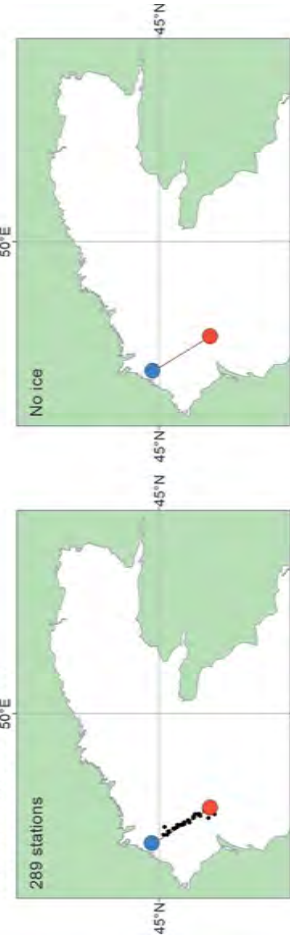


Рисунок П 220. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 3а

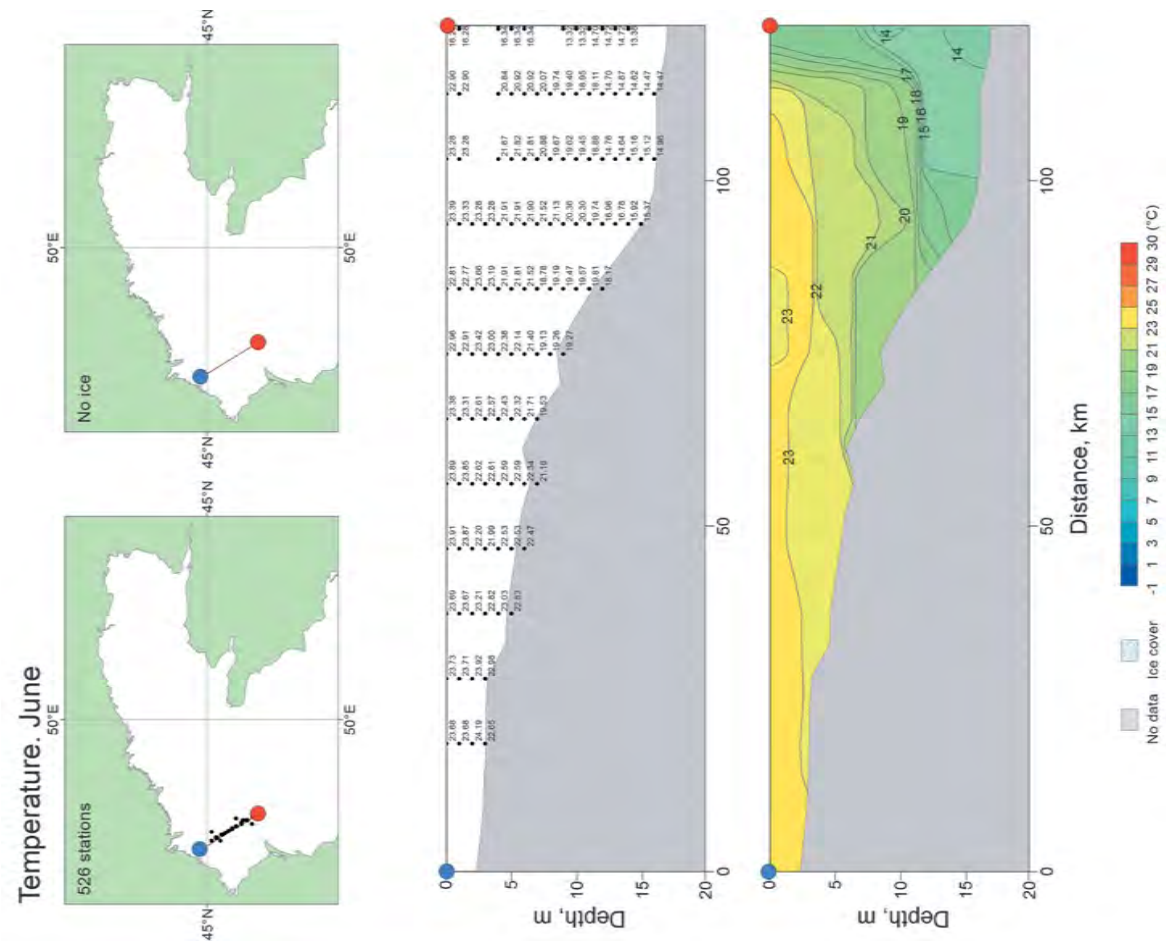


Рисунок П 221. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 3а

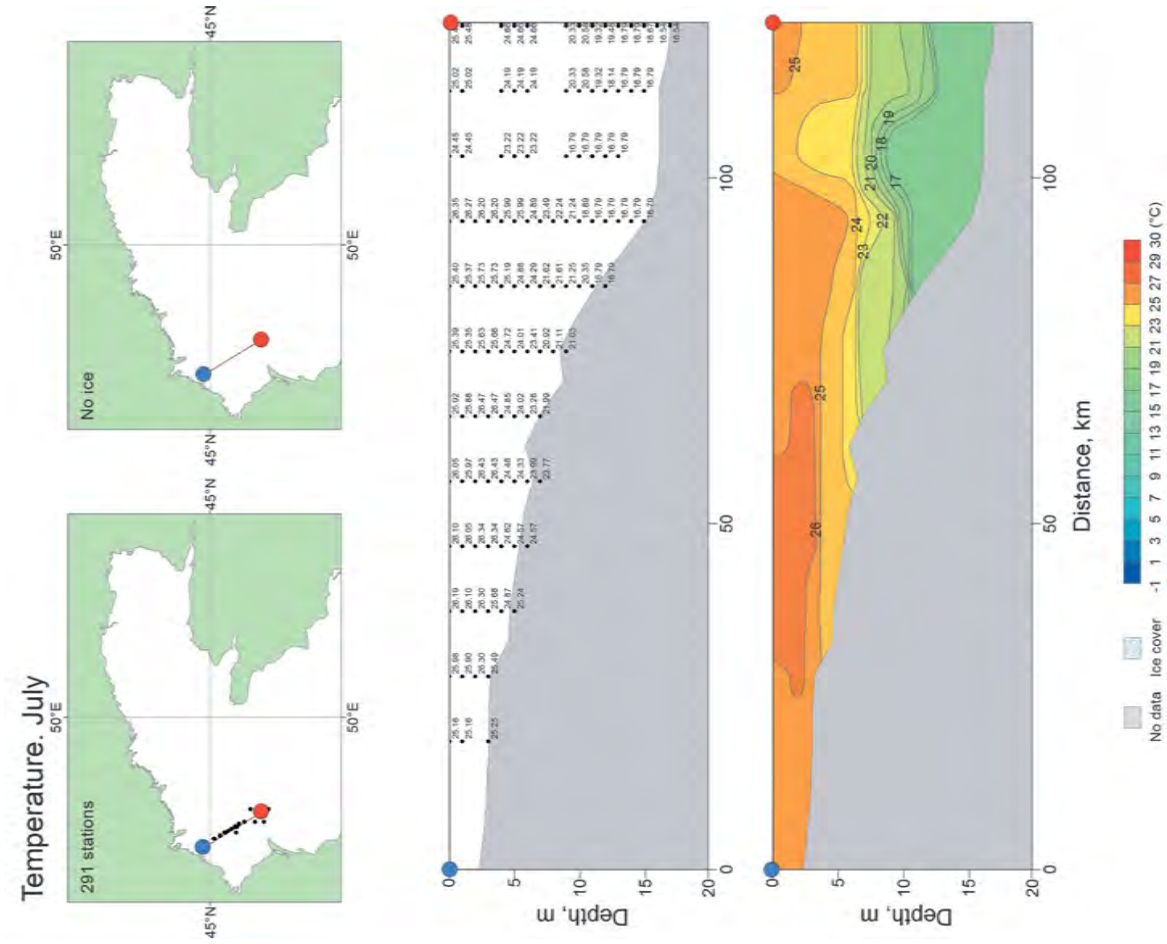


Рисунок П 223. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе За

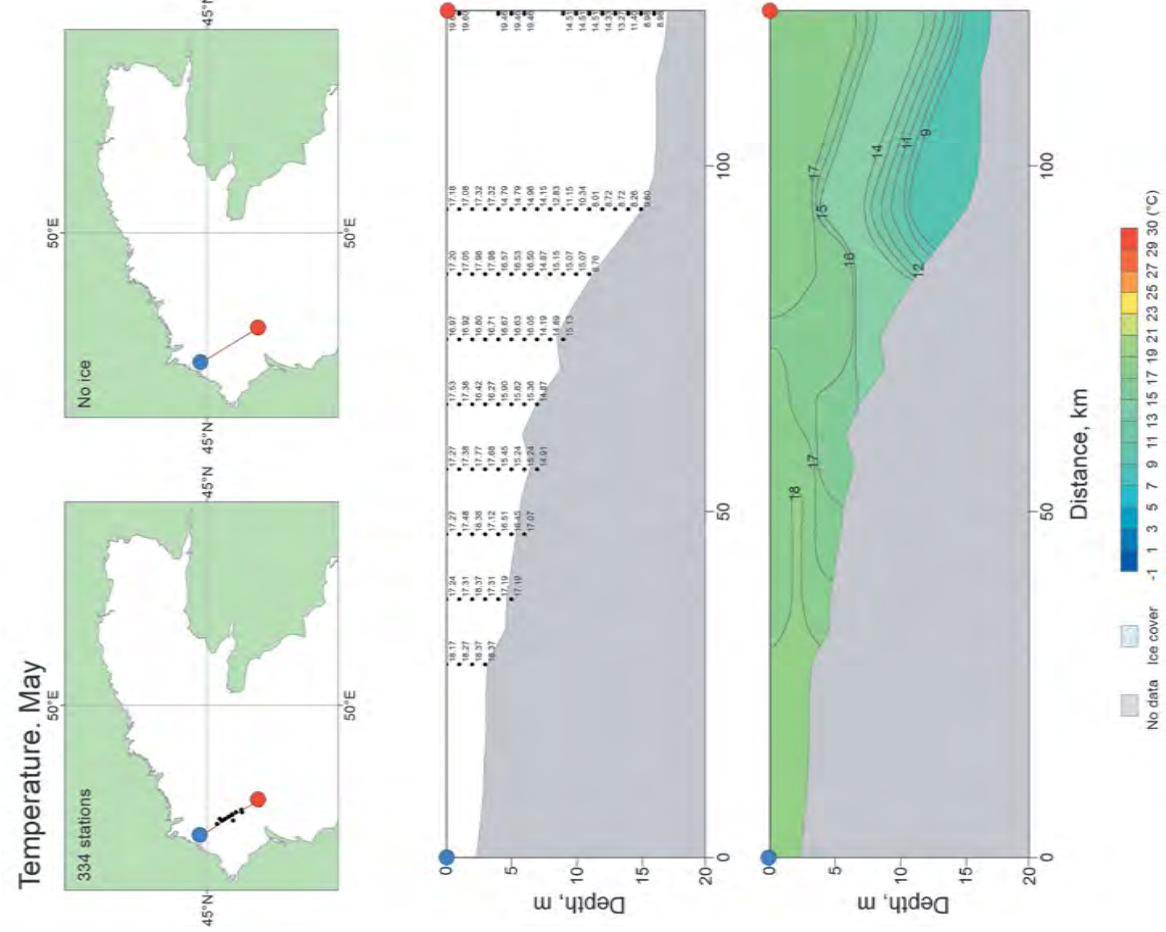


Рисунок П 222. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 3а

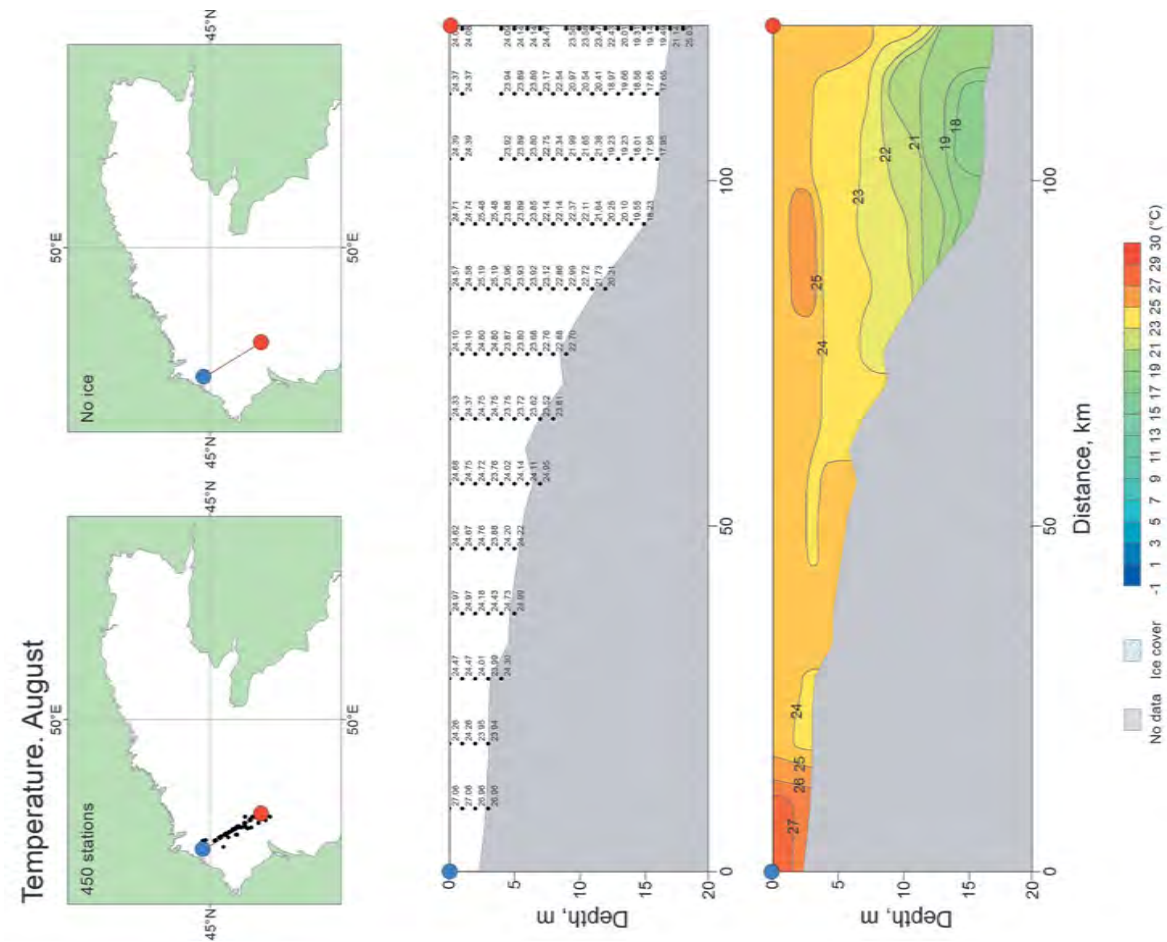
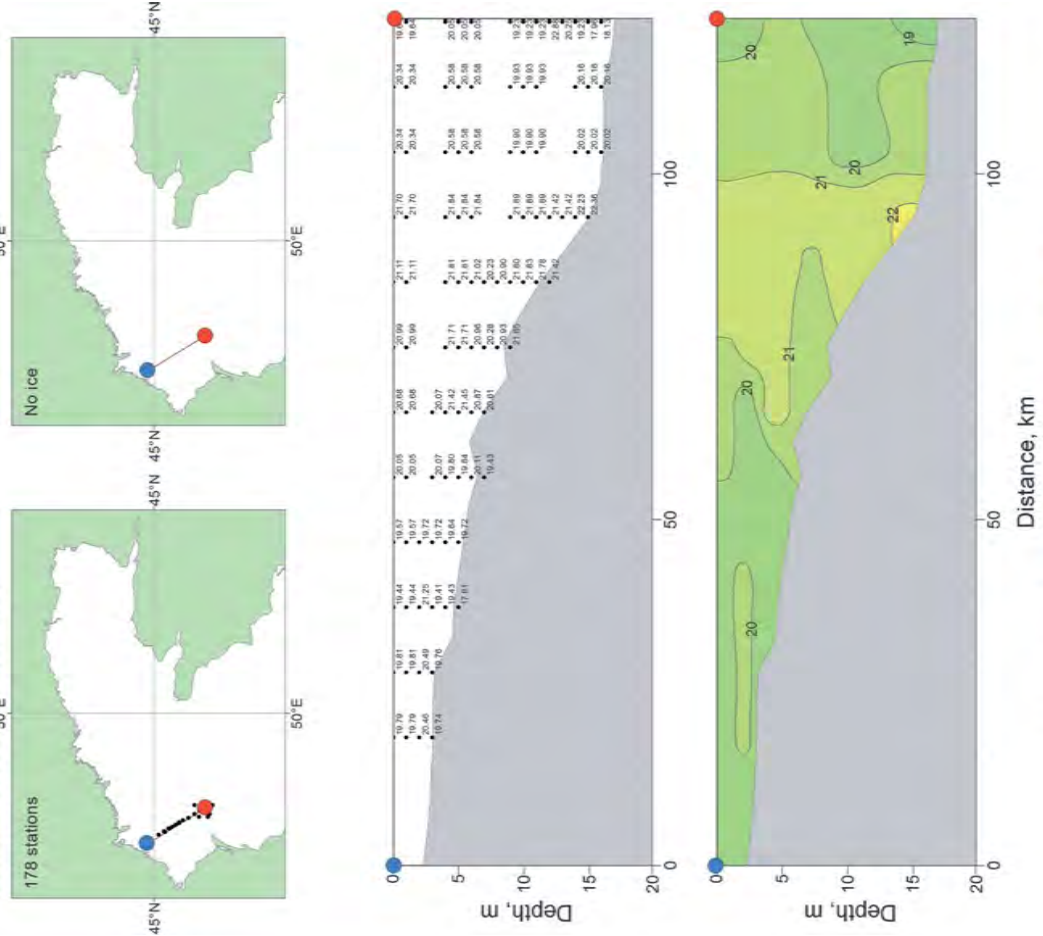


Рисунок П 224. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 3а

Temperature. September



Temperature. October

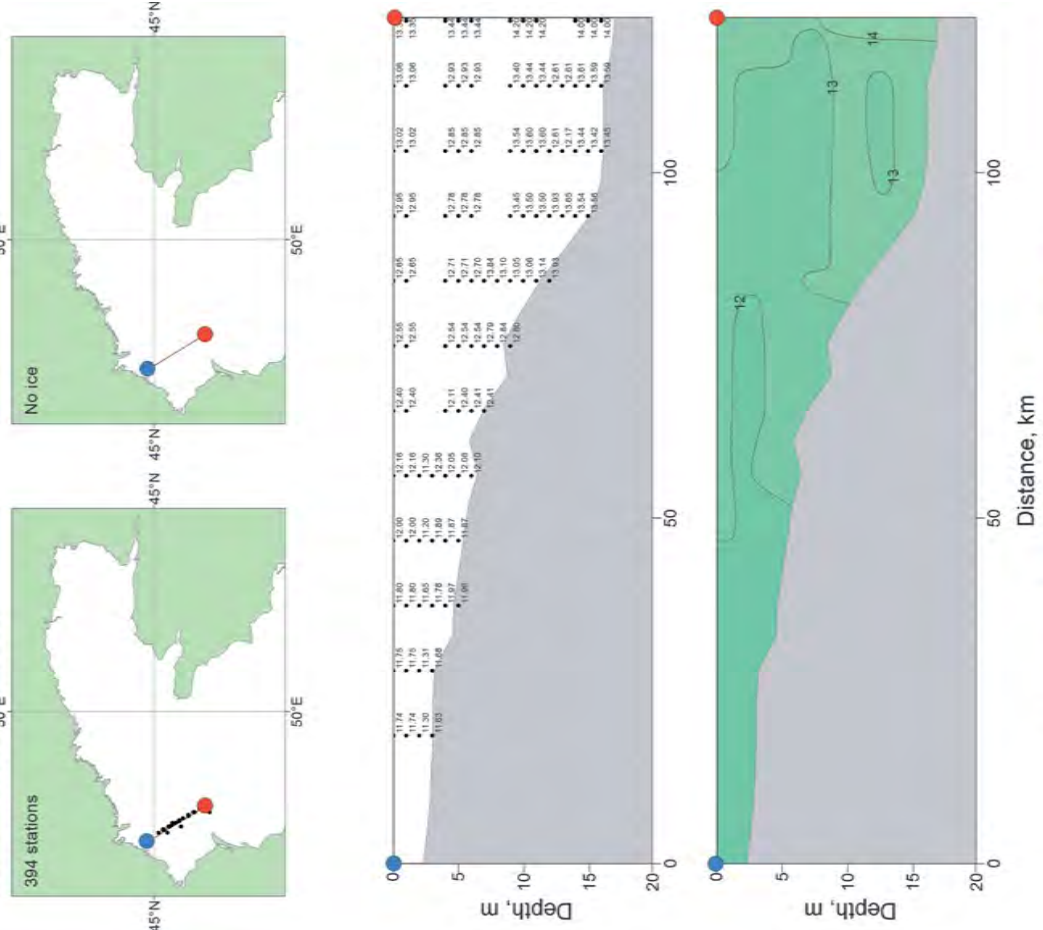


Рисунок П 225. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 3а

Temperature. November

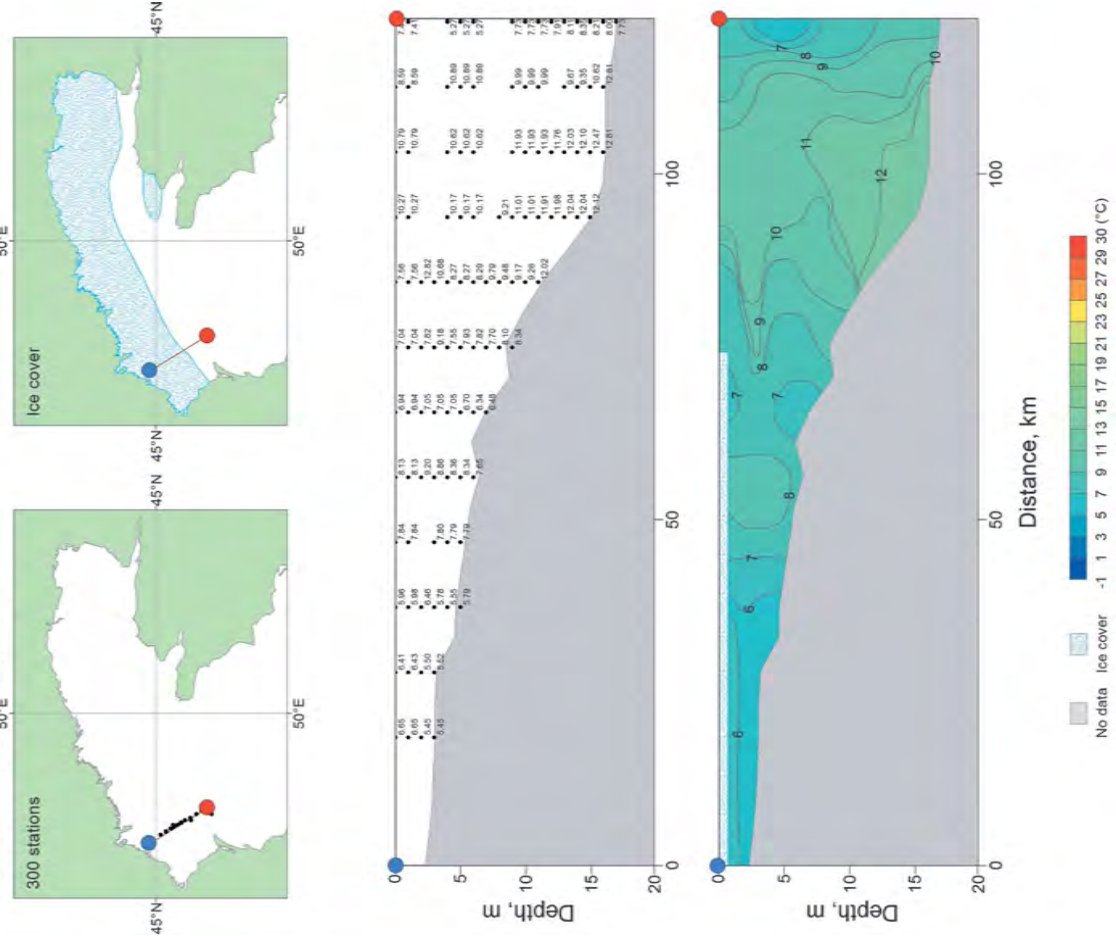


Рисунок П 227. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 3а

Temperature. December

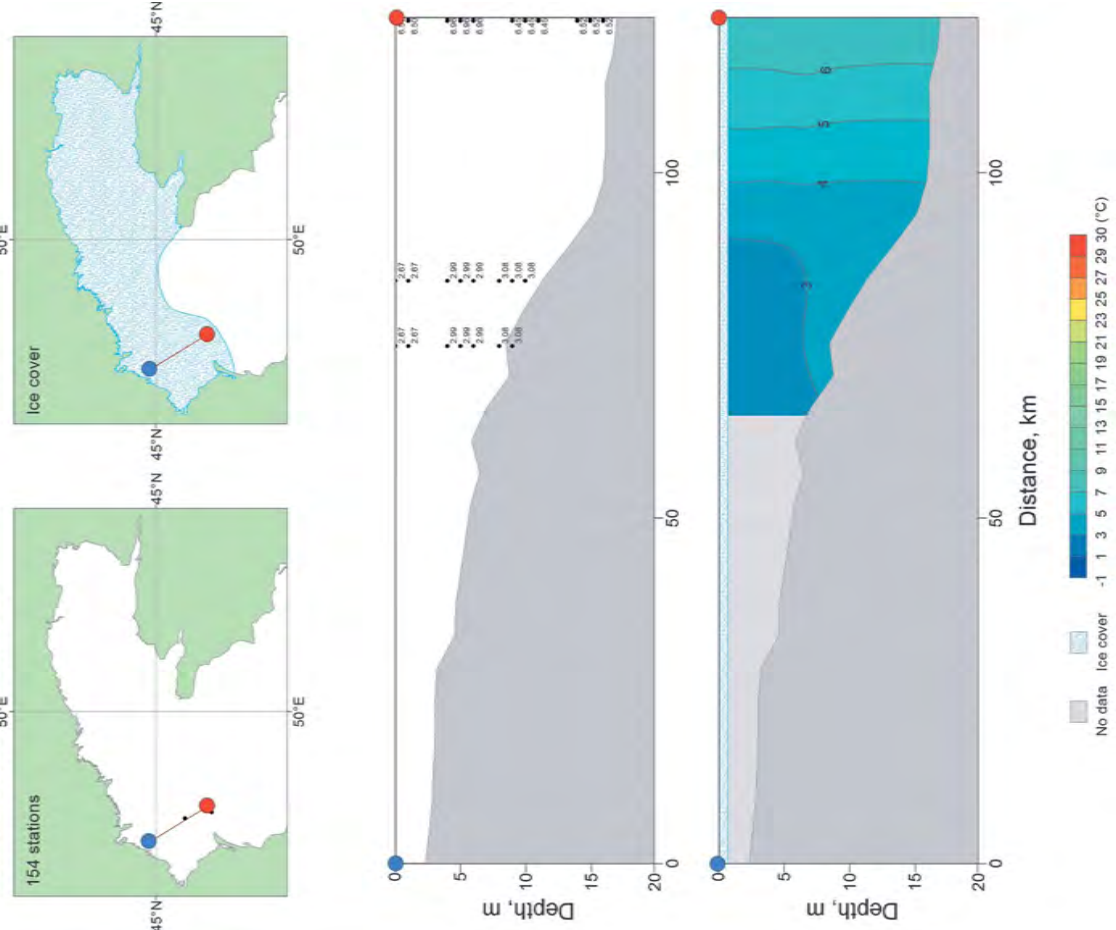


Рисунок П 228. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 3а

Рисунок П 226. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 3а

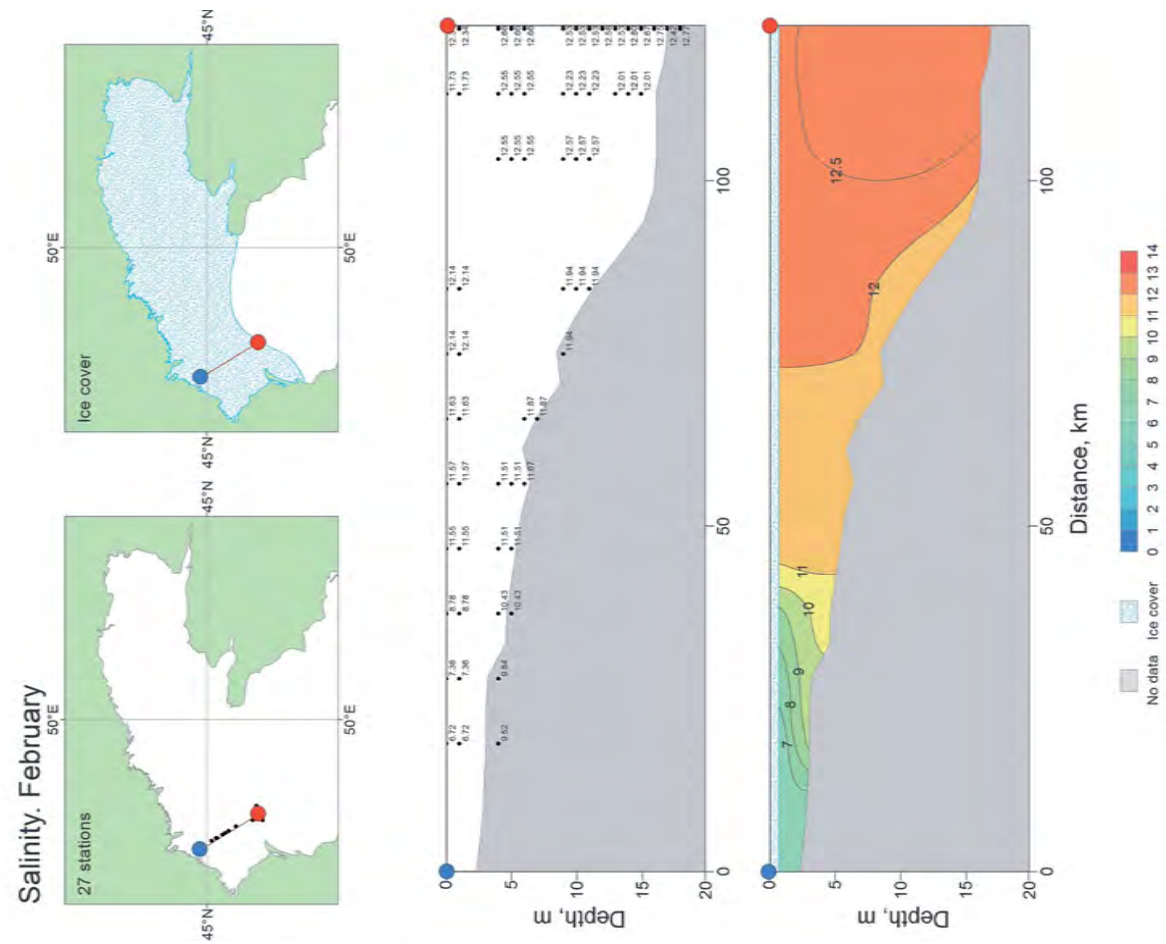


Рисунок П 230. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 3а

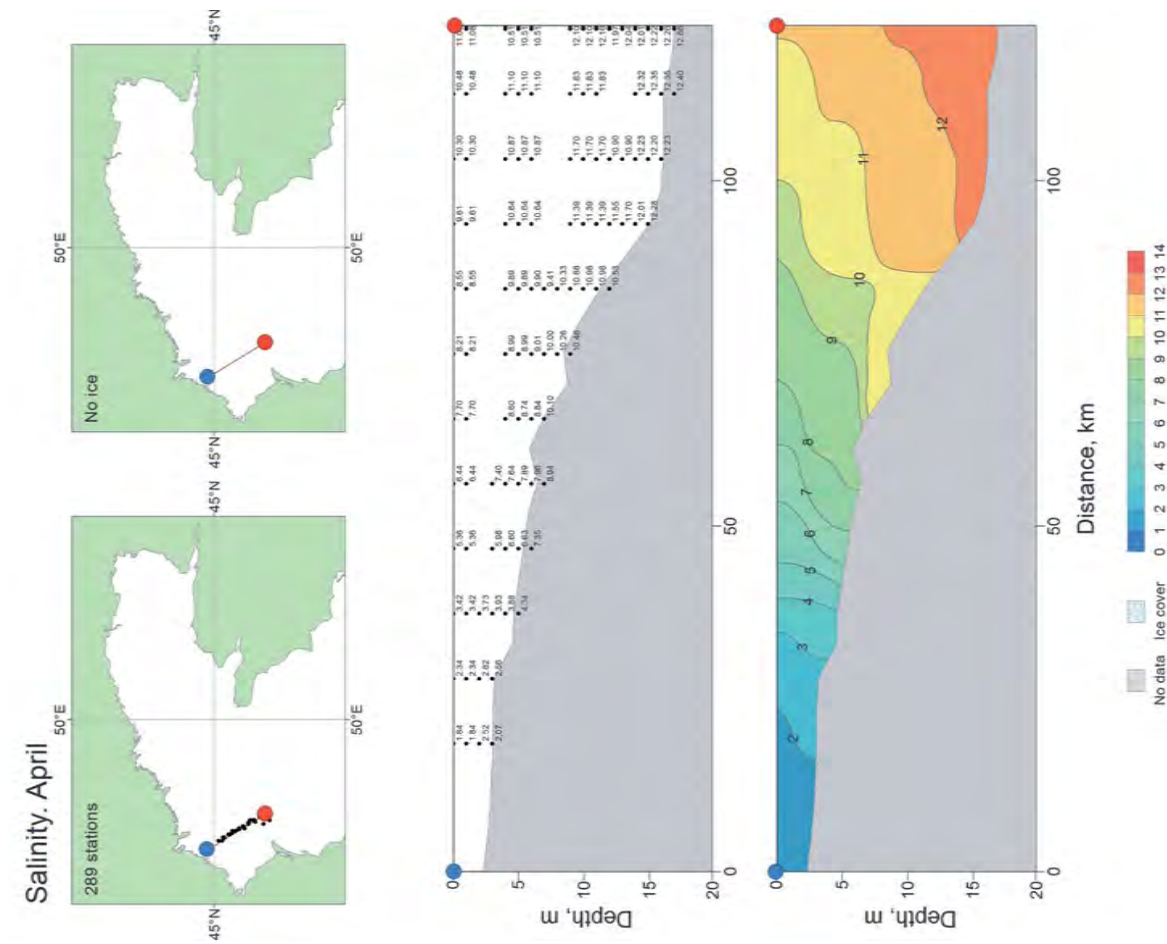


Рисунок П 232. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 3а

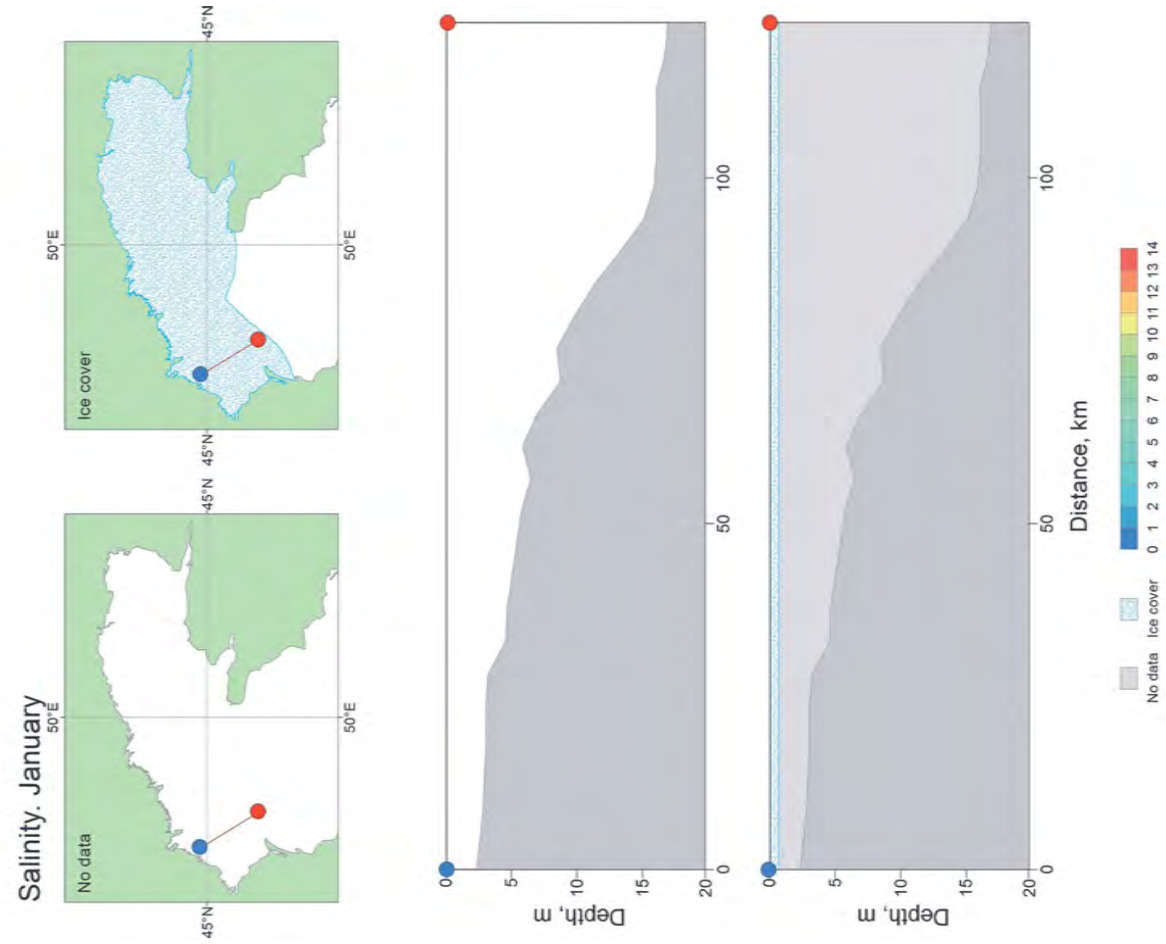


Рисунок П 229. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в янв-
ре на разрезе За

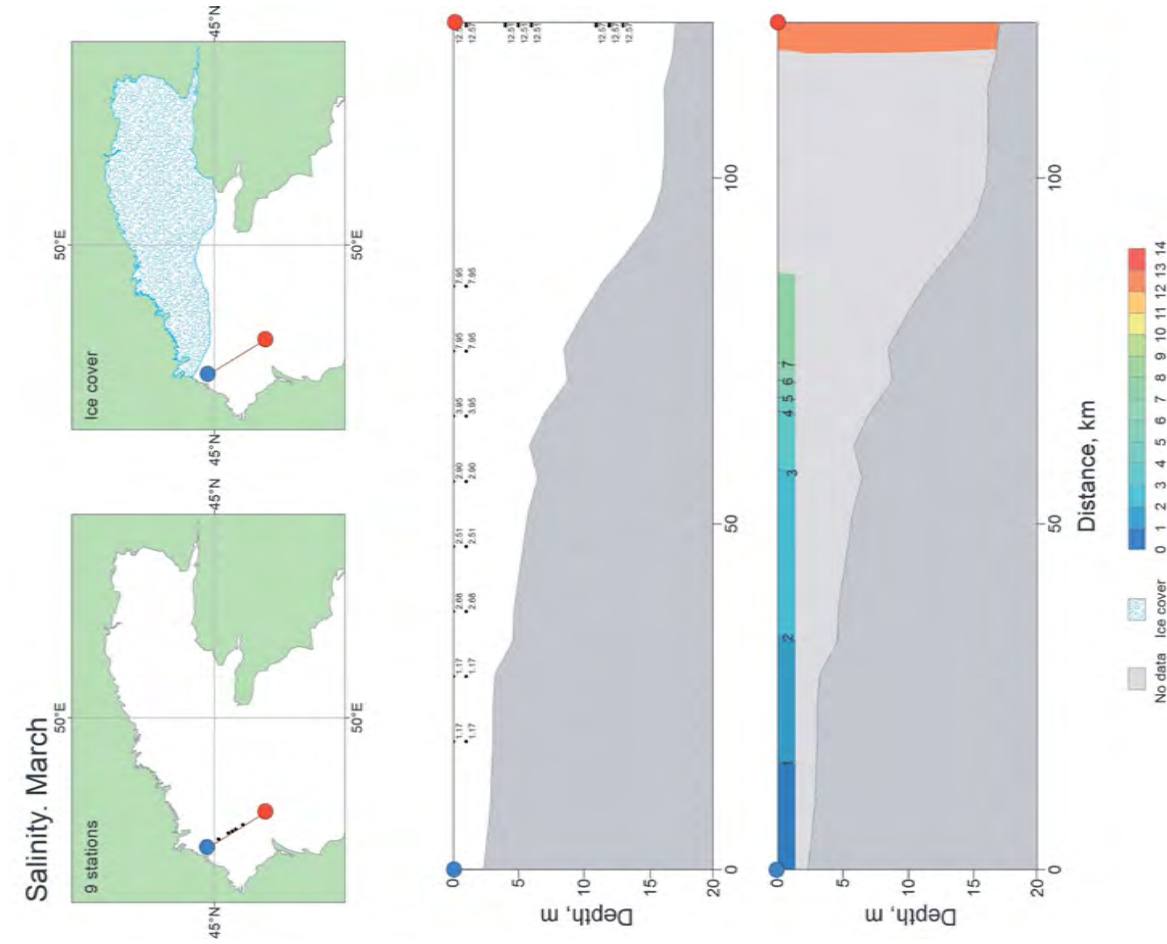


Рисунок П 231. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в марте на разрезе За

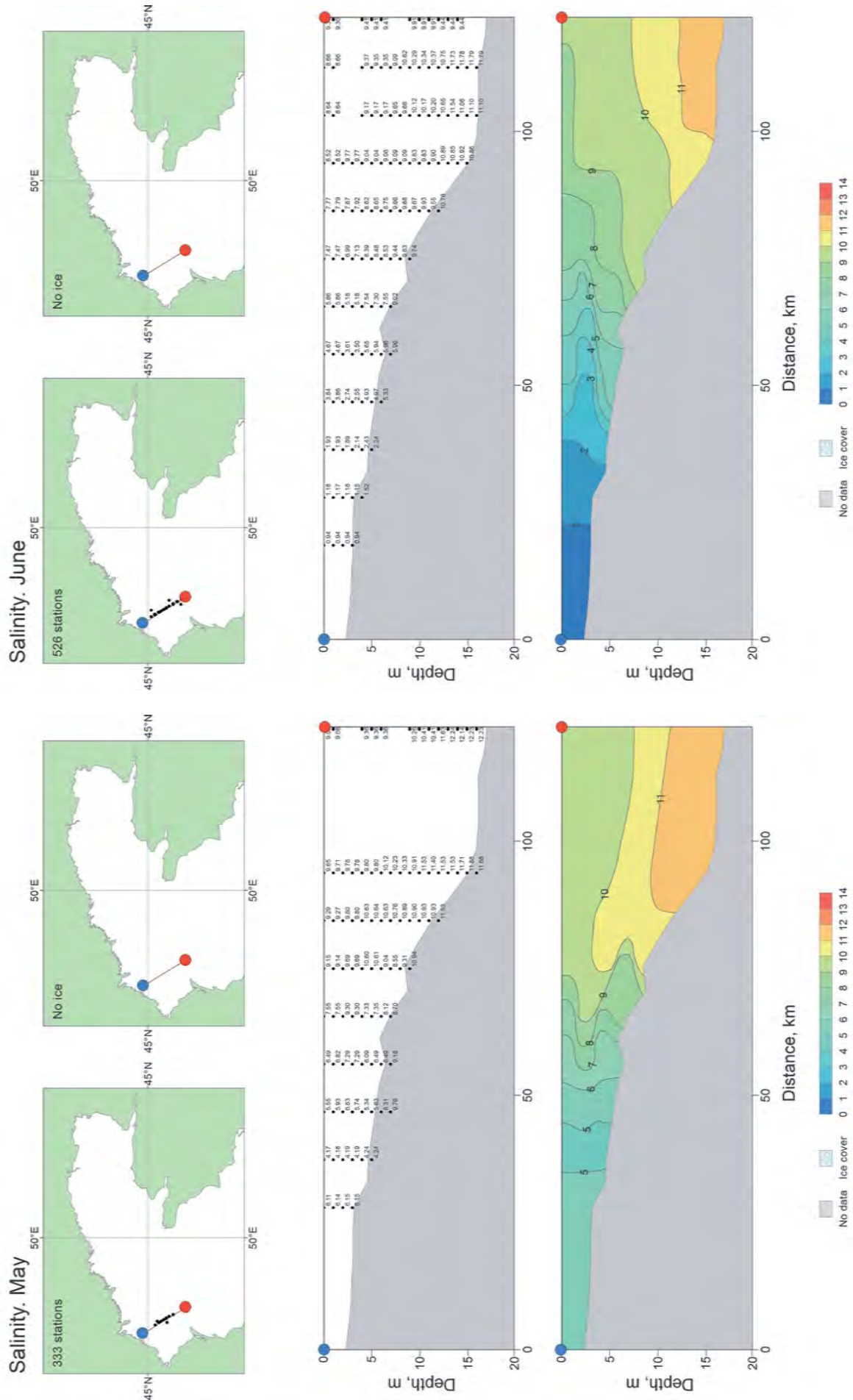


Рисунок П 233. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 3а

Рисунок П 234. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 3а

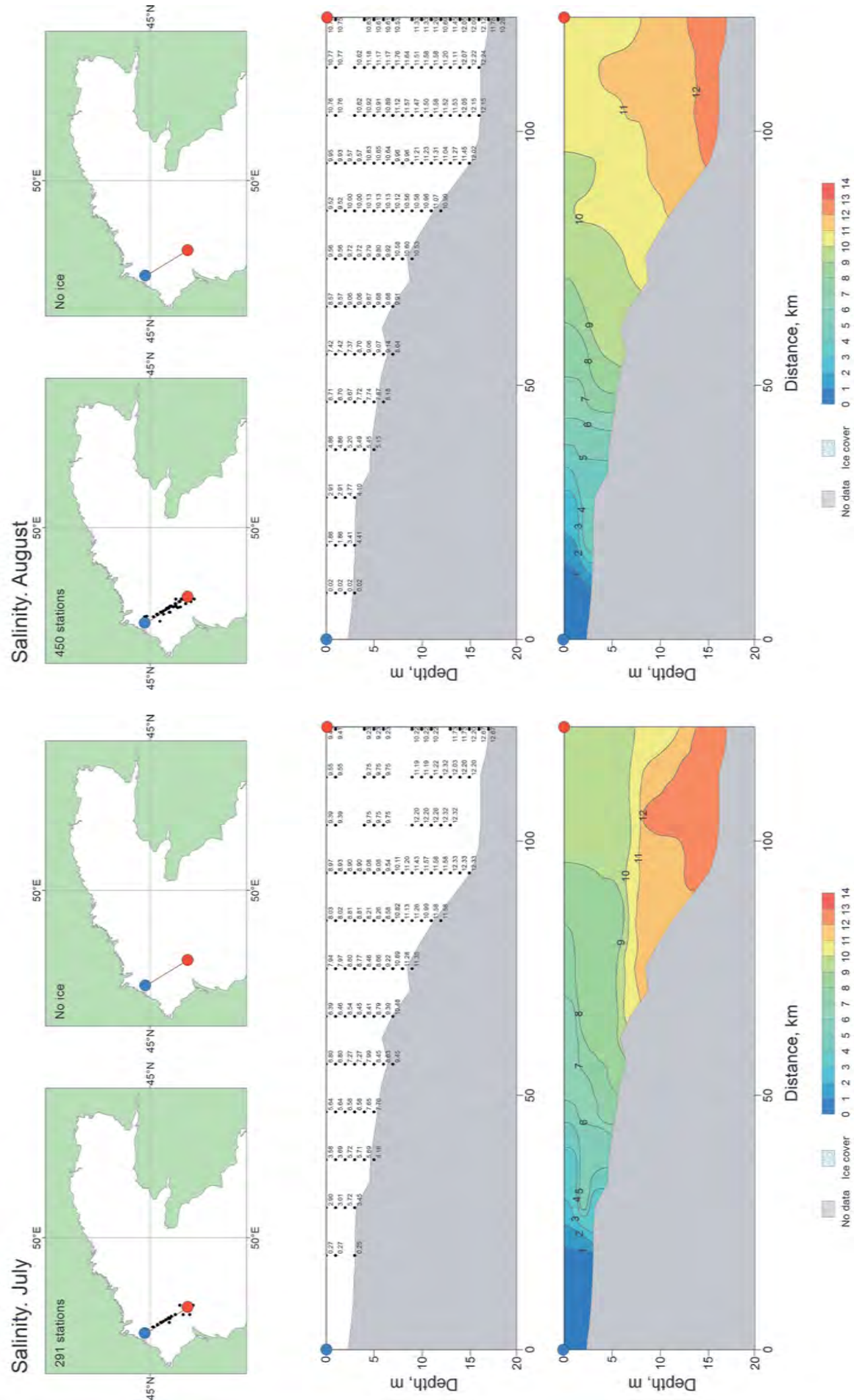


Рисунок П 235. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 3а

Рисунок П 236. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 3а

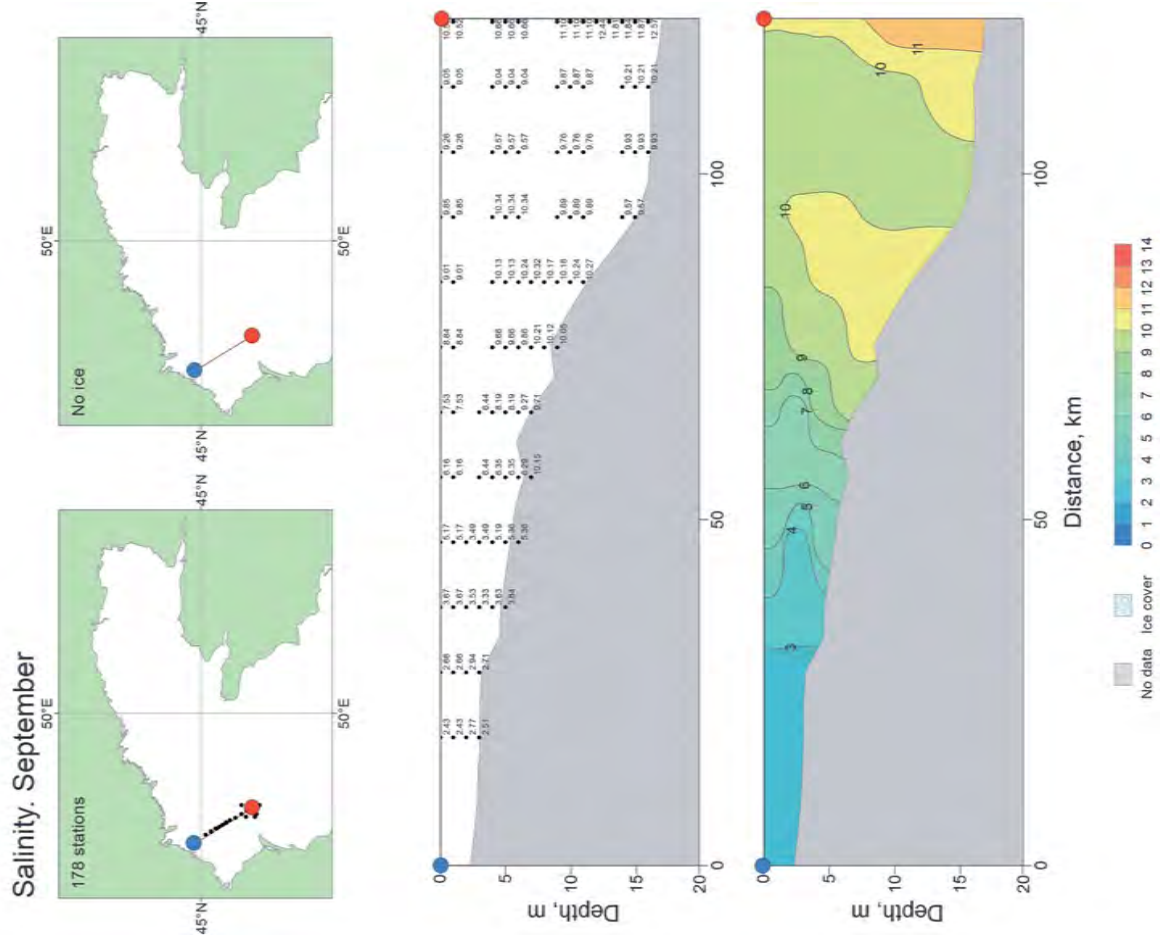


Рисунок П 237. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе За

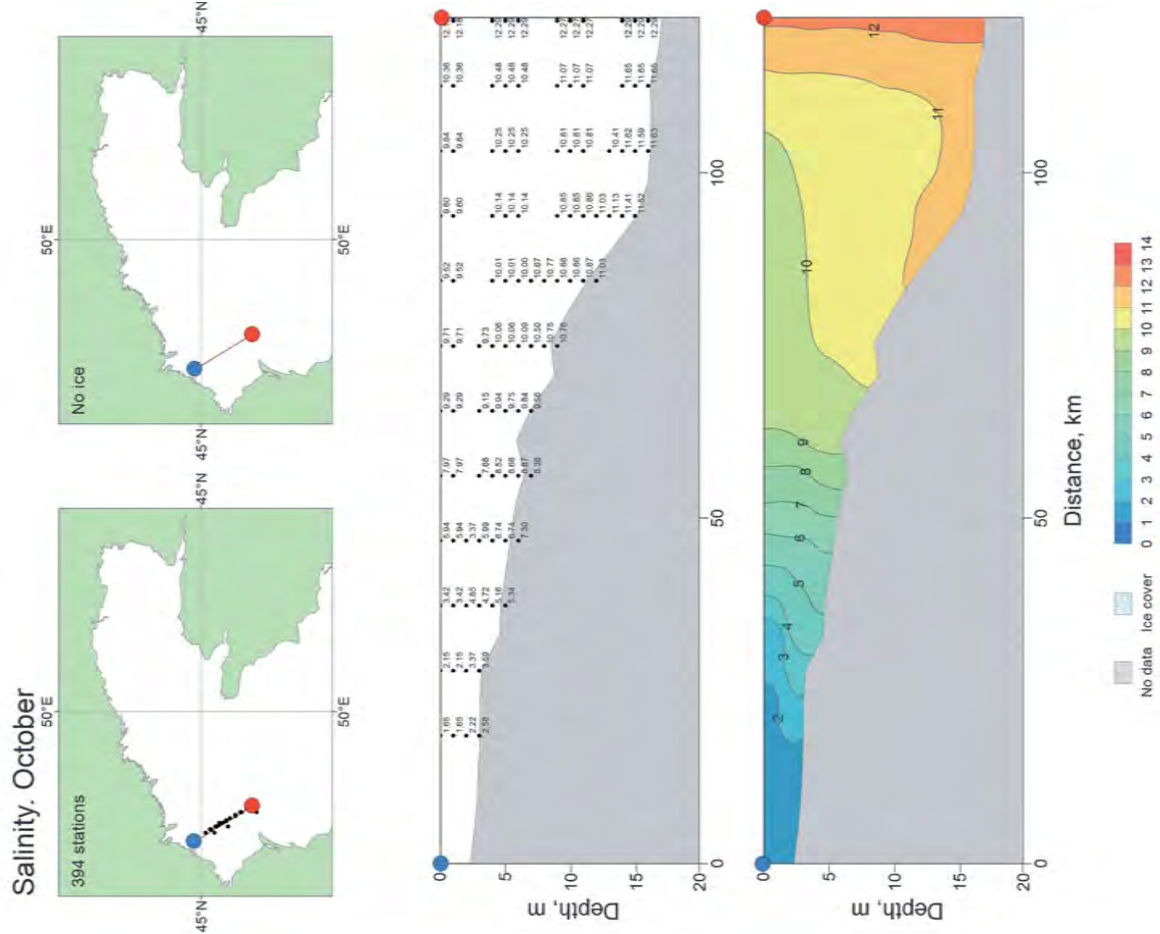


Рисунок П 238. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе За

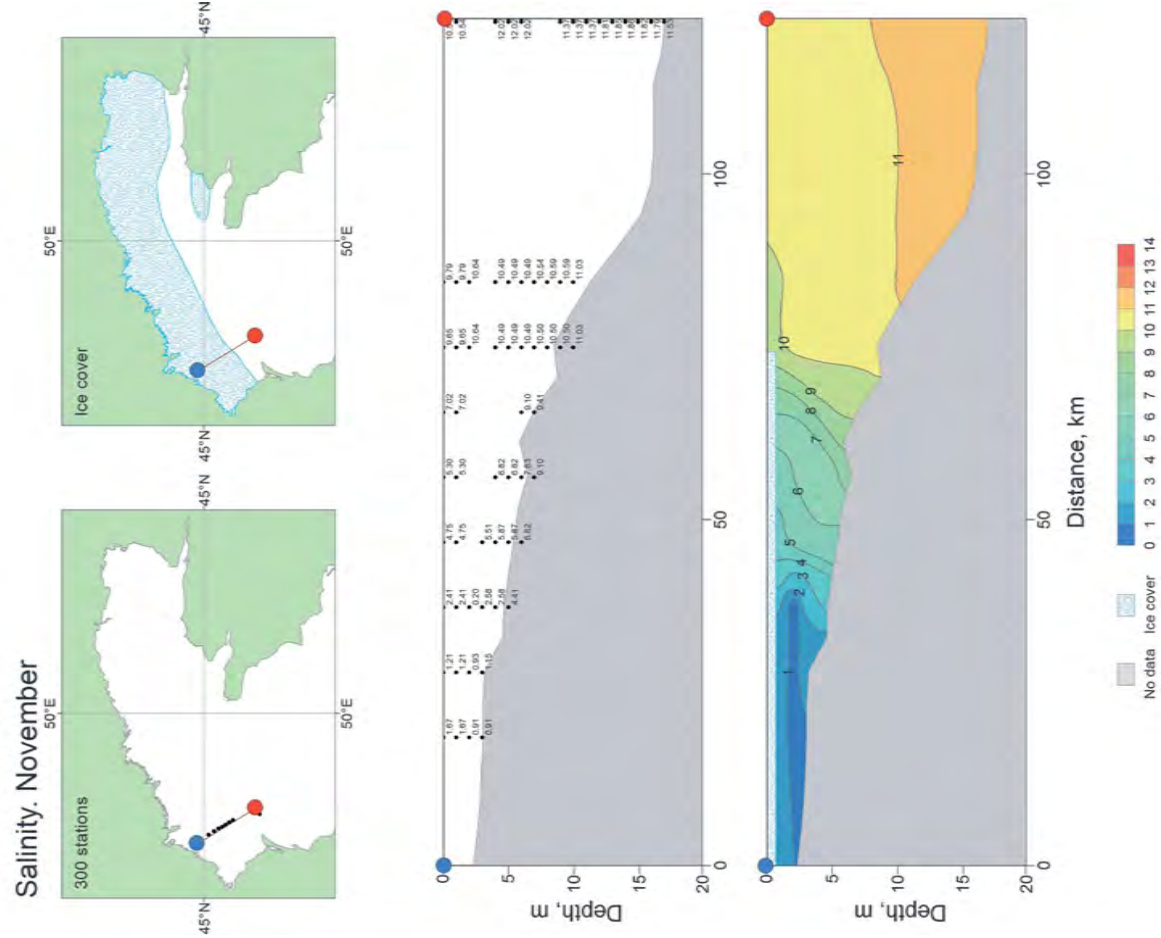


Рисунок П 239. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе За

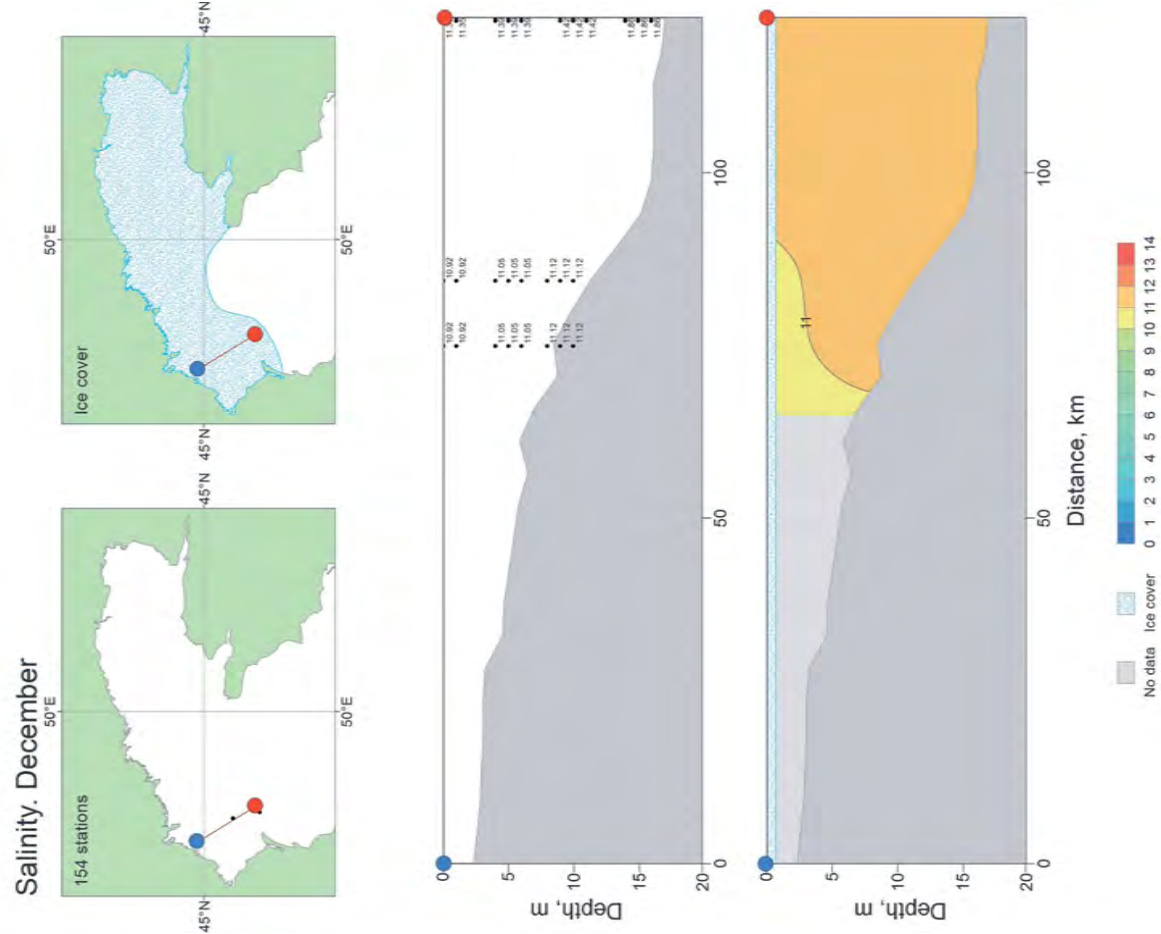
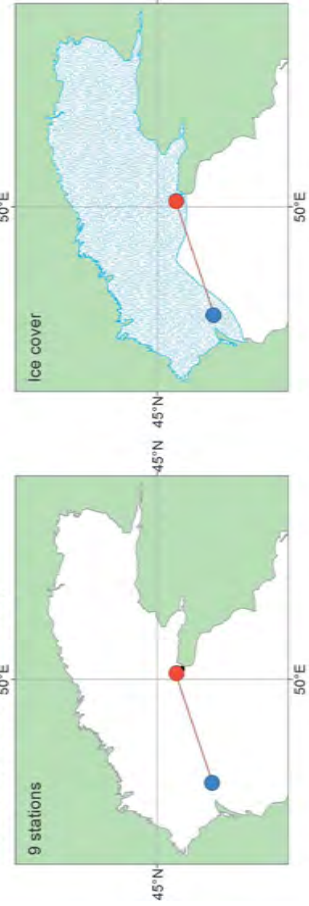


Рисунок П 240. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе За

Temperature. January



Temperature. February

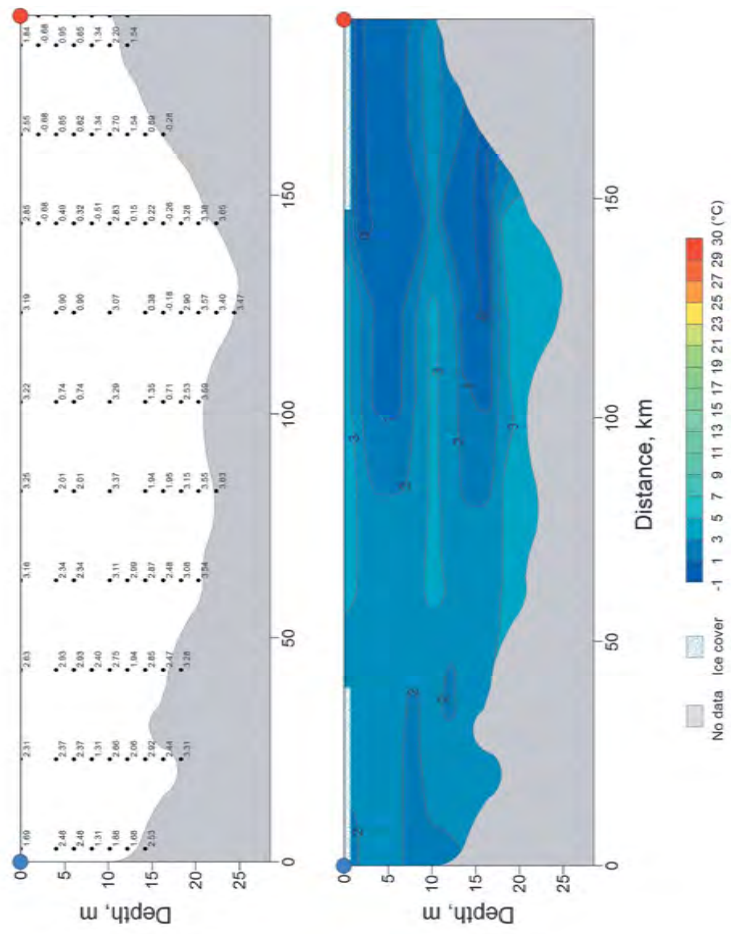
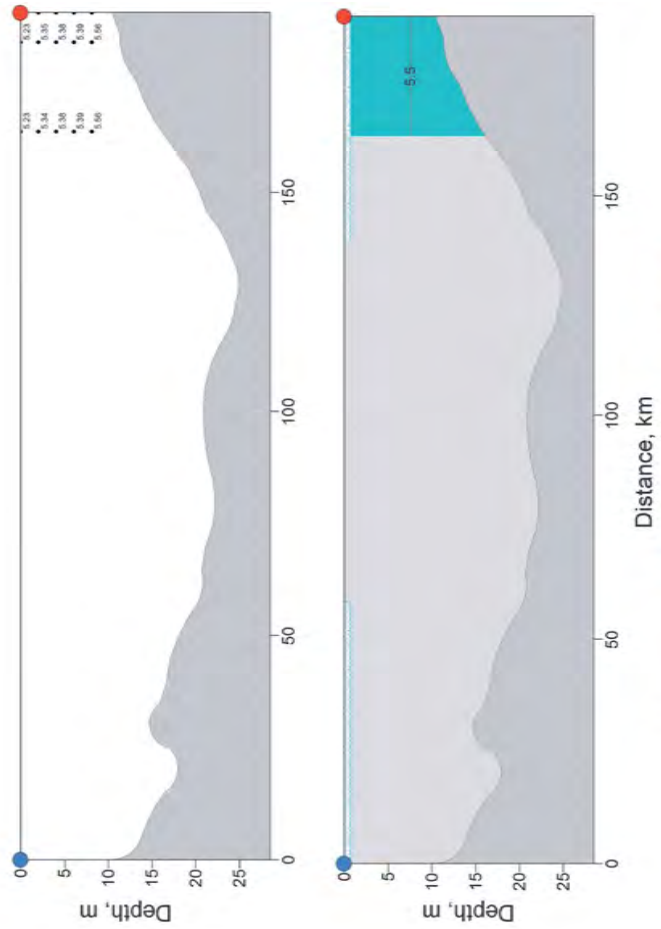
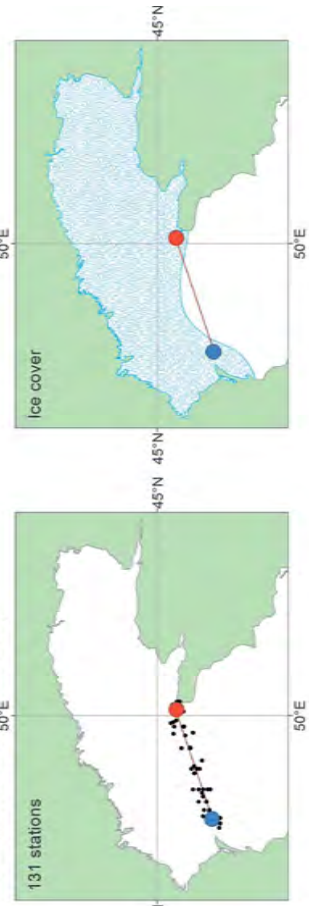
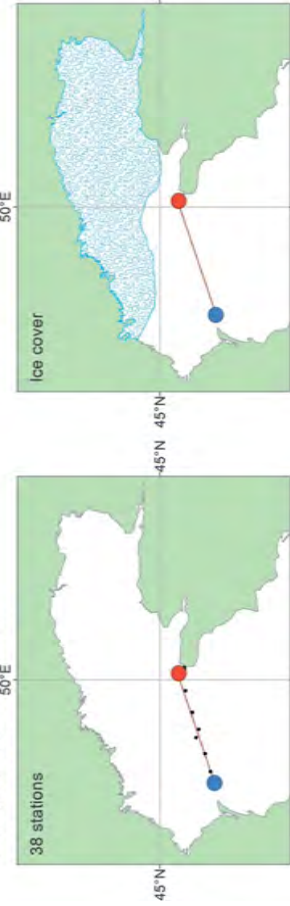


Рисунок П 241. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 4

Рисунок П 242. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 4

Temperature. March



Temperature. April

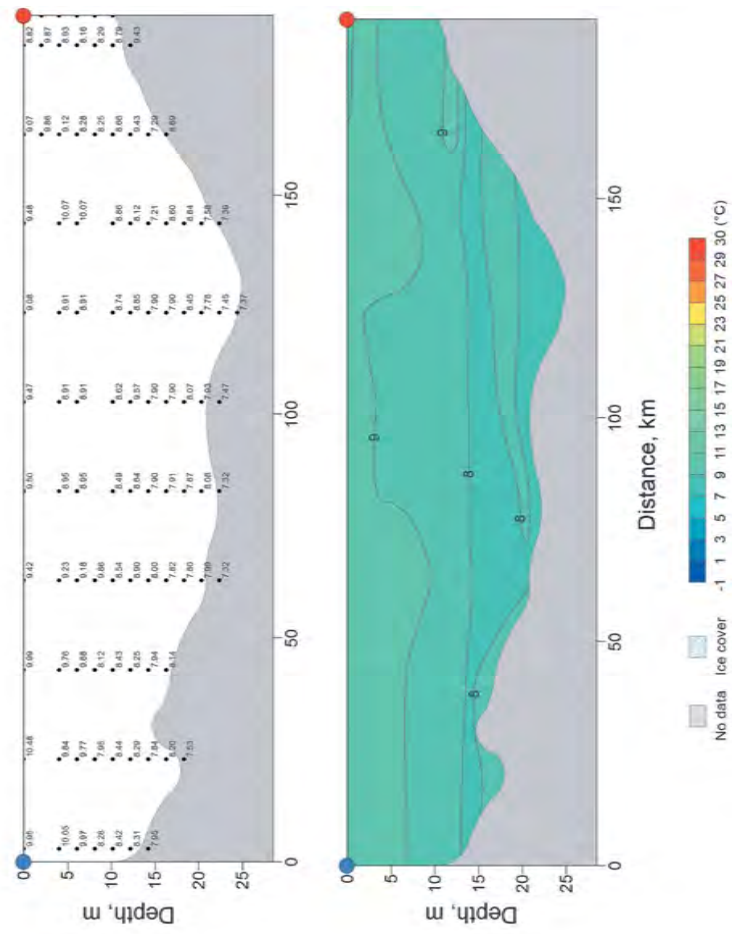
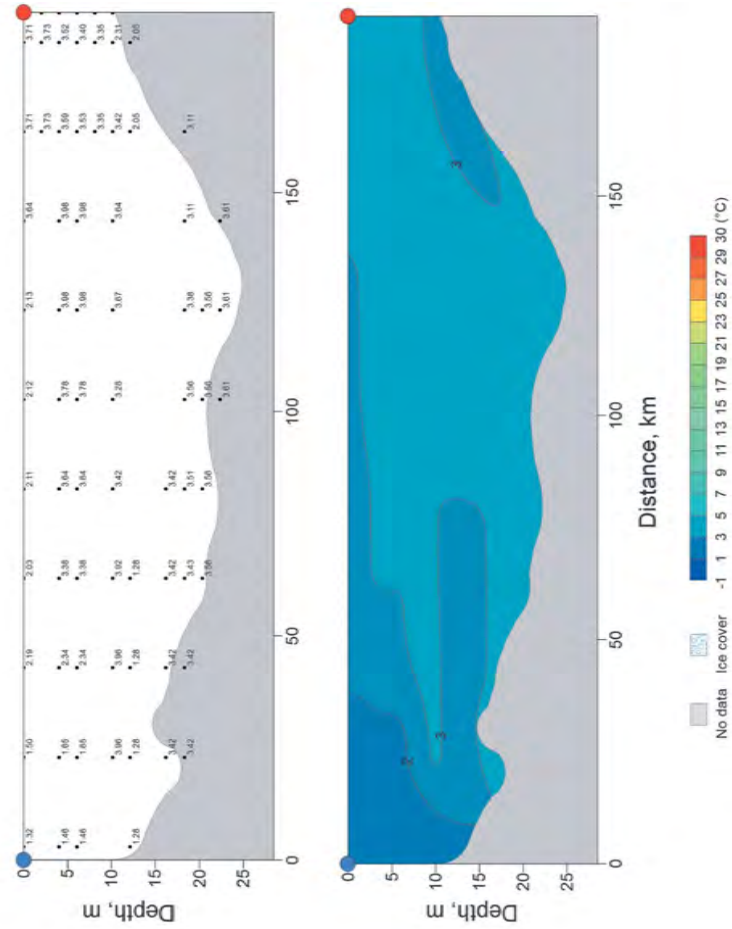
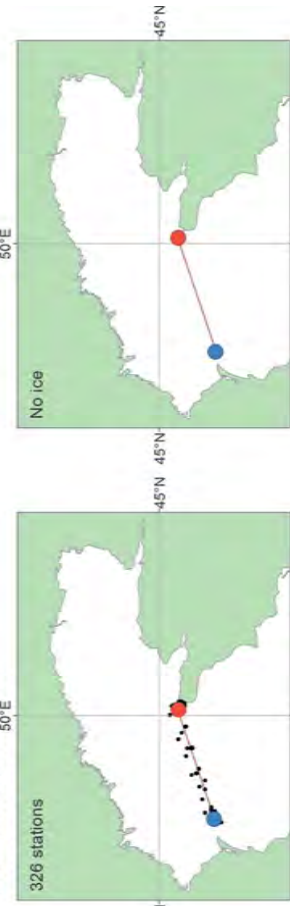


Рисунок П 243. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 4

Рисунок П 244. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 4

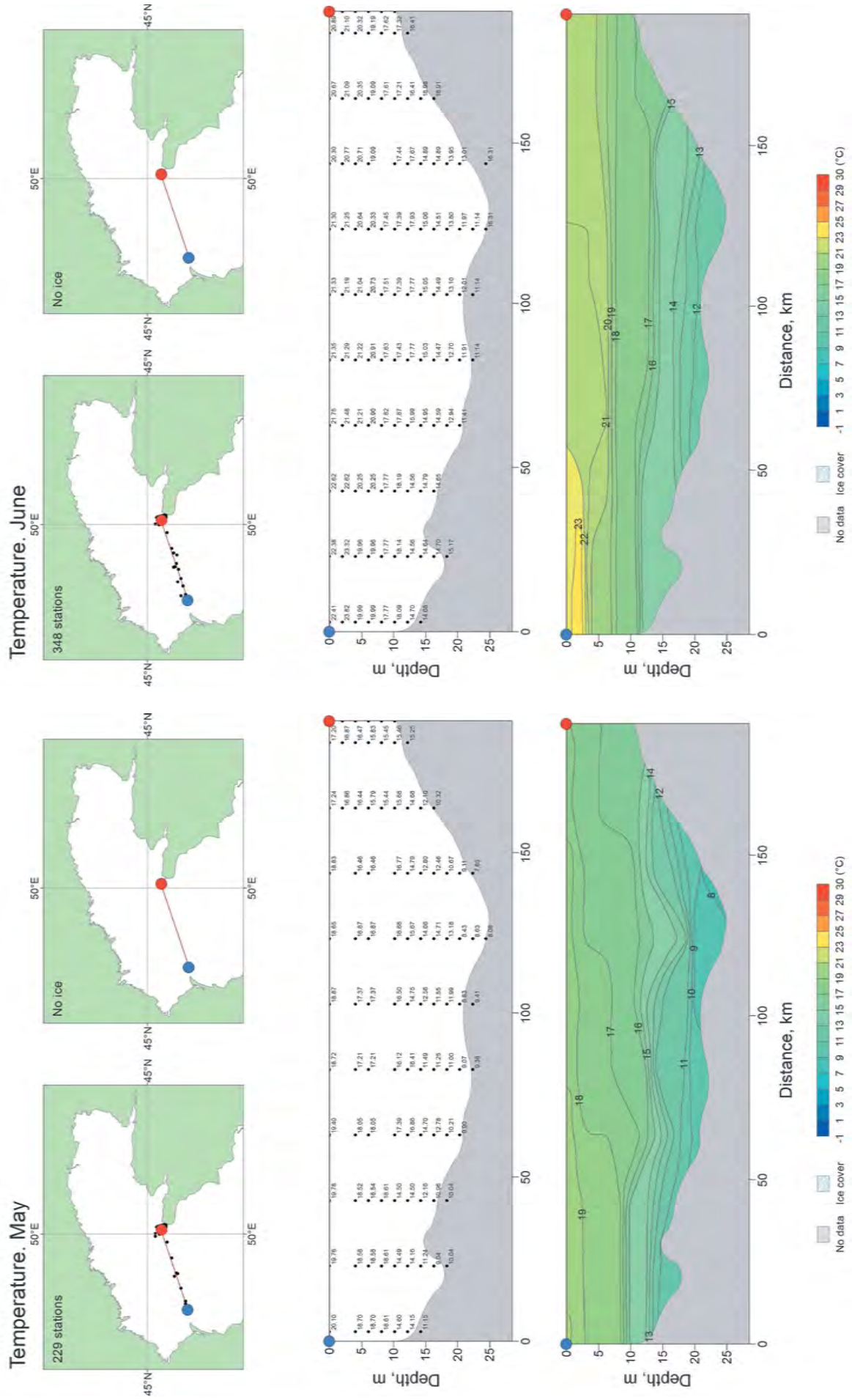


Рисунок П 245. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 4

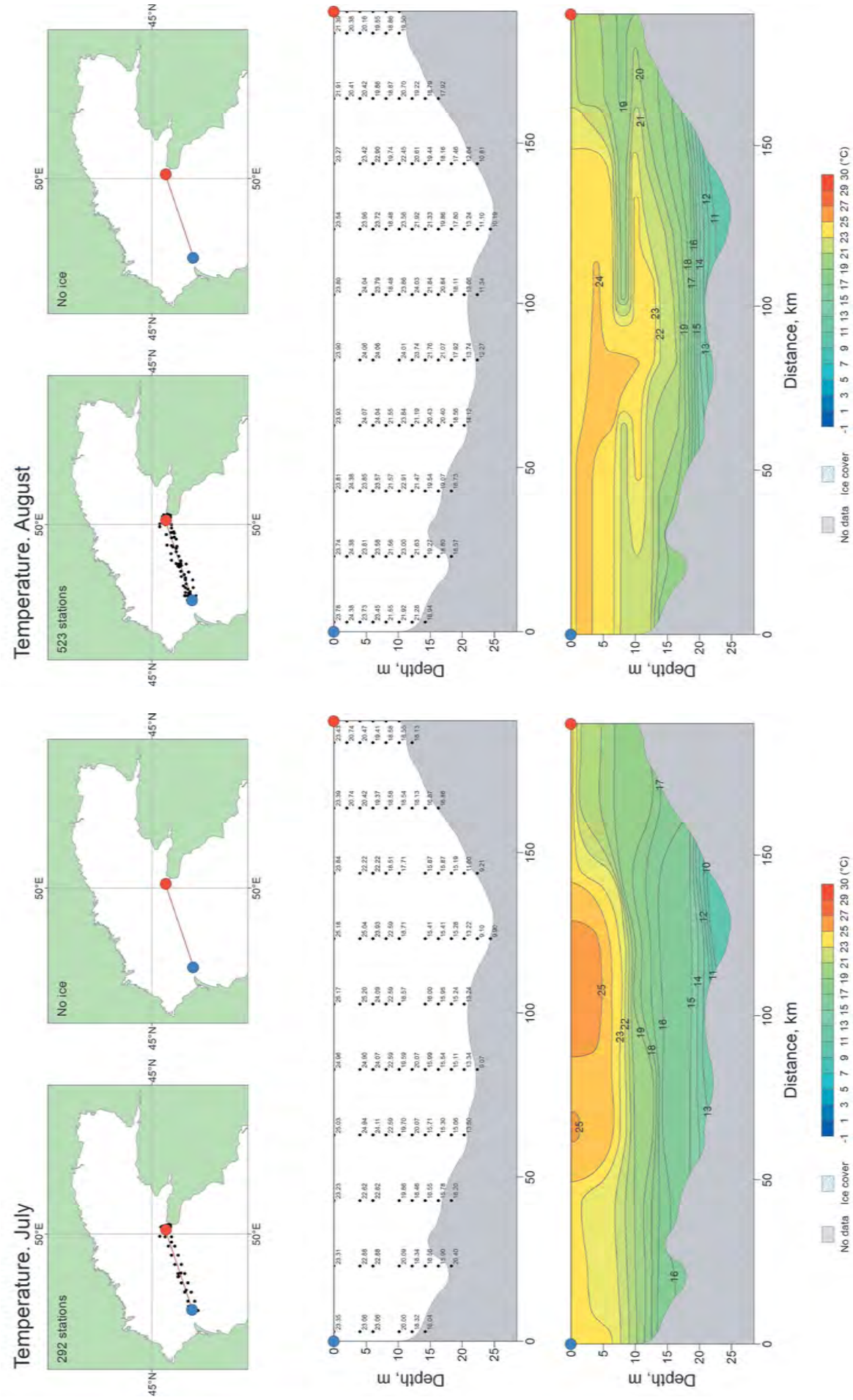


Рисунок П 247. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 4

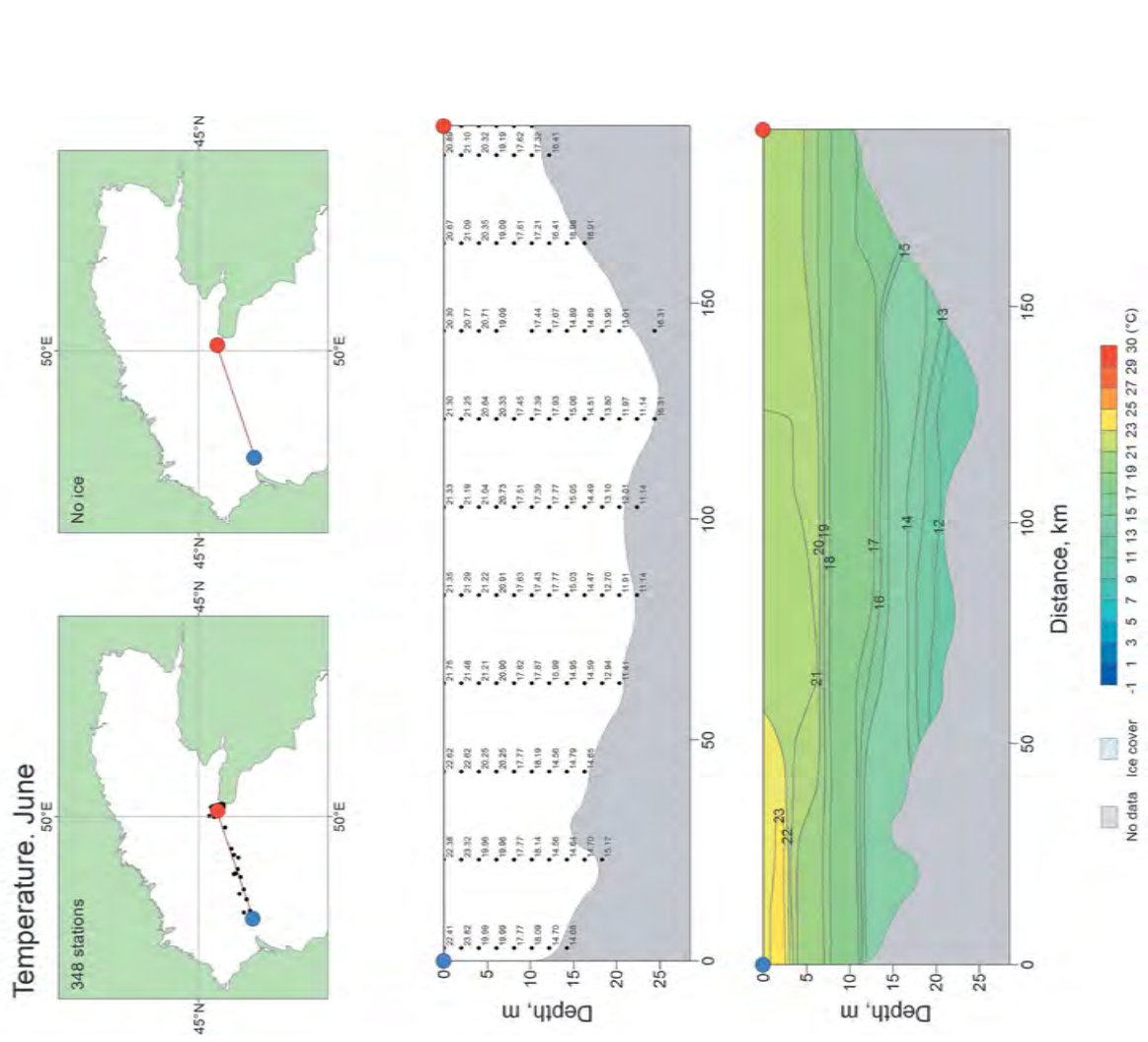


Рисунок П 246. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 4

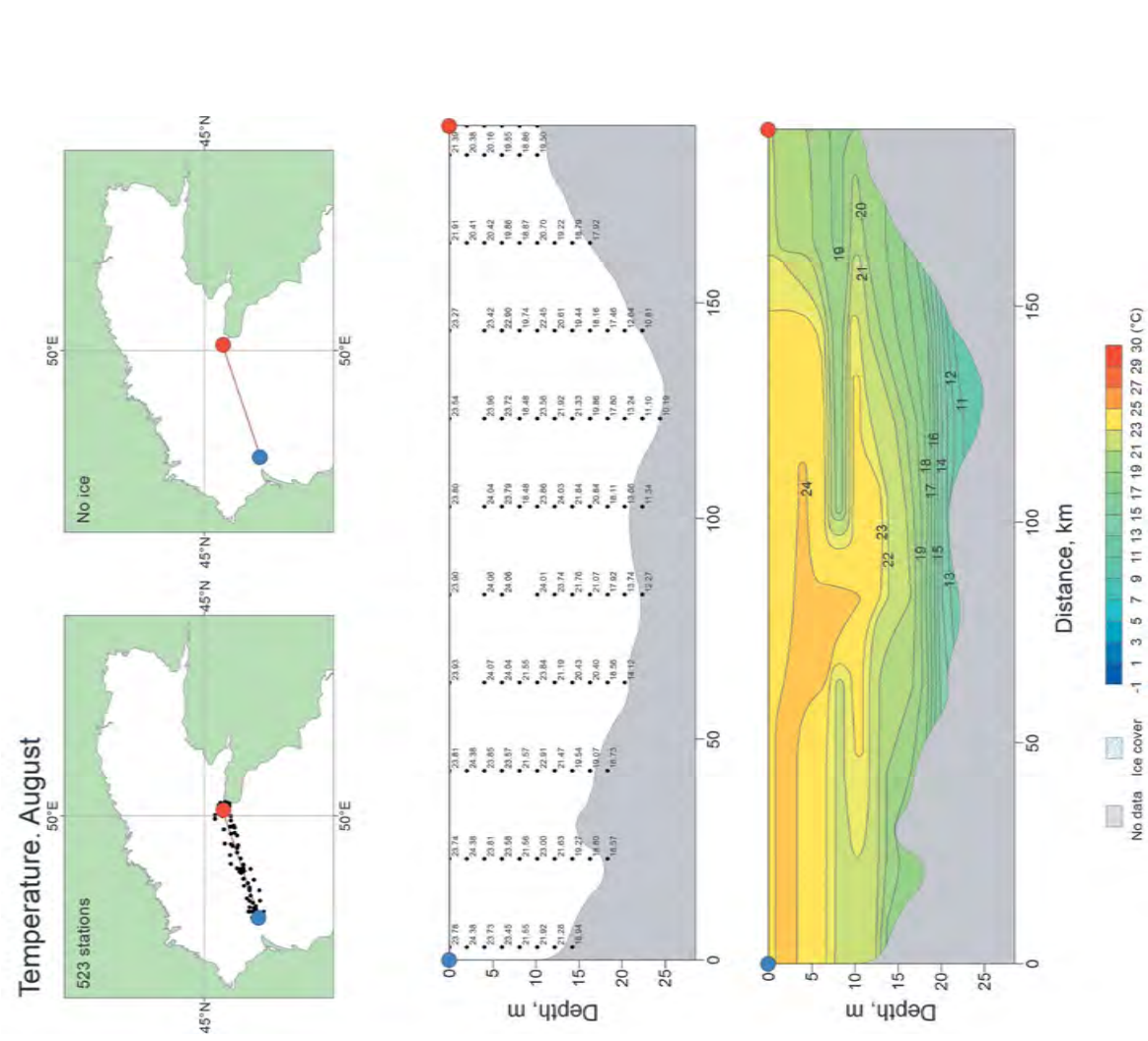


Рисунок П 248. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 4

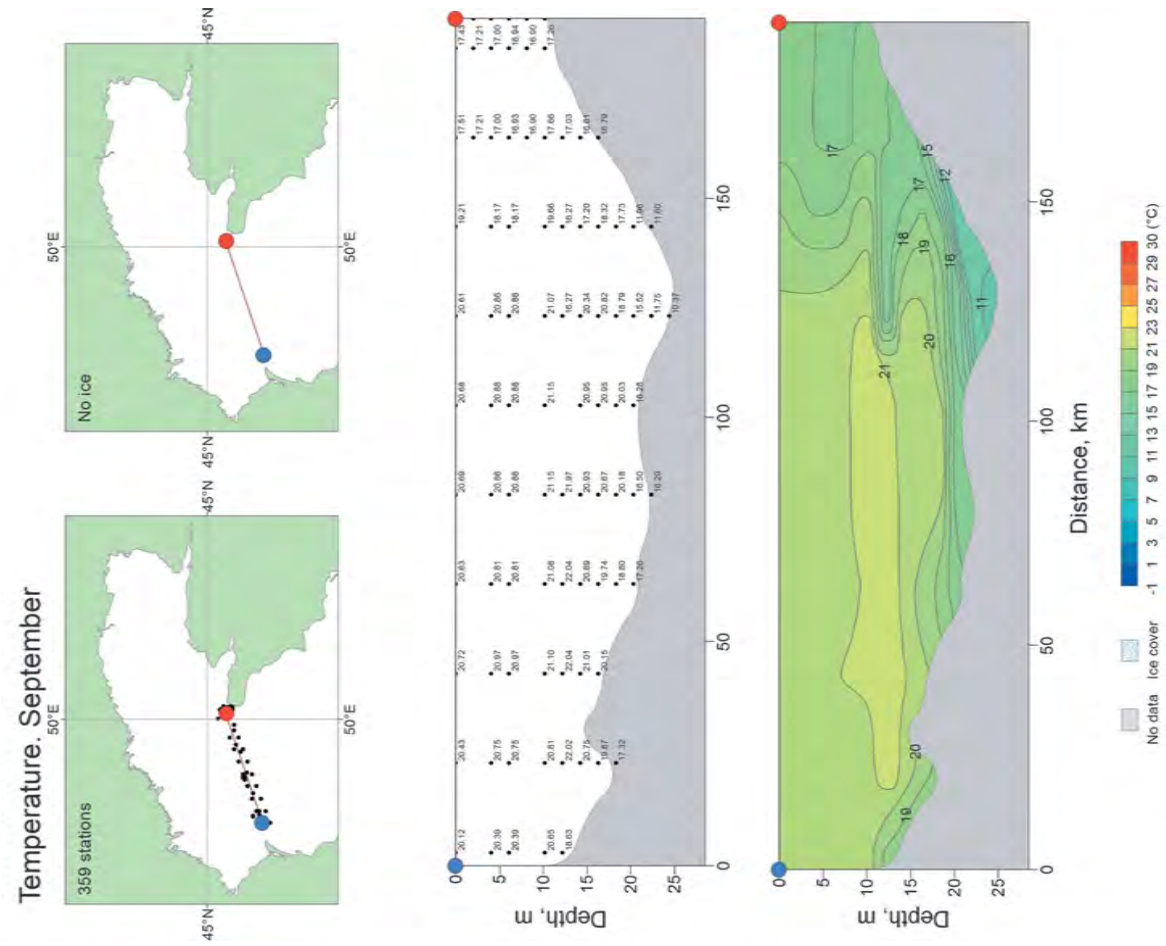


Рисунок П 249. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 4

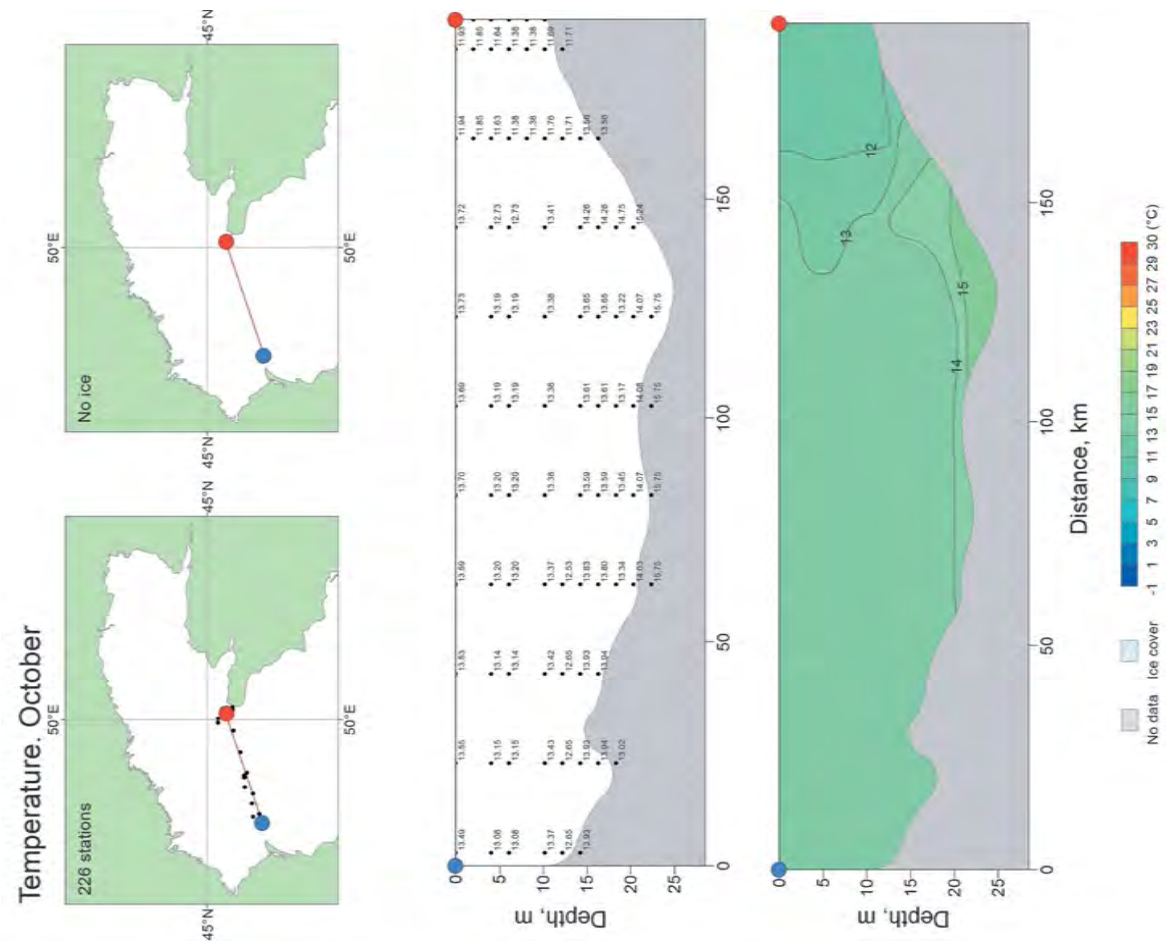


Рисунок П 250. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 4

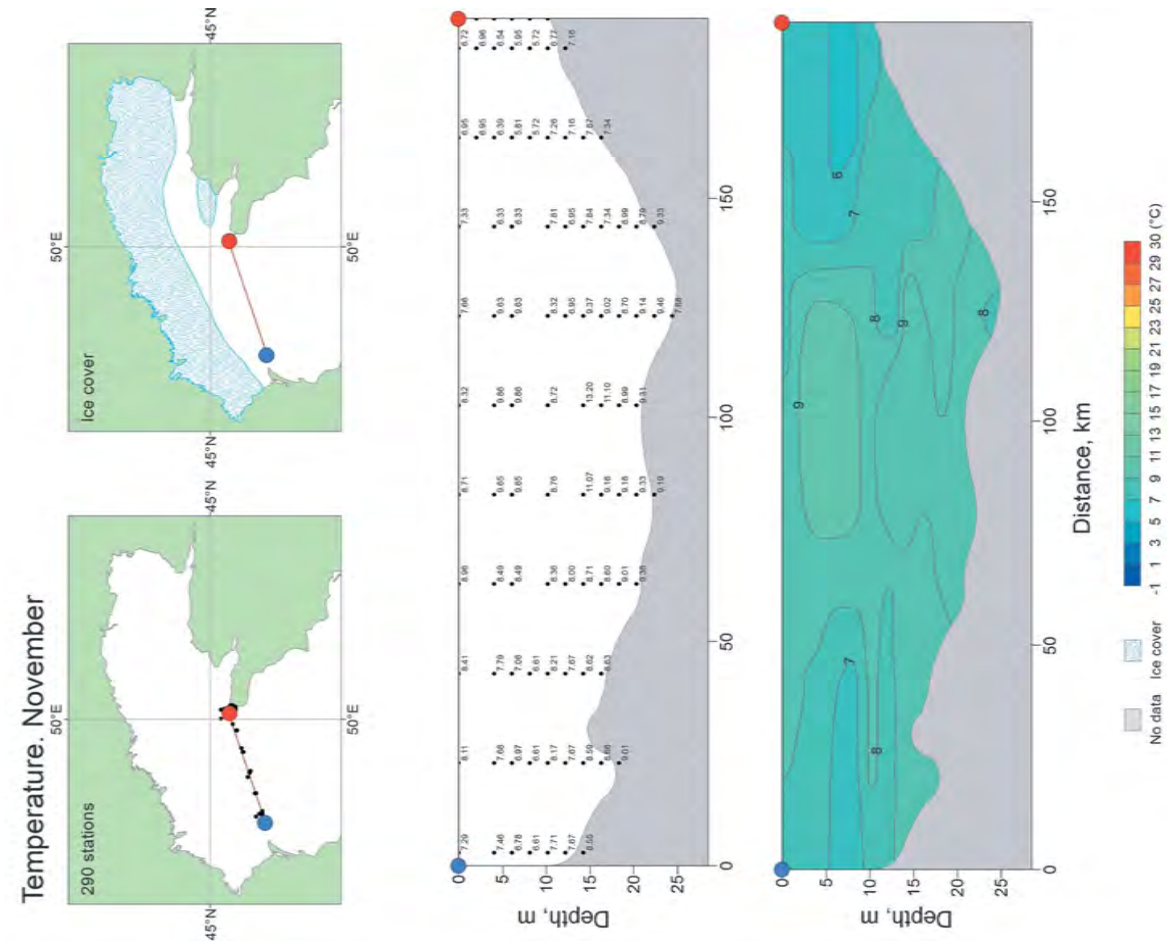


Рисунок П 251. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 4

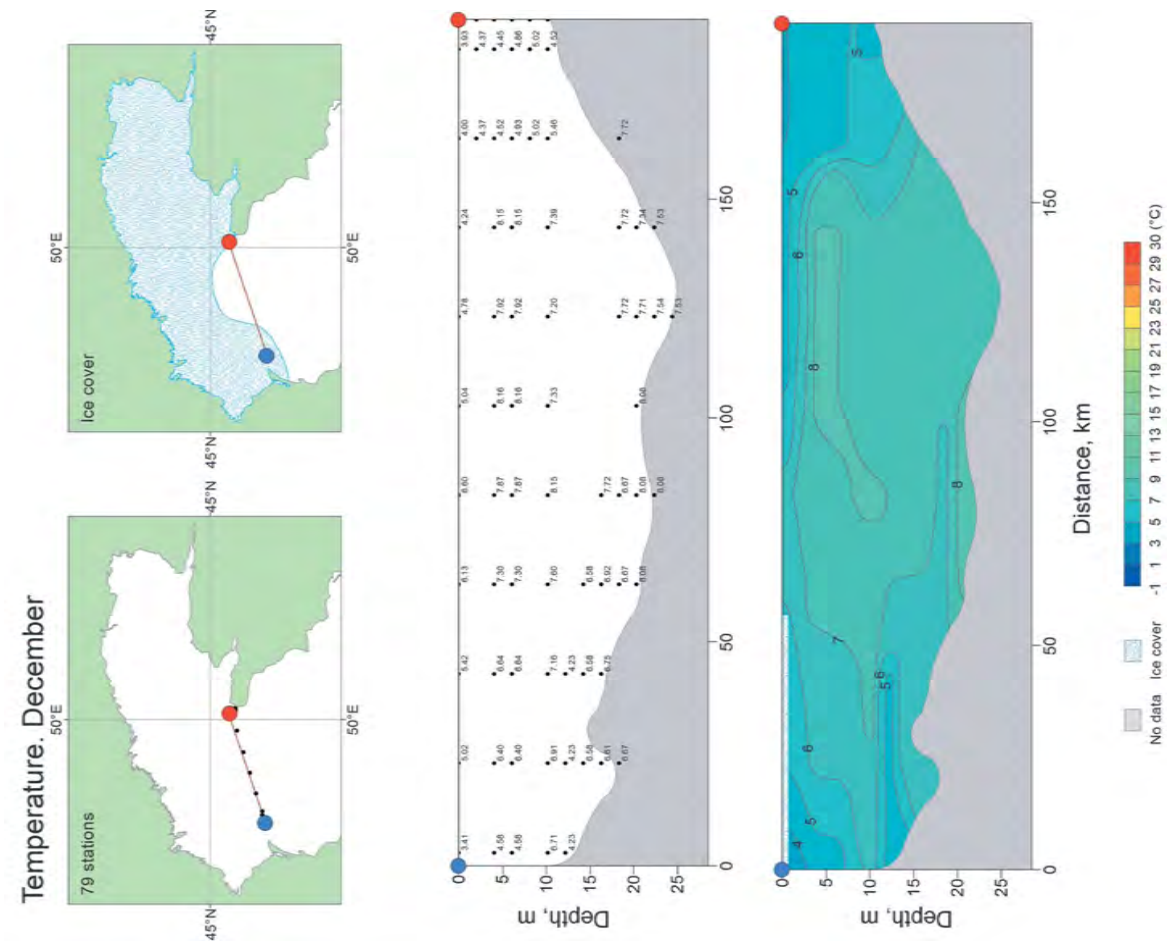


Рисунок П 252. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 4

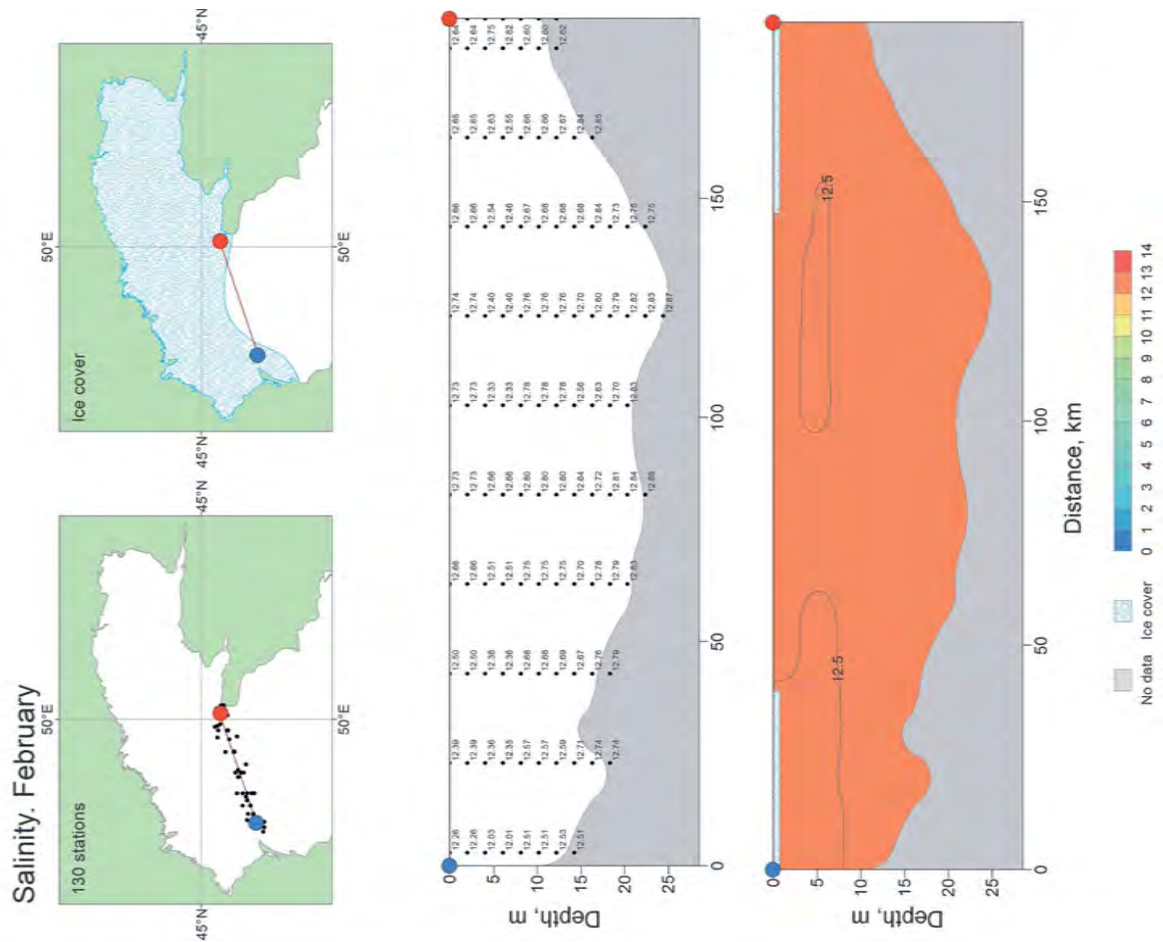


Рисунок П 253. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в январе на разрезе 4

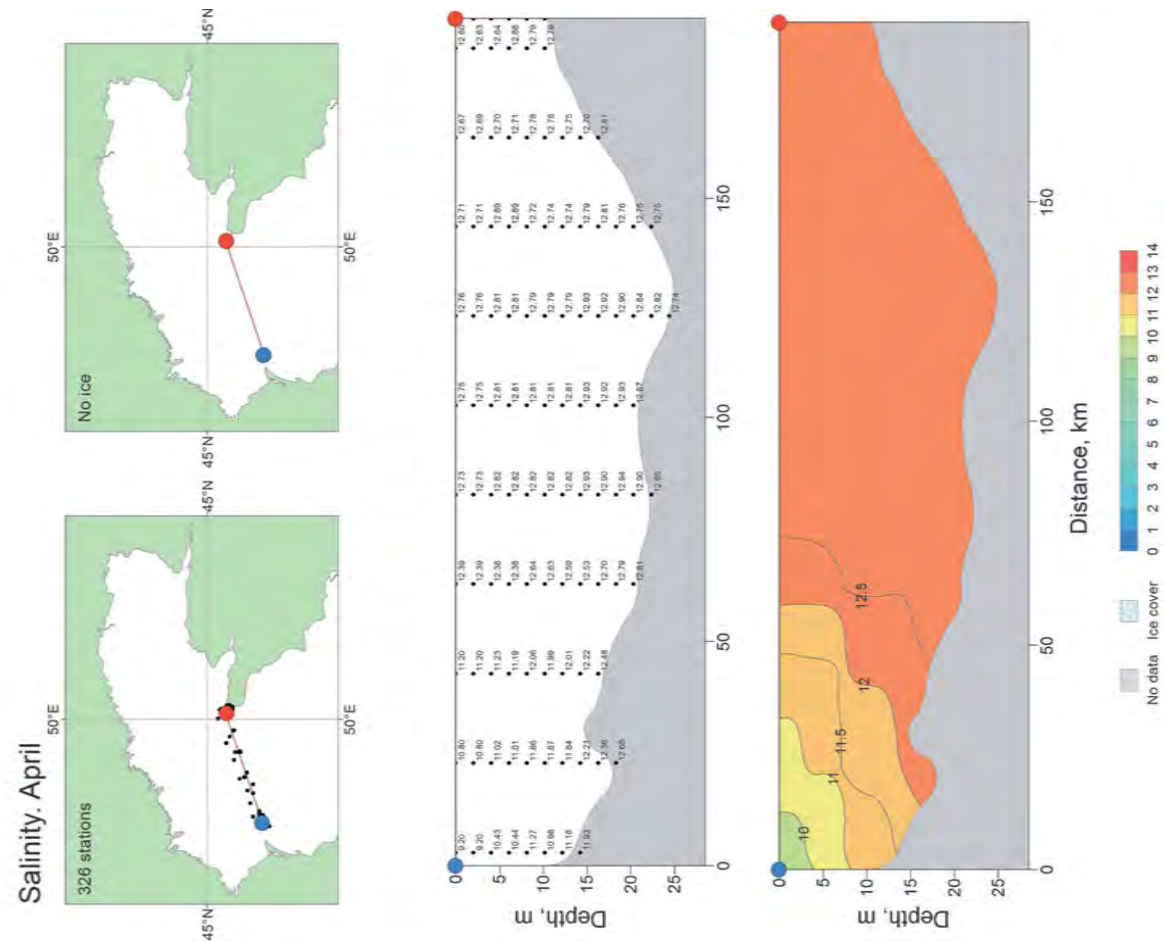


Рисунок П 255. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 4

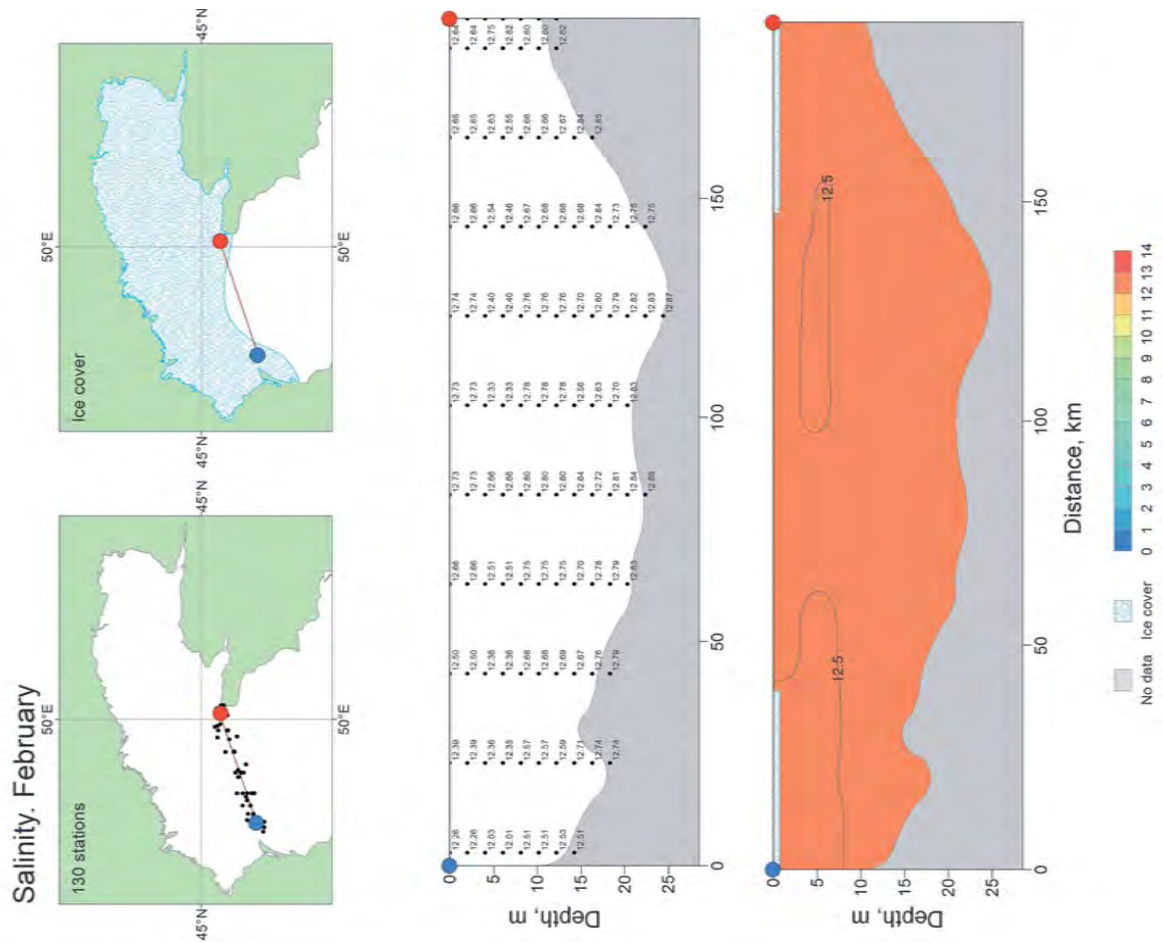


Рисунок П 254. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 4

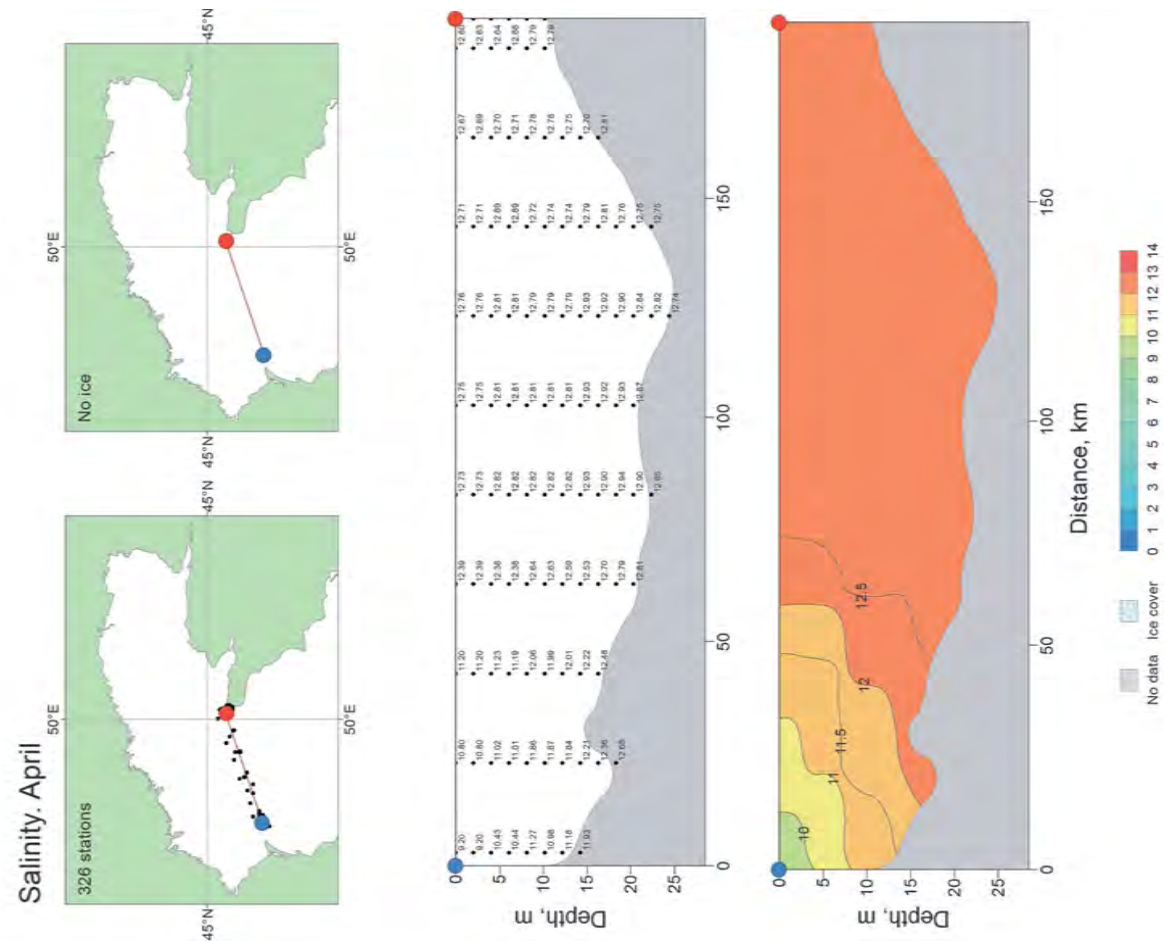


Рисунок П 256. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 4

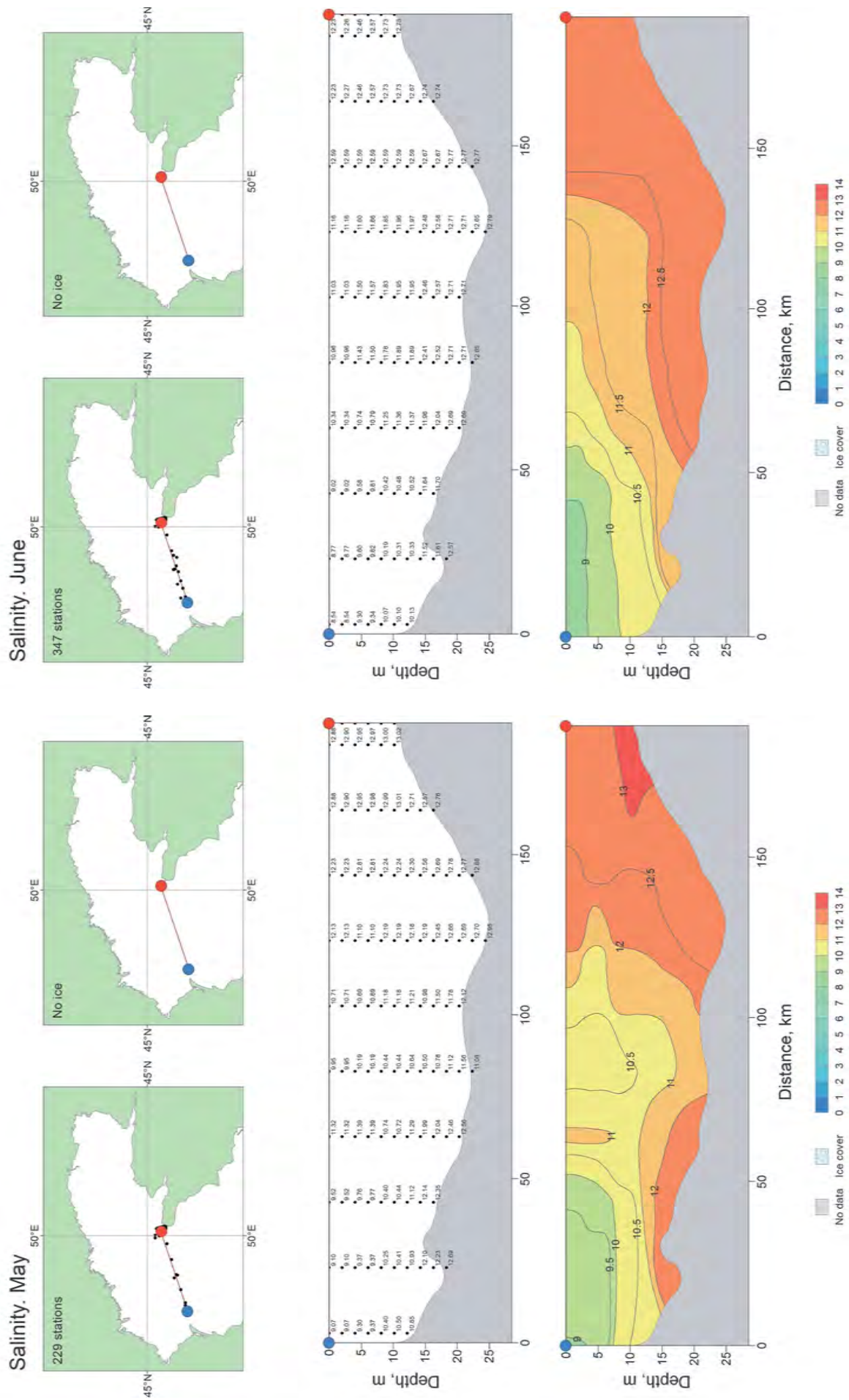


Рисунок П 257. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 4

Рисунок П 258. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 4

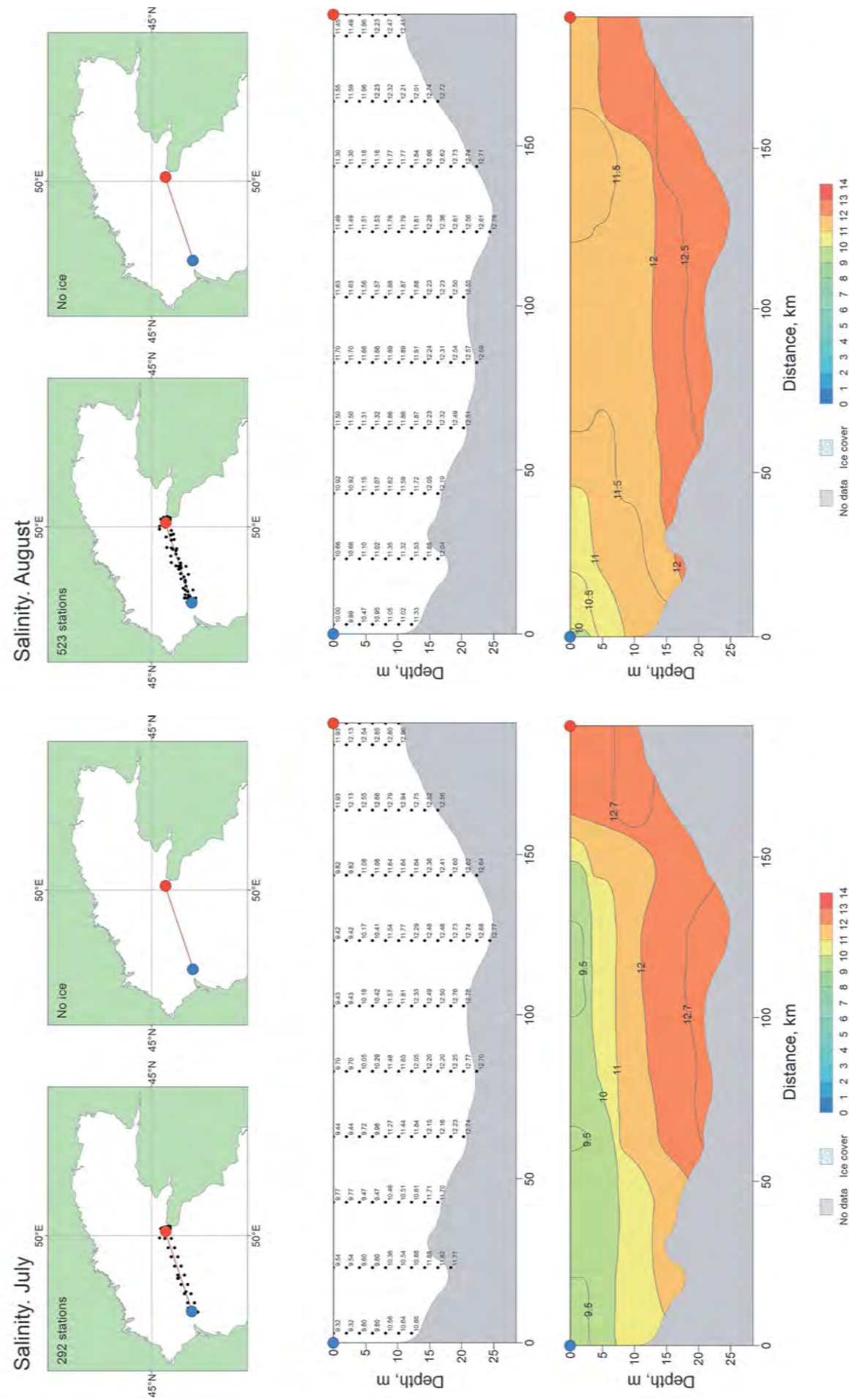


Рисунок П 259. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 4

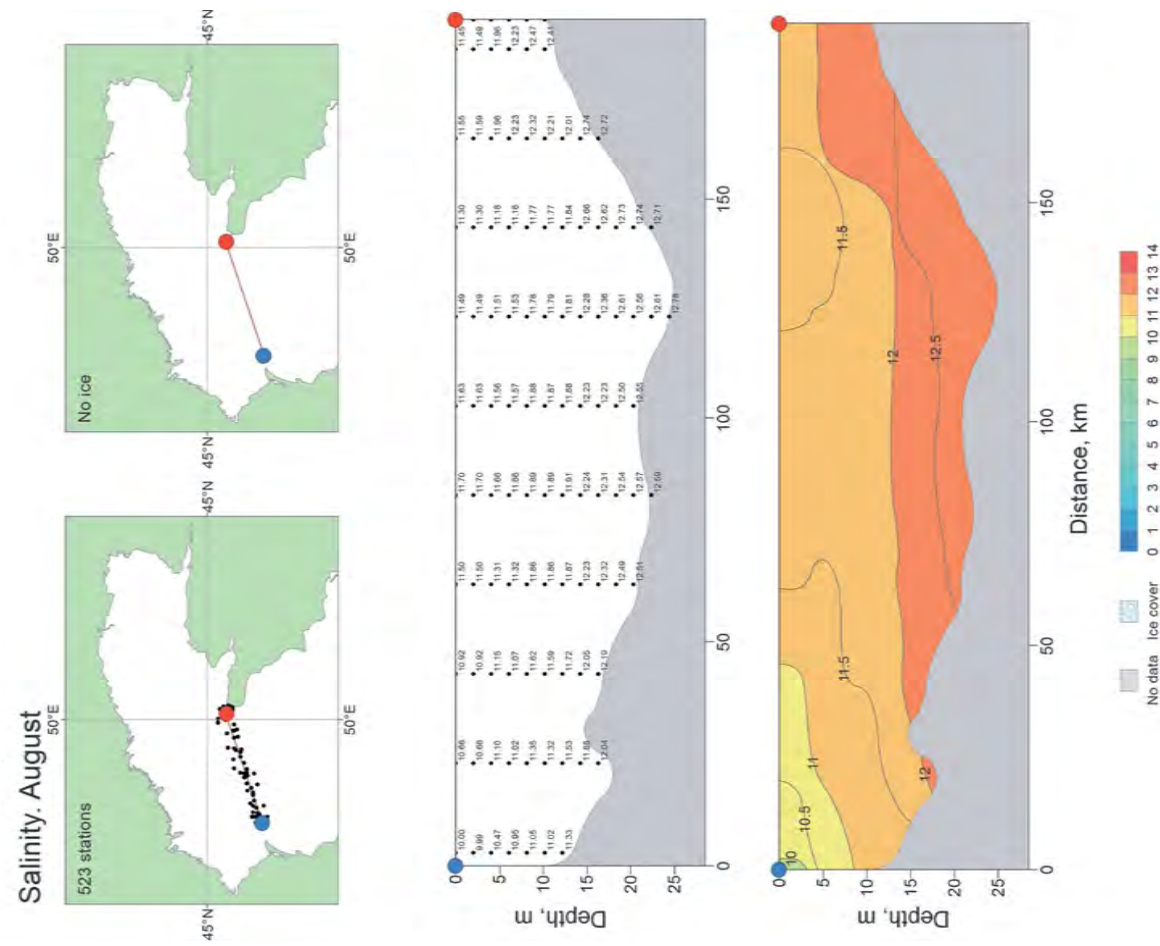


Рисунок П 260. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 4

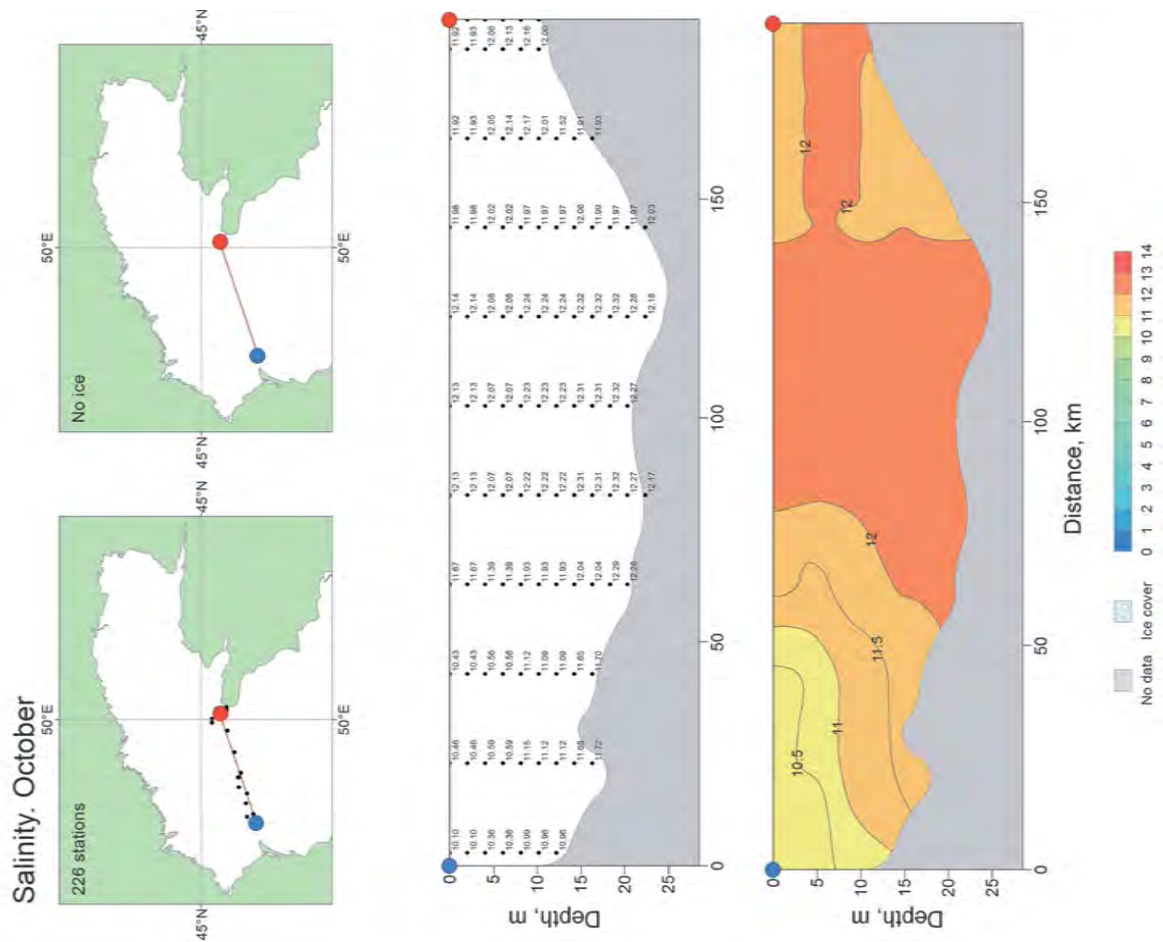


Рисунок П 262. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 4

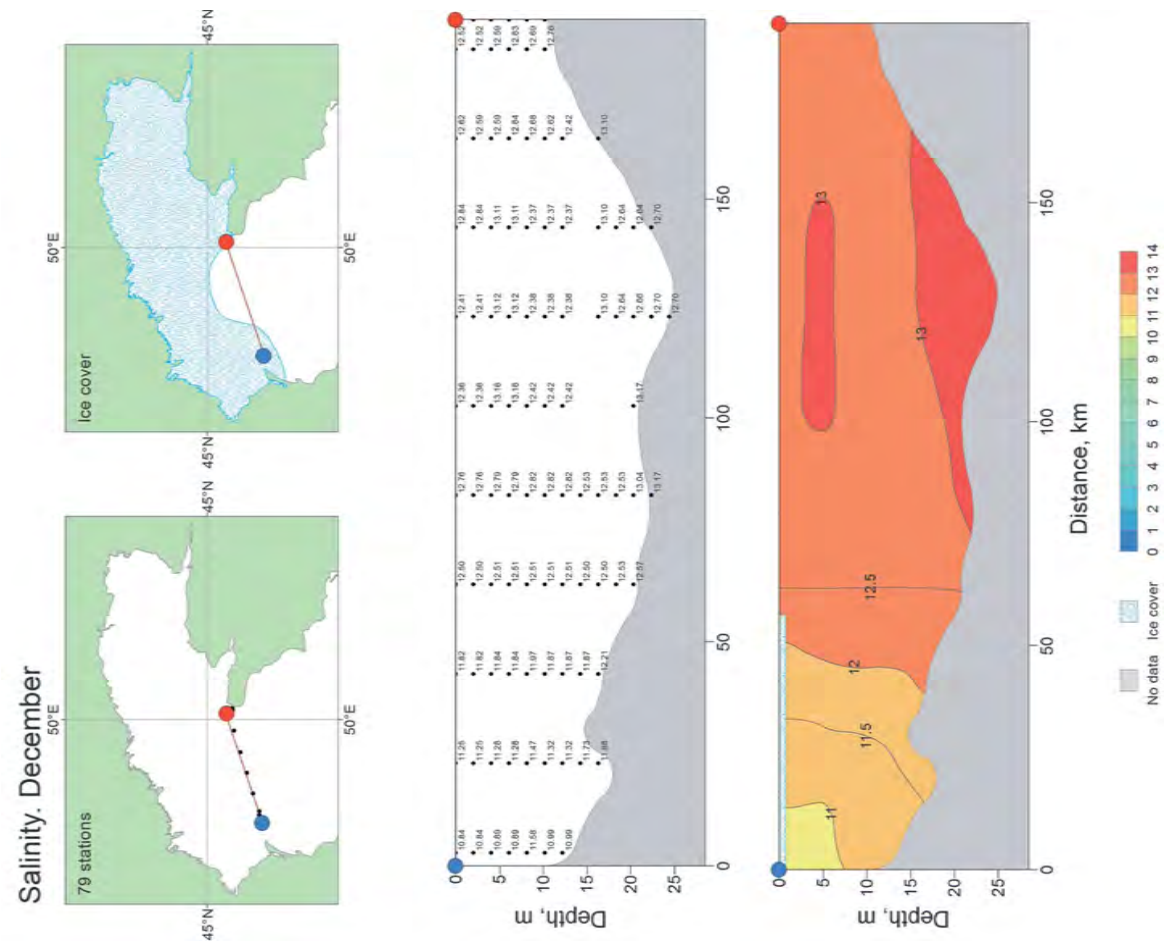


Рисунок П 264. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 4

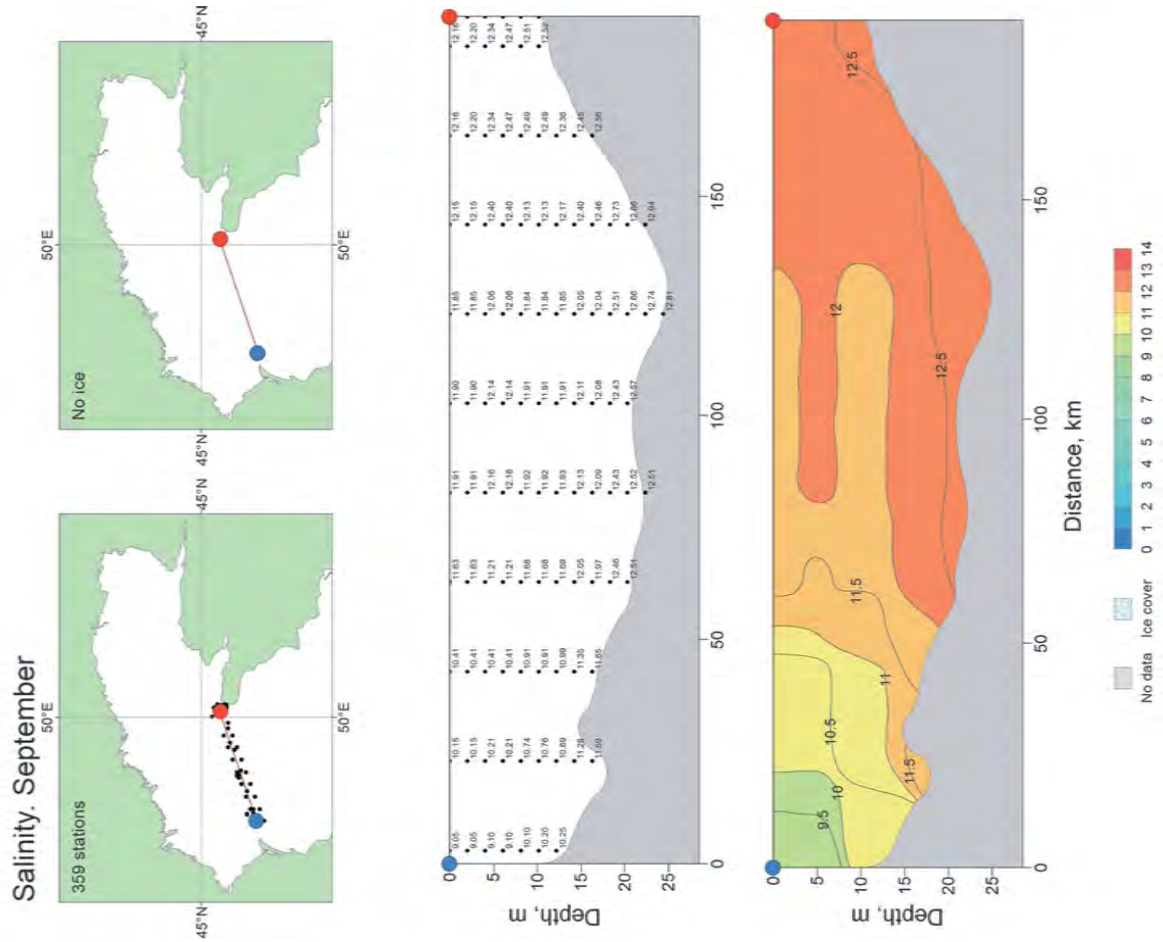


Рисунок П 261. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 4

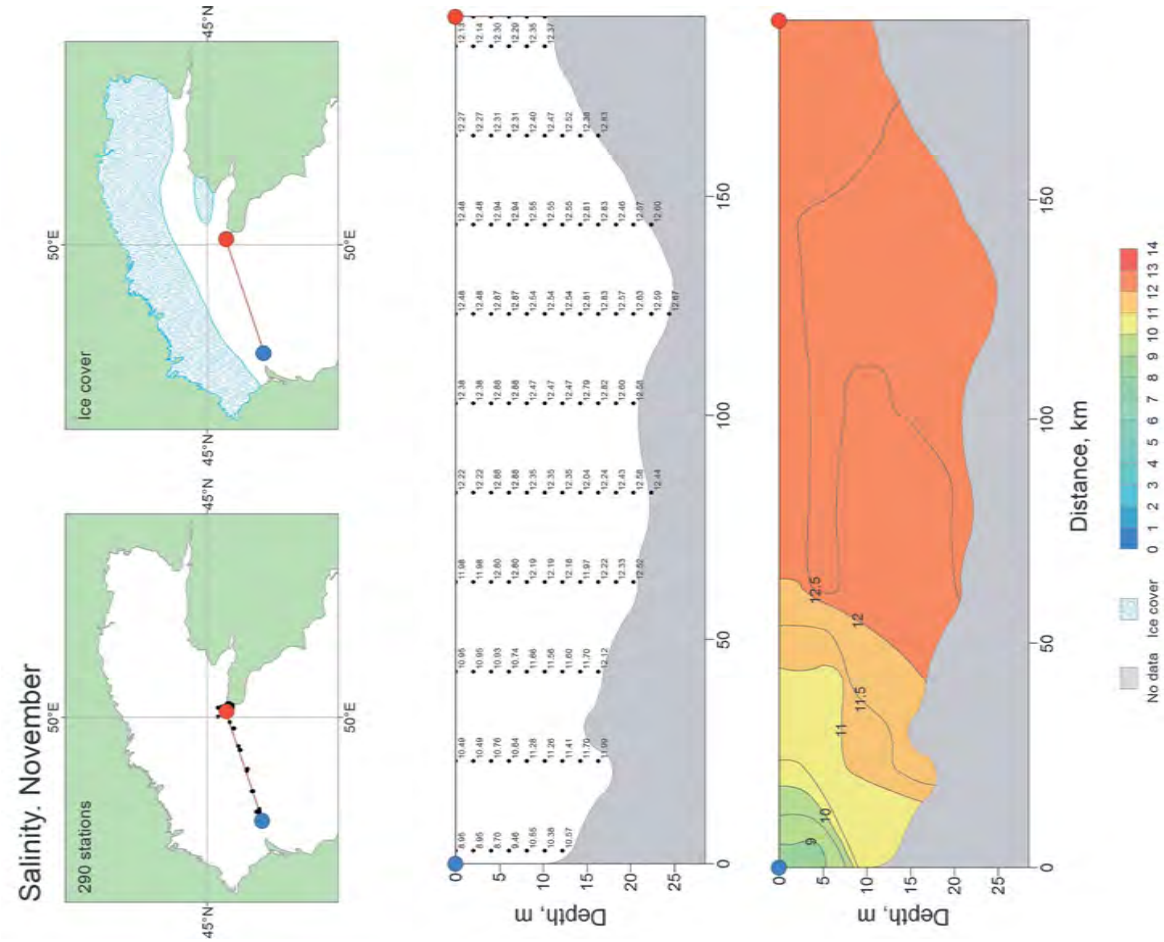
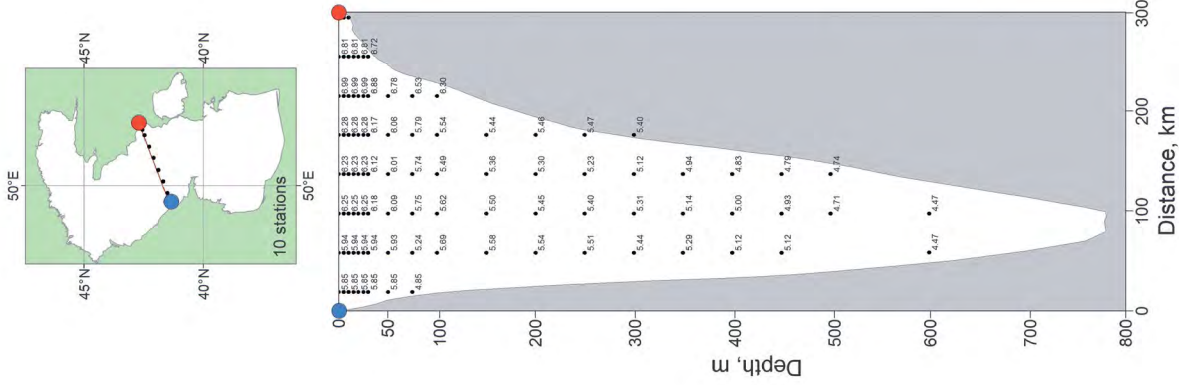


Рисунок П 263. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 4

Temperature. January



Temperature. February

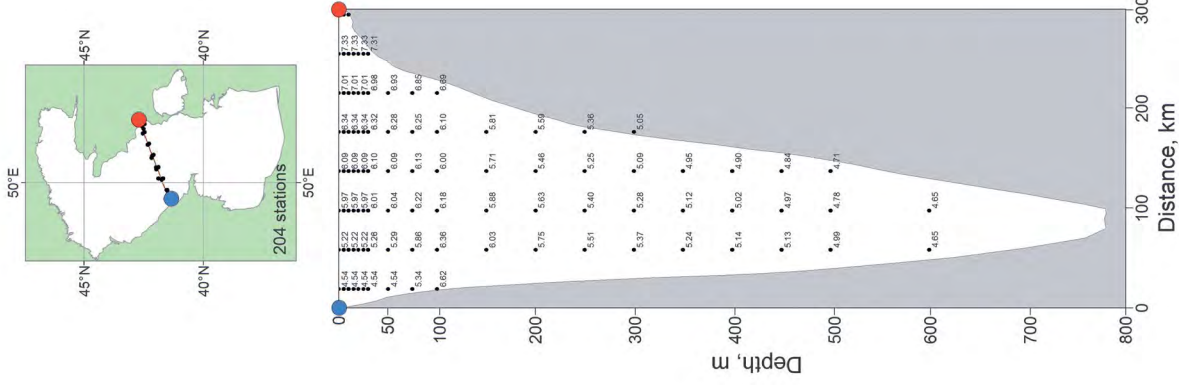
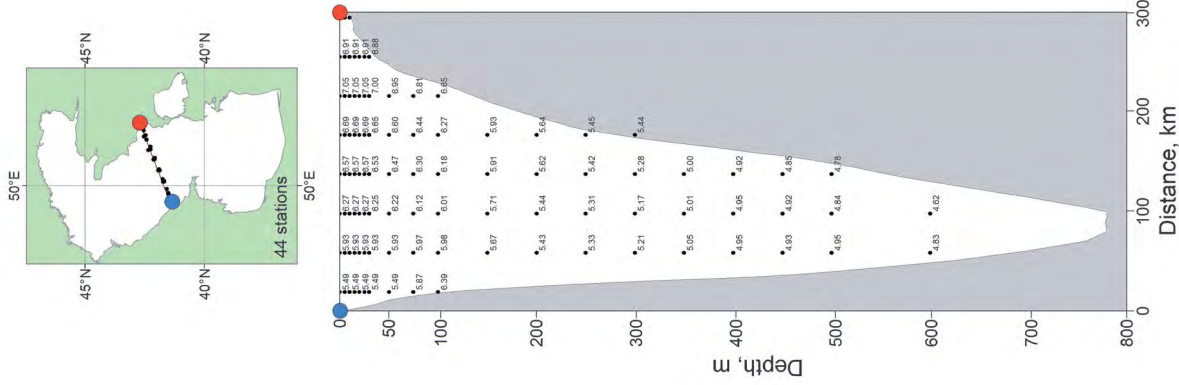


Рисунок П 265. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 5

Рисунок П 266. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 5

Temperature. March



Temperature. April

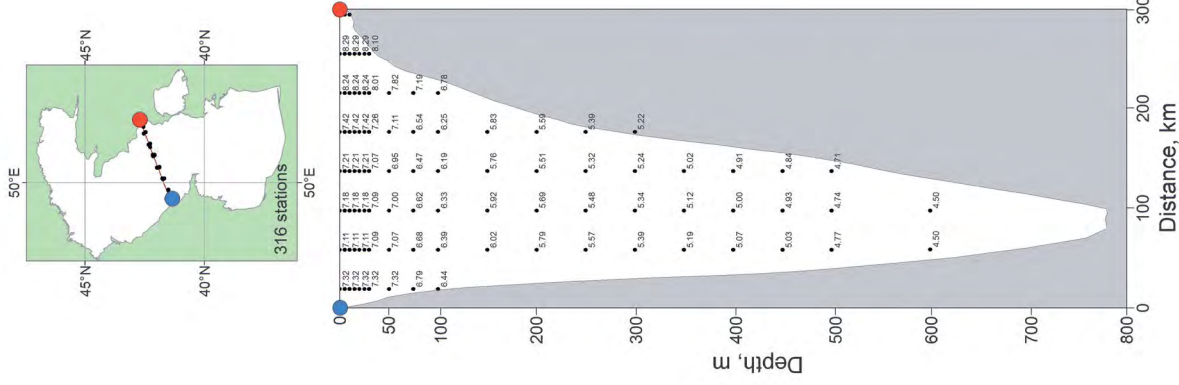


Рисунок П 267. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 5

Рисунок П 268. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 5

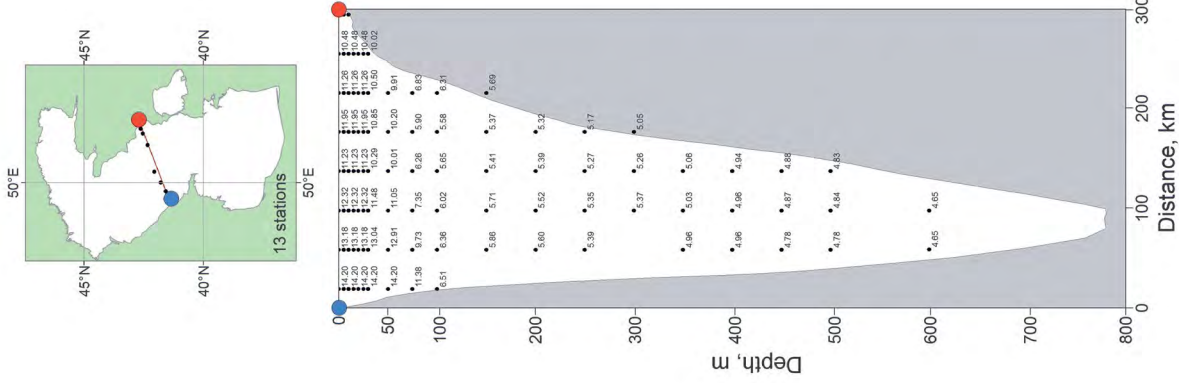
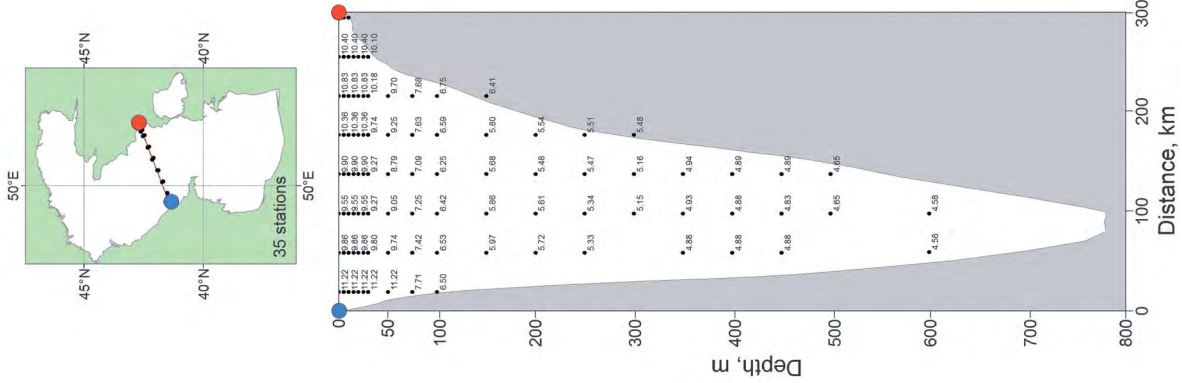


Рисунок П 269. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 5

Рисунок П 270. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 5

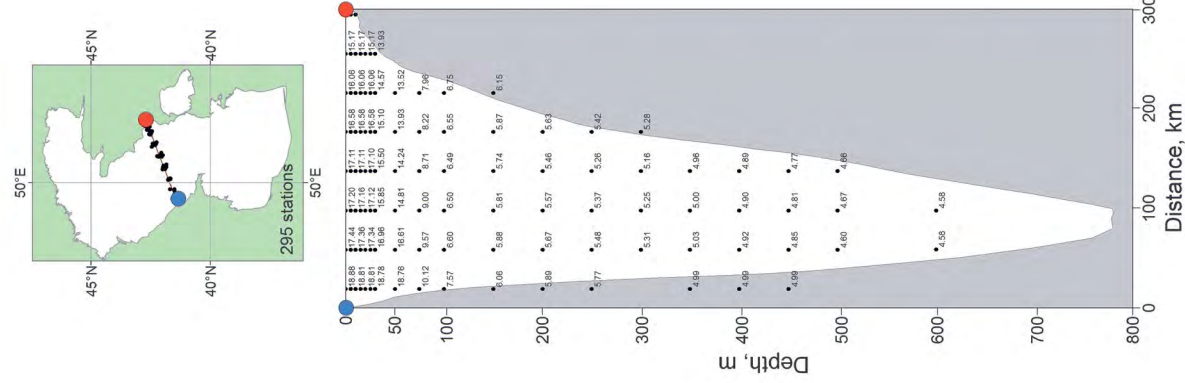
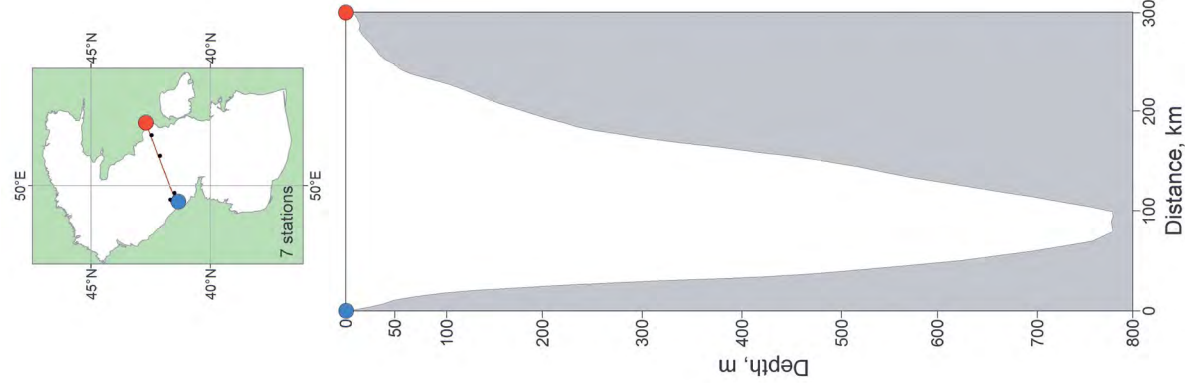


Рисунок П 271. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 5

Рисунок П 272. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 5

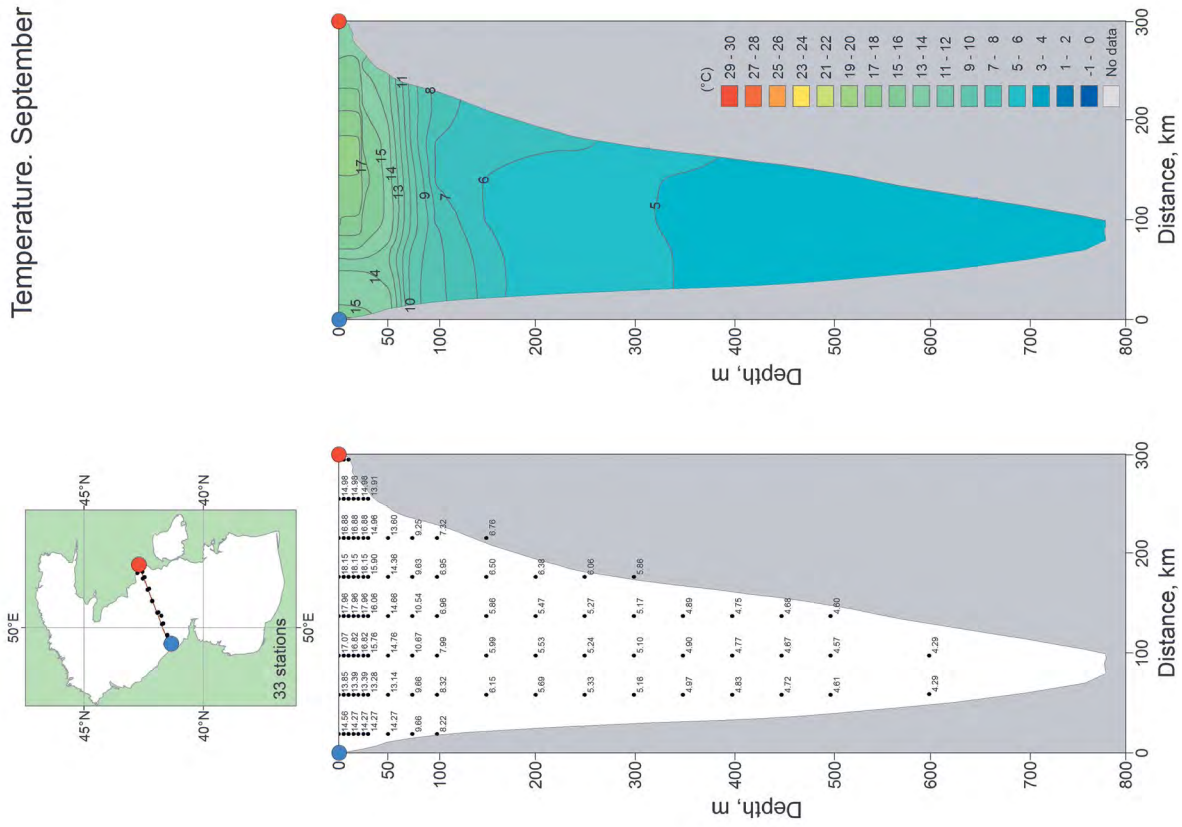


Рисунок П 273. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 5

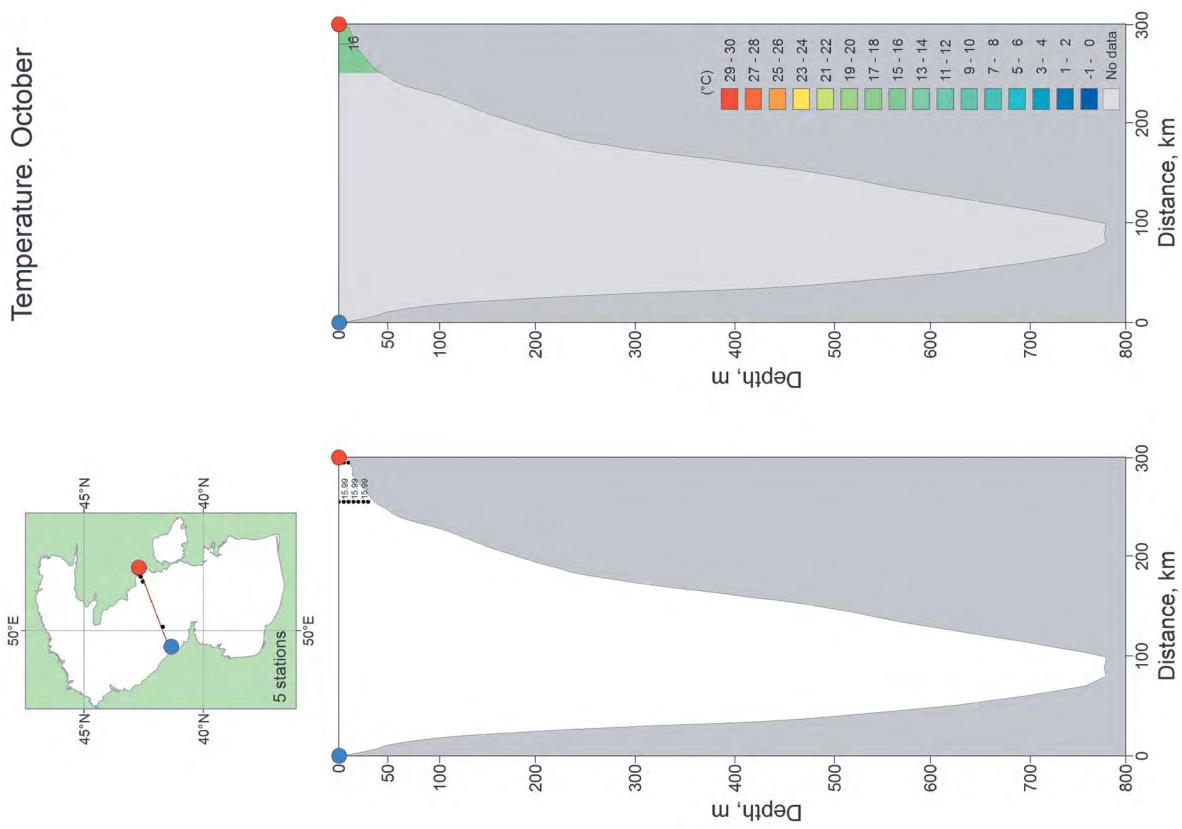


Рисунок П 274. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 5

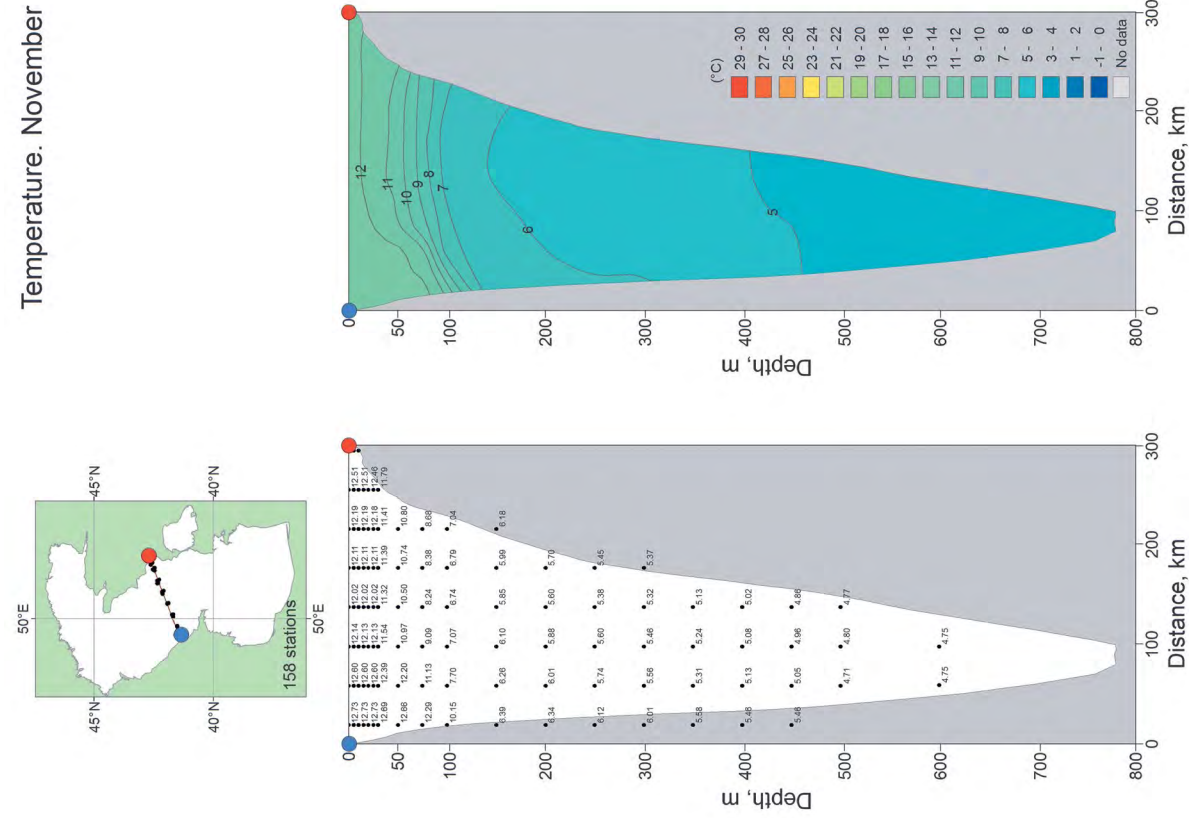


Рисунок П 275. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 5

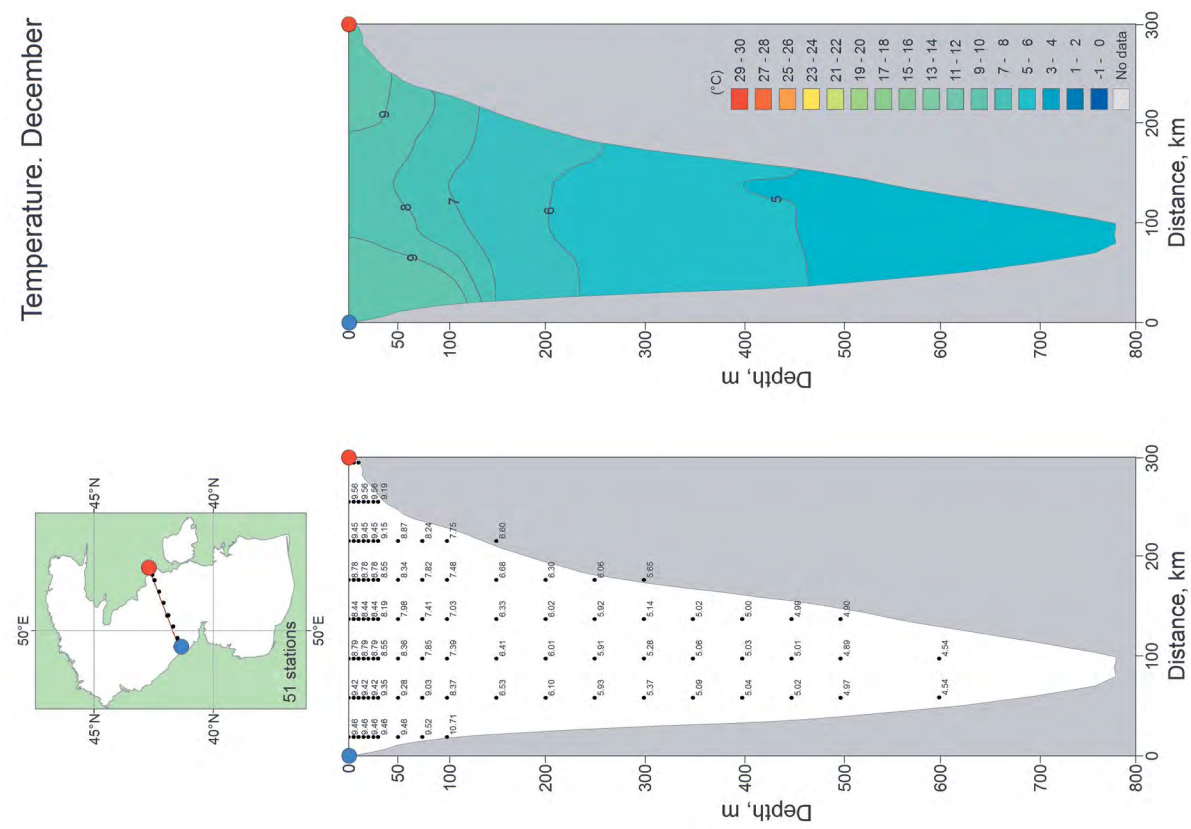
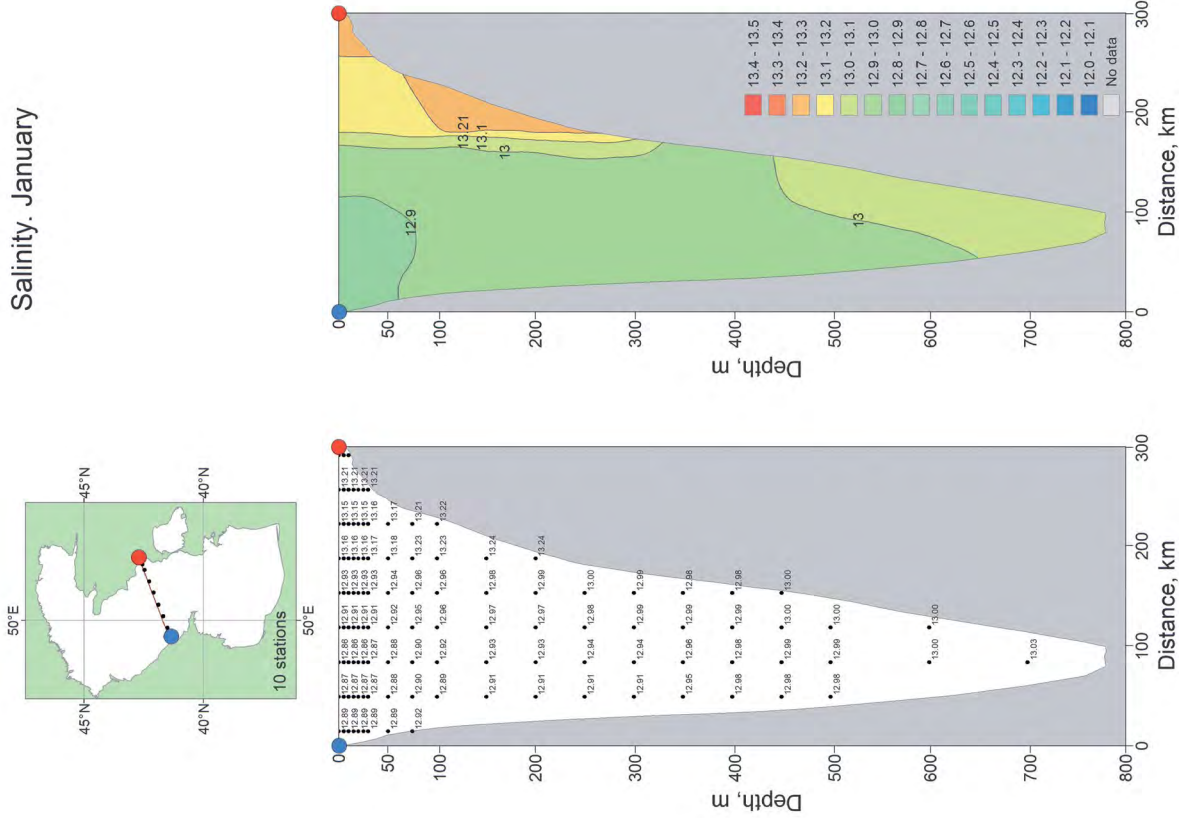


Рисунок П 276. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 5

Salinity. January



Salinity. February

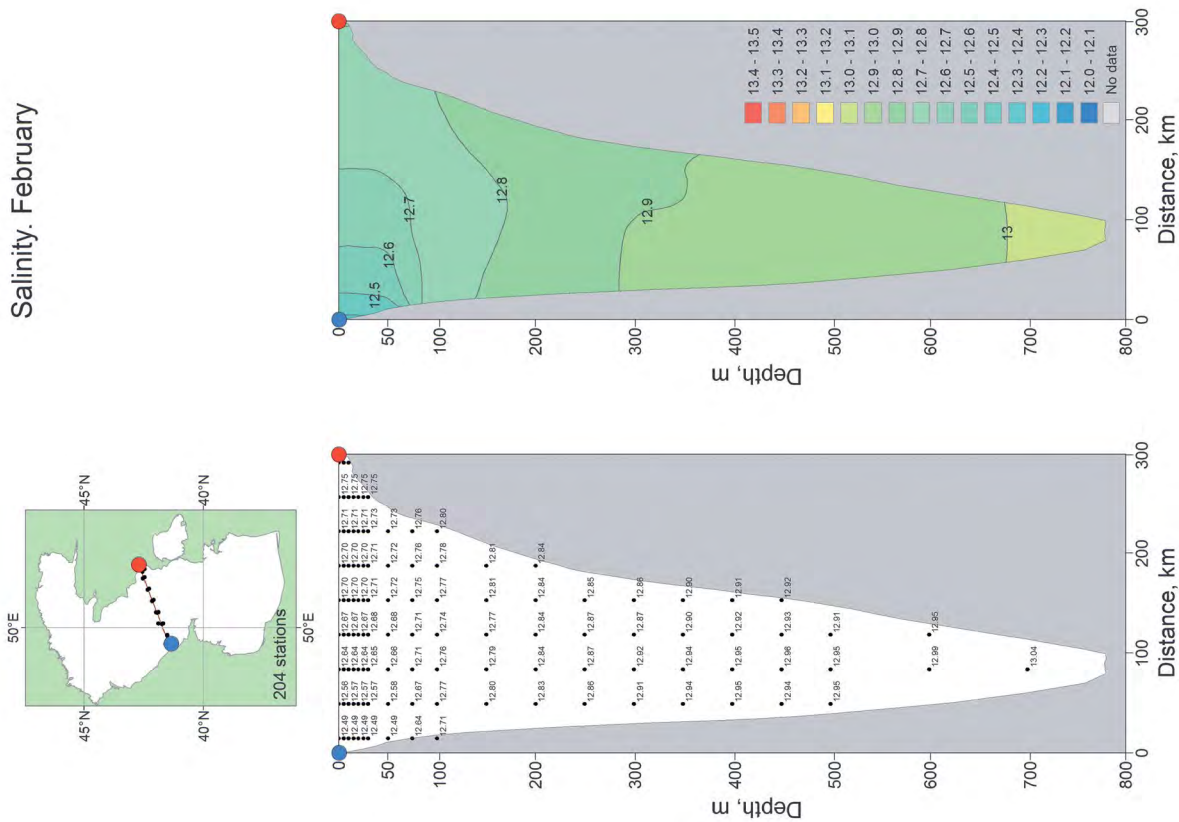
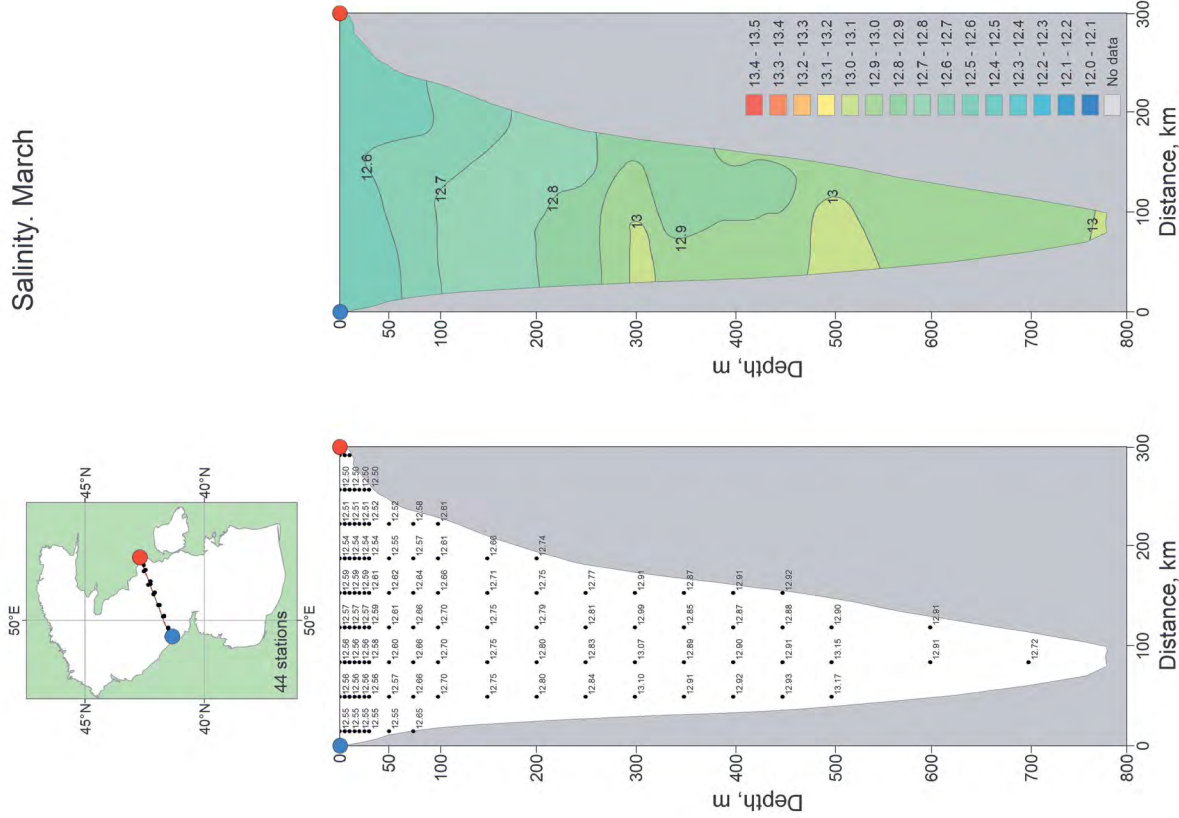


Рисунок П 277. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в январе на разрезе 5

Рисунок П 278. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 5

Salinity. March



Salinity. April

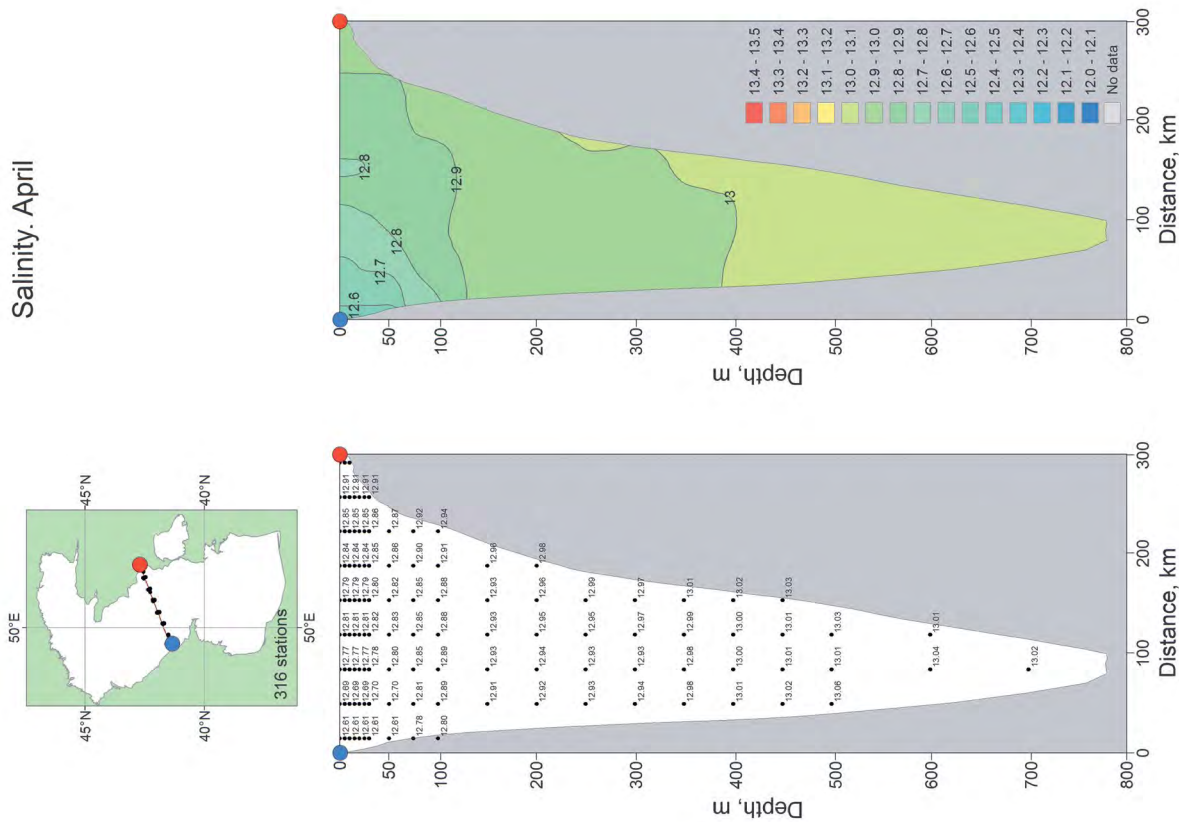


Рисунок П 279. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 5

Рисунок П 280. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 5

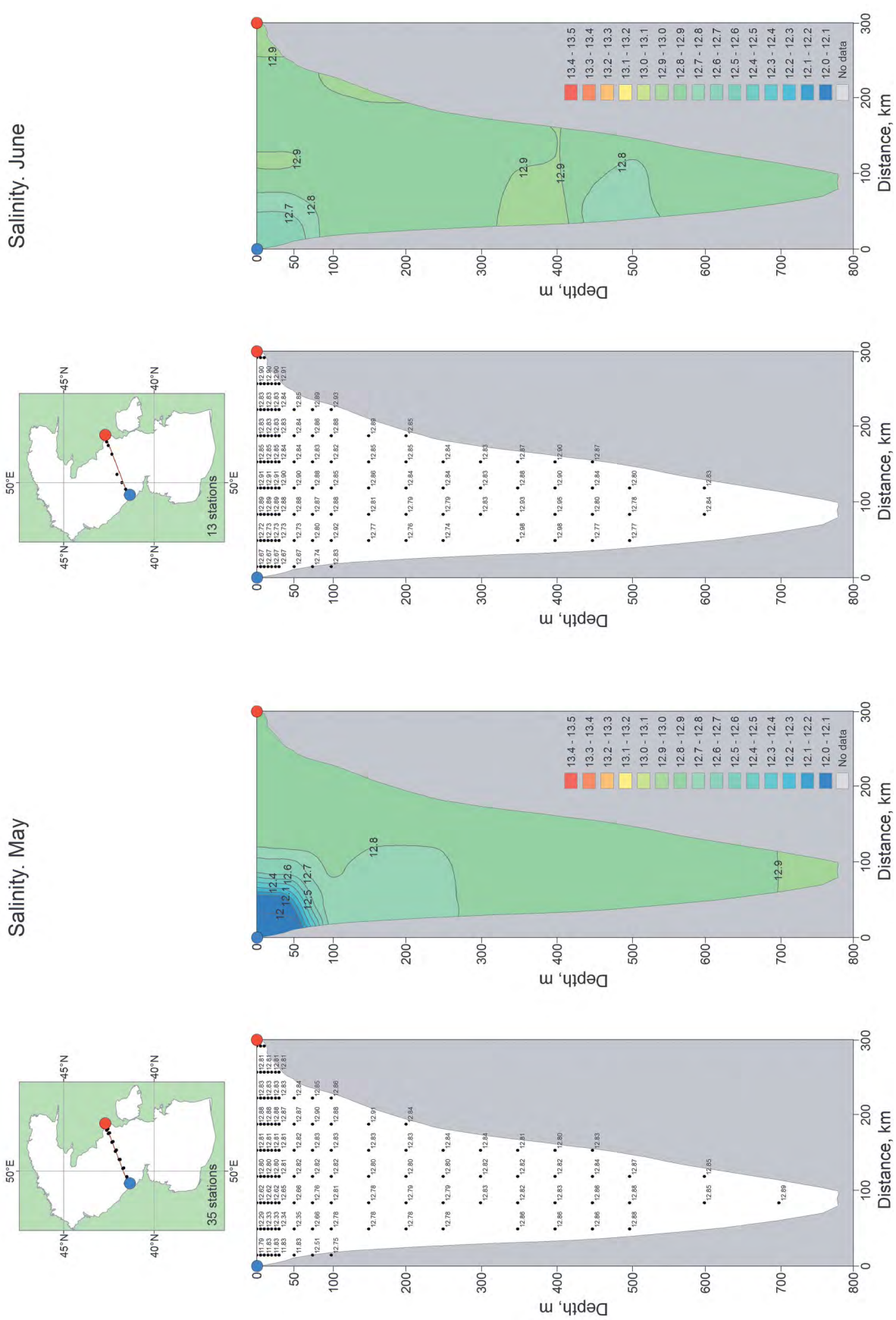


Рисунок П 281. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 5

Рисунок П 282. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 5

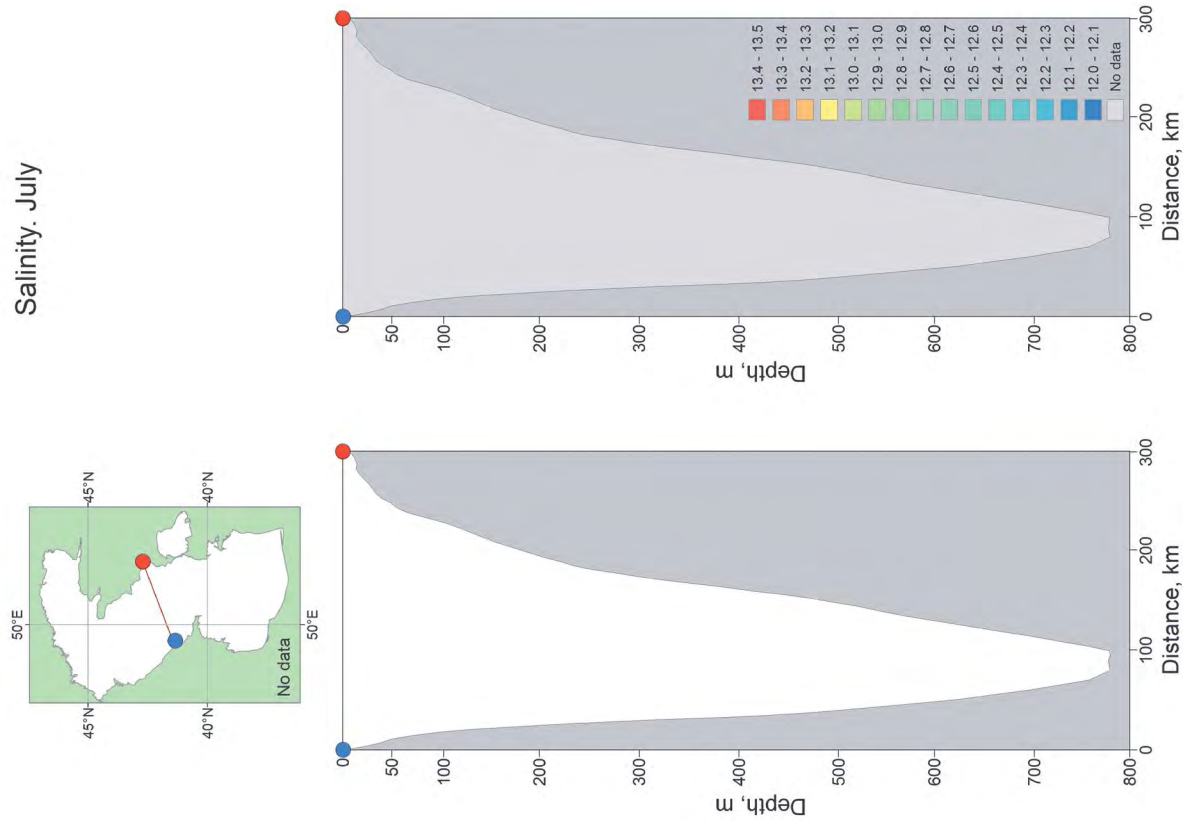


Рисунок П 283. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 5

Рисунок П 284. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 5

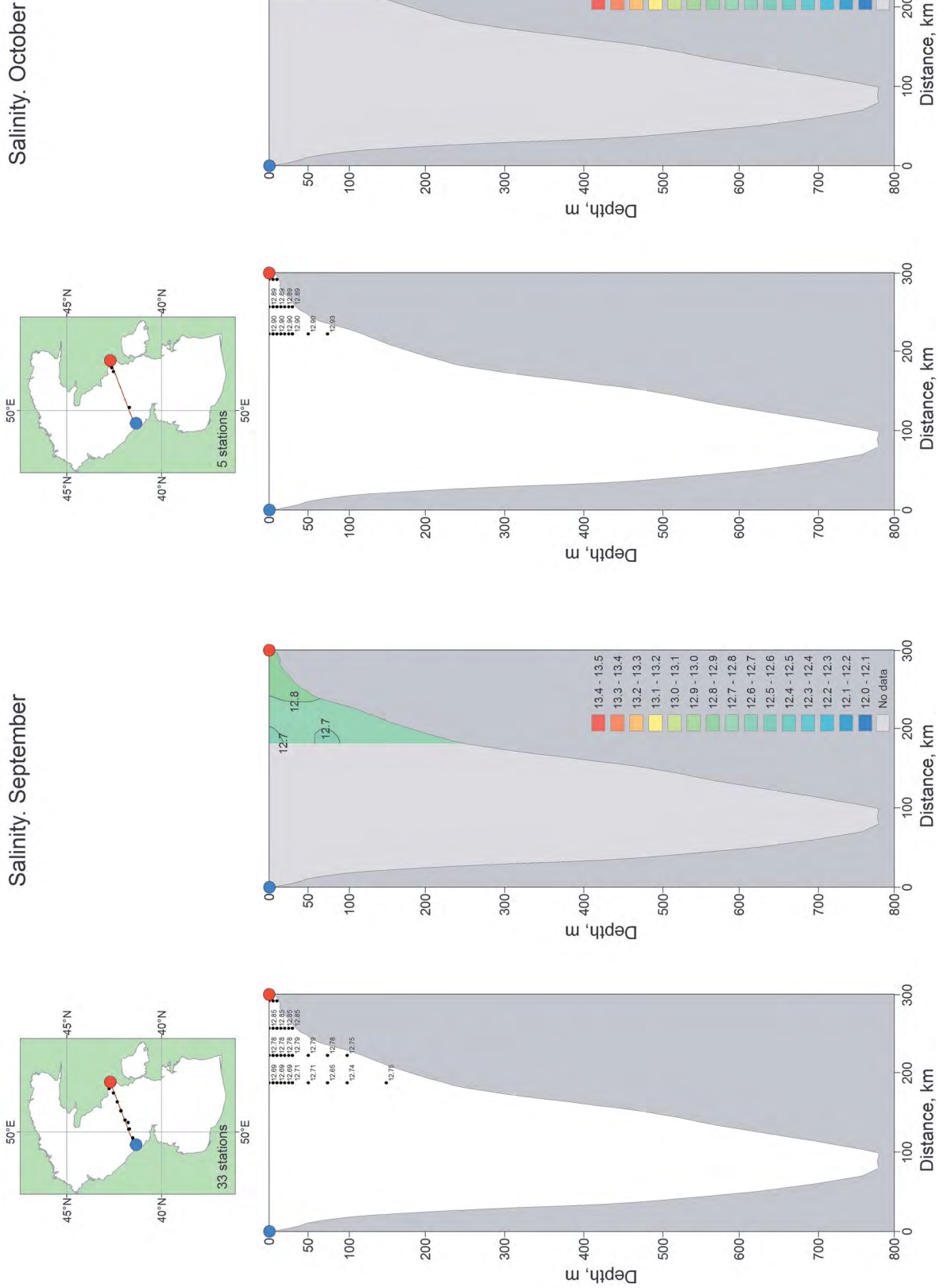


Рисунок П 285. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 5

Рисунок П 286. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 5

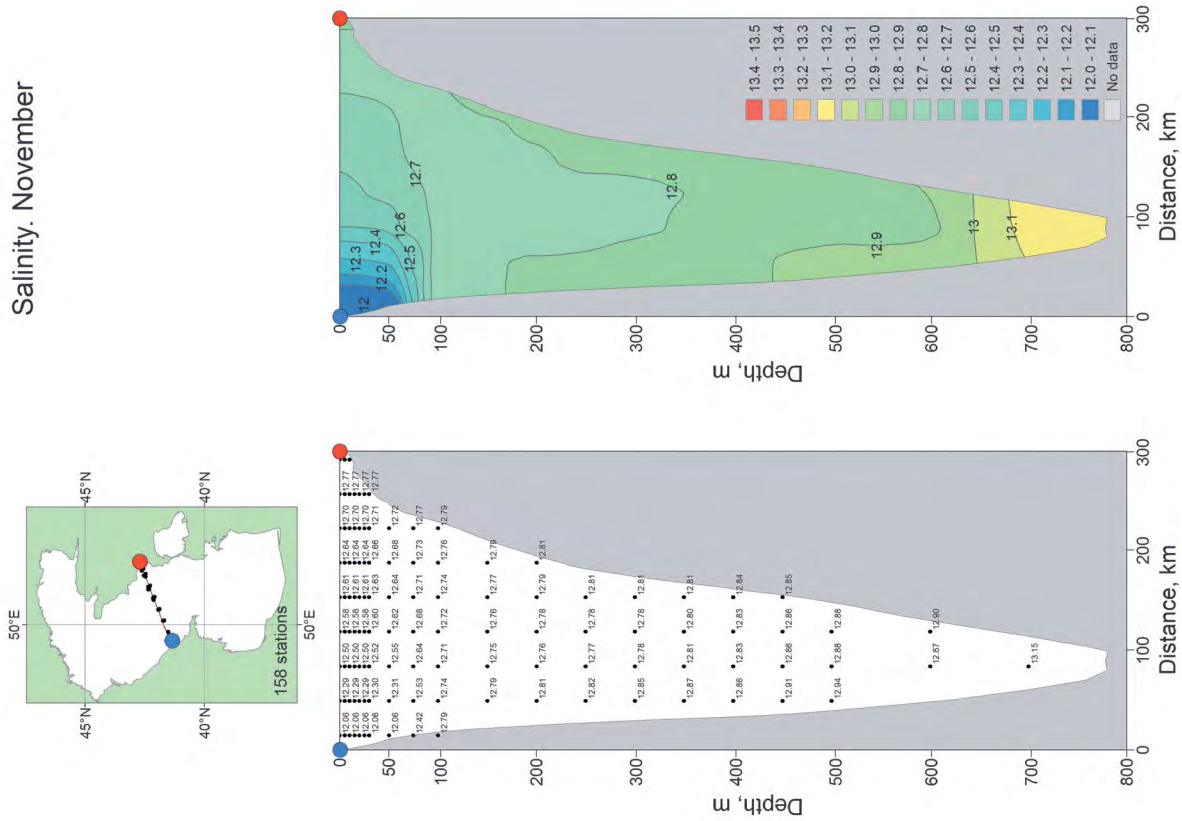


Рисунок П 287. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 5

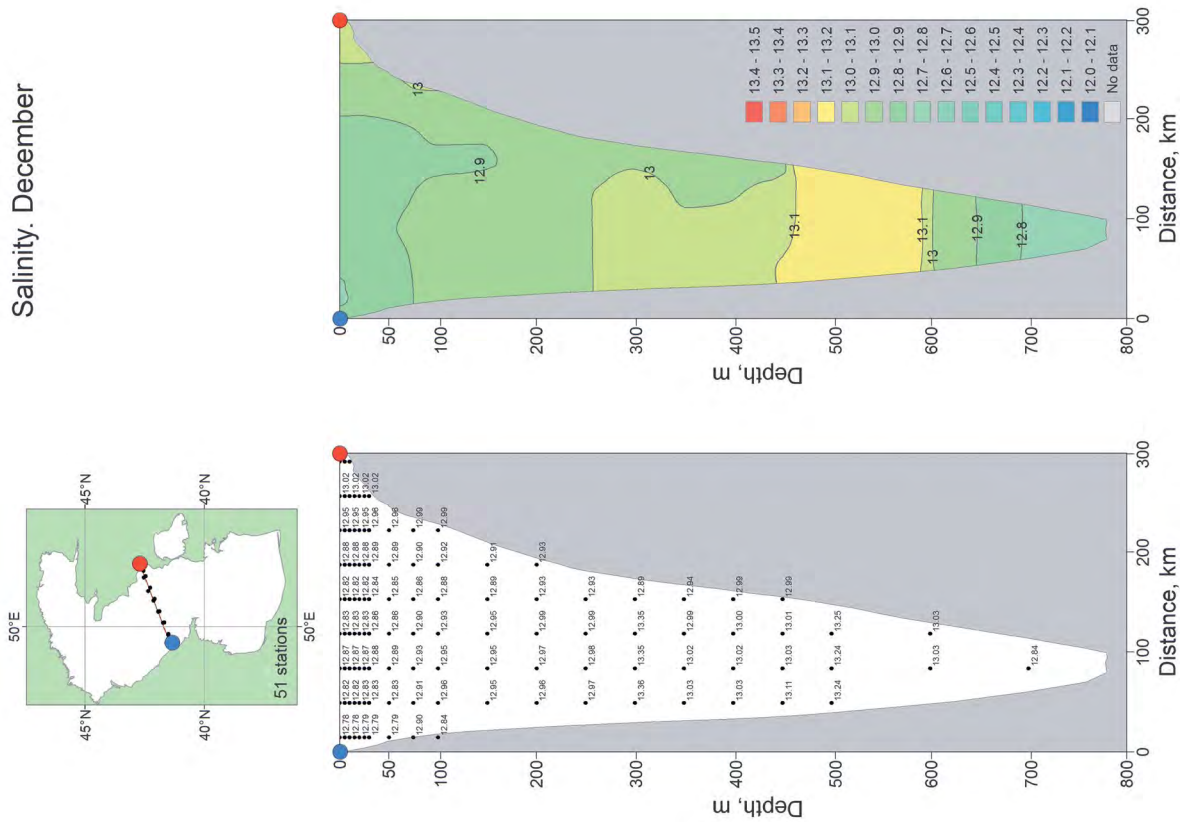


Рисунок П 288. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 5

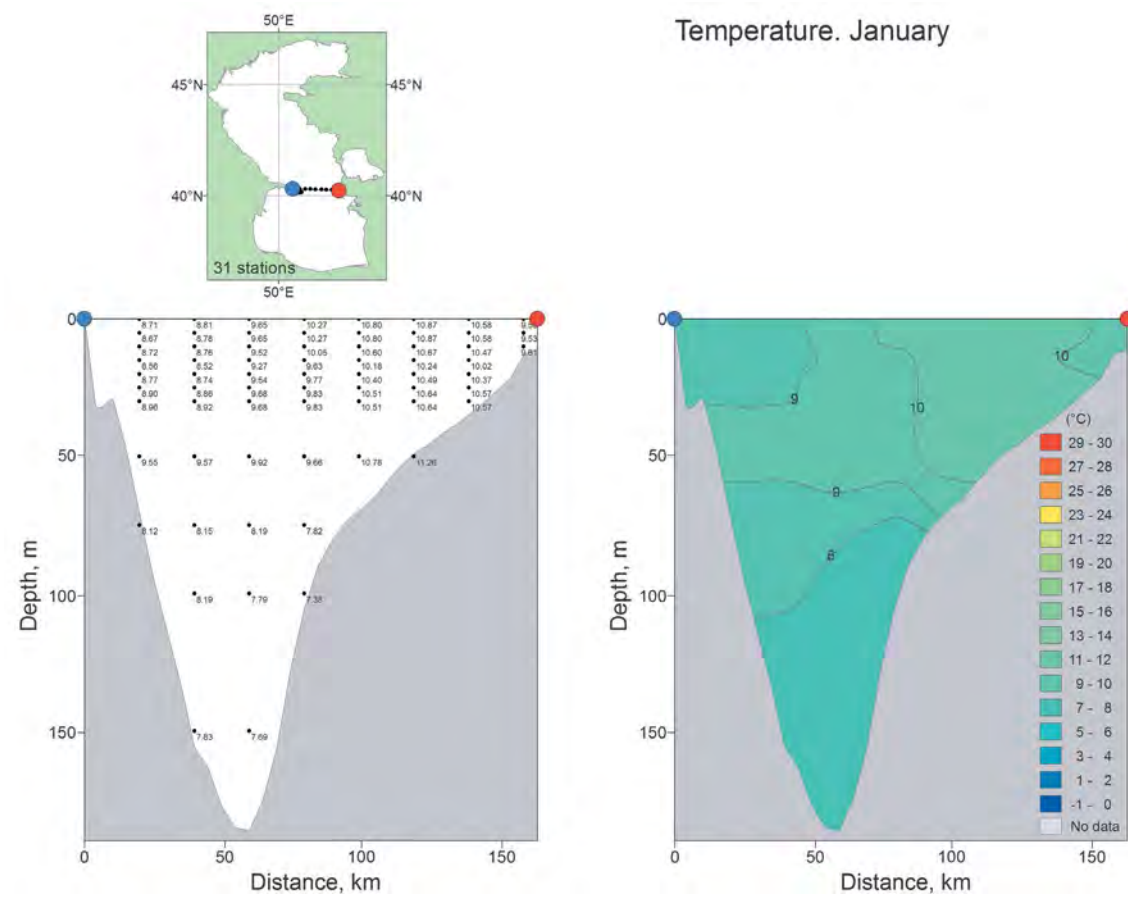


Рисунок П 289. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 6

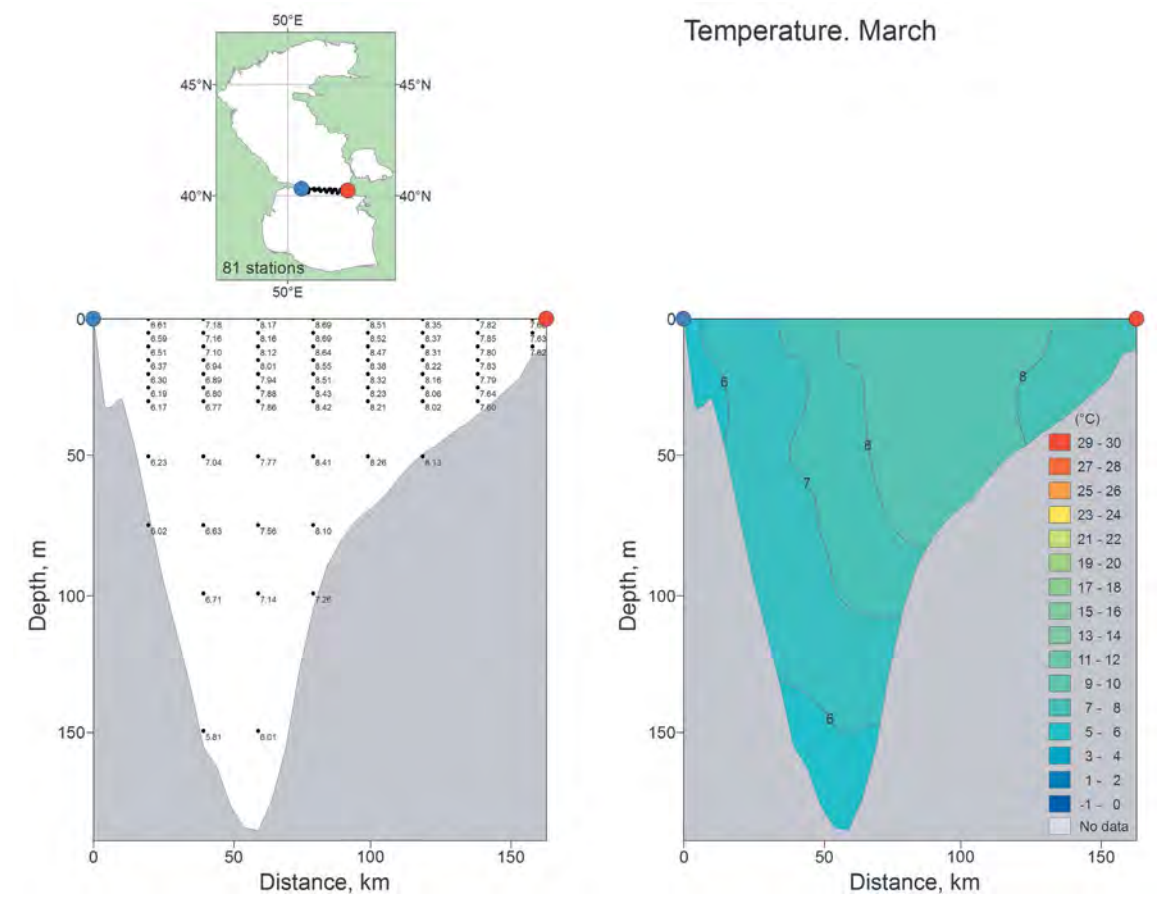


Рисунок П 291. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 6

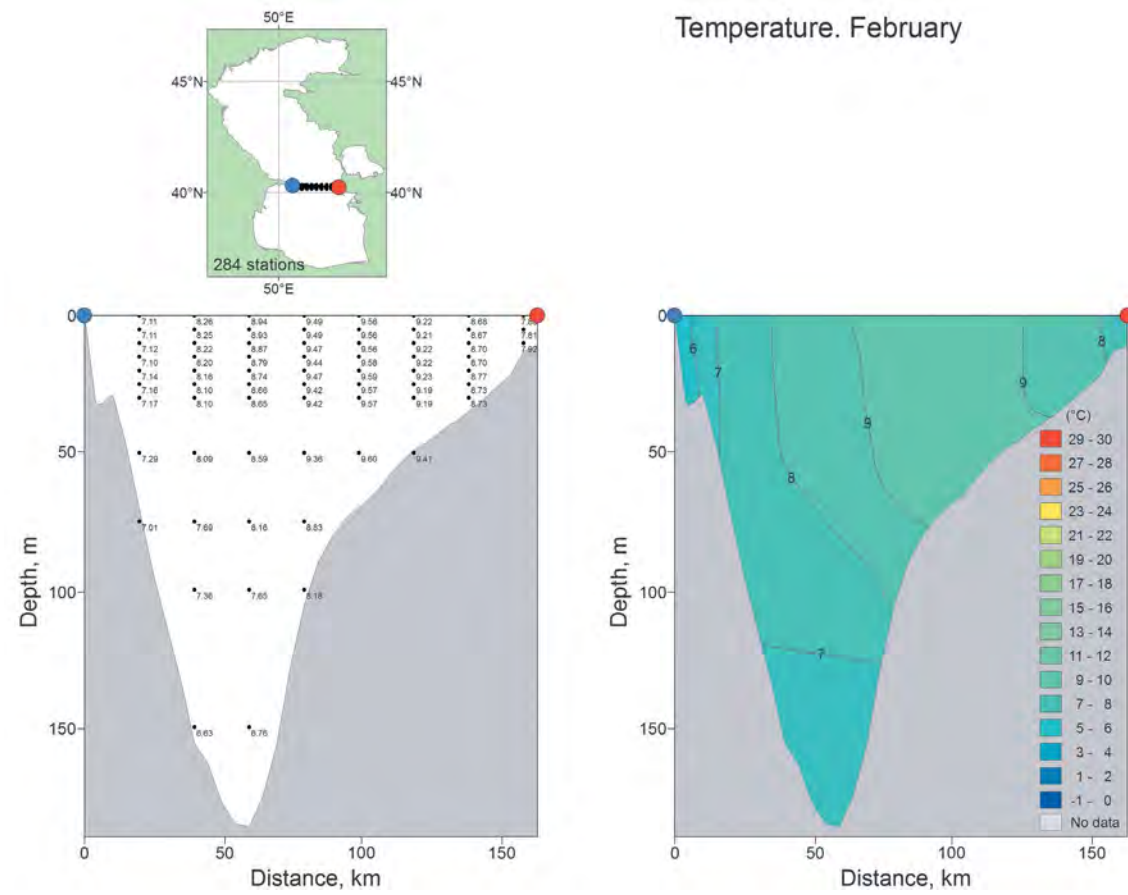


Рисунок П 290. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 6

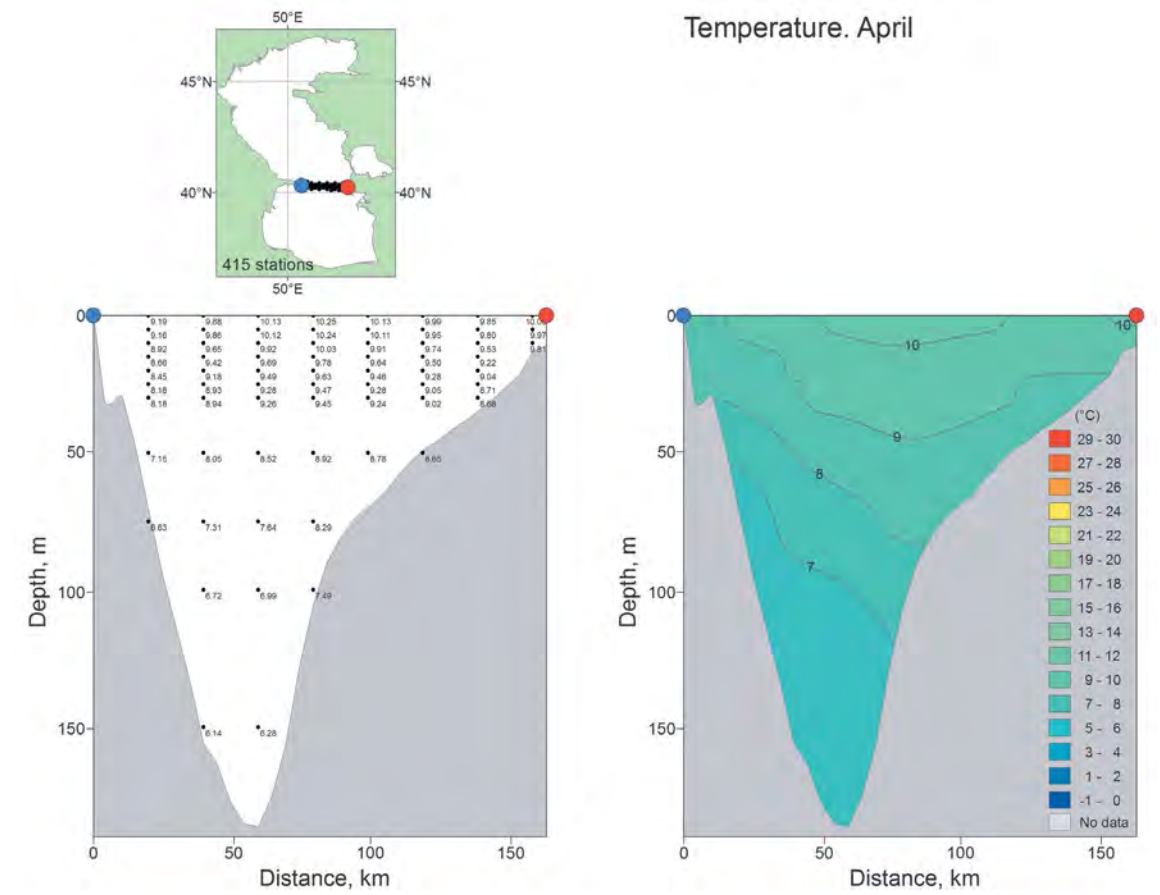


Рисунок П 292. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 6

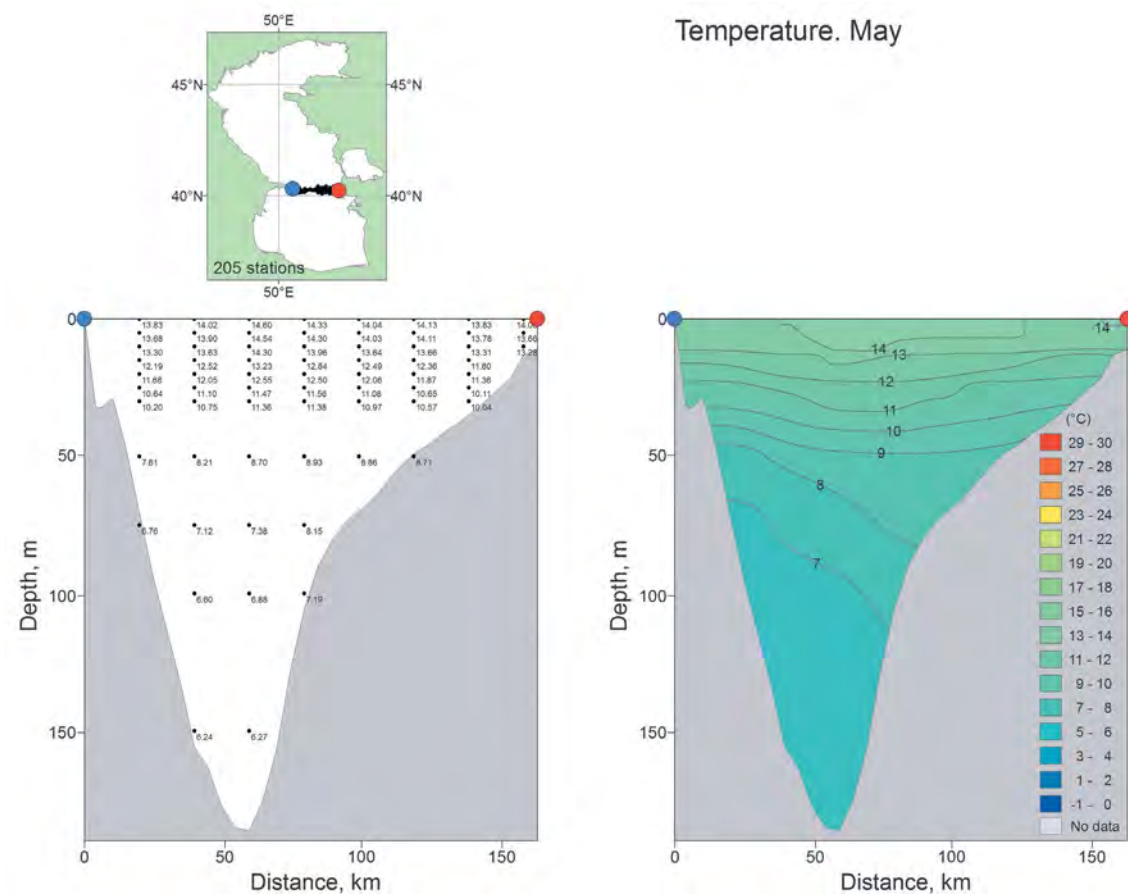


Рисунок П 293. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 6

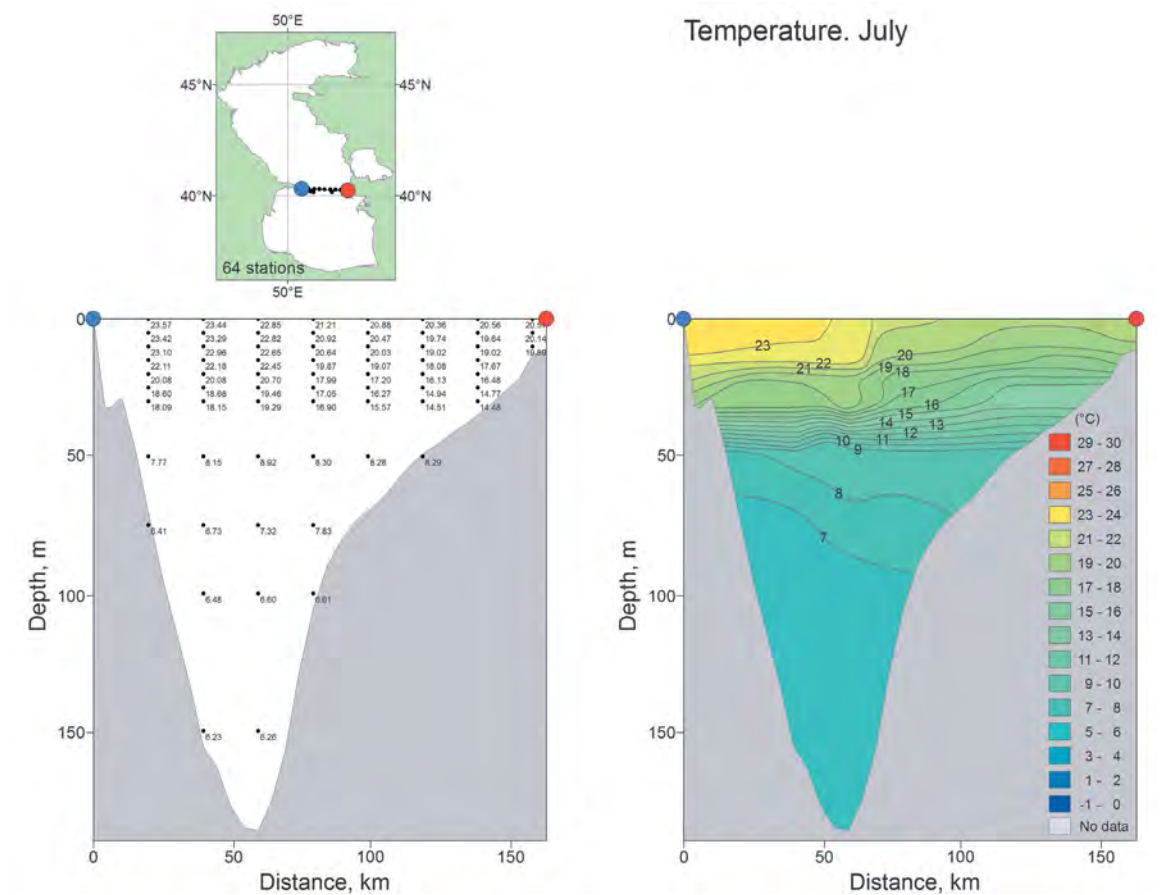


Рисунок П 295. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 6

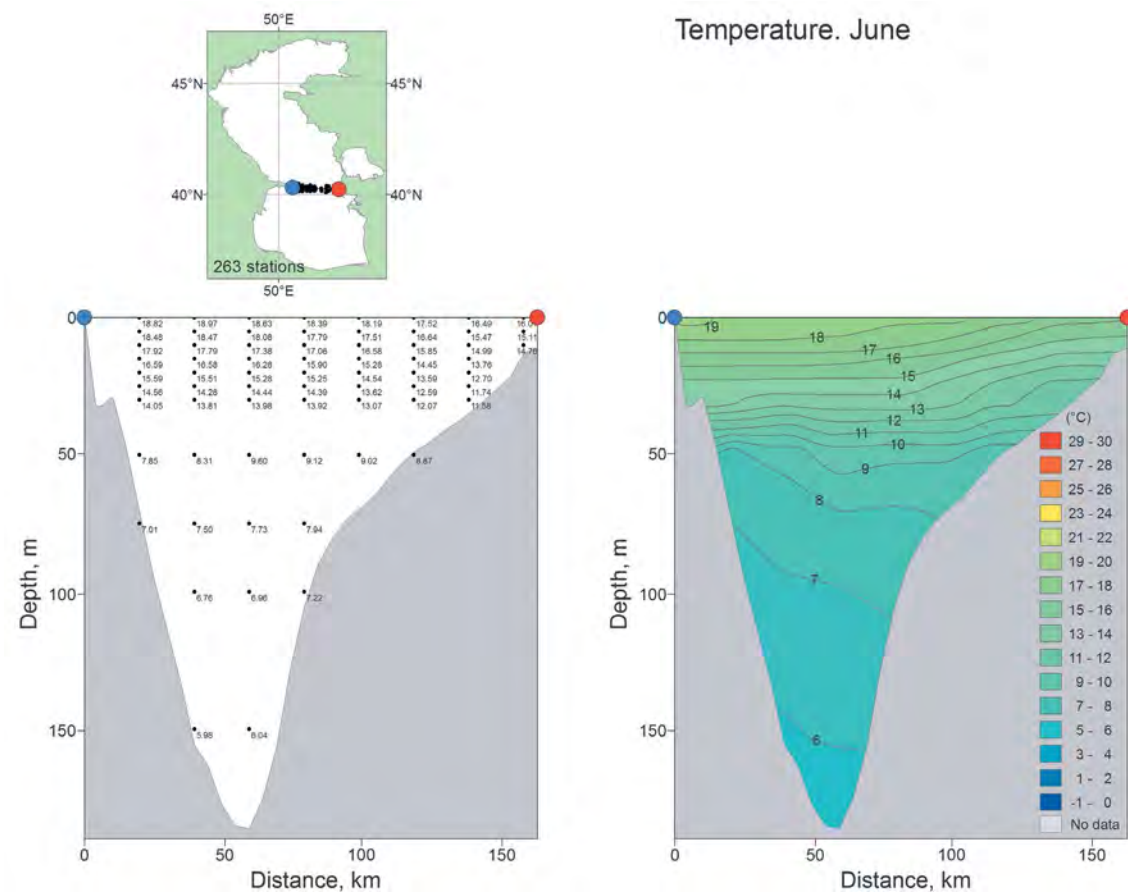


Рисунок П 294. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июне на разрезе 6

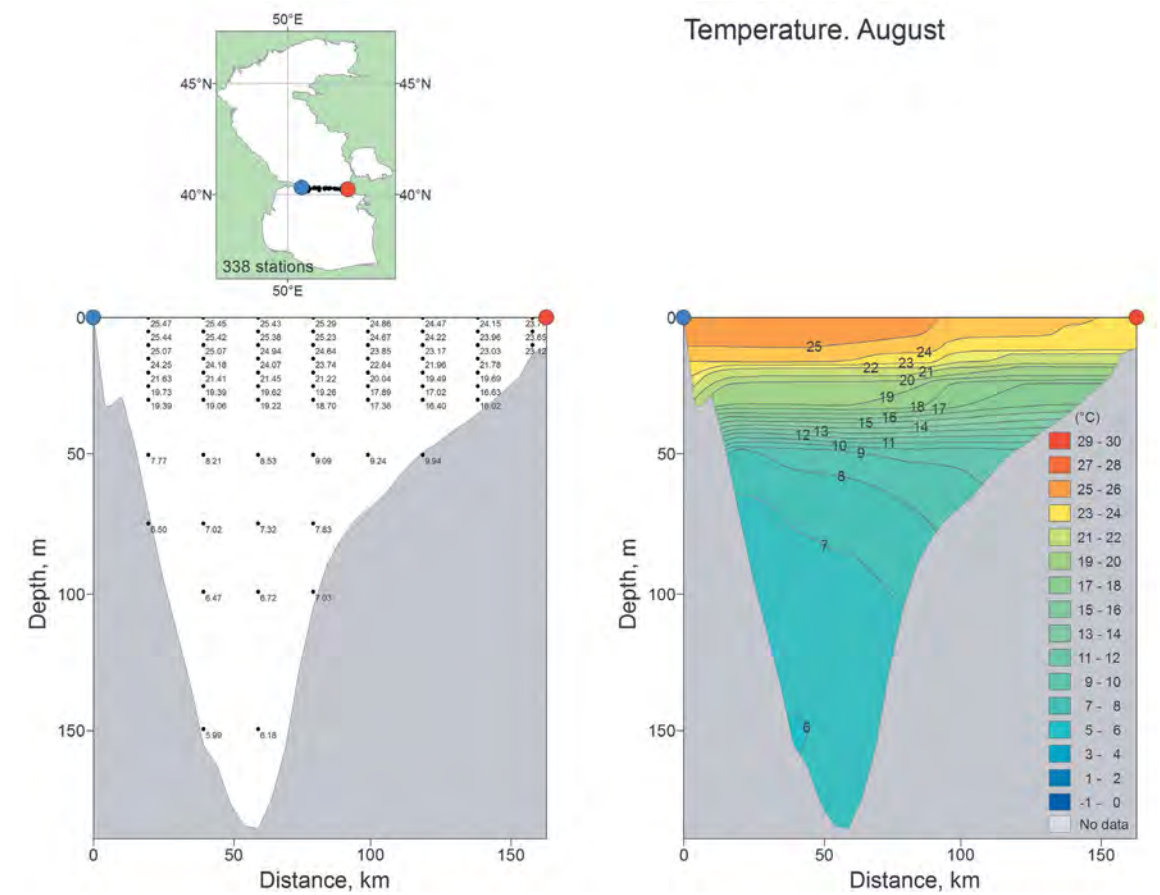


Рисунок П 296. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 6

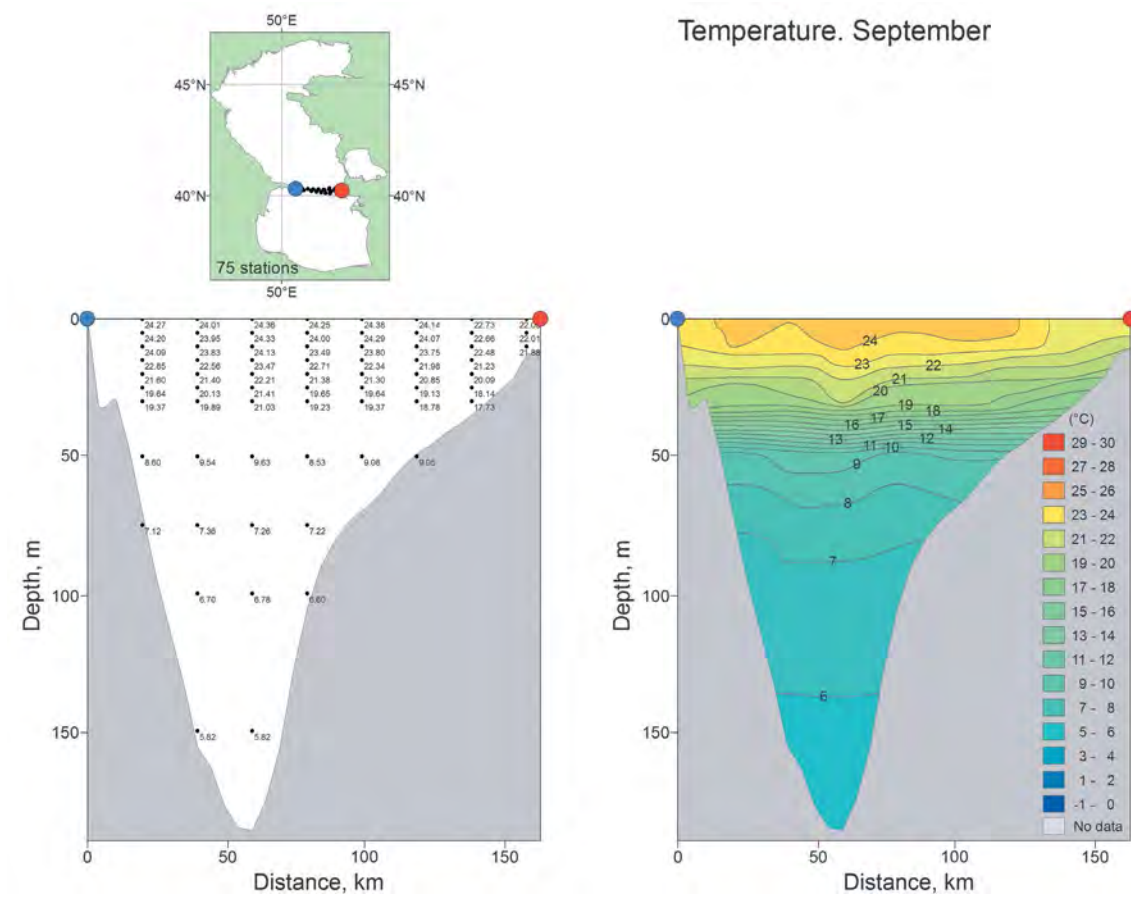


Рисунок П 297. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 6

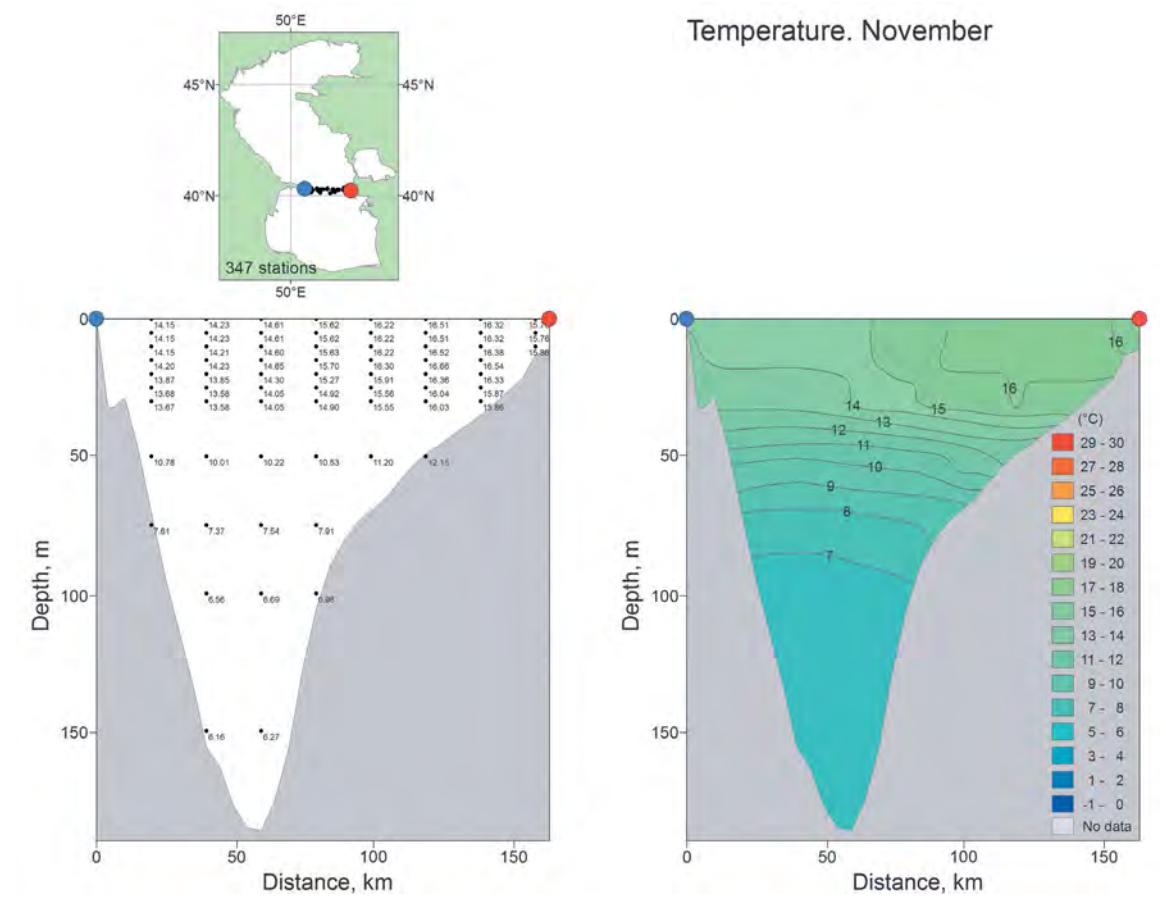


Рисунок П 299. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 6

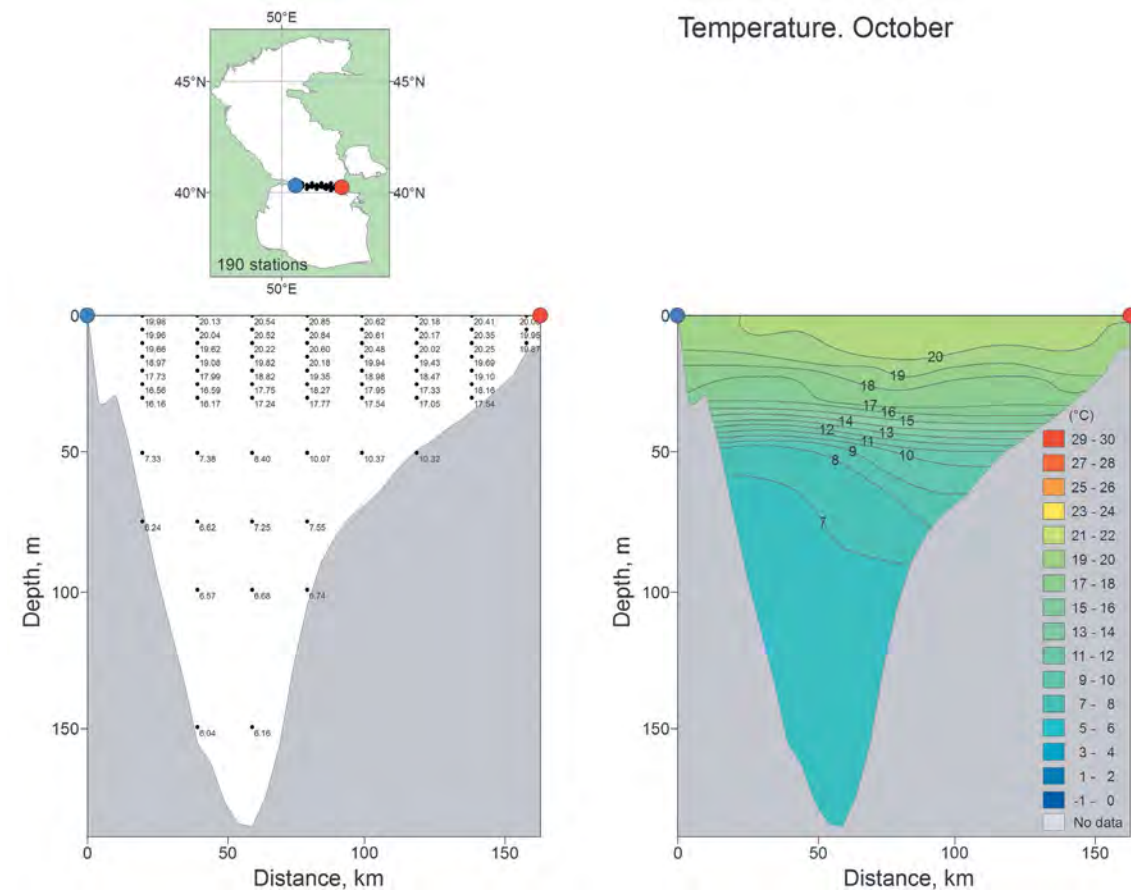


Рисунок П 298. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 6

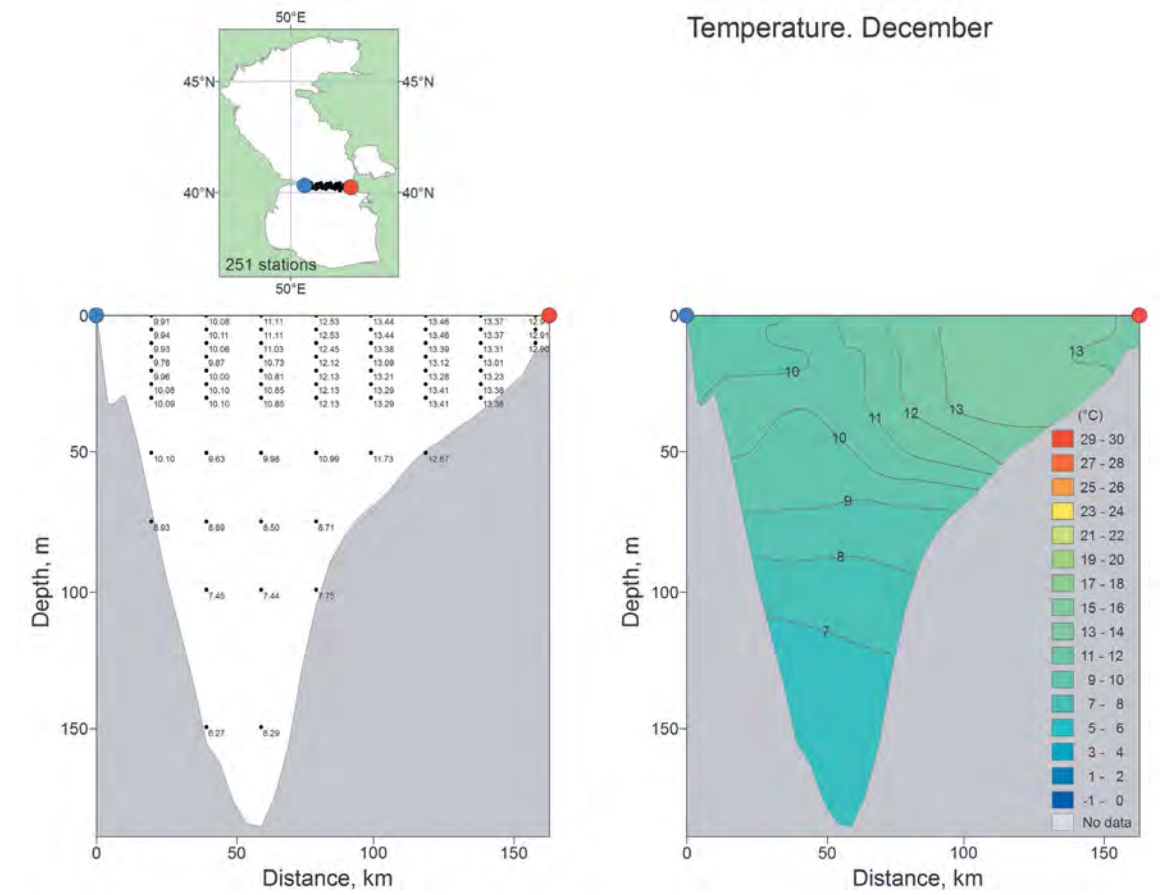


Рисунок П 300. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 6

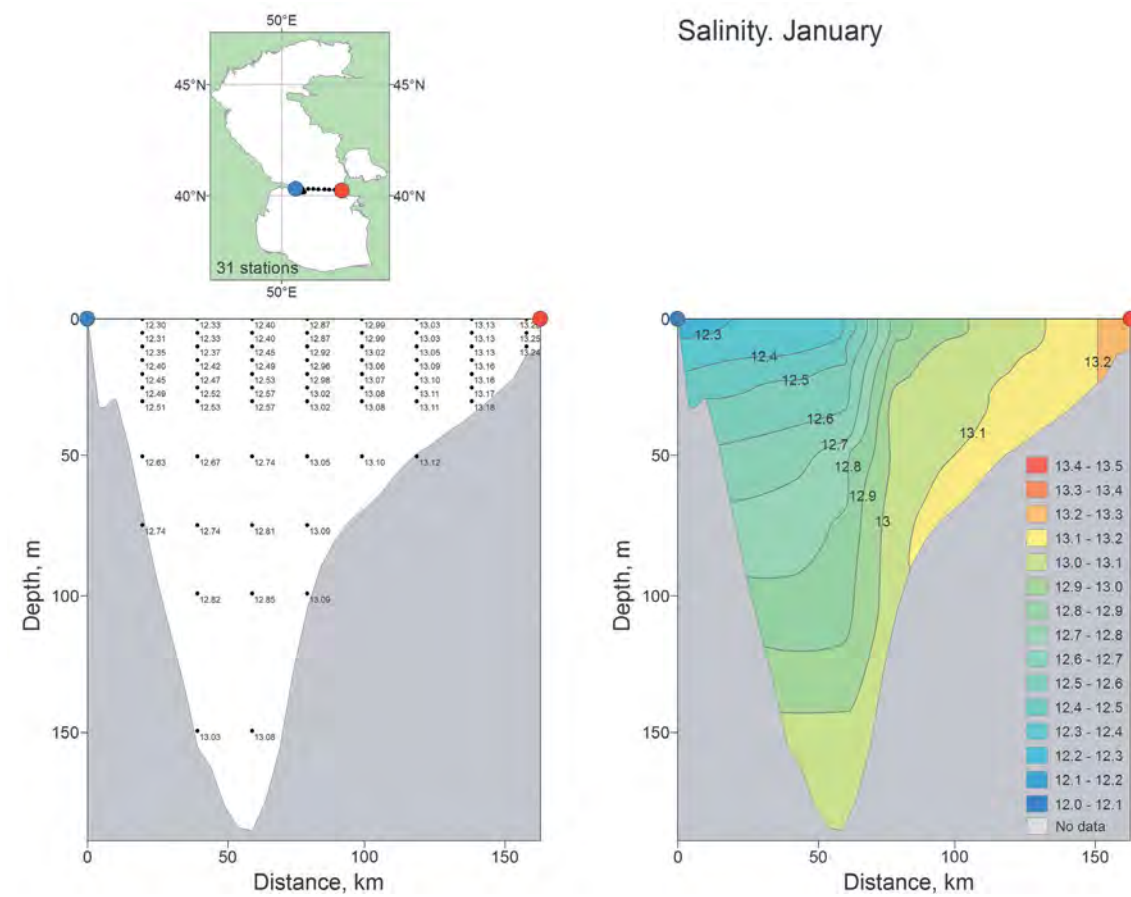


Рисунок П 301. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе 6

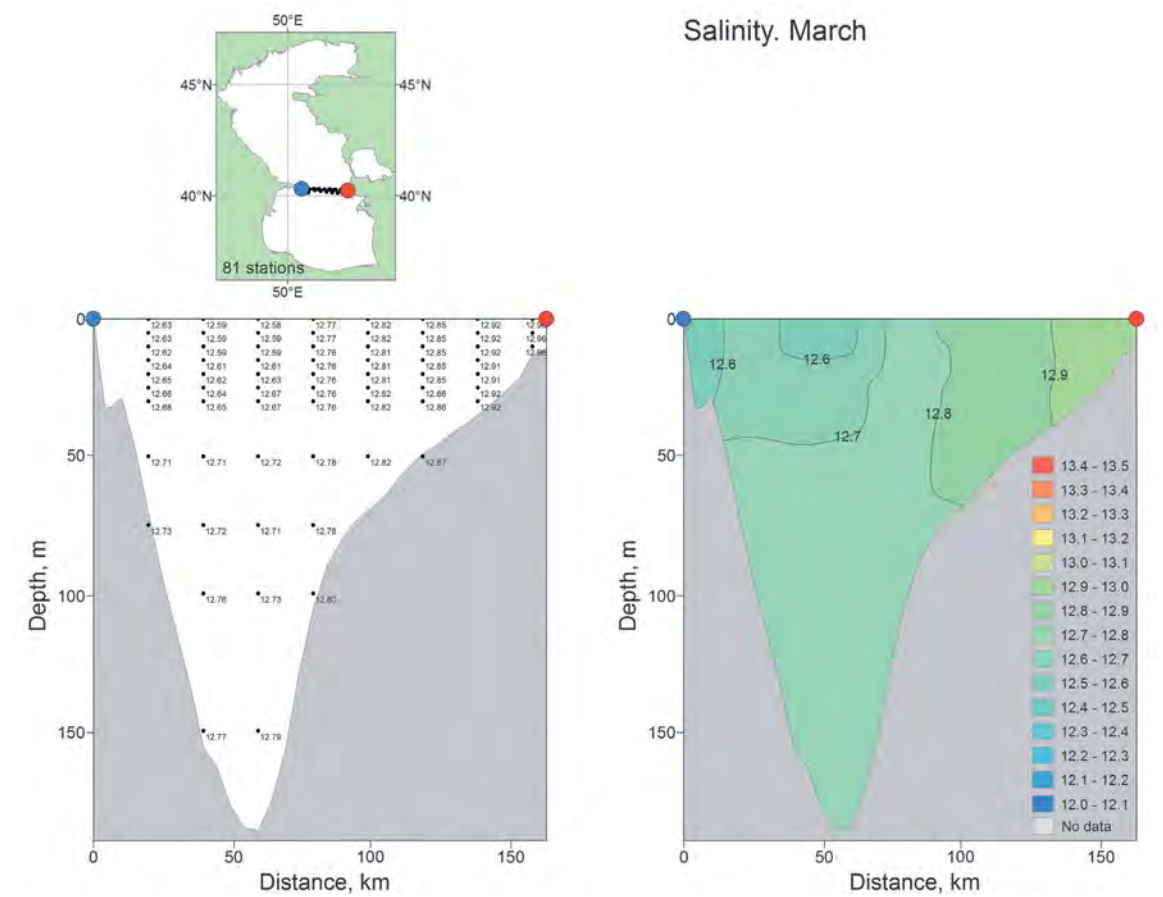


Рисунок П 303. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 6

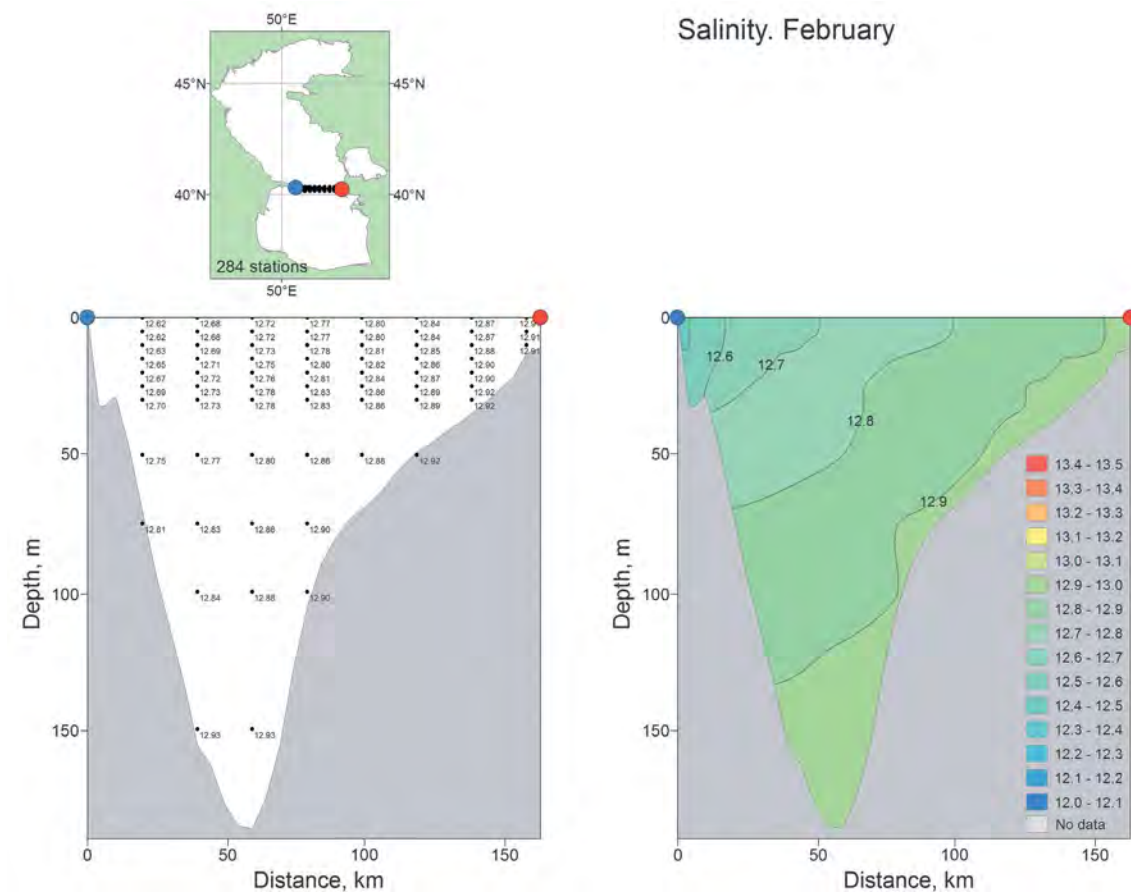


Рисунок П 302. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 6

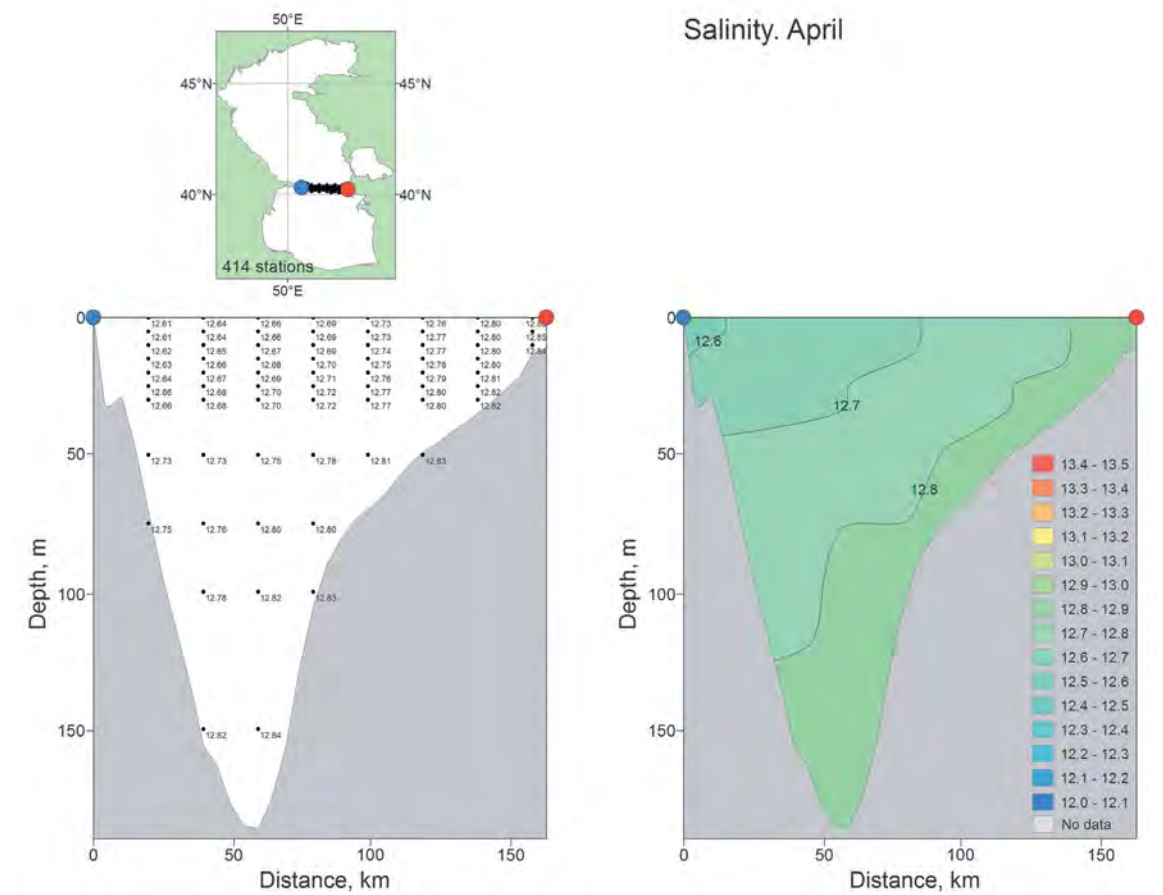


Рисунок П 304. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 6

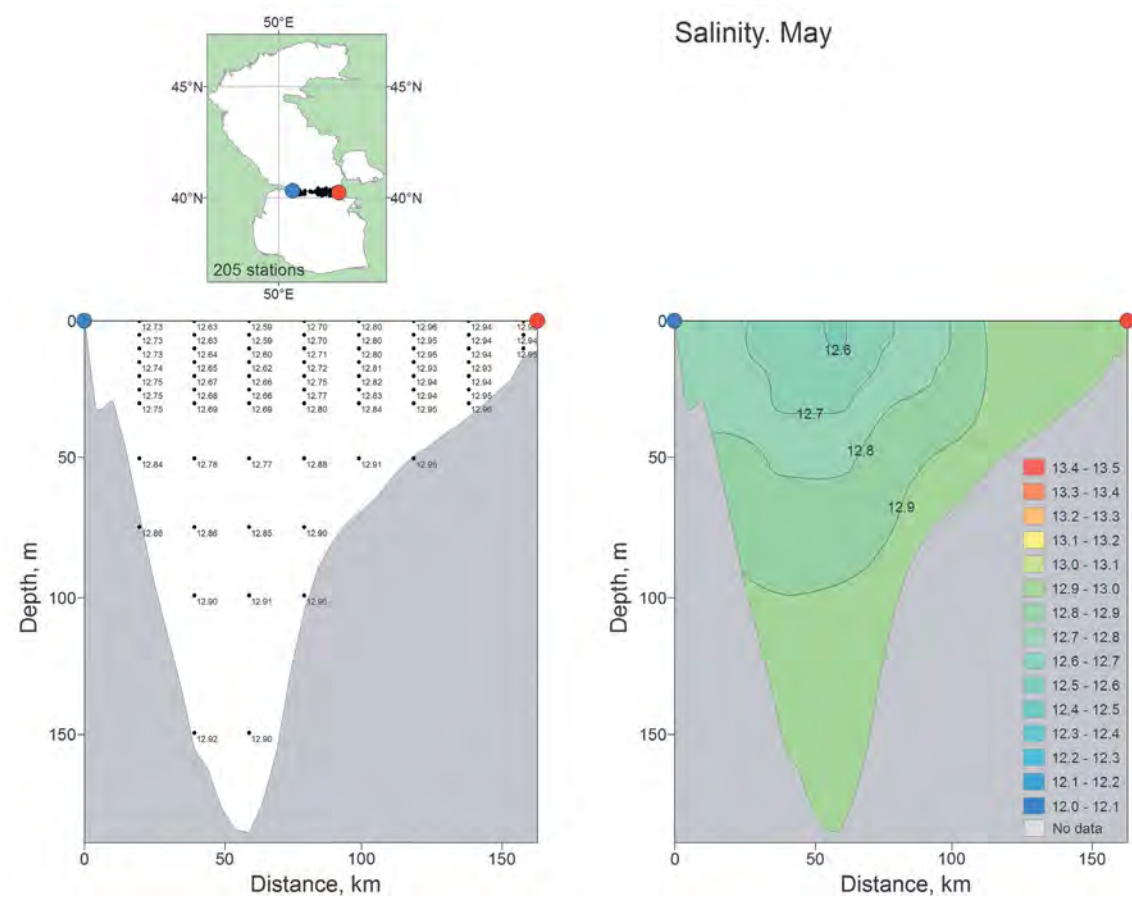


Рисунок П 305. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 6

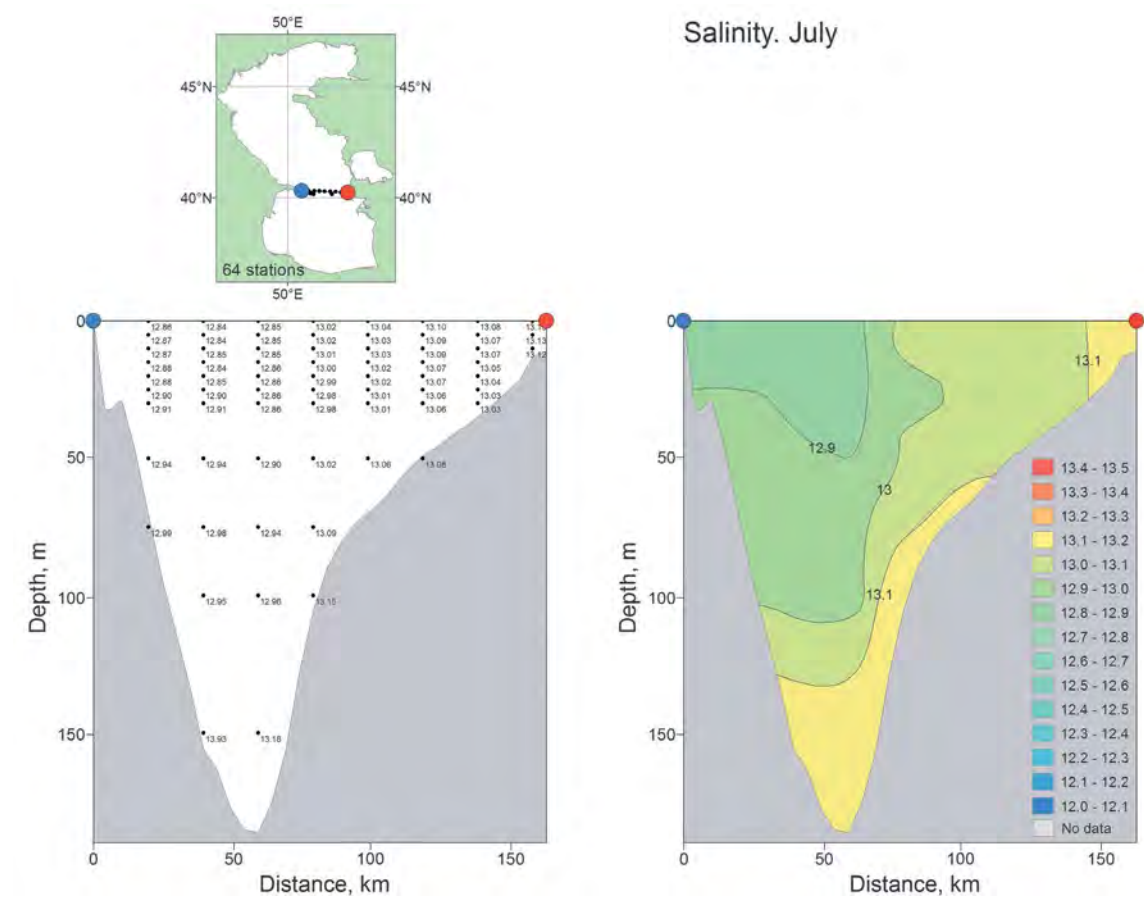


Рисунок П 307. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 6

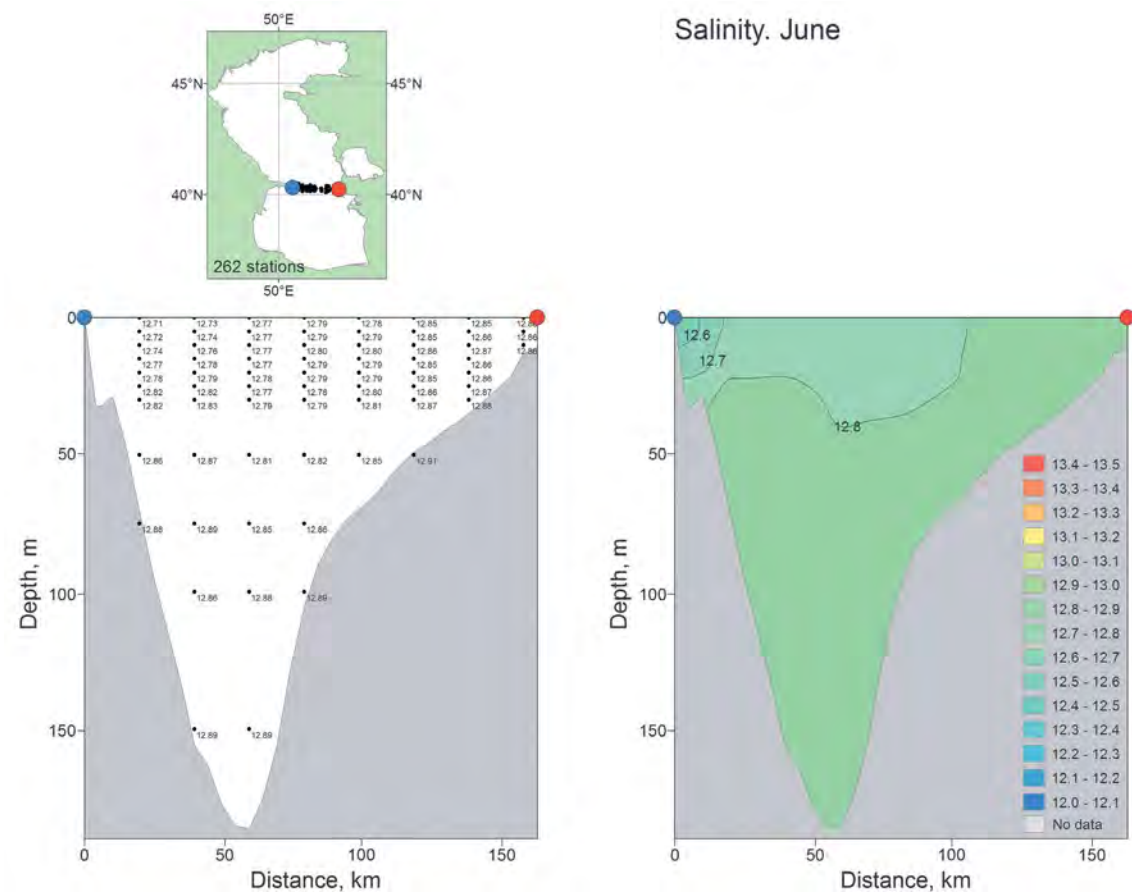


Рисунок П 306. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 6

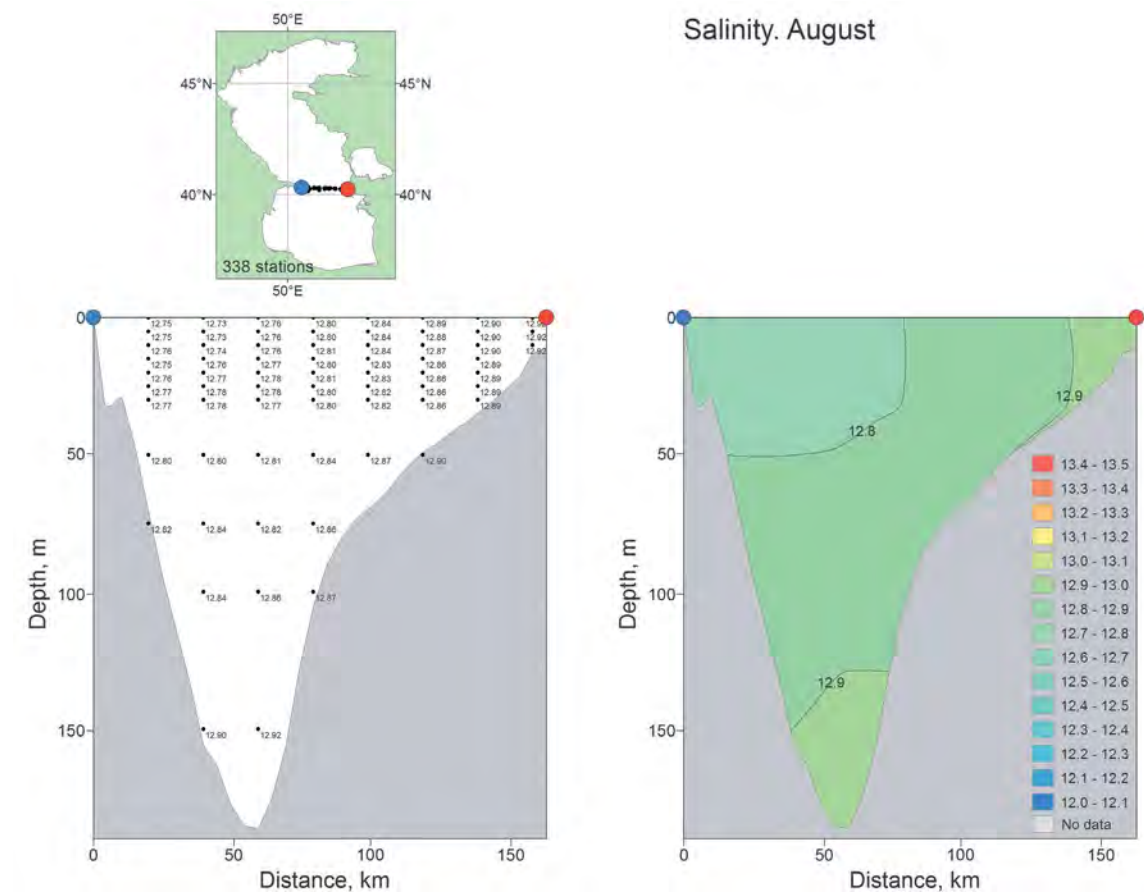


Рисунок П 308. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 6

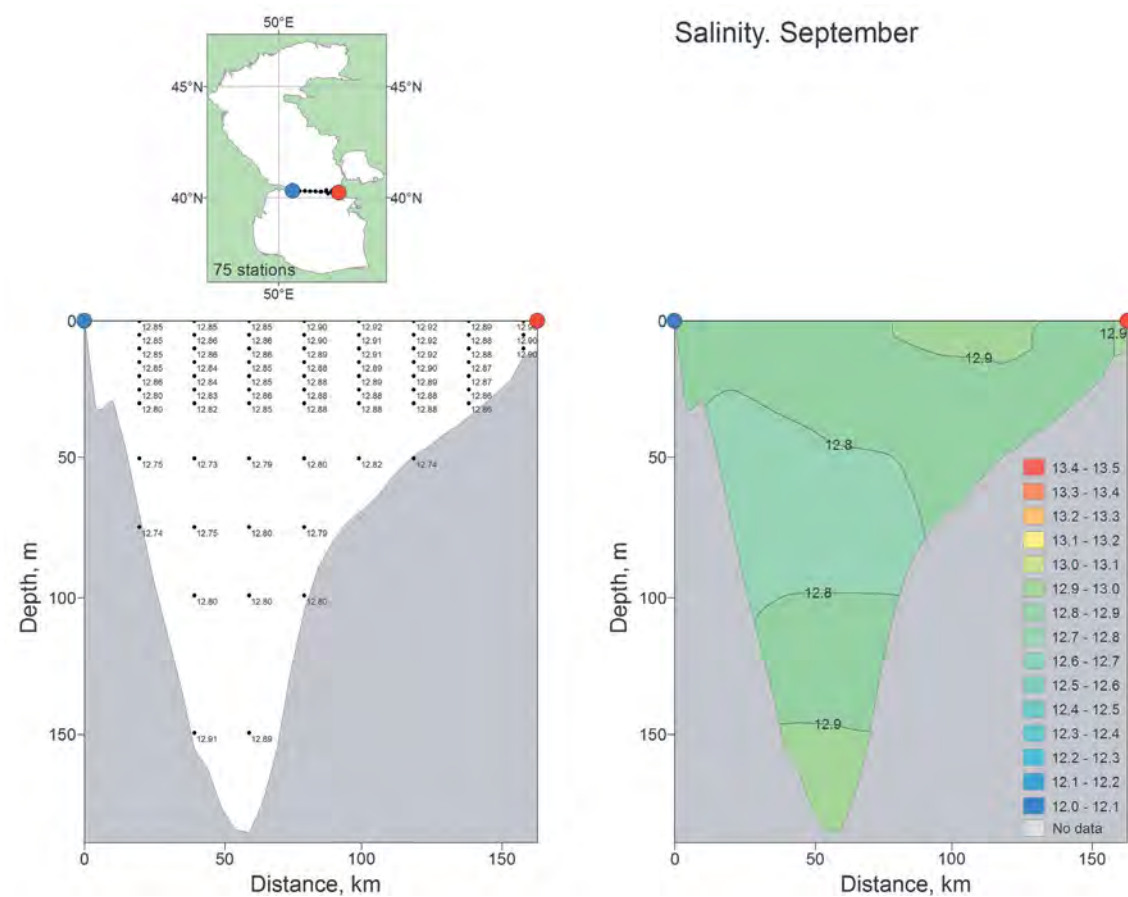


Рисунок П 309. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 6

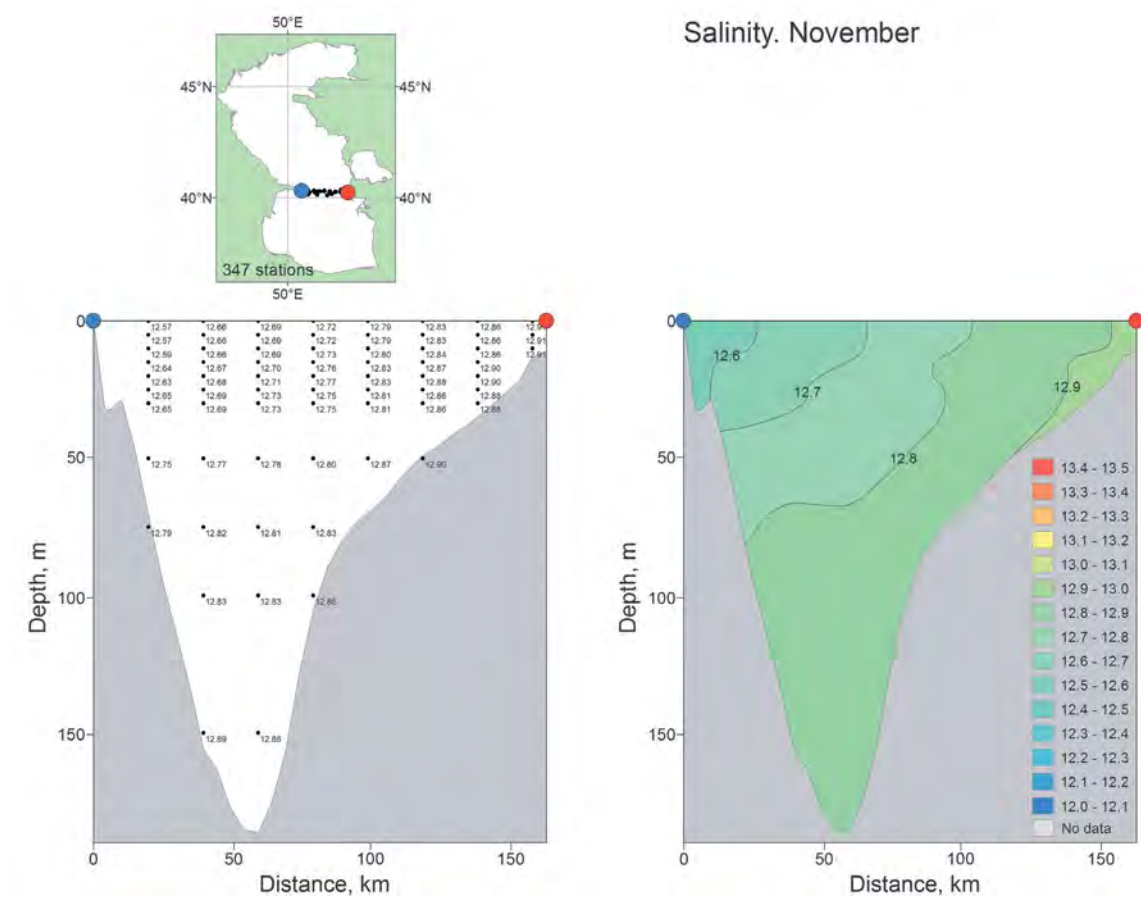


Рисунок П 311. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 6

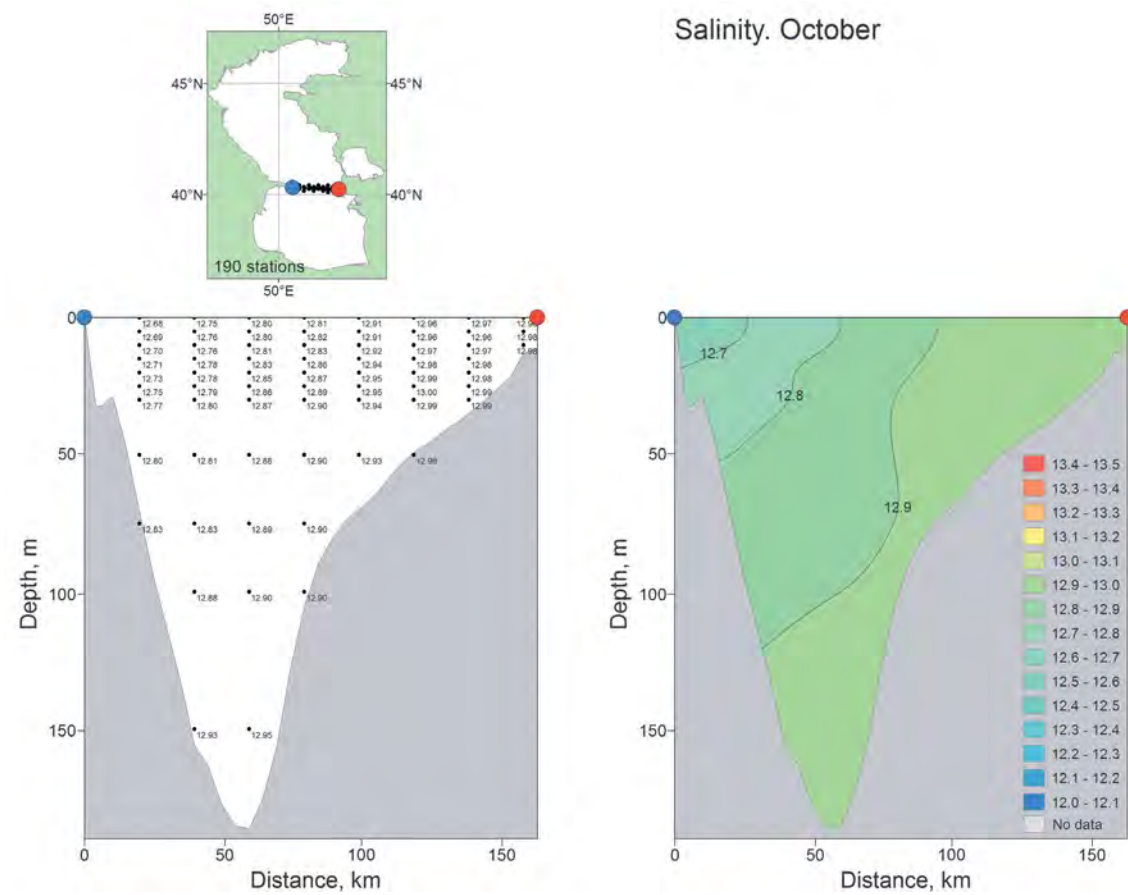


Рисунок П 310. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 6

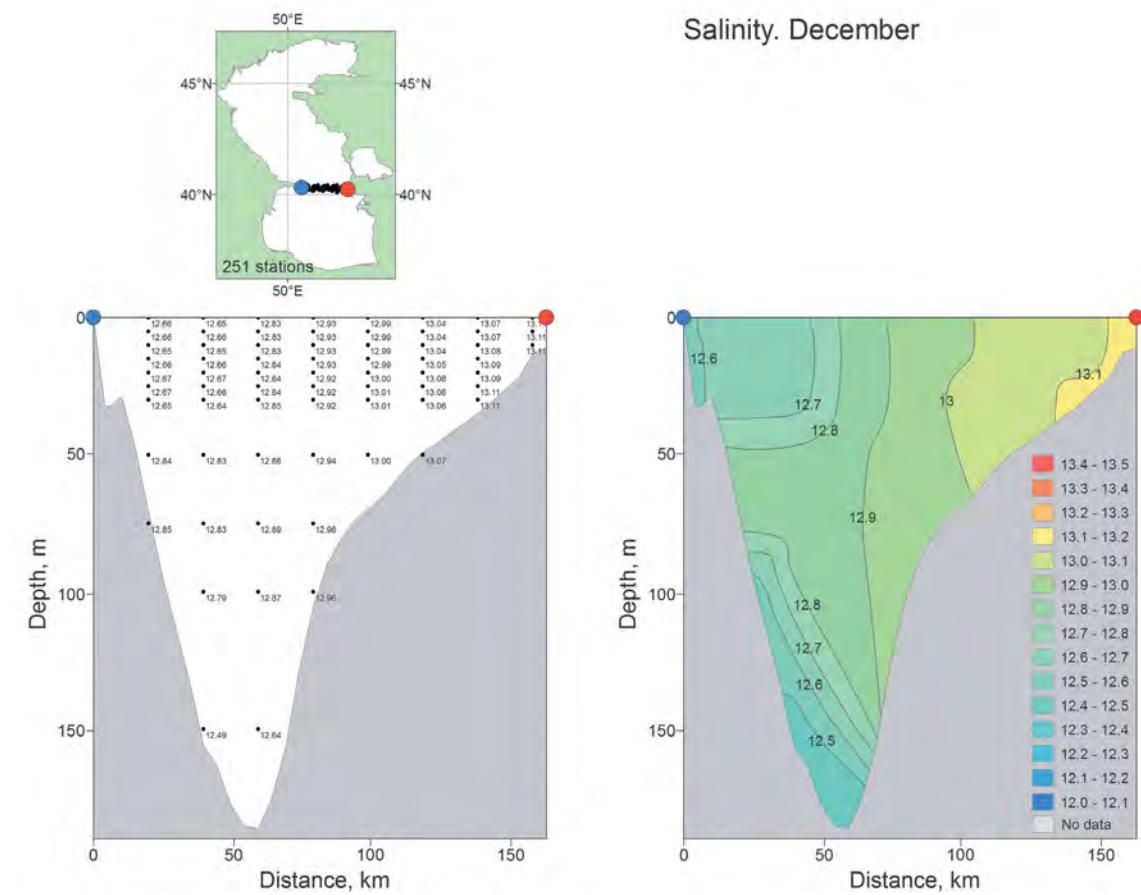


Рисунок П 312. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 6

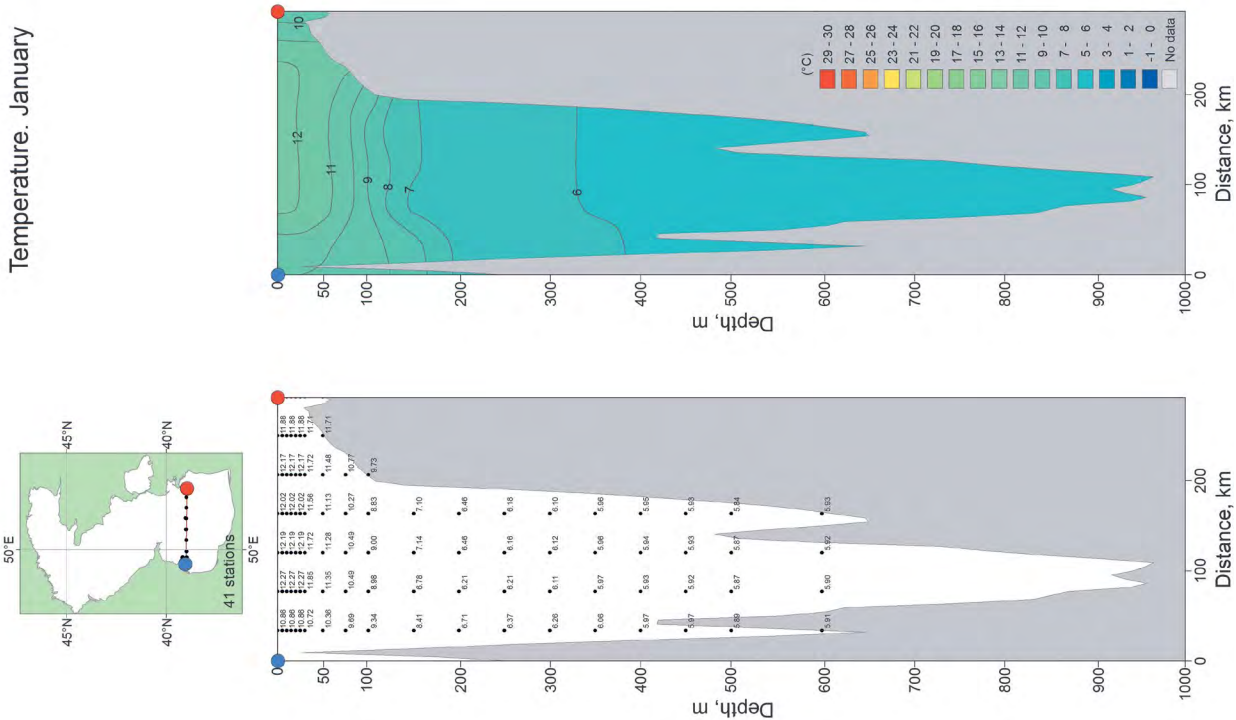


Рисунок П 313. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в январе на разрезе 7

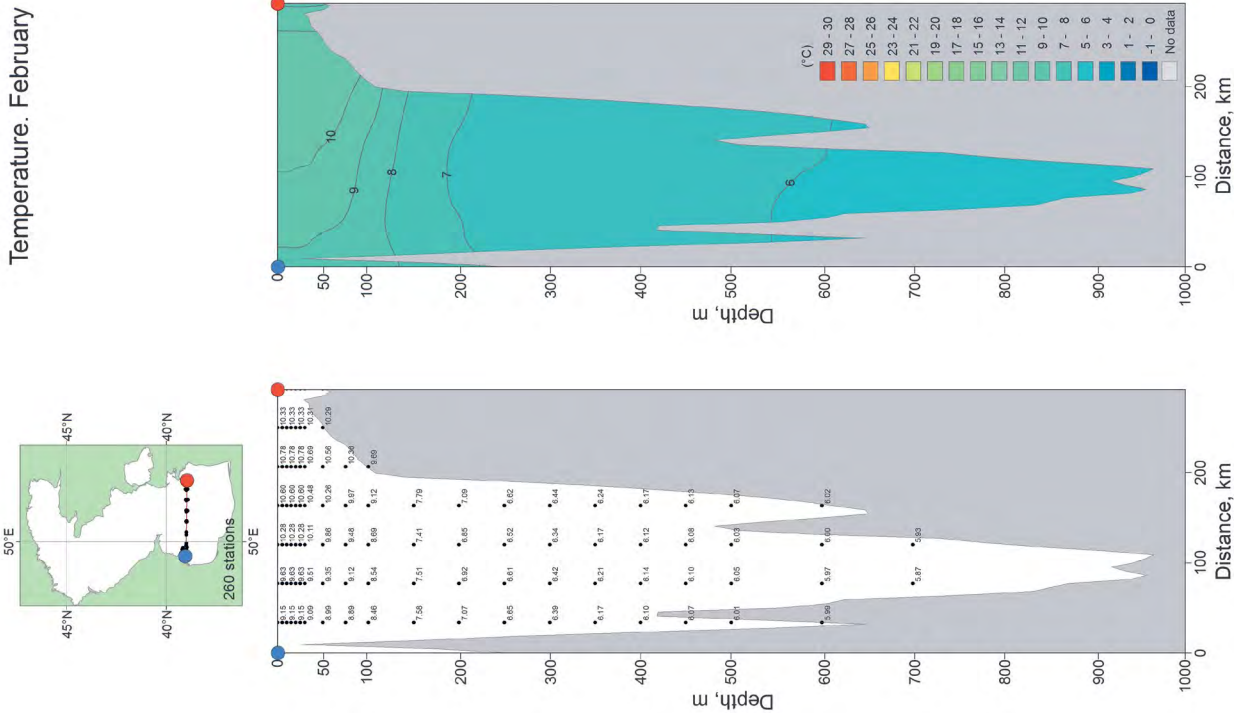


Рисунок П 314. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в феврале на разрезе 7

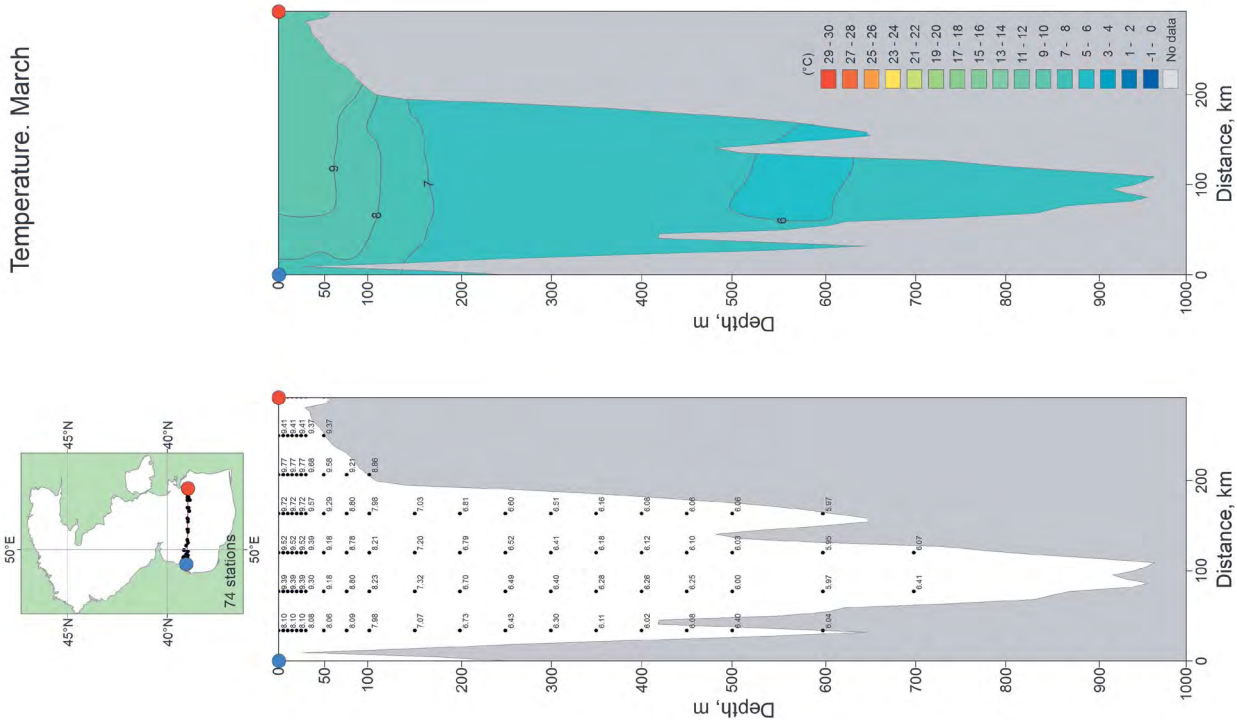


Рисунок П 315. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в марте на разрезе 7

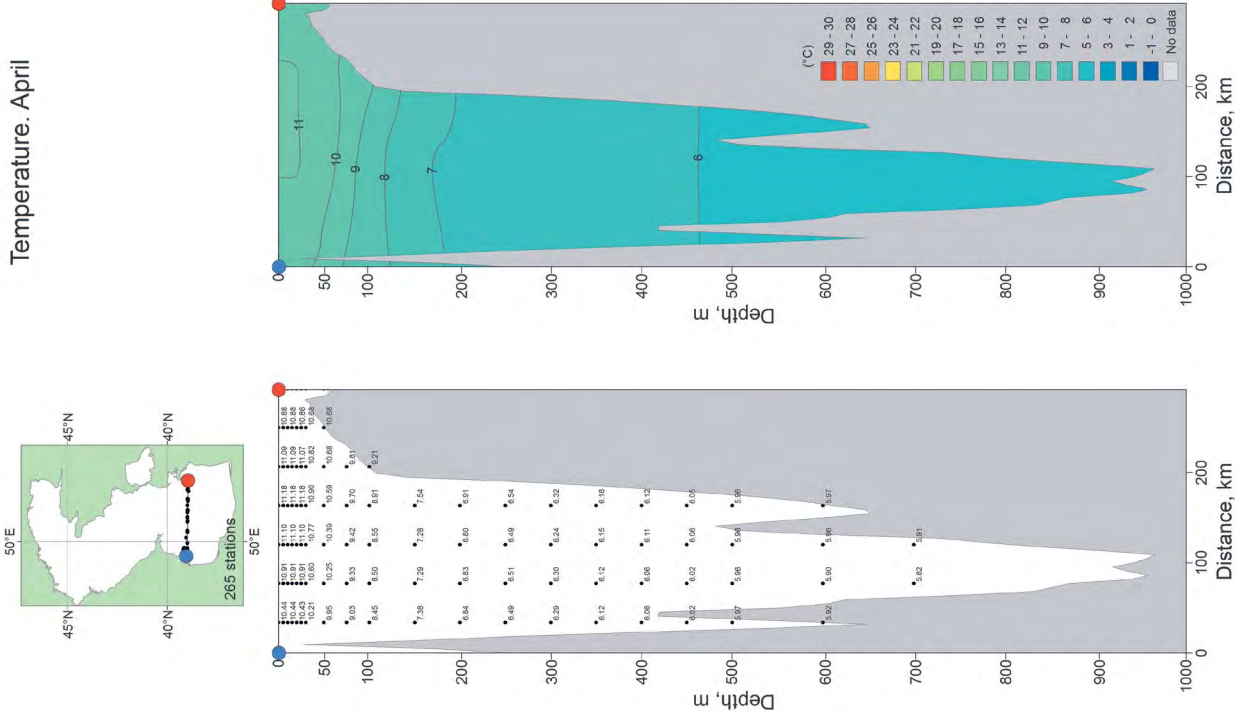
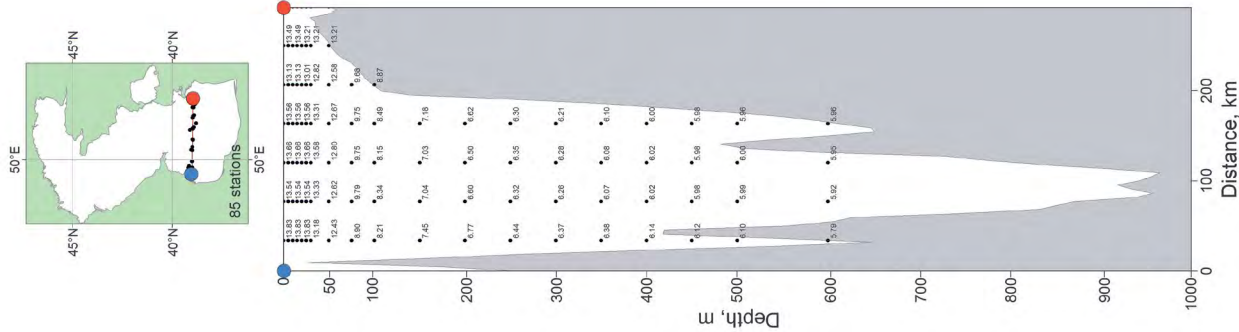


Рисунок П 316. Среднемноголетнее вертикальное распределение температуры воды в апреле на разрезе 7

Temperature. May



Temperature. June

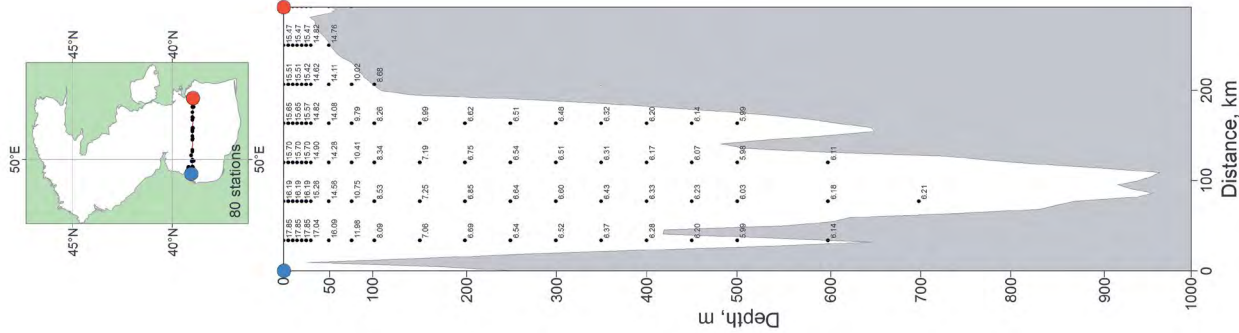
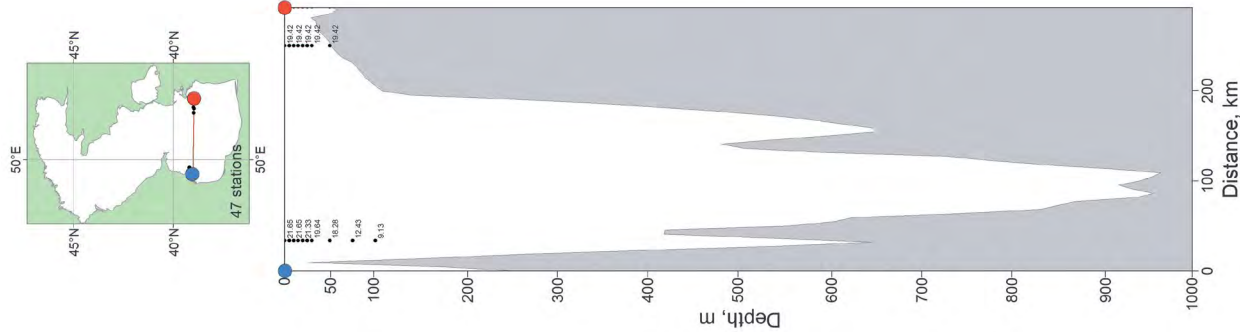


Рисунок П 317. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в мае на разрезе 7

Temperature. July



Temperature. August

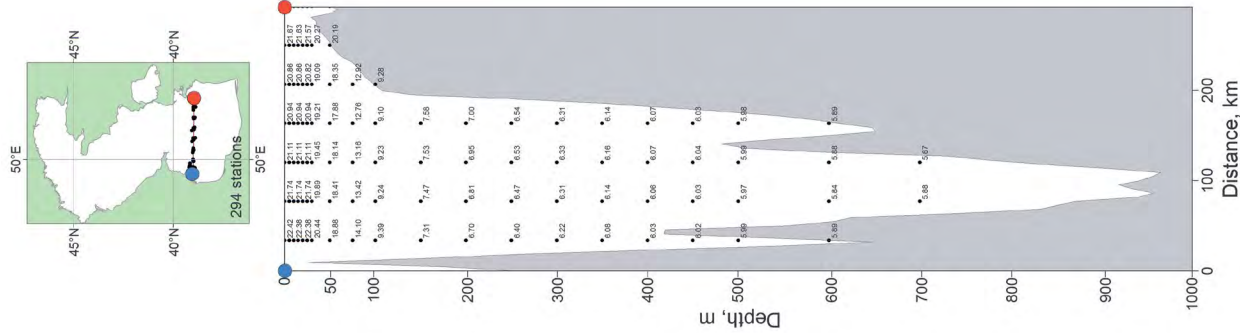


Рисунок П 319. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в июле на разрезе 7

Рисунок П 320. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в августе на разрезе 7

Temperature. September

Temperature. October

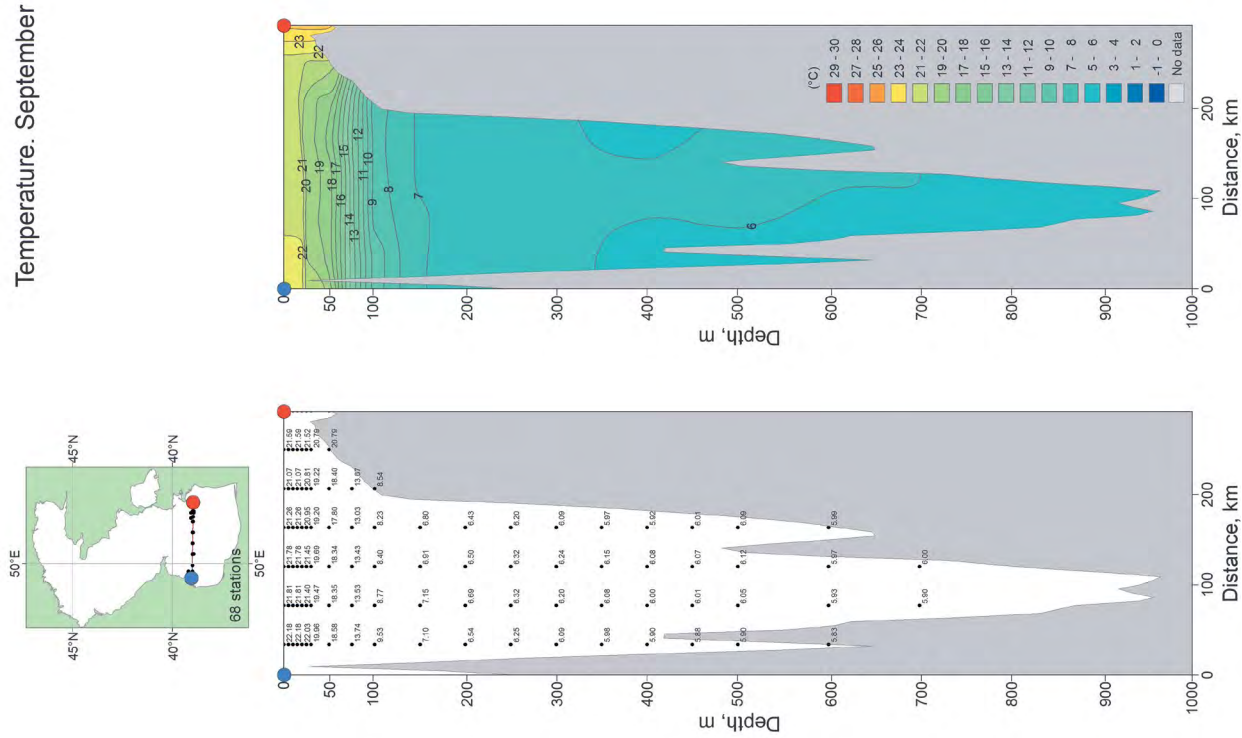


Рисунок П 321. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в сентябре на разрезе 7

Temperature. November

Temperature. December

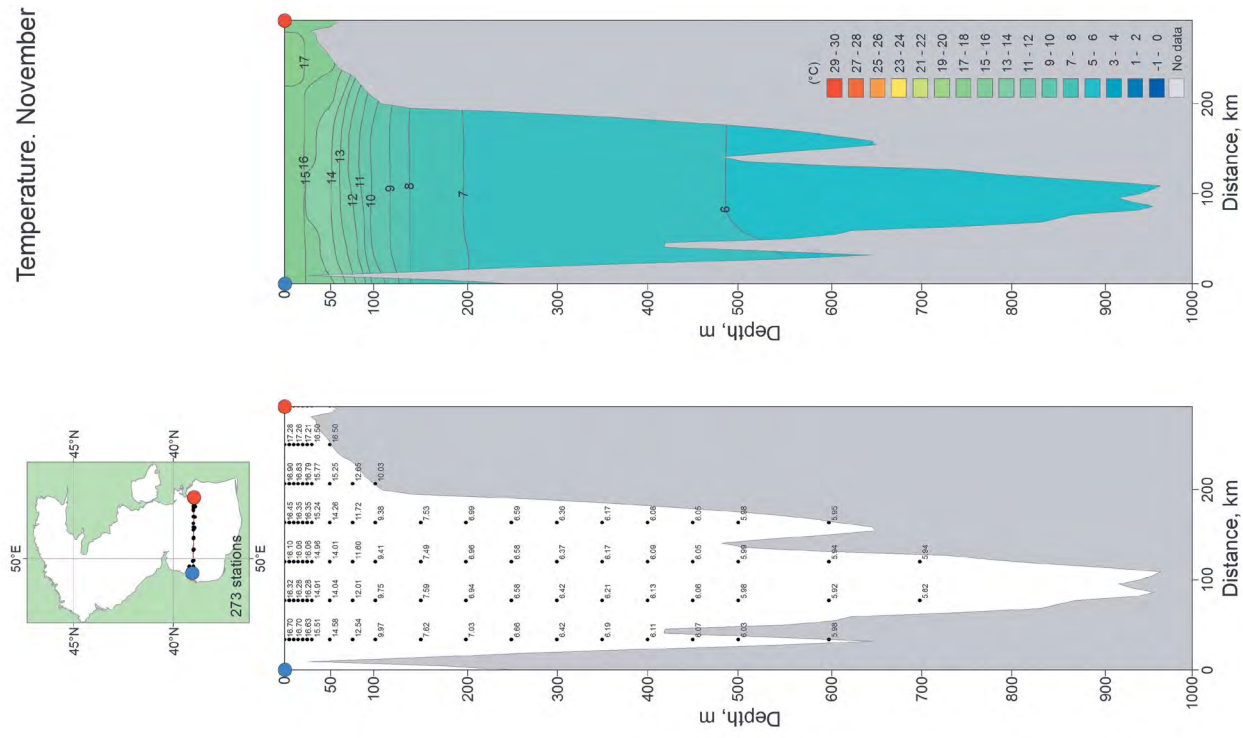


Рисунок П 323. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в ноябре на разрезе 7

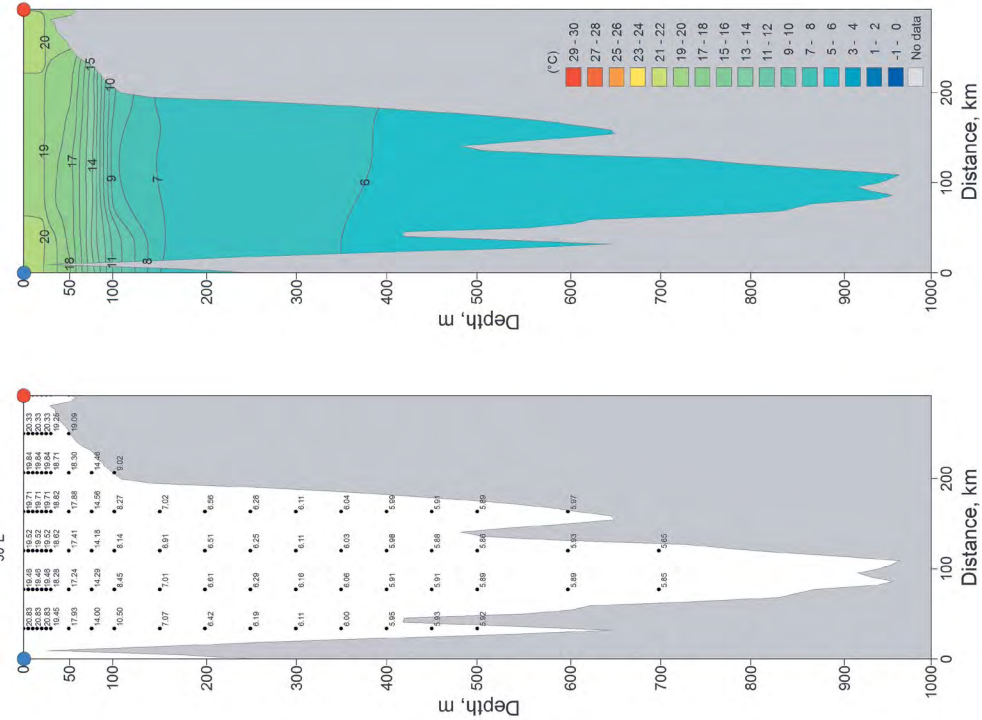


Рисунок П 322. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в октябре на разрезе 7

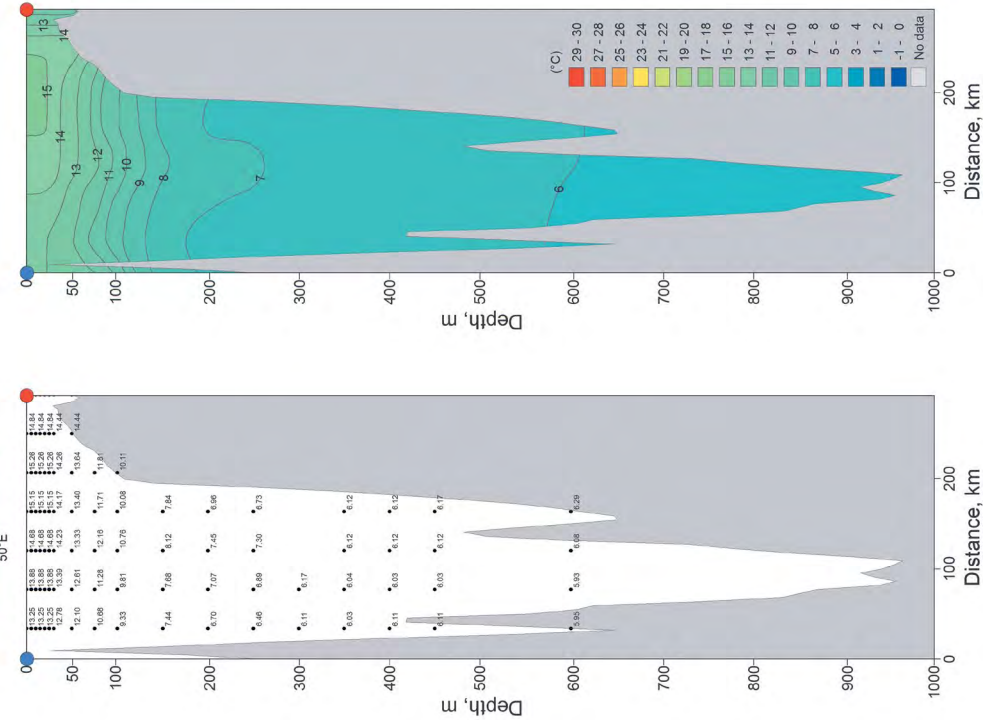
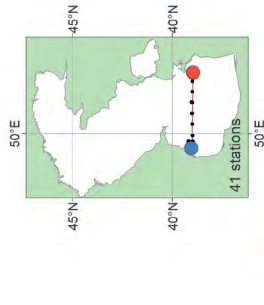


Рисунок П 324. Среднегодовое вертикальное распределение температуры воды в декабре на разрезе 7



Salinity. January

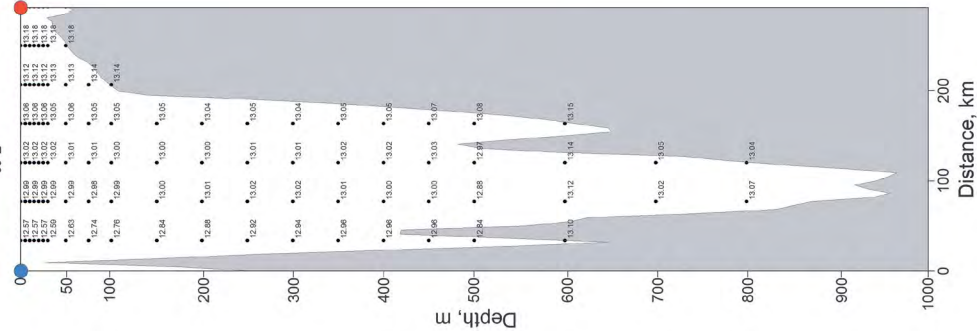
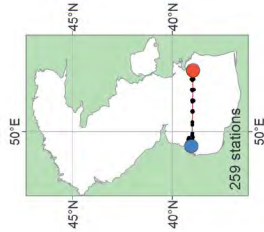


Рисунок П 325. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в январе на разрезе 7



Salinity. February

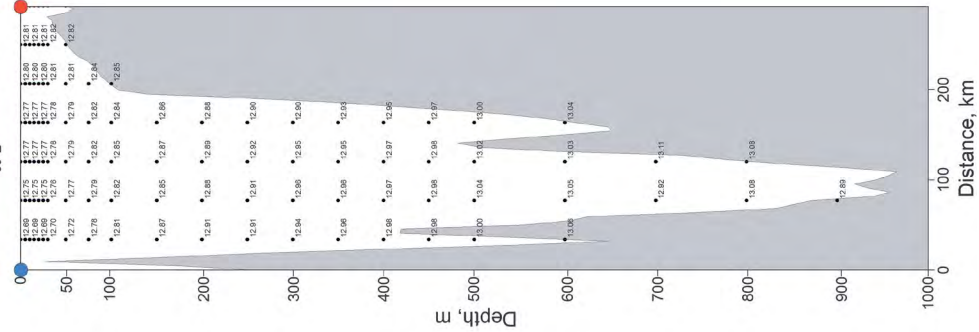
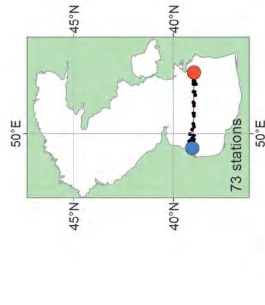


Рисунок П 326. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в феврале на разрезе 7



Salinity. March

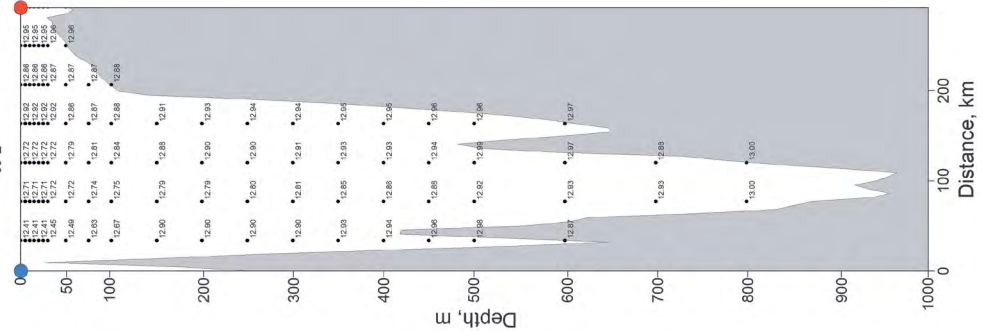
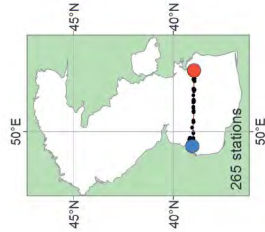


Рисунок П 327. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в марте на разрезе 7



Salinity. April

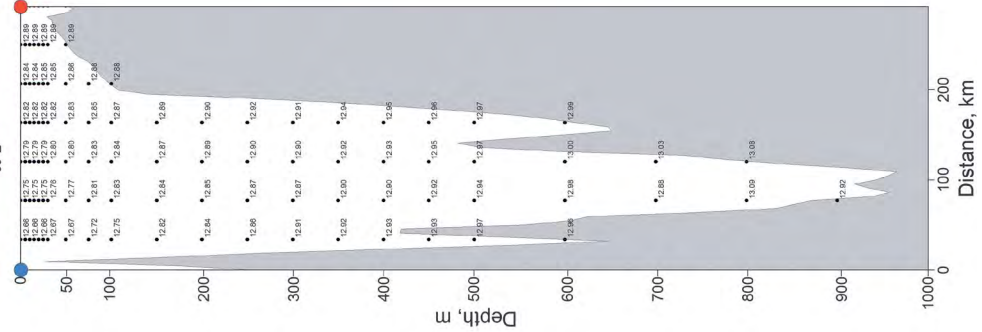


Рисунок П 328. Среднегодовое вертикальное распределение солёности в апреле на разрезе 7

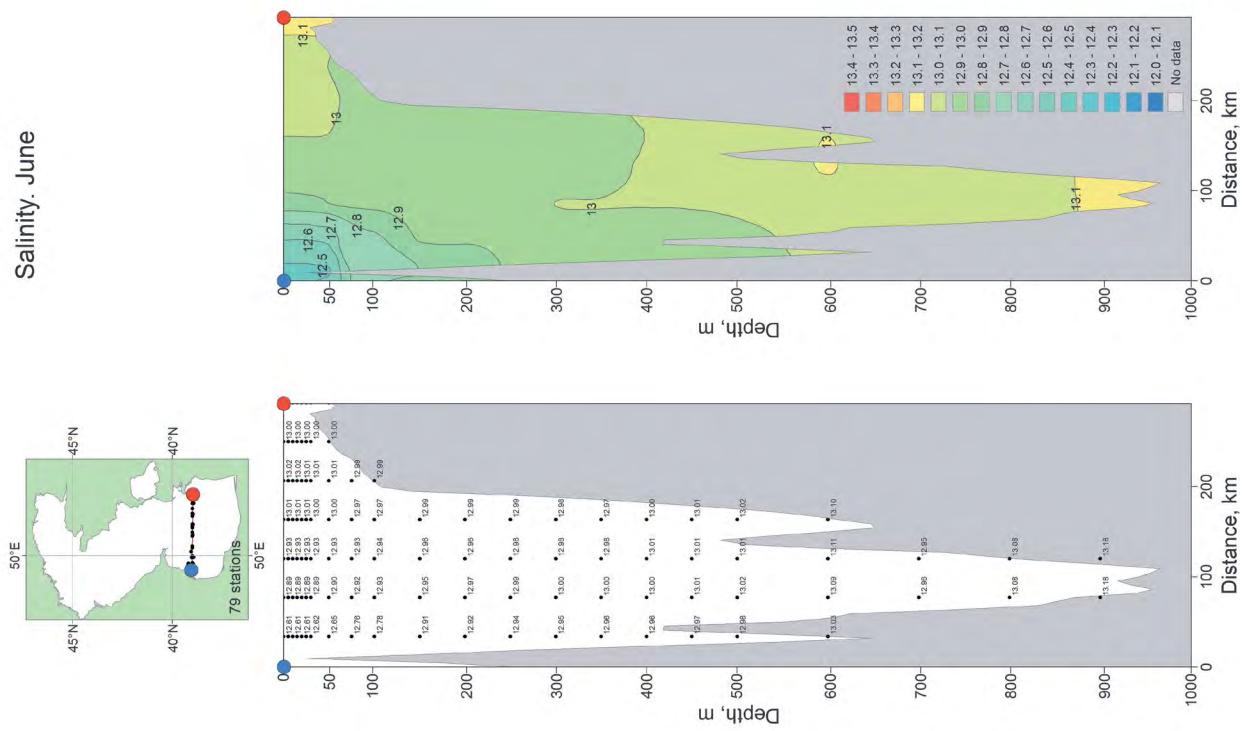


Рисунок П 329. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июне на разрезе 7

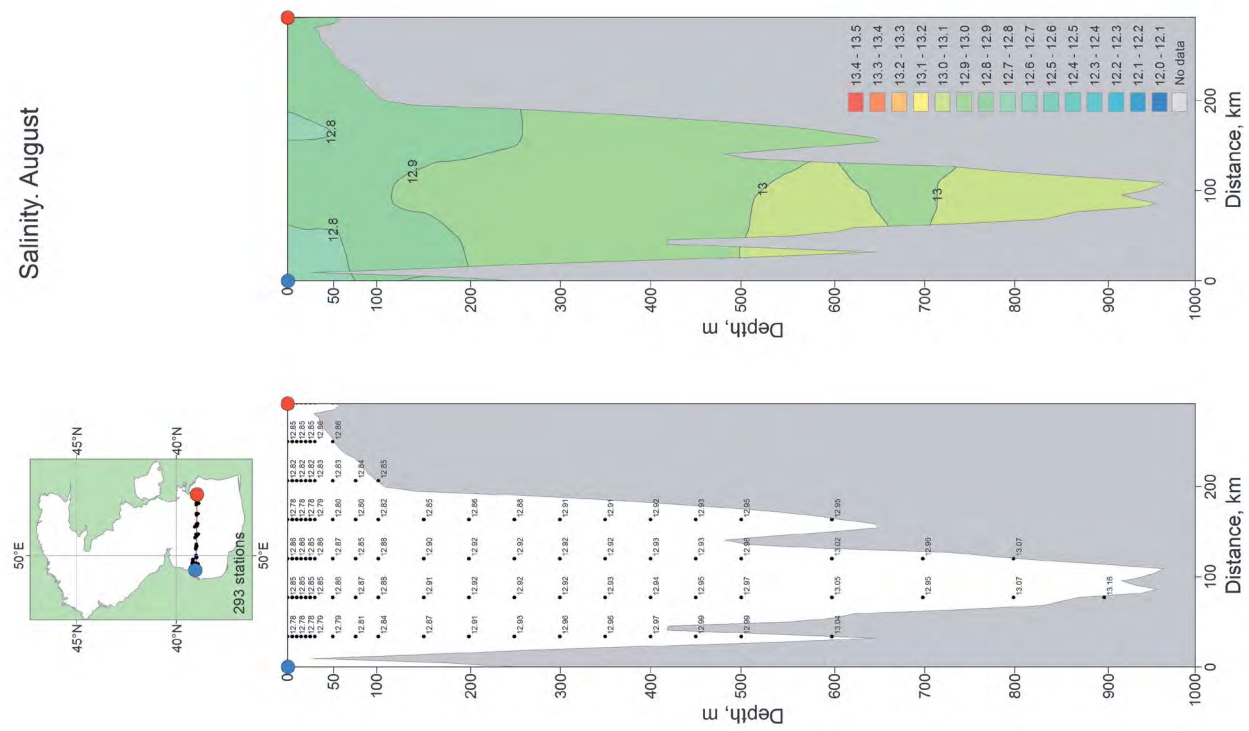


Рисунок П 331. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в августе на разрезе 7

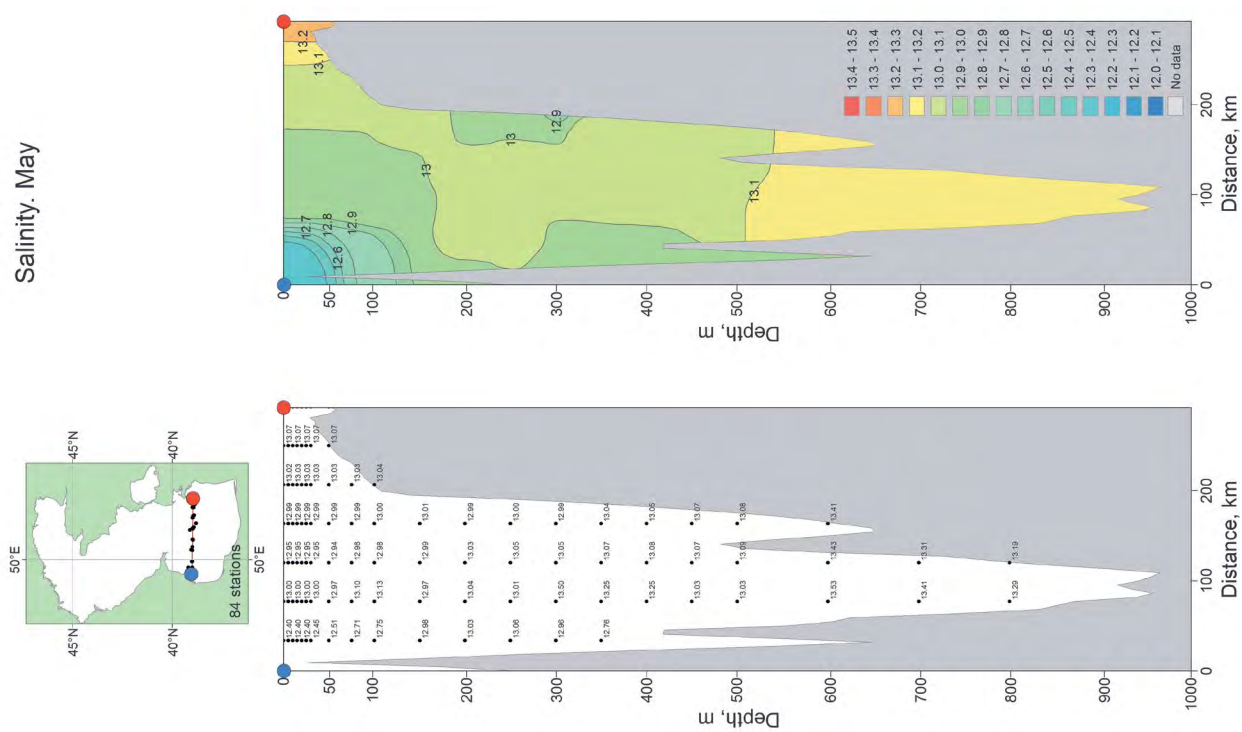


Рисунок П 329. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в мае на разрезе 7

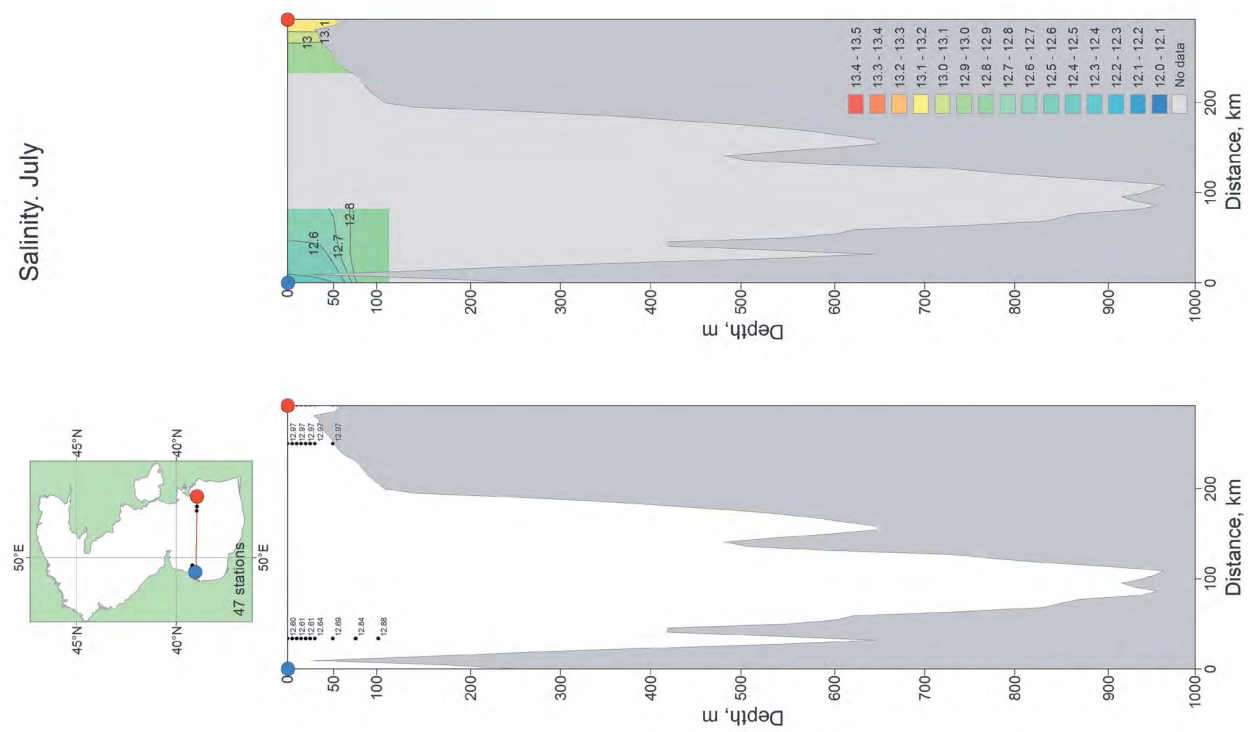


Рисунок П 330. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в июле на разрезе 7

Salinity. September

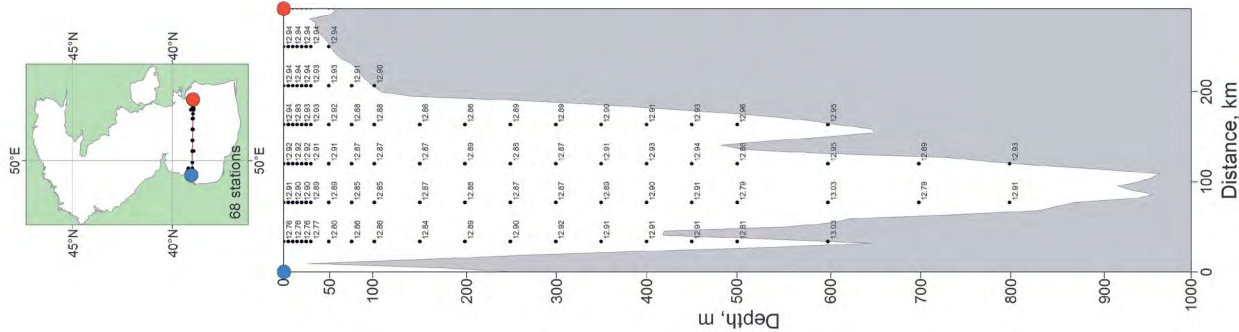


Рисунок П 332. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в сентябре на разрезе 7

Salinity. October

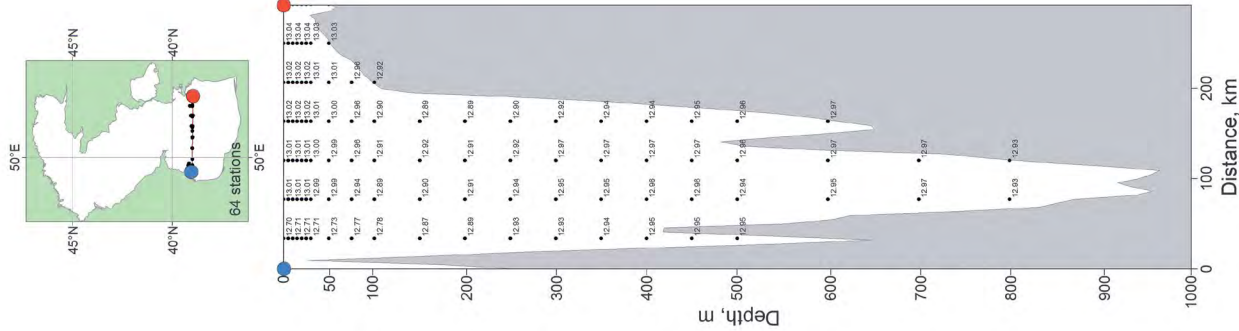


Рисунок П 333. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в октябре на разрезе 7

Salinity. November

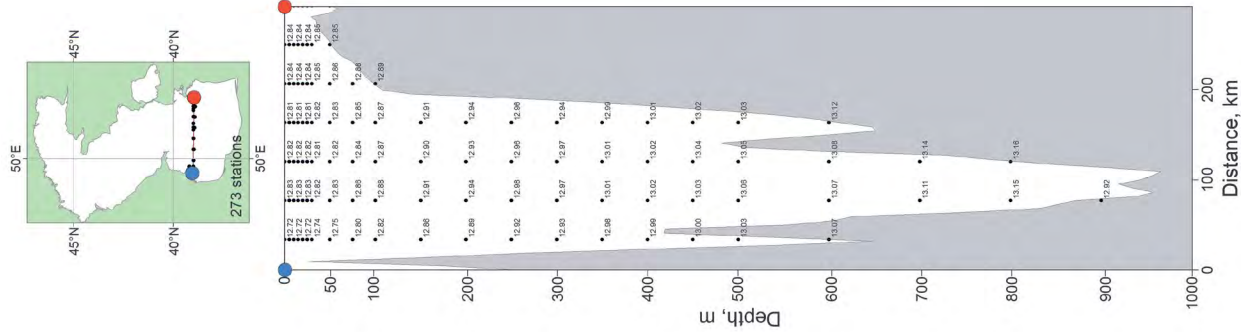


Рисунок П 334. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в ноябре на разрезе 7

Salinity. December

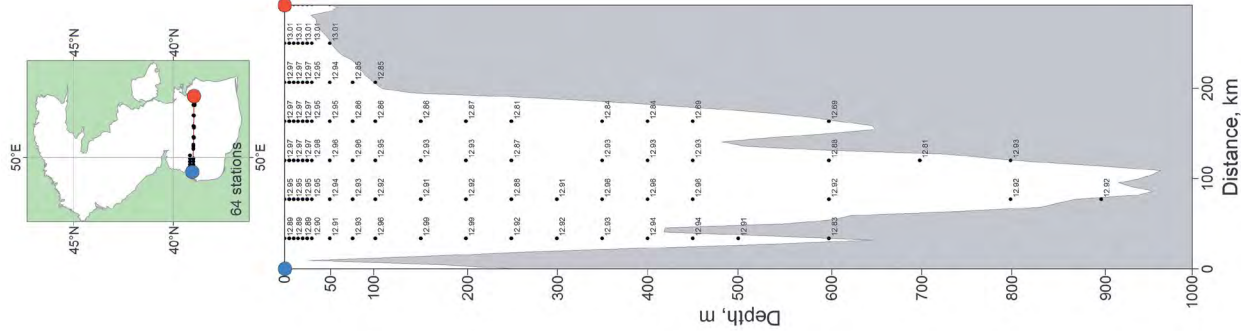


Рисунок П 335. Среднемноголетнее вертикальное распределение солёности в декабре на разрезе 7

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКОГО КОЛЛЕКТИВА ПО ПРОБЛЕМАТИКЕ АТЛАСА

1. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Сорокина В.В., Левитус С., Смоляр И.В. Внутривековые флуктуации климата Азовского моря (по термохалинным данным за 120 лет) // Доклады академии наук. 2008. Т. 422. № 1. С. 106–109.
2. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М. Климатогенные изменения экосистем южных морей в условиях антропогенных воздействий // Известия РАН. Серия географическая. 2008. № 3. С. 26–34.
3. Матишов Г.Г. Влияние изменчивости климатического и ледового режимов на судоходство // Вестник Российской академии наук. 2008. Т. 78. № 10. С. 896–902.
4. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В., Аксенов Д.С. Комплексные исследования Азовского, Чёрного и Каспийского морей на научно-исследовательском судне «Денеб» в 2007 г. // Океанология. 2009. Т. 49. № 2. С. 313–318.
5. Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Карпенко В.И. Большие морские экосистемы России: западная часть Берингова моря // Вестник Южного научного центра РАН. Т. 5. № 2. 2009. С. 49–58.
6. Matishov G.G., Matishov D.G., Stepanian O.V., Aksekov D.S. Complex Studies of the Azov, Black, and Caspian Seas Performed on the Deneb Survey Vessel in 2007 // Oceanology. 2009. № 2. P. 290–295.
7. Matishov G.G., Matishov D. G., Moiseev D.V. Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along glacial troughs // Oceanology. 2009. 51(3). P. 321–340.
8. Матишов Г.Г., Мишина Н.Н. Результаты гидрохимических исследований северной части Баренцева моря (желоб Франц-Виктория) в летний период // Доклады академии наук. 2010. Т. 430. № 5, С. 712–714.
9. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П. География промысла трески как индикатор экосистемы Баренцева моря // Известия РАН. Серия географическая. 2010. № 1. С. 112–119.
10. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века // Вестник Южного научного центра РАН. 2010. Т. 6. № 1. С. 33–40.
11. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Балыкин П.А. Аквакультура: мировой опыт и российские разработки // Рыбное хозяйство. 2010. № 3. С. 24–27.
12. Матишов Г.Г., Берестовский Е.Г., Мартынов В.Г., Балыкин П.А. Перспективные методы сохранения популяционного разнообразия проходных видов лососевых рыб в северных и дальневосточных регионах России // Вестник МГТУ. 2010. Т. 13. №4/1. С. 647–654.
13. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. Климатические изменения морских экосистем европейской Арктики // Проблема Арктики и Антарктики. 2010. № 3 (86). С. 7–21.
14. Матишов Г.Г. и др. Комплексные исследования больших морских экосистем России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 516 с.
15. Экологический атлас Азовского моря / Гл. ред. Г.Г. Матишов; отв. ред. Н.И. Голубева, В.В. Сорокина. Ростов-на-Дону, Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 328 с.
16. Зонн И.С., Костяной А.Г. Баренцево море. Энциклопедия. Под редакцией академика Г.Г. Матишова. М.: Международ. отношения, 2011. 272 с.
17. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Жичкин А.П., Моисеев Д.В. Климат морей Западной Арктики в начале XXI века // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2011. № 3. С. 17–32.
18. Матишов Г.Г., Моисеев Д.В., Любина О.С., Жичкин А.П., Дженюк С.Л., Макаревич П.Р., Фролова Е.А. Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX–XXI вв. // Вестник Южного научного центра РАН. 2011. Т. 7. № 2. С. 54–68.
19. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П., Моисеев Д.В., Громов М.С. Современные климатические тенденции в Баренцевом море // Доклады академии наук. 2011. Т. 441. № 3. С. 395–398.
20. Matishov G.G., Denisov V.V., Zhichkin A.P., Moiseev D.V., and S. Gromov. Recent Climatic Tendencies in the Barents Sea // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 441. Part 1. P. 1602–1606.
21. Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Жичкин А.П. Биологические ресурсы моря и пресноводных водоёмов // Богатства России. Москва, ООО «Календа», 2012. С. 218–223.
22. Матишов Г.Г., Яицкая Н.А., Бердников С.В. Особенности внутривекового режима солёности Каспийского моря // Доклады академии наук. 2012. Т. 444. № 5. С. 549–553.
23. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Чикин А.Л. Моделирование ледостава в Азовском море с учетом климатического тренда в начале XXI века // Доклады академии наук. 2012. Т. 445. № 5. С. 590–593.
24. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Denisov V.V., Zhichkin A.P., Moiseev D.V. Climate and oceanographic studies: past and present // Berichte zur Polar und Meeresforschung. Reports on Polar and Marine Research. 640/2012. Edited by Gotthilf Hempel, Karin Lochte, Gennady Matishov.
25. Matishov G.G., Moiseev D., Lyubina O., Zhichkin A. Climate and cyclic hydrobiological changes of the Barents Sea from the twentieth to twenty-first centuries // Polar Biology. 2012. Vol. 35. Iss. 12.
26. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В. Морские экспедиционные исследования Южного научного центра РАН и Института аридных зон на научно-исследовательском судне «Денеб» в 2008–2011 гг. // Океанология. 2013. Т. 53. №2. С. 276–278.
27. Матишов Г.Г., Жичкин А.П. Влияние климатических флуктуаций на промысловую ихтиофауну экосистемы Баренцева моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2013. Т. 9. № 1. С. 61–70.
28. Комплексные исследования в Чёрном и Азовском морях летом 2012 г. / Г.Г. Матишов, М.В. Набоженко, И.В. Шохин [и др.] // Океанология. 2013. Т. 53. № 3. С. 418–420.
29. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Основные направления морских экосистемных исследований Мурманского морского биологического института в Арктике // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 25–42.
30. Учет вековой динамики климата Баренцева моря при планировании морской деятельности / Г.Г. Матишов, С.Л. Дженюк, В.В. Денисов [и др.] // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 56–71.
31. Совместные подходы ММБИ, ЮНЦ и лаборатории климата океана НОАА (США) к организации океанографических и гидробиологических баз данных арктических и южных морей России / Г.Г. Матишов, Д.В. Моисеев, С.В. Бердников [и др.] // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 135–152.

Научное издание

**Атлас климатических изменений
в больших морских экосистемах
Северного полушария (1878–2013)**
Регион 1. Моря Восточной Арктики
Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря

Редактор *Л.Н. Успенская*
Оригинал-макет *Я.Ю. Яковлева*
Оформление обложки *А.В. Коржов*
Перевод *Р.Г. Михалюк*

Подписано в печать 17.02.2014. Формат 60×84/8
Бумага офсетная. Гарнитура Minion Pro
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,8
Тираж экз. Заказ №

Издательство ЮНЦ РАН
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
Тел. (863) 250-98-21