

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени Н.Н.ЗУБОВА»**

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2022

Москва 2023

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2022 приведены усредненные значения стандартных гидролого-гидрохимических характеристик, концентрации биогенных элементов и уровень загрязнения вод и донных отложений различными веществами в 56 локальных участках акваторий морей Российской Федерации в 2022 г. Обобщенная информация базируется на результатах наблюдений государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета, включая Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета им. Н.Н. Зубова (ЛМЗ ГОИН, г. Москва, www.oceanography.ru, раздел «Загрязнение морей»).

Ежегодник содержит средние и максимальные (для кислорода минимальные) за год значения отдельных гидролого-гидрохимических показателей прибрежных морских вод, а также характеристику уровня загрязнения вод и донных отложений широким спектром органических веществ природного и антропогенного происхождения. Для контролируемых локальных участков морей дана оценка состояния вод по отдельным параметрам с помощью их кратности значению ПДК, по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ и/или с использованием иных критериев. Для районов с достаточной длительностью рядов накопленной гидрохимической информации выявлены многолетние тренды среднегодовой концентрации загрязняющих веществ в морской среде или иных характеристик качества вод.

Ежегодник-2022 предназначен для федеральных и региональных органов власти, администраторов практической природоохранной деятельности и участников хозяйственно-производственной деятельности на шельфе морей, для широкой российской и международной общественности, ученых-экологов и студентов образовательных учреждений. Оценка текущего гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских акваторий, а также выявленные по данным многолетнего мониторинга тенденции могут быть использованы в научных исследованиях или при планировании хозяйственных и/или природоохранных мероприятий.

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2022 / Под общей редакцией А.Н. Коршенко. – Иваново: ПресСто, 2024

ISBN 978-5-6045347-3-1

© Коршенко А.Н., 2024

© ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2024

© Оформление. ООО «ПресСто», 2024

ABSTRACT

The Annual Report 2022 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas around Russian Federation in 2022. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the seawaters and bottom sediments conducted by 16 regional chemical laboratories and North-Western Branch of NPO “Typhoon” (St.Petersburg) of the Roshydromet.

The Report-2022 contains annual and/or seasonal average and maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawater at 56 local parts of all Russian Seas. It also describes pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Water quality assessments based on the concentration of individual pollutants compared with the Maximum Allowable Concentration (MAC) and on the complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends of parameters were identified where possible.

The Annual Report 2022 is intended for use by federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and ecologists. Assessments of the current state and of the long-term changes of the marine environmental pollution could be used in scientific researches and for planning of environment protection activities.

This Annual Report 2022 was compiled at the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the N.N. Zybov State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia, www.oceanography.ru, Chapter “Marine pollution”).

For bibliographic purposes, this document shall be cited as:

Marine Water Pollution: Annual Report 2022. – Ivanovo: PresSto, 2023
ISBN 978-5-6045347-3-1

© Korshenko A.N., 2024

© State Oceanographic Institute (SOI), 2024

© Registration of LLC “PresSto”, 2024

ВВЕДЕНИЕ

Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября 1963 г. поручил Главному управлению гидрометеорологической службы при СМ СССР проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим в 1964-1965 гг. органами Гидрометслужбы под научно-методическим руководством Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава морских прибрежных вод, а с 1966 г. осуществляются систематические наблюдения за загрязнением морской среды. Работа по исследованию гидролого-гидрохимического режима и уровня загрязнения морей СССР была установлена в двух документах о вековых разрезах (Вековые разрезы 1961, Вековые разрезы 1976). Начиная с 1966 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод публикуются в «Обзоре...», а потом в «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Ежегодник, 2021). Это издание содержит обобщенные данные о загрязнении омывающих территорию России морей и с 1997 г. готовится в соответствии с Постановлением Правительства №1425 от 15 ноября 1997 г. (ПП-РФ 1425). Ежегодники составляются в ГОИН на основе данных государственной наблюдательной сети (Положение о ГСН, 2003), включающей центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) межрегиональных территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). Кроме этого в Ежегодники иногда дополнительно включаются результаты исследований и наблюдений других организаций и научно-исследовательских институтов Росгидромета и Российской Академии Наук, данные международного обмена информацией, интернет-ресурсов, а также материалы отдельных экспедиционных морских исследований государственных и негосударственных организаций.

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика гидрохимического режима и уровня загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2022 г. Основой для составления Ежегодника явились исходные постанционные данные и отчетные материалы 16 химических лабораторий территориальных управлений Росгидромета, полученные в результате выполнения регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды. Данные были представлены в ГОИН на основании нормативных документов Росгидромета (Приказ №156, 2000). К материалам сети относятся региональные выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные результаты наблюдений в отдельных районах контроля, «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными гидролого-гидрохимическими данными и концентрацией

загрязняющих веществ, а также обзоры технического состояния морских химических лабораторий. Дополнительно были использованы материалы исследований морской среды Арктики, выполненных Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). Ежегодник-2022 по всем морям России подготовлен в Лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, 119034 Москва, Кропоткинский пер. 6, ГОИН, www.oceanography.ru; раздел «Загрязнение морей»).

А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.1. Станции мониторинга

Наблюдения за состоянием морской среды в прибрежных районах морей России регулярно проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСН). По составу и частоте наблюдений станции ГСН разделяются на три категории:

Станции I категории (единичные контрольные станции) предназначены для оперативного контроля уровня загрязнения моря. Они обычно располагаются в особо важных или постоянно подверженных интенсивному загрязнению районах моря. Наблюдения за загрязнением и химическим составом вод проводятся по сокращенной или полной программе. По сокращенной программе наблюдения проводятся два-четыре раза в месяц, по полной программе - один раз в месяц.

Станции II категории (единичные станции или разрезы) служат для получения систематической информации о загрязнении морских и устьевых вод, а также для исследования сезонной и межгодовой изменчивости контролируемых параметров. Сетка этих станций охватывает значительные акватории моря и устья рек, в которые поступают сточные воды и откуда они могут распространяться. Наблюдения проводятся по полной программе один раз в месяц, в период ледостава - один раз в квартал.

Станции III категории предназначены для получения систематической информации о фоновых уровнях загрязнения морской среды с целью изучения их сезонной и межгодовой изменчивости, а также для определения элементов баланса химических веществ. Они располагаются на участках акватории моря, где отмечаются более низкие уровни загрязнения или в относительно чистых водах. Наблюдения выполняются один раз в сезон по полной программе. Фоновые наблюдения осуществляются в районах, куда загрязняющие вещества (ЗВ) могут попасть только вследствие их глобального распространения, а также в промежуточных районах, куда ЗВ поступают вследствие региональных миграционных процессов. Категория и местоположение станций наблюдений могут корректироваться в зависимости от динамики уровня

загрязнения морской среды, а также в связи с появлением новых объектов контроля.

По сокращенной программе пробы отбирают один раз в декаду. В состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), содержания растворенного кислорода, значений рН и концентрация одного-двух приоритетных загрязняющих ингредиентов, характерных для данного района наблюдений. Одновременно проводятся визуальные наблюдения за загрязнением поверхности моря.

По полной программе пробы отбирают один раз в месяц. В состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района ЗВ; отдельных показателей морской среды – концентрации растворенного в воде кислорода (O_2), сероводорода (H_2S), ионов водорода (рН), щелочности (Alk), нитритного азота (N- NO_2), нитратного азота (N- NO_3), аммонийного азота (N- NH_4), общего азота (Ntotal), фосфатного фосфора (P- PO_4), общего фосфора (Ptotal), кремния (Si- SiO_3), а также элементов гидрометеорологического режима - солёности и хлорности воды ($S_{\text{‰}}$), температуры воды и воздуха ($T^{\circ}C$), скорости и направления течений и ветра, прозрачности по диску Секки и цветности воды, концентрации взвешенных веществ и другие параметры.

Горизонты отбора проб определяются глубиной на станции: до 10 м - два горизонта (приповерхностный и придонный слой); до 50 м – три горизонта (поверхность, 10 м, дно); более 50 м - четыре горизонта (поверхность, 10 м, 50 м, дно). При наличии сезонного скачка плотности отбор проб проводится и на его верхней границе или в слое максимального градиента. На глубоководных станциях пробы отбираются на стандартных гидрологических горизонтах. В экспедиционных исследованиях набор контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Химический анализ проб воды и донных отложений производится в соответствии с методами, изложенными в разработанных в ГОИН руководящих документах: «Руководство по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243-92, 1993) и «Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (РД 52.10.556-95, 1996). Методические основы проведения химического анализа элементов и соединений в морской среде постоянно обновляются. В последнее десятилетие в ГОИН был разработан и одобрен к применению на сети комплект из 26 РД, включающий в себя методики измерения всех основных гидрохимических показателей морской воды и целого ряда загрязняющих веществ в морской воде и донных отложениях (Приложение 3). В комплект также входит РД, регламентирующий

выполнение внутреннего лабораторного контроля сетевыми морскими подразделениями и РД, устанавливающий требования к компетентности осуществляющей мониторинг морской среды химической лаборатории.

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингредиента) в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде (табл. А.1). В качестве норматива качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК была установлена приказом министра сельского хозяйства Российской Федерации А.Н. Ткачева от 13 декабря 2016 г., №552: «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», далее в ссылках «Перечень ПДК» (ПДК-2016). По сравнению с предыдущей версией списка ПДК (ПДК-2010) изменения коснулись характеристики допустимого уровня БПК₅ - 2,1 мгО₂/дм³ вместо ранее установленного 3,0 мгО₂/дм³.

Поскольку в сводке ПДК-2016 для морских вод утверждено очень мало ингредиентов, в отдельных случаях допустимо использовать нормативы пресных вод для сравнительных оценочных характеристик многолетней динамики контролируемых параметров, однако такой расчет не будет юридически корректным документом. В первую очередь это относится к различным формам биогенных элементов. С формальной точки зрения для биогенных соединений в Приказе №552 отсутствует специальная метка об использовании значений для морских вод, кроме аммонийного иона. Вследствие этого любое использование ПДК для биогенных веществ в морской воде является условным и может быть применено только с научно-исследовательской точки зрения для получения ориентировочных оценок текущего состояния морской среды или оценки многолетней/сезонной динамики форм азота и фосфора. Кроме того, поскольку в Перечне не указаны критерии оценки уровня трофности морских вод, в дальнейшем при расчетах для всех контролируемых акваторий было принято для фосфатов Р-РО₄ значение ПДК=50 мкг/дм³ (мезотрофные воды). Определенная условность использования значений всех ПДК для оценки качества морских вод также состоит в их универсальности для всех очень разнообразных по физико-химическим условиям морей РФ. Вероятно, с целью более точной оценки в ближайшем будущем следует ожидать разработки региональных ПДК для отдельных морей в соответствии с уже опубликованными подробными Методическими указаниями по выполнению такой работы (МУ-2011).

Таблица А.1. Предельно допустимая концентрация отдельных загрязняющих веществ и биогенных элементов в морских и пресных водах (ПДК-2016).

<i>Биогенные вещества</i>				
Ингредиент (Класс опасности)	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³
Аммиак (4)	7664-41-7	NH ₃ nH ₂ O	для пресных вод - 0,05	50
Аммоний-ион (4)	14798-03-9	NH ₄ ⁺	0,5 (0,4 в пересчете на N*)	500/389
		NH ₄ ⁺	2,9 при 13-34‰	2900/2256
Мочевина (карбамид)	57-13-6	CH ₄ N ₂ O	-	
			для пресных вод - 80,0	
Нитрат-анион (4э)	231-554-3	NO ₃ ⁻	для пресных вод - 40,0; 9,0 в пересчете на азот нитратов	40000/ 9032
Нитрит-анион (4э)	10102-44-0	NO ₂ ⁻	для пресных вод - 0,08; 0,02 в пересчете на азот нитритов	80/ 24
Силикат калия (3)	1312-76-1	K ₂ SiO ₃	для пресных вод - 2,0 или 1,0 по SiO ₃ ²⁻	2000 (1000)/ 368
Фосфат-ион (4э) (по P)	-	PO ₄	0,05 олиготрофные водоемы	50/17
	-	PO ₄	0,15 мезотрофные	150/50
	-	PO ₄	0,2 эвтрофные	200/67

Примечания:

* В Приказе ПДК-2016 вероятно из-за высокого содержания биогенных веществ в пресных водах их концентрация указана в мг/дм³ на соединение в целом по сумме входящих в состав элементов и дополнительно в пересчете на элемент, например аммонийный азот – 0,5 мг/дм³, а в пересчете на азот в округленной до десятых форме – 0,4 мг/дм³. В морских водах концентрация соединений азота, фосфора и кремния обычно на порядки меньше, поэтому в методических Руководящих Документах Росгидромета по их определению используется единица мкг/дм³. В настоящем Ежегоднике с учетом обычно низкого содержания биогенных веществ в морской воде приведен более точный (не округленный) перевод значения ПДК на элемент в мкг/дм³. Вследствие этого нормы ПДК для сетевых подразделений Росгидромета могут быть скорректированы с учетом атомных весов составляющих соединения элементов: Н – 1, N – 14, О – 16, Р – 32, Si – 28, К - 39. Таким образом, ПДК аммония составляет 14/18 от первого приведенного в ПДК-2016 значения; нитритов 14/46; нитратов 14/62; силикатов SiO₃ 28/76 и фосфатов 32/96. Полученное значение указано в последней колонке таблицы через слеш. Вследствие указанного выше существенного различия в содержании биогенных и загрязняющих веществ в пресных и морских водах в Руководящих Документах и Ежегодниках Гидрохимического Института (ГХИ, Ростов-на-Дону, <https://gidrohim.com/node/44>) их концентрация выражена в мг/дм³. В методических и аналитических документах ГОИН (http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=282; <http://www.oceanography.institute/index.php/2013-05-19-21-09-30>) концентрация этих веществ в большинстве случаев приведена в мкг/дм³.

Металлы

Ингредиент/ Класс опасности	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³
Алюминий (4), все растворимые в воде формы <1>*	7429-90-5	Al	0,04	40
Алюминия оксихлорид / (гидроксихлорид), (3)	1327-41-9	AlClO (AlCl(OH) ₂)	для морских вод по иону Al: 0,05; 0,04	50 40
Барий (4) <1>*	7440-39-3	Ba	2,0 при 12-18‰	2 000
		Ba	для пресных вод - 0,74	740
Бериллий (2) <1>*	7440-41-7	Be	для пресных вод - 0,0003	0,3
Ванадий (3) <1>*	7440-62-2	V	для пресных вод - 0,001	1
Железо (2) <1>*	7439-89-6	Fe	0,05	50
		Fe	для пресных вод - 0,1	100
Кадмий (2) <1>*	7440-43-9	Cd	0,01	10
		Cd	для пресных вод - 0,005	5
Кальций (4э) <1>*	7440-70-2	Ca	610 при 12-18‰	
		Ca	для пресных вод - 180,0	
Кобальт (3) <1>*	7440-48-4	Co	0,005	5
		Co	для пресных вод - 0,01	10
Литий (4) <1>*	7439-93-2	Li	0,08	80
		Li	для пресных вод - 0,08	80
Магний (4) <1>*	7439-95-4	Mg	940 при 13-18‰	
		Mg	для пресных вод - 40,0	
Марганец двухвалентный (4)	7439-96-5	Mn ²⁺	0,05	50
		Mn ²⁺	для пресных вод - 0,01	10
Медь (3) <1>*	7440-50-8	Cu	0,005	5
		Cu	для пресных вод - 0,001	1
Молибден (2) <1>*	7439-98-7	Mo	-	
		Mo	для пресных вод - 0,001	1
Мышьяк (3) <1>*	7440-38-2	As	0,01	10
		As	для пресных вод - 0,05	50
Натрий (4)	7440-23-5	Na	7100 при 13-18‰	
			для пресных вод - 120,0	
Никель (3) <1>*	7440-02-0	Ni	0,01	10
		Ni	для пресных вод - 0,01	10
Олово (4) <1>*	7440-31-5	Sn	-	
		Sn	для пресных вод - 0,112	112
Ртуть (1) <1>*	7439-97-6	Hg	0,0001	0,1
		Hg	для пресных вод - 0,00001	0,01
Свинец (3) <1>*	7439-92-1	Pb	0,01	10
		Pb	для пресных вод - 0,006	6
Стронций (4) <1>*	7440-24-6	Sr	4,14	4140
		Sr	для пресных вод - 0,4	400
Хром трехвалентный (3)	7440-47-3	Cr ³⁺	-	-
		Cr ³⁺	для пресных вод - 0,07	70
Хром шестивалентный (3)	7440-47-3	Cr ⁶⁺	-	-
		Cr ⁶⁺	для пресных вод - 0,02	20
Цинк (3) <1>*	7440-66-6	Zn	0,05	50

		Zn	для пресных вод – 0,01	10
Сера элементарная	-	S	для пресных вод – 10,0	

Органические загрязняющие вещества					
Ингредиент/ Класс опасности	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³	нг/дм³
Нафталин (3)	91-20-3	C ₁₀ H ₈	для пресных вод – 0,004	4	
Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3)	-	Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs)	морские воды - 0,05	50	
Родамин-Б (Краситель красный С-2108-Д), (4)	-	C ₃₀ H ₃₄ N ₂ O ₅	0,05	50	
	-		для пресных вод – 0,05	50	
Соевое масло (3)	8001-22-7	C ₅₇ H ₉₈ O ₆	морские воды -1,0		
Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)***	-	Detergents	0,1	100	
		Detergents	для пресных вод – 0,5	500	
Фенол/карболовая кислота (3)	108-95-2	Fenols C ₆ H ₆ O	фенол – 0,001	1,0	
Хлорорганические токсиканты, ДДТ и его метаболиты, ПХБ, альдрин, линдан и др. (1)**	-	DDT, Chlorobiphenyls (PCBs), Aldrin, Lindan etc.	0,00001	0,01	10
Гексахлоран, гексахлорциклогексан (смесь стереоизомеров 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексана) (1)	319-84-6	HCH, Group HCH with γ-HCH (Lindane), C ₆ H ₆ Cl ₆	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
ДДТ (1)	50-29-3	DDT, C ₁₄ H ₉ Cl ₅	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
Ацетон (3)	67-64-1	C ₃ H ₆ O	для пресных вод – 0,05	50	
Бензол (4)	71-43-2	Benzen, C ₆ H ₆	для пресных вод – 0,5	500	
Бромбензол (2)	108-86-1	C ₆ H ₅ Br	0,1	100	
			для пресных вод – 0,0001	0,1	
α-Бромнафталин (1)	90-11-9	C ₁₀ H ₇ Br	для пресных вод – 0,000001	0,001	1
Арцерид (1)	-		для пресных вод – 0,0007	0,7	
Бульдок 025 ЕС (1). <i>бетабайтرويد</i>	-	C ₂₂ H ₁₈ Cl ₂ FNO ₃	для пресных вод – 0,0000001	0,0001	0,1
2,4-Динитрофенол (2)	51-28-5	C ₆ H ₄ N ₂ O ₅	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Дихлорбензол (2), смесь изомеров	25321-22-6	C ₆ H ₄ Cl ₂	для пресных вод – 0,001	1	
2,4-Дихлорфенол (1)	120-83-2	C ₆ H ₄ OCl ₂	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Додецилбензол (2)	123-01-3	C ₁₈ H ₃₀	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Каратан (1)	-		для пресных вод – 0,00007	0,07	70
Метатион/метилнитро	-	C ₉ H ₁₂ NO ₅ P	для пресных вод –	0,0001	0,1

фос/сумитион (1)		S	0,0000001		
Полихлорпинен (1)	-		для пресных вод – 0,00001	0,01	10
Тетрабутилолово (1)	1461-25-2	(C ₄ H ₉) ₄ Sn	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Толуол/метилбензол (3)	108-88-3	C ₇ H ₈	для пресных вод – 0,5	500	
Тетрахлорметан (четырехлористый углерод), (2)	56-23-5	CCl ₄	для пресных вод – 0,001	1	
Трибутиламин (1)	1120-24-7	C ₁₂ H ₂₇ N	для пресных вод – 0,00005	0,05	50
Трибутилоловохлорид (2), (ТВТ)	1461-22-9	C ₁₂ H ₂₇ SnCl	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
Трифенилоловохлорид (1)	639-58-7	C ₁₈ H ₁₅ ClSn	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
Трихлорбензол (2), смесь изомеров	87-61-6, 120-82-1	C ₆ H ₃ Cl ₃	для пресных вод – 0,001	1	
Трихлорфенол (1)	88-06-2	C ₆ H ₃ Cl ₃ O	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Формалин 35-40% (3)	50-00-0	CH ₂ O	0,1 (0,05 по формальдегиду)	100	
			для пресных вод – 0,25	250	
Фталевые кислоты (орто-, мета-, пара-),(4)	-	-	2,0 (морские воды)		
Хлорбензол (3)	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	для пресных вод - 0,001	1	
2-Хлорфенол (1)	95-57-8	C ₆ H ₅ OCl	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Циклогексан (3)	110-82-7	C ₆ H ₁₂	для пресных вод – 0,01	10	
Этиленгликоль (3)	107-21-1	C ₂ H ₆ O ₂	0,5		
			для пресных вод – 0,25		
Этиловый спирт (3)	64-17-5	C ₂ H ₆ O	для пресных вод – 0,01		

Показатели качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения высшей и первой категории

Растворенный кислород O ₂	Dissolved oxygen O ₂	Содержание растворенного кислорода не должно опускаться ниже 6,0 мг/дм ³ под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод). - Содержание растворенного кислорода в зимний (подледный) период не должно опускаться ниже (в зимний период подледный) 6,0 мг/дм ³ . - В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не менее 6,0 мг/дм ³ .
Водородный показатель (рН)	рН	Должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения.
Биохимическое потребление кислорода за 5 суток БПК ₅	BOD ₅	При температуре 20°С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 2,1 мг/дм ³ .
Биохимическое потребление кислорода БПК _{полн}	BOD _{total}	При температуре 20°С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 3,0 мг/дм ³ .

Взвешенные вещества	Suspended solids	При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, при производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм ³ (высшая и первая категории объекта рыбохозяйственного значения); 0,25 мг/дм ³ – вторая категория
Взвешенные вещества (4)	Suspended solids	Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные минералы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м – 10,0 мг/дм ³
Плавающие примеси (вещества)		На поверхности воды водных объектов рыбохозяйственного значения в зоне антропогенного воздействия не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей

* В первой графе ПДК-2016 указывается название вещества и его формула, а также значок <1> - все растворимые в воде формы.

Во второй графе ПДК-2016 приводится номер CAS:

CAS registry number - уникальный численный идентификатор химических соединений, полимеров, биологических последовательностей нуклеотидов или аминокислот, смесей и сплавов, внесенных в реестр Chemical Abstracts Service. Номер CAS записывается в виде трех групп арабских чисел, разделенных дефисами.

В третьей графе приводится лимитирующий показатель вредности (ЛПВ):

"токс" - токсикологический (прямое токсическое действие веществ на водные биологические ресурсы);

"сан" - санитарный (нарушение экологических условий при попадании вещества в воду водного объекта рыбохозяйственного значения): изменение трофности водных объектов; гидрохимических показателей: кислорода, азота, фосфора, pH; нарушение самоочищения воды водных объектов: БПК₅ (биохимическое потребление кислорода за 5 суток); численность сапрофитной микрофлоры;

"сан-токс" - санитарно-токсикологический (действие вещества на водные биологические ресурсы и санитарные показатели водных объектов рыбохозяйственного значения);

"орг" - органолептический (образование в воде водных объектов рыбохозяйственного значения пленок и пены на поверхности воды, появление в воде посторонних привкусов и запахов, выпадение осадка, появление опалесценции, мутности и взвешенных веществ, изменение цвета воды водных объектов). При этом указывается расшифровка характера изменения органолептических свойств воды водных объектов рыбохозяйственного значения (зап. - запах; мутн. - мутность; окр. - окраска; пен. - пена; пл. - пленка; привк. - привкус; оп. - опалесценция).

В четвертой графе приводится значение ПДК (предельно допустимая концентрация).

В пятой графе - класс опасности, который определяется в соответствии с приказом Минприроды России от 4 декабря 2014 г. №536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду" (зарегистрировано в Минюсте России 29 декабря 2015 г., регистрационный №40330), (Приказ 536).

В шестой графе - методы анализа и контролируемые вещества для смесевых препаратов.

Используемые сокращения (методы анализа вещества):

ААС - атомно-абсорбционная спектроскопия.

ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография.

ГХ - газовая хроматография.

ТСХ - тонкослойная хроматография.

ГХМС - хроматомасс-спектрометрия.

ИК - инфракрасная спектроскопия.

ИСП - метод индуктивно связанной плазмы.

ЭМС - электроспрей масс-спектрометрия.

** Хлорорганические и фосфорорганические пестициды (ХОП, ФОП): 1) ДДТ и его метаболиты; 2) восемь стереоизомеров гексахлорциклогексана (гексохлоран, ГХЦГ), включая линдан (γ -ГХЦГ); 3) другие ХОП - альдрин, дильдрин, эндрин, мирекс, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол и др.; 4) нестойкие ФОП – тиофос, метафос, карбофос, рогор и хлорофос; полихлорбифенилы (ПХБ) и др. По степени токсичности разные формы пестицидов варьируют от группы чрезвычайно опасных сильнодействующих ядовитых веществ (например альдрин) до относительно малоопасных ФОП. В ПДК-2010 постулируется в качестве норматива отсутствие в воде особо опасных пестицидов. Однако в Приказе №156 (2000) для практической оценки уровня загрязнения допускалось условно использовать в качестве норматива 10 нг/дм³. В ПДК-2016 этот уровень установлен в качестве Предельно Допустимой Концентрации.

*** Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) – значения приведены по ПДК-2010.

Уровень содержания вещества или химического элемента в морской воде может быть определен с помощью различных методов и приборов, каждый из которых характеризуется минимальным пределом обнаружения ингредиента при определенных условиях или уровне концентрации в анализируемой среде (далее в тексте DL = Detection Limit).

В настоящем Ежегоднике основным методом для описания качества вод и сравнения по этому параметру различных акваторий является использование расчетных значений индекса загрязненности вод (ИЗВ),

которые позволяют отнести воды исследуемого района к определенному классу качества (табл. А.2).

Таблица А.2. Классы качества вод и значения ИЗВ.

Класс качества вод		Диапазон значений ИЗВ
Очень чистые	I	ИЗВ ≤ 0,25
Чистые	II	0,25 < ИЗВ ≤ 0,75
Умеренно загрязненные	III	0,75 < ИЗВ ≤ 1,25
Загрязненные	IV	1,25 < ИЗВ ≤ 1,75
Грязные	V	1,75 < ИЗВ ≤ 3,00
Очень грязные	VI	3,00 < ИЗВ ≤ 5,00
Чрезвычайно грязные	VII	ИЗВ > 5,00

Правила расчета индекса загрязненности вод определены «Методическими Рекомендациями по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям» (МР-1988) и уточнены авторами ежегодника. Для морских вод при расчете индекса используют четыре параметра с обязательным включением в этот список растворенного кислорода. Формула расчета ИЗВ:

$$ИЗВ = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{4 \cdot ПДК}$$

где C_i – концентрация трех наиболее значительных загрязнителей, среднее содержание которых в воде исследуемой акватории в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле рассчитывается делением норматива ПДК=6 мгО₂/дм³ на его реальное содержание.

Технология расчета индекса содержит несколько последовательных стадий: 1) выбор уровня усреднения данных по пространству (одиночная станция, группа станций или полностью контролируемый район, например бухта, залив, эстуарный район реки и т.д.) и по времени (месяц, сезон или год); для выбранных станций и периода времени рассчитывается средняя концентрация всех наблюдаемых параметров; 2) для всех измеренных и нормируемых параметров морских вод, т.е. перечисленных в списке Предельно Допустимой Концентрации (ПДК-2016), рассчитывается концентрация в единицах ПДК; 3) из полученного списка средней концентрации веществ в ПДК выбираются ровно три наиболее высоких значения для загрязняющих веществ, которые могут считаться «приоритетными» для рассматриваемой акватории в анализируемый период времени; значения складываются; 4) норматив для кислорода 6 мгО₂/дм³ надо разделить на среднее значение концентрации кислорода в мгО₂/дм³; полученный результат добавить к сумме трех

загрязнителей; 5) суммарное значение разделить на четыре и оценить класс качества воды по полученному значению ИЗВ (табл. А.2). Применение индекса имеет существенные ограничения, в первую очередь связанные с набором контролируемых параметров и количеством установленных ПДК для морских вод, поэтому рекомендуется использовать ИЗВ в основном с целью ориентировочного описания многолетней динамики и текущего состояния морской среды, а также дополнять полученные результаты другими методами оценки (Коршенко, 2023).

Для катастрофических ситуаций с очень высоким содержанием загрязняющих веществ в воде были установлены дополнительные категории. Для случаев чрезвычайно высокой концентрации отдельных загрязнителей были определены критерии **экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ)** и **высокого загрязнения (ВЗ)** морской воды. Граничные условия таких случаев определяются Приказом №156 Руководителя Росгидромета «О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды» от 31.10.2000 г. (Приказ 156). Критериями **ЭВЗ** морской воды являются:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в 5 и более раз; для веществ 3-4 класса опасности – в 50 раз и более. Содержание веществ в морских водах сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается значение 0,01 мкг/л;
- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов, не свойственного воде ранее;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг О₂/л;
- массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в 3-5 раз; для веществ 3-4 класса опасности превышение в 10-50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, и марганца – от 30 до 50 раз);

- величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) – от 10 до 40 мгО₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км² при его обозримой площади более 6 км².

В разработанной в 2001 г. «Инструкции по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении» (ЭВЗ-2001) уточняется перечень основных ингредиентов различных классов опасности и пределы концентрации, характеризующие ВЗ и ЭВЗ (табл. А.3).

Таблица А.3. Границы классов высокого и экстремально высокого загрязнения морских вод некоторыми наиболее типичными загрязняющими веществами.

Ингредиенты и показатели	Высокое загрязнение (ВЗ)	Экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ)
Абсолютное содержание растворённого кислорода	$2 < C \leq 3$ мг/л	< 2,00 мг/л
Азот аммонийный	$\geq 29,00$ мг/л	$\geq 145,00$ мг/л
Азот нитритный	$\geq 0,80$ мг/л	$\geq 4,00$ мг/л
Азот нитратный	≥ 400 мг/л	≥ 2000 мг/л
Фосфаты (для эвтрофных водоемов)	$\geq 2,0$ мг/л	$\geq 10,0$ мг/л
Фосфаты (для мезотрофных водоемов)	$\geq 1,5$ мг/л	$\geq 7,5$ мг/л
Нефтепродукты	$\geq 1,5$ мг/л	$\geq 2,50$ мг/л
СПАВ	$\geq 1,00$ мг/л	$\geq 5,00$ мг/л
ДДТ	$\geq 0,03$ мкг/л	$\geq 0,05$ мкг/л
ГХЦГ	$\geq 0,03$ мкг/л	$\geq 0,05$ мкг/л
Фенолы	$\geq 0,03$ мг/л	$\geq 0,05$ мг/л
Медь	$\geq 0,15$ мг/л	$\geq 0,25$ мг/л
Марганец	$\geq 0,15$ мг/л	$\geq 0,25$ мг/л
Свинец (морская вода)	$\geq 0,03$ мг/л	$\geq 0,05$ мг/л
Свинец (пресная вода)	$\geq 0,018$ мг/л	$\geq 0,030$ мг/л
Ртуть (морская вода)	$\geq 0,3$ мкг/л	$\geq 0,5$ мкг/л
Ртуть (пресная вода)	$\geq 0,03$ мкг/л	$\geq 0,05$ мкг/л
Кадмий	$\geq 0,03$ мг/л	$\geq 0,05$ мг/л

Для пресных вод наиболее информативными комплексными оценками являются индексы загрязненности воды (комбинаторный КИЗВ и

удельный УКИЗВ), класс качества воды и некоторые другие показатели (РД-2002). Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д. Классификация качества пресной воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс - условно чистая; 2-й класс - слабо загрязненная; 3-й класс - загрязненная; 4-й класс - грязная; 5-й класс - экстремально грязная.

Обязательный перечень показателей и ингредиентов для расчета комплексных оценок качества пресных вод содержит 15 позиций: 1. Растворенный в воде кислород, 2. БПК₅ (по O₂), 3. ХПК, 4. Фенолы, 5. Нефтепродукты, 6. Нитрит-ионы (NO₂⁻), 7. Нитрат-ионы (NO₃⁻), 8. Аммоний-ион (NH₄⁺), 9. Железо общее, 10. Медь (Cu²⁺), 11. Цинк (Zn²⁺), 12. Никель (Ni²⁺), 13. Марганец (Mn²⁺), 14. Хлориды, 15. Сульфаты (РД 2002). В морских водах обычно не измеряют 3, 14 и 15 позиции, зато очень распространено измерение концентрации общего азота и фосфора, фосфатов, СПАВ и ртути, часто необходимых для расчетов баланса биогенных элементов или являющимися характерными загрязнителями отдельных участков моря.

Кроме индекса ИЗВ для оценки качества морских вод, по аналогии с расчетами пресноводных показателей, могут использоваться три дополнительных критерия загрязненности:

- 1) **комплексности** - отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории; незначительная комплексность загрязненности воды водного объекта ($K < 10\%$) и более высокая комплексность ($K \geq 10\%$).
- 2) **устойчивости** (повторяемость случаев высокой загрязненности по отдельным ингредиентам) – количественная доля проб, в которых обнаружено превышение ПДК; характеристика загрязненности воды по коэффициенту повторяемости – 1-10% единичная, 10-30% неустойчивая, 30-50% устойчивая и 50-100% характерная.
- 3) **уровня** – максимальная или средняя кратность превышения ПДК для каждого отдельного нормируемого ингредиента; характеристика уровня загрязненности по кратности – 1-2 низкий, 2-10 средний, 10-50 высокий и более 50 экстремально высокий.

Методологические основы организации и проведения наблюдений за состоянием донных отложений (д.о.) на основе изучения их химического загрязнения и токсичности изложены в «Методических указаниях по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов» (утв. приказом Минприроды от 24.02.2014 №112), (МУ-2014). Они предназначены для

использования территориальными органами Росгидромета, Росводресурсов и другими органами государственной власти, осуществляющими мониторинг состояния водных объектов, и определяют требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов РФ. Хотя в качестве основного объекта исследований в МУ рассматриваются д.о. пресноводных водоемов, однако базовые положения применимы и к морским экосистемам. Практически все рекомендуемые методики оценки загрязненности опираются на наличие многолетних наблюдений в условиях постоянного антропогенного воздействия в конкретном водном объекте, по результатам которых и рассчитывают среднюю характерную концентрацию. Также в МУ описан коэффициент донной аккумуляции (КДА), показывающий кратность загрязнения д.о. по сравнению с водной толщей. В целом МУ поддерживают европейский подход, предлагающий для целей мониторинга долговременных тенденций рассматривать наиболее подходящими матрицами для многих веществ донные отложения, взвешенные вещества или организмы биоты, поскольку они интегрируют во времени и пространстве загрязнение в конкретном водном объекте, а изменение загрязнения в этих объектах происходит не так быстро, как в толще воды (Guidance Document №25. Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. European Union, 2010).

Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ аналогично ПДК в водной толще. Однако существует возможность оценивать степень загрязнения донных отложений в контролируемом районе моря на основе соответствия уровня содержания отдельных ЗВ критериям экологической оценки загрязненности грунтов по разработанным в других странах нормативным показателям, например по «голландским листам» (табл. А.4), (ДК-2002). Полученные единицы превышения установленных верхних допустимых границ загрязнения д.о. («Допустимая Концентрация», ДК) не являются юридическим нормативным значением ни в европейских странах, ни в Российской Федерации. Эти величины только наглядно представляют насколько реальное содержание вредного вещества в пробе превышает некий относительно разумный предел. Они могут быть использованы для упрощенной сравнительной характеристики загрязненности различных участков акватории моря, или для оценки межгодовой изменчивости. Кроме «голландских листов» существуют много других систем оценки качества донных отложений в различных странах мира. Во многих из них предлагается определять концентрацию загрязняющего вещества в мелкодисперсной фракции осадков менее 63 микрон, поскольку именно на мелких частицах с очень большой площадью поверхности в основном

адсорбируются металлы и органические вещества. Иногда рекомендуется с этой же целью определение общего содержания в грунте органических веществ или алюминия, входящего в состав очень маленьких глинистых частичек. Если в химическом анализе использовалась вся проба грунта из дночерпателя или колонки, за выбросом камней и гальки, ракушек и других крупных объектов, тогда рекомендуется полученный результат нормировать на содержание мелкодисперсной фракции 63 μ и/или концентрацию органического вещества (C_{org}), и/или (C_{Al}).

Таблица А.4. Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с неофициальными нормами из Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, Warner H., van Dokkum R. (2002).

Загрязняющие вещества	ДК	Загрязняющие вещества	ДК
Кадмий, мкг/г	0,8	Сумма 10 ПАУ, нг/г	1000
Ртуть, мкг/г	0,3	Бенз(а)пирен, нг/г	25
Медь, мкг/г	35	Бензол, нг/г	50
Никель, мкг/г	35	Толуол, нг/г	50
Свинец, мкг/г	85	Ксилол, нг/г	50
Цинк, мкг/г	140	Этилбензол, нг/г	50
Хром, мкг/г	100	Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ, нг/г	2,5
Мышьяк, мкг/г	29	γ -ГХЦГ (линдан) (γ -HCH, lindane), нг/г	0,05
Кобальт, мкг/г	20	Сумма 6 ПХБ, нг/г	20
Молибден, мкг/г	10	Хлорбензолы, нг/г	-
Олово, мкг/г	20	Хлорфенолы, нг/г	-
Барий, мкг/г	200	НУ (TRNs), мкг/г	50

В целом ряде исследований состояния гидрохимического режима и содержания различных форм биогенных элементов в морской воде используется единица измерений микромоль/л или микромоль/дм³ (мкмоль/дм³ или мкМ; $\mu\text{mol/L} = \mu\text{M}$ или $\mu\text{mol/dm}^3$). Таблица пересчета единиц позволяет перевести концентрацию в мкг/дм³ (табл. А.5).

Таблица А.5. Пересчет концентрации гидрохимических параметров из мкМ в мкг/дм³.

Элемент	Коэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³	Элемент	Коэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³
Кислород, O ₂	мкМ * 32 = мкг	Нитраты, NO ₃	мкМ * 14 = мкг
Сероводород, H ₂ S	* 34	Нитриты, NO ₂	* 14
Метан, CH ₄	* 16	Аммоний, NH ₄	* 14
Кремний, Si	* 28	Общий азот, N _{tot}	* 14

Марганец, Mn	* 55	Фосфаты, PO ₄	* 31
Железо, Fe	* 56	Общий фосфор, Ptot	* 31

Для оценки состояния открытого моря и прибрежных вод, а также для выработки политики в области охраны окружающей среды и оценке эффективности мер, направленных на снижение поступающего с водосбора морей загрязнения, необходимы данные о поступлении загрязняющих веществ в морскую среду от наземных источников. Оценка поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника - нагрузки, поступающие с контролируруемыми реками, от неконтролируемых территорий и от точечных источников, осуществляющих прямой сброс сточных вод в море. В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2ТП-Водхоз сведения о точечных источниках, расположенных на водосборах рек; об объеме поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Данные о нагрузках от диффузных источников, расположенных на водосборах рек, о фоновых нагрузках с водотоком от неконтролируемых территорий, об удержании загрязняющих веществ в эстуарных районах (маргинальный/дельтовый фильтр), как правило, отсутствуют. Дополнительными источниками загрязнения морских акваторий является судоходство, различные инженерные работы на шельфе и на береговой линии, атмосферный перенос и выпадение различных биогенных или загрязняющих веществ (atmospheric deposition). Атмосферные выпадения на акваторию морей или на водосборную территорию могут быть весьма значительными. Существуют расчетные оценки поступления веществ с осадками на территорию Восточной Европы и акваторию морей по тяжелым металлам и отдельным видам органических ЗВ (Метеорологический Синтезирующий Центр - Восток (МСЦ-В), <http://www.ru.msceast.org>).

По сферам деятельности для всех морей основными источниками загрязнения являются объекты коммунального хозяйства (муниципальные очистные сооружения), суда пассажирского, торгового, нефтеналивного и рыболовного флотов, промышленные предприятия различных форм собственности, а также речной сток, аккумулирующий ЗВ из всех точечных и диффузных источников на водосборной площади. Поступление ЗВ в водоемы от сельскохозяйственных предприятий чаще всего не фиксируется.

На федеральном уровне основным органом государственной власти в области использования и охраны окружающей среды является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России, www.mnr.gov.ru), одной из функций которого является мониторинг окружающей природной среды, ее загрязнения. В части осуществления государственного мониторинга водных объектов

МПР устанавливает требования к проведению наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее загрязнением, сбору, обработке, хранению и распространению информации о состоянии окружающей природной среды и ее загрязнении, а также к получению информационной продукции. Министерство осуществляет координацию и контроль деятельности подведомственных ему Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федерального агентства водных ресурсов и Федерального агентства по недропользованию. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды" и прилагаемому к нему "Положению о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды" Росгидромет осуществляет формирование и обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети, в том числе организацию и прекращение деятельности стационарных и подвижных пунктов наблюдений, включая судовые экспедиционные исследования, определение их местоположения и осуществляет государственный мониторинг водных объектов (ПП-РФ 477). Вся первичная информация о результатах мониторинга вод и их загрязненности направляется в научно-исследовательские институты Росгидромета, а также в Единый государственный фонд данных (ЕГФД), Росводресурсы и Минприроды России для хранения, обработки и подготовки информационной продукции.

А.3. Мониторинг морской среды в 2022 г.

В 2022 г. исследования гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды осуществлялись 15 химическими лабораториями региональных Управлений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также НИИ и СЗНПО «Тайфун» Росгидромета на 241 станции, расположенных на 9 морях Российской Федерации и на острове Шпицберген (рис. А.1). Всего контроль состояния морской среды проводился в 56 локальных участках прибрежных районов, наиболее подверженных антропогенному воздействию. Основная часть станций расположена в заливах и бухтах, проливах, в эстуарных районах рек, вблизи крупных городов и на акватории портов. Большинство остальных станций относятся к постоянно действующей сети ГСН, обследуются ежегодно и только отдельные из них совпадают со станциями исторических вековых разрезов. Некоторая часть наблюдений на постоянных или временных станциях проводилась в рамках хозрасчетных работ сетевых Управлений Росгидромета. Наибольшее количество станций по программе мониторинга было выполнено на Каспийском, Черном, Балтийском и Японском морях (рис. А.2).

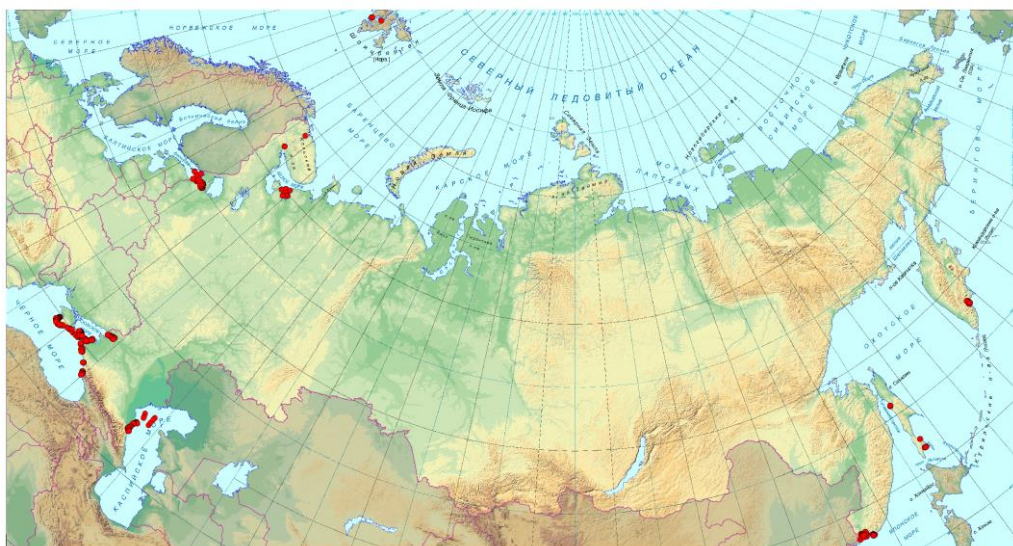


Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2022 г.

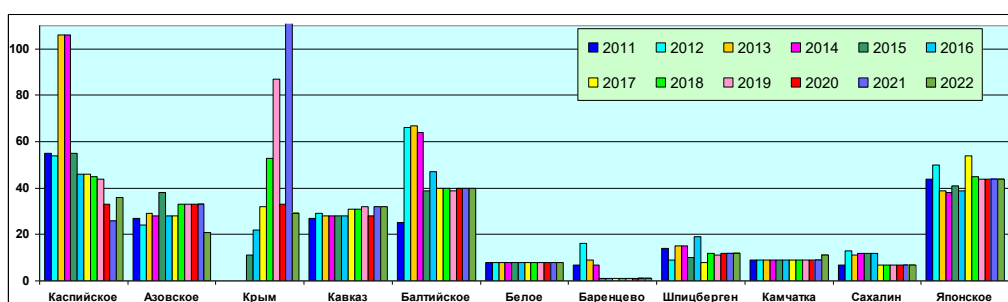


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды на контролируемых морях РФ в 2011-2022 гг.

В течение 2022 г. всеми лабораториями было отобрано и проанализировано 2019 проб воды и 150 проб донных отложений (12 на Азовском море, 30 у побережья о. Сахалин и 108 в заливе Петра Великого Японского моря). Суммарное количество выполненных химических анализов составило 47110 измерений в морской воде (на 499 меньше прошлого года), а в донных отложениях 1864 (на 271 больше), из которых 1842 было выполнено на шельфе о. Сахалин и в заливе Петра Великого. Общее количество параметров контроля состояния морской среды в воде и донных отложениях включает 72 отдельных анализа или определения. Это гидрологические параметры морской воды, стандартная гидрохимия, концентрация различных форм биогенных элементов (азот, фосфор и кремний), а также содержание в воде и донных отложениях загрязняющих веществ. В рамках государственной программы мониторинга морской среды последняя группа обычно включает суммарное количество нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектроскопии, фенолов, СПАВ, стойких органических загрязнителей

(СОЗ), главным образом пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, а также ПХБ, и тяжелых металлов (ТМ). Среди органических загрязняющих веществ многочисленные отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов или конгенеры ПХБ не учитывались в общем количестве наблюдаемых параметров. В заливе Петра Великого выполнялся гранулометрический анализ осадков. Как правило, из общего набора контролируемых параметров наблюдения на отдельном контролируемом локальном участке акватории моря выполнялись только по очень ограниченному списку веществ, уровень концентрации которых может быть определен с достаточной точностью на оборудовании местной химической лаборатории. Обычно эти загрязнители являются приоритетными для исследуемой акватории. Аналитические возможности региональных химических лабораторий сильно отличаются, поэтому количество выполненных анализов в 2022 г. было традиционно неодинаковым в разных морях (рис. А.3).

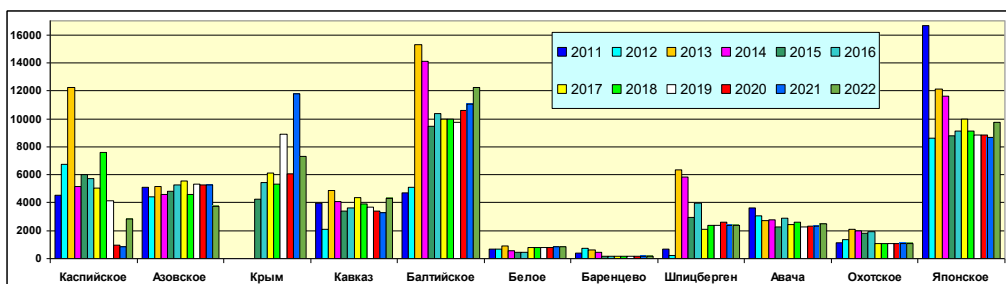


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы мониторинга морской среды морей РФ в 2011-2022 гг.

Государственный мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды в 2021 г., как и в предыдущие годы, главным образом был ориентирован на исследование стандартных гидрохимических параметров (13327 анализ из общего количества 46381), а также измерение концентрации биогенных веществ (11795 анализов) и растворенного в воде кислорода (1954), (рис. А.4). В структуре контролируемых загрязняющих веществ повышенным было количество выполненных химических анализов содержания тяжелых металлов (7670) и стойких органических загрязнителей (5403 анализов). При анализе этих классов веществ в одной пробе морской воды обычно анализируется до 11 разных металлов и большое количество различных органических веществ. В частности, хроматографический анализ пестицидов обычно включает 6 ингредиентов из групп ГХЦГ и ДДТ (линдан и 2 конгенера, ДДТ и 2 метаболита), однако дополнительно могут определяться еще несколько хлор- или фосфорорганических соединений. При анализе содержания ПХБ или ПАУ может быть выявлено до 20 и более конгенов и/или индивидуальных веществ. Вследствие этого общее

количество выполненных анализов по металлам и стойким органическим загрязнителям (СОЗ) выглядит повышенным при сравнении с другими группами веществ. На всех контролируемых участках акватории морей обязательно выполнялось определение содержания в воде и донных отложениях нефтяных углеводородов, в основном методом инфракрасной спектроскопии, было проанализировано 1774 пробы.

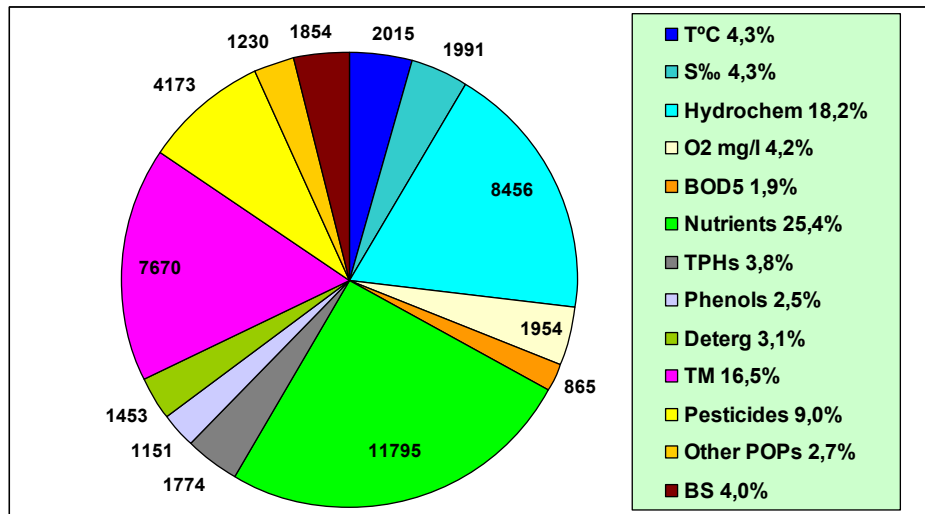


Рис. А.4. Структура и количество анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды в 2022 г.

Т – температура, S – соленость; г/х – стандартные гидрохимические параметры; O₂ – концентрация растворенного в воде кислорода; БПК₅ – биохимическое потребление кислорода за 5 суток; Биогены – соединения азота, фосфора и кремния; НУ – сумма нефтяных углеводородов, метод инфракрасной спектроскопии; Фенол – сумма фенолов; СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества; ТМ – тяжелые металлы; Пестициды – хлорорганические пестициды; Другие СОЗ – стойкие органические загрязнители кроме хлорорганических пестицидов (гербициды, полихлорированные бифенилы ПХБ, полициклические ароматические углеводороды ПАУ, хлорфенолы); д.о. – донные отложения.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Постнов А.А., Дошахова Д.Г., Османова С.Ш., Аляутдинов В.А., Долгова А.О.

1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на крайнем юго-востоке Европейской территории России на границе двух крупных частей единого материка Евразии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном. Уровень моря подвержен резким колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27-28 м ниже балтийского стандарта (уровня океана). Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км², что составляет 18% общей площади всех озер земного шара и в 4,5 раза превышает площадь озера Верхнего в Северной Америке (84,1 тыс. км²). Акватория Каспийского моря соизмерима или превосходит площадь Балтийского (387,0 тыс. км²), Адриатического (139,0 тыс. км²) и Белого морей (87,0 тыс. км²). По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере. Максимальная глубина южной впадины моря 1025 м, а рассчитанная по батиграфической кривой средняя равна 208 м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный (25% площади), Средний (36%) и Южный Каспий (39%). Условная граница между первыми проходит по линии о. Чечень - мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием - по линии о. Жилой - мыс Ган-Гулу. Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии оценивается примерно в 6500-6700 километров, а с островами до 7000 километров.

В северной части берега изрезаны водными протоками, образующими острова в дельте Волги и Урала, берега низкие и заболоченные, а водная поверхность во многих местах покрыта зарослями. Донный рельеф здесь осложнен наличием множества банок и островов, в число которых входит самый большой на Каспии о. Чечень. На восточном побережье преобладают известняковые берега, примыкающие к полупустыням и пустыням. Наиболее извилистые берега отмечены у западного побережья в районе Апшеронского полуострова, а на восточном побережье в районе Казахского залива и Кара-Богаз-Гола (Бухарицин, 1996).

С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и Самур; последняя является пограничной рекой с Азербайджанской Республикой. Сток р. Волги, в среднем равный 255 км³ в год, составляет примерно 80% поверхностного стока в море. Каспий является солоноватоводным водоемом.

Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6-13,2‰; средняя равна 12,66‰. На севере диапазон значительно шире и укладывается в границы 1-8‰. Прилегающая к территории России мелководная акватория значительно опреснена речным стоком. Даже на удалении от устья Волги у побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна 10,44‰. Распределение солености по вертикали относительно равномерное. Конвективное перемешивание хорошо развито осенью и зимой вследствие охлаждения поверхностных вод и их осолонения при ледообразовании. В Среднем Каспии глубина конвекции достигает 200 м, в южном Каспии - 80-100 м (Косарев, 1975).

Наибольшая протяженность моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад – 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24-27°C, зимой колеблется от 0°C на севере до 11°C на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25-30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20-35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной. В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м.

Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2-3 м) и сейшеобразные колебания, амплитуда которых доходит до 35 см, а период от 8-10 минут до нескольких часов (Крицкий, 1975).

На Каспийском море развита добыча нефти, а также рыболовство и судоходство. Ранее построенные порты (Астрахань – в 2010 г. работало 21 больших и малых портовых сооружений, 15 судостроительно-судоремонтных заводов; Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются и расширяются. Ведется

или намечается строительство новых портов. С первой половины прошлого века на Южном Каспии ведется морской нефтяной промысел. К началу XXI века наиболее изученными оказались южные и средние районы Каспия у берегов Азербайджана и Туркменистана. Здесь добыча нефти оценивается уровнем более 320 млн.т в год. По последним геологическим данным можно говорить о паритетном соотношении распределения месторождений углеводородов между Северным и Южным Каспием. Кроме сырьевых запасов Каспийский регион богат биологическими ресурсами. Здесь находятся крупнейшие в мире нерестилища осетровых (всего здесь обитает около 130 видов и разновидностей рыб) и редчайшие поля лотоса. В водно-болотистых районах Северного Каспия водится множество птиц (более 100 видов), таких как утки, лебеди, цапли, кулики, чайки и др. Единственное обитающее в море морское млекопитающее - эндемик каспийский тюлень.

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км² и населением агломерации более 2,5 млн. жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения от 100 до 600 тыс. человек: Астрахань (крупнейший город Северного Каспия, 475,6 тыс. жителей в 2021 г.↓) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности в верхней части дельты Волги на площади 209 км²; на Дагестанском побережье расположены Махачкала (623,3 тыс.↑), Дербент (125,0 тыс.↓) и Каспийск (121,1 тыс.↓), (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

1.2. Поступление загрязняющих веществ

Более 85% поверхностного пресноводного стока воды в Каспийское море приходится на Северный Каспий, представляющее собой обширное мелководье, примерно ограниченное изобатой 20 м. В многоводные годы объем речного стока составляет 75% объема воды северной части моря, которая является зоной активного перемешивания речных и морских вод. Загрязняющие вещества (ЗВ) поступают в Каспийское море в основном с речным стоком, коммунальными и промышленными стоками прибрежных городов и поселков, стоками вод с сельхозугодий, атмосферными осадками, ветровым переносом, газовыми и жидкими выделениями со дна моря. Существенный вклад загрязнение морской акватории в последние десятилетия вносят судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем.

1.3. Состояние вод Северного Каспия

В течение 2022 г. мониторинг загрязнения Северного Каспия проводился силами Астраханской ЦГМС Северо-Кавказского управления Росгидромета только один раз – в центральной и западной частях (на разрезах III и IIIa) в конце октября - начале ноября, а на южной границе (разрез IV) - силами Дагестанского ЦГМС в июне 2022 г. (рис. 1.1). Определение стандартных гидрохимических параметров, а также концентрации биогенных и загрязняющих веществ – нефтяных углеводородов (ИК-спектрометрия), фенолов (кроме разрезов III и IIIa) и СПАВ, проводилось в стационарной береговой лаборатории. В отличие от предыдущих лет, определение концентрации металлов на разрезах III и IIIa в 2022 г. не проводилось. Как и ранее, при оценке качества вод по биогенным веществам (фосфатам) в водах района принималось, что они могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов – мг/дм^3 . Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

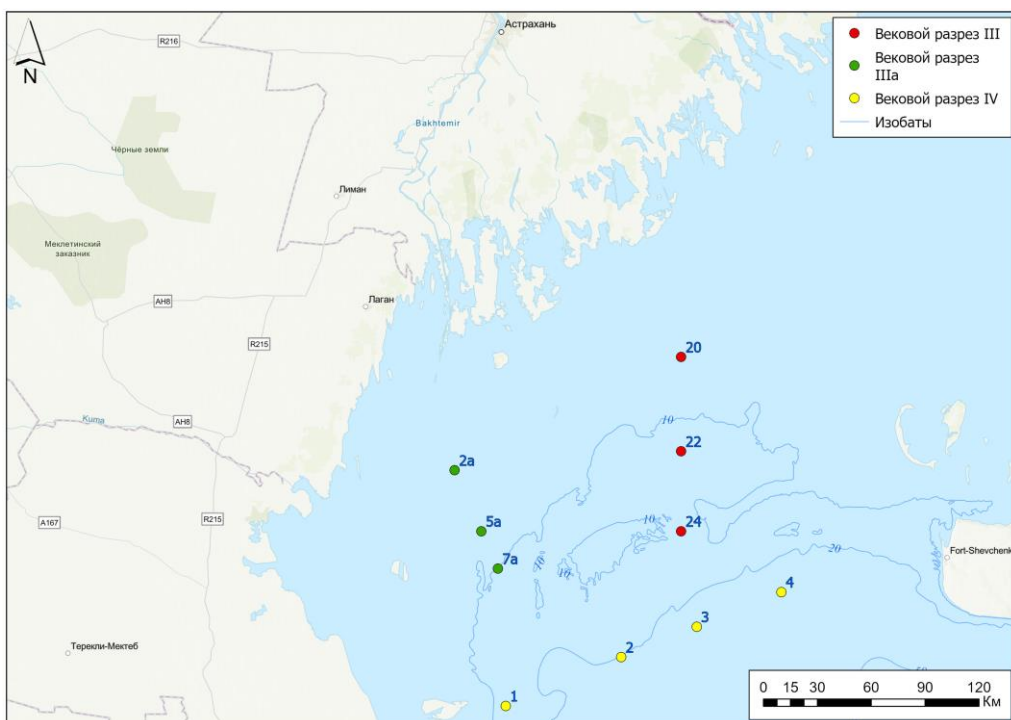


Рис. 1.1. Станции отбора проб морской воды на акватории Северного Каспия в 2022 г.

1.3.1. Западная и центральные части акватории (разрезы IIIa и III)

На разрезах III и IIIa были отобраны по 6 проб на 3 станциях на поверхностном и придонном горизонтах в период с 25 октября по 3

ноября 2022 г. В западной части Северного Каспия (разрез Ша) **соленость** изменялась от 6,99‰ вблизи устья Волги до 9,48‰ на удалении от него, в среднем 8,21‰, (табл. 1.2). В центральной части акватории (разрез III) соленость оказалась немного ниже, чем в западной, испытывающий более сильное влияние стока р. Волга – 6,36-9,13, в среднем 8,21‰. В целом уровень солености соответствовал ее обычному годовому ходу в Северном Каспии для конца октября – начала ноября. Температура варьировала от 9,0 до 14,0°C. Прозрачность воды взморья была наименьшей (0,5-0,6 м) вблизи дельты Волги и повышалась до 0,8-2,5 м на удаленных станциях. Водородный показатель был в пределах 8,10-8,25 ед.рН. Щелочность варьировала в диапазоне 2,62-3,74 мг-экв/дм³.

Таблица 1.2. Средние, минимальные и максимальные значения гидрохимических параметров вод на вековых разрезах Северного Каспия в 2022 г. Концентрация биогенных элементов в мкг/дм³.

Параметр	Разрез III (25 октября – 3 ноября 2022 г., 6 проб)			Разрез Ша (3 ноября 2022 г., 6 проб)			Разрез IV (13-15 июня 2022 г., 11 проб)		
	Среднее	Мин.	Макс.	Среднее	Мин.	Макс.	Среднее	Мин.	Макс.
Температура, °C	12,8	11,0	14,0	11,4	9,0	13,8	20,3	22,7	17,6
Соленость, ‰	7,52	6,36	9,13	8,21	6,99	9,48	10,73	9,45	11,80
O ₂ , мгO ₂ /дм ³	9,00	8,67	9,33	8,25	4,02	9,16	8,15	7,92	8,46
рН	8,17	8,10	8,21	8,27	8,23	8,29	8,34	8,37	8,40
Фосфаты P-PO ₄	0,51	0,20	1,0	0,15	0	0,50	6,6	5,6	7,3
Общий фосфор P _{total}	-	-	-	-	-	-	12,1	9,1	15,3
Нитриты N-NO ₂	1,50	1,0	3,0	1,83	1,00	2,00	1,22	0,85	1,61
Нитраты N-NO ₃	15,8	2,5	43,0	6,5	3,00	8,0	13,5	10,0	15,8
Аммоний азот N-NH ₄	17,0	6,0	22,0	22,5	14,0	42,0	227	148	319
Общий азот N _{total}	-	-	-	-	-	-	285	232	339
Кремний Si	573,3	460	700	836,7	720	1000	322,0	290	377

Содержание растворенного **кислорода** в водах Северного Каспия в среднем/минимальное составило 8,25/5,74 мгO₂/дм³ на разрезе Ша и 9,00/8,67 мгO₂/дм³. Содержание кислорода ниже норматива было отмечено однажды в придонном слое на глубине 4 м на самой близкой к дельте Волге станции №2а. Очень низкой оказалась концентрация **фосфатов** – в среднем 0,15 на разрезе Ша и 0,52 на разрезе III, что соответствует 0,01 ПДК и менее (табл. 1.2). Типичное среднее содержание фосфатов в Северном Каспии составляет 4-6, хотя значения ниже наблюдались и ранее – в 1984, 1986, 2011 и 2014 гг. Какого-либо

многолетнего тренда концентрации фосфатов в водах разрезов III и IIIa не прослеживается (рис. 1.2).

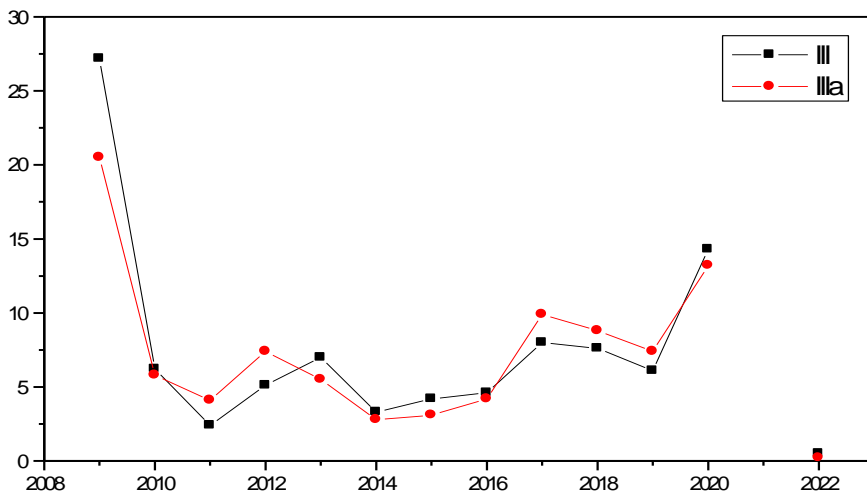


Рис. 1.2. Многолетняя динамика содержания фосфатов (мкг/дм^3) в водах центральной (разрез III) и западной (разрез IIIa) частей акватории Северного Каспия в 2009-2022 гг. В 2021 г. наблюдения на разрезах III и IIIa не проводились.

Содержание аммонийного азота и нитритов на акватории Северного Каспия осенью существенно не отличалось от уровня предыдущих лет и было далеким от предельно допустимых значений – в среднем 0,04-0,06 ПДК и 0,06-0,08 ПДК соответственно. Концентрация нитратов была наибольшей на ст.№20 вблизи дельты реки и существенно снижалась южнее, в сторону открытого моря. Содержание силикатов в целом было в пределах обычной межгодовой изменчивости.

В центральной части Северного Каспия (разрез III) концентрация приоритетных загрязнителей составила: нефтяных углеводородов (НУ) – в среднем 0,40 ПДК при максимуме 0,60 ПДК, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – 0,40 и 0,60 ПДК, соответственно (табл. 1.3). При этом для НУ сохранилась начавшаяся в 2017 г. тенденция к понижению, а для СПАВ текущий уровень загрязнения приблизительно соответствовал уровню предыдущих лет.

Западная часть Северного Каспия (разрез IIIa) была в большей степени загрязнена НУ, чем центральная. Концентрация там составила 0,9 ПДК, что соответствовало уровню загрязнения в 2020 г. Содержание СПАВ не отличалось от таковой в центральной части акватории (0,52 ПДК) и находилось в пределах межгодовой изменчивости последних лет. Следует отметить высокую степень корреляции многолетнего хода концентрации нефтяных углеводородов и СПАВ между двумя разрезами. Коэффициенты корреляции равны 0,87 для НУ и 0,90 для СПАВ. Таким образом, уровень загрязнения разных частей акватории Северного Каспия довольно однороден и формируется под

влиянием одинаковых факторов. В 2022 г. в водах разрезов III и IIIa не определялась концентрация фенолов, вносящих по опыту предыдущих лет значительный вклад в уровень комплексного загрязнения рассматриваемой акватории. Поэтому по значениям ИЗВ на этих разрезах получились нереалистично заниженная оценка загрязнения вод (табл. 1.4).

Таблица 1.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного Каспия в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Разрез III 3 ст. 6 проб	НУ	0,10	2,00			0,024	0,48
		0,17	3,40			0,03	0,60
	Фенолы	1,2	1,20				
		2,0	2,00				
	СПАВ	80	0,80			53,6	0,54
		90	0,90			76,6	0,77
	Азот аммонийный	9,3	0,02			17,0	0,04
		11,6	0,03			22,0	0,06
	Азот нитритный	1,10	0,05			1,50	0,06
		1,27	0,05			3,00	0,12
	Фосфаты	14,26	0,28			0,5	0,01
		15,62	0,30			1,0	0,02
	Fe	120	2,40				
		160	3,20				
	Cu	3,1	0,62				
		4,8	0,96				
	Zn	59,1	1,18				
		70,5	1,41				
	Ni	2,5	0,25				
		3,5	0,35				
Кислород	10,38				9,00		
	10,27				8,67		
Разрез IIIa 3 ст., 6 проб	НУ	0,05	1,00			0,044	0,88
		0,06	1,2			0,054	1,08
	Фенолы	1,3	1,3				
		2	2				
	СПАВ	60	0,60			52,4	0,52
		80	0,8			60,0	0,60
	Азот аммонийный	9,4	<0,1			22,5	0,06
		12,7	<0,1			42,0	0,11
	Азот нитритный	1,02	0,04			1,83	0,08
		1,27	0,05			2,00	0,08
	Фосфаты	13,21	0,26			0,15	0,003
		14,11	0,28			0,50	0,01
	Fe	100	2,00				

		110	2,2				
	Cu	3,8	0,76				
		4,2	0,84				
	Zn	59,7	1,19				
		73,6	1,47				
	Кислород	10,69				8,25	
10,62					4,02	0,67	
Разрез IV 4 ст., 11 проб	НУ			0,039	0,78	0,052	1,04
				0,05	1,00	0,06	1,20
	Фенолы			2,18	2,18	2,82	2,82
				3,0	3,00	4,00	4,00
	Азот аммонийный			299	0,77	227	0,58
				338	0,87	319	0,82
	Азот нитритный			1,73	0,07	1,22	0,05
				2,00	0,08	1,61	0,07
	Фосфаты			13,6	0,27	6,6	0,13
				15,9	0,32	7,3	0,15
Кислород			9,30		8,15		
			8,17		7,92		

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), аммонийного азота, железа, меди, никеля и цинка – в мкг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней – максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Для распресненных вод Северного и Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принято 389 мкг/дм³.

Таблица 1.4. Оценка качества вод Северного Каспия в 2019-2022 гг.

Район	2019 г.		2020 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ*	Класс	
Section III	2,32	V	1,84	V	0,43	II	СПАВ 0,54; НУ 0,48; NH ₄ 0,04; O ₂ 0,67
Section IIIa	2,19	V	1,59	IV	0,55	II	НУ 0,88; СПАВ 0,52; NH ₄ 0,06; O ₂ 0,72

ИЗВ* - без учета фенолов

1.3.2. Южная граница Северного Каспия

На южной границе Северного Каспия (разрез IV) отбор проб воды проводился 13-15 июня 2022 г. на 4 станциях на трех горизонтах - поверхностном, промежуточном и придонном на глубине 10-23 м. Всего было отобрано 11 проб. По многолетним наблюдениям для разреза IV характерно возрастание **солёности** в направлении от западного берега моря к восточному, что связано с потоком распресненной волжской воды, распространяющимся вдоль западного берега моря. В июне солёность на поверхности моря изменялась от 9,45‰ на станции 1 около западного

берега до 11,70‰ на станции 4 в центральной части моря. В придонных слоях воды были везде более солеными, но контраст солености уменьшался от 0,23‰ в западной до 0,10‰ в центральной части моря. Температура в середине лета была в пределах 17,6-22,6°C, придонные воды более холодные. Величина водородного показателя вод (рН) находилась в узких пределах 8,31-8,40, в более распресненных водах на поверхности моря у западного берега значения уменьшались до 8,27 ед.рН. Показатели кислородного режима находились в пределах нормы: средняя и минимальная концентрация равна 8,15 и 7,92 мг О₂/дм³, соответственно (табл. 1.2).

Концентрация **фосфатов** на южной границе Северного Каспия в районе разреза IV оставалась значительно ниже норматива и в среднем составляла 0,13 ПДК, максимальная 0,15 ПДК (табл. 1.2). Содержание общего фосфора варьировало в узких пределах 9,1-15,3 мкг/дм³. Содержание силикатов в поверхностном слое в среднем (286) было немного ниже, чем в подстилающих водах (343). Среднее/максимальное значения концентрации нитритов и аммонийного азота составляли 0,05/0,06 ПДК и 0,77 /0,87 ПДК, соответственно. Следует отметить, что размах межгодовых колебаний содержания аммонийного азота в водах разреза IV в период 2007-2022 гг. был в несколько раз большим, чем в более ранний период (рис. 1.3). За последние два десятилетия средняя годовая концентрация аммонийного азота на разрезе IV (Чечень-Мангышлак) выросла втрое с 0,13-0,19 ПДК в 2000-2005 гг. до 0,69-0,77 ПДК в 2017-2021 гг. Такой рост соответствует тренду 0,02 ПДК/год и статистически значим на уровне доверительной вероятности более 99%. В целом, по данным наблюдений в июне 2022 г. угроза эвтрофикации вод на южной границе Северного Каспия отсутствовала.

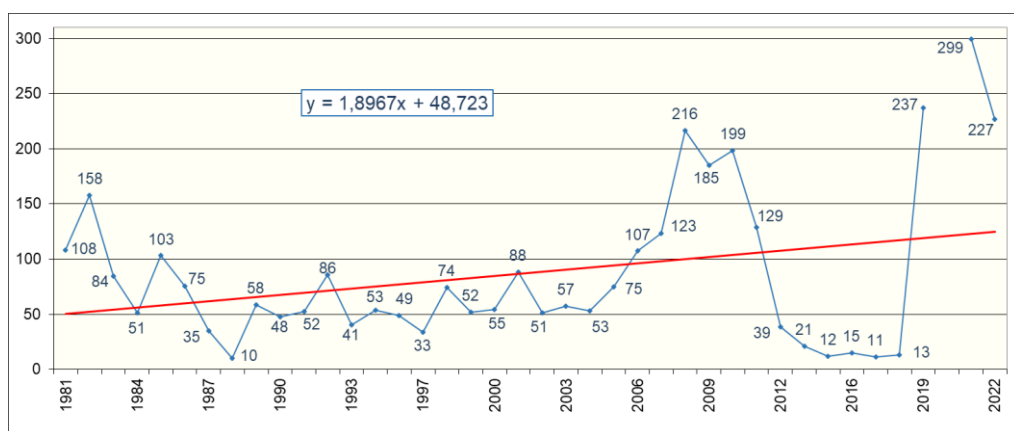


Рис. 1.3. Динамика средней годовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981–2022 гг.

Среди загрязняющих веществ в 2021 г. приоритетными оставались **фенолы** со средней годовой концентрацией 2,2 ПДК и максимальной

3 ПДК. Какого-либо значимого тренда средней годовой концентрации фенолов начиная с 2003 г. не отмечается, хотя от года к году в этот период содержание фенолов изменялось в широких пределах от 1,12 ПДК в 2008 г. до 2,82 ПДК в 2006 и 2007 гг. (рис. 1.4).

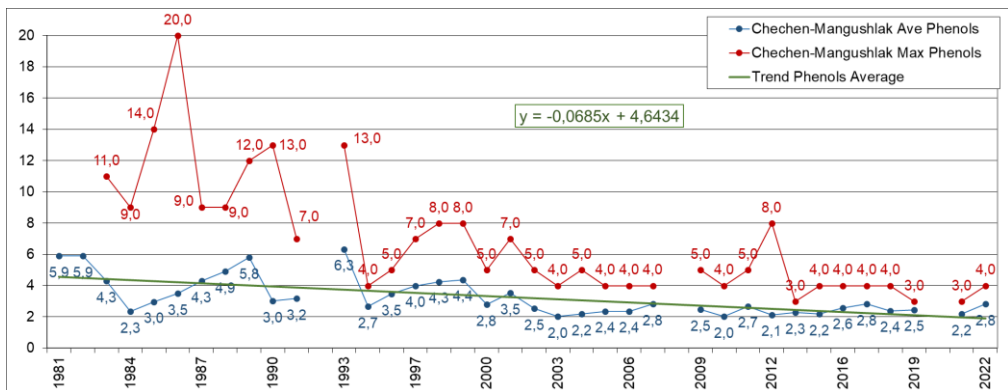


Рис. 1.4. Динамика максимальной и средней годовой концентрации фенолов (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981-2022 гг. Максимальные значения концентрации фенолов 54,0 и 29,0 мкг/дм³ в 1981-1982 гг. вынесены за поля графика.

Средняя концентрация нефтяных углеводородов (**НУ**) в 2022 г. составила 1,04 ПДК, а максимальная достигала 1,20 ПДК. Это находится в пределах межгодовой изменчивости, установившейся за последние 10 лет (рис. 1.5). Многолетняя динамика содержания НУ на границе Северного Каспия характеризовалась ростом средней годовой концентрации в первое десятилетие столетия. После 2010 г. уровень содержания НУ в водах разреза стабилизировался примерно в районе чуть менее 1 ПДК с небольшими вариациями. После 2012 г. размах максимальных величин также существенно уменьшился. Межгодовая изменчивость средней концентрации НУ в районе разреза IV была существенно ниже, чем на меридиональных разрезах III и IIIа.

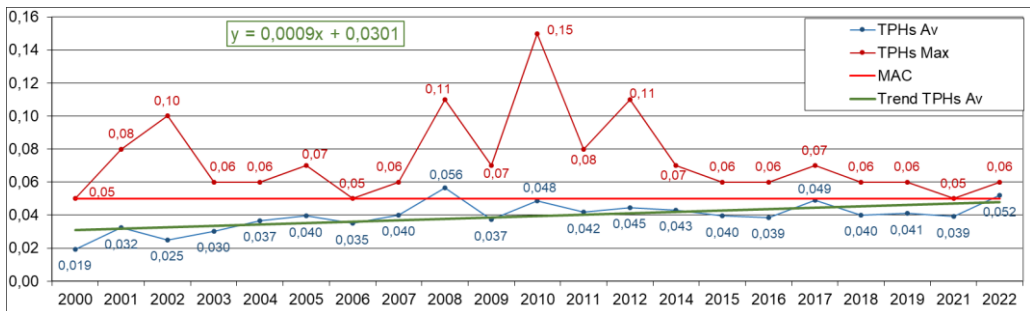


Рис. 1.5. Динамика максимальной и средней годовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 2000–2022 гг.

Состояние вод на разрезе IV на южной границе Северного Каспия в 2022 г. немного ухудшилось по сравнению с прошлым годом. Индекс ИЗВ вырос до 1,29, в результате чего воды из класса «умеренно загрязненные» перешли в класс «загрязненные», поскольку индекс ИЗВ вырос до 1,29 (табл. 1.4). Ухудшение качества вод было вызвано повышенной концентрацией фенолов и нефтяных углеводородов (рис. 1.6).

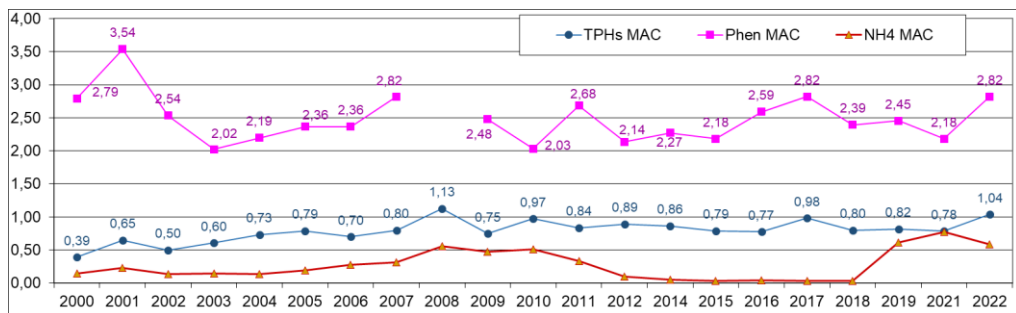


Рис. 1.6. Динамика содержания фенолов, НУ и NH₄ в ПДК в 2000-2022 гг. на южной границе Северного Каспия. В 2020 г. наблюдений не было.

Многолетняя динамика ИЗВ за период 2000-2022 гг. свидетельствует об отсутствии выраженной тенденции изменения качества вод в рассматриваемом районе (рис. 1.7). Практически во все годы индекс находился в диапазоне значений «умеренно загрязненных» вод, III класс качества. Исключение составил только 2017 г., когда значение ИЗВ вышло за верхний предел этого класса и достигло уровня «загрязненных» вод. Другим исключением стал 2008 г. с нетипично низким значением ИЗВ (0,58). Скорее всего это было связано с отсутствием в этом году наблюдений за фенолами, вносящими наибольший вклад в величину индекса в водах южной части Северного Каспия.

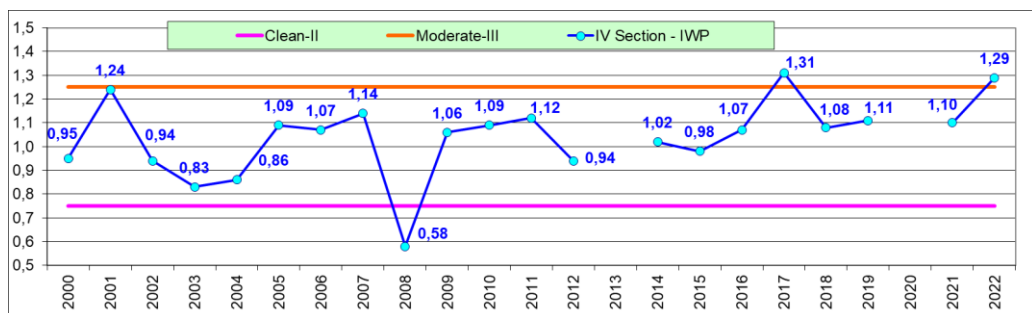


Рис. 1.7. Многолетняя динамика ИЗВ в водах станций IV разреза на южной границе Северного Каспия в период 2000-2022 гг.

Таблица 1.4. Оценка качества морских вод на южной границе Северного Каспия (разрез IV) по ИЗВ в 2019, 2021 и 2022 гг.

Район	2019 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее содержание
	0,82	1,04	1,29	1,05

	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
Разрез IV	1,11	III	1,10	III	1,29	IV	Фенолы 2,82; НУ 1,04; NH ₄ 0,58; O ₂ 0,74

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

В 2022 г. мониторинг прибрежных морских вод Дагестана был выполнен в мае, июне-июле, сентябре, октябре и ноябре в районах от п. Лопатин до г. Махачкала; один раз в год в сентябре-октябре в районах г. Каспийск, п. Избербаш и г. Дербент и не проводился на взморье р. Самур (рис. 1.8). Станции расположены вблизи берега на мелководье, глубина на них варьирует от 3,3 до 21,0 м. Всего на поверхностном и придонном горизонтах было отобрано 174 пробы. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял 0,02 мг/дм³.

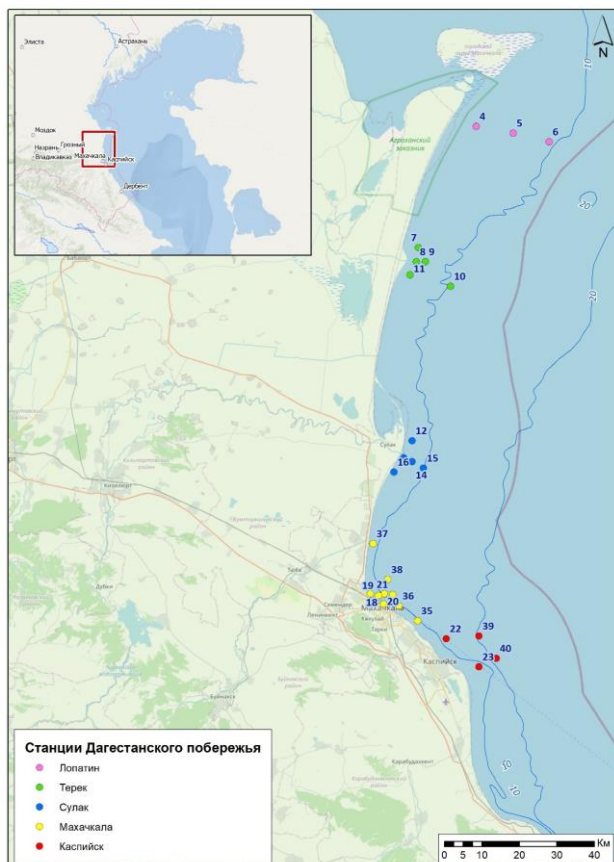


Рис. 1.8. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2022 г.

Как и в предыдущие годы, средняя **соленость** прибрежных вод Дагестанского побережья увеличивалась с севера на юг от 8,40‰ у

п. Лопатин до 10,15‰ у г. Каспийск (табл. 1.5). Это обусловлено распределяющим влиянием волжского стока, распространяющегося вдоль побережья Дагестана. По абсолютной величине соленость вдоль всего побережья (средняя 9,14‰, мин. 5,97‰, макс. 11,40‰) была заметно выше значений 2021 г.

Таблица 1.5. Среднее и максимальное значение гидрохимических параметров вод Дагестанского побережья в 2022 г.

Район	T ⁰ C	S ‰	O ₂	pH	PO ₄	P tot	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N tot	Si
Лопатин 3 ст., 24 пробы	18,85	8,40	8,95	8,20	10,17	16,38	1,7	16,59	323,3	320,0	310,5
	25,4	10,5	8,58	8,35	14,2	22,8	2,01	22,1	386	377	387
Взморье р. Терек 5 ст., 40 проб	18,72	8,20	9,00	8,28	10,78	14,88	1,6	15,64	314,0	326,9	344,6
	24,8	10,6	8,47	8,49	15,2	18,4	1,9	19,4	364	390	450
Взморье р. Сулак 5 ст., 34 пробы	18,63	9,05	9,03	8,35	11,62	15,07	1,6	15,30	291,9	323,3	343,6
	25,4	10,7	8,13	8,47	14,5	18,1	1,99	18	345	374	438
Махачкала 8 ст., 58 проб	19,63	9,99	9,09	8,35	12,27	16,24	1,9	15,42	325,6	334,0	383,6
	25,4	11,4	7,97	8,52	15,8	19	2,21	18	399	397	469
Каспийск 4 ст., 8 проб	23,75	9,67	8,49	8,50	12,90	17,20	1,6	13,79	359,6	322,2	392,5
	24	10,4	8	8,52	15,2	19,3	1,78	15,8	394	385	465
Избербаш 3 ст., 6 проб	22,17	9,95	8,56	8,39	12,17	15,78	1,7	13,67	348,3	330,2	397,2
	23	10,3	8,29	8,41	13,9	17,6	1,82	15,8	398	381	462
Дербент 2 ст., 4 пробы	23,80	10,15	8,54	8,40	12,40	14,65	1,4	12,95	342,3	329,3	398,0
	24,6	10,3	8,29	8,4	14	16	1,56	14,7	388	381	467

Примечание. Величина водородного показателя приведена в единицах pH, концентрация растворенного кислорода в мгО₂/дм³, биогенных веществ в мкг/дм³.

Концентрация **фосфатов** по-прежнему оставалась далекой от норматива – не более 0,26 ПДК. На участке п. Лопатин – г. Каспийск отмечался рост средней концентрации фосфатов с севера на юг - от 10,17 до 12,90 мкг/дм³ (табл. 1.6). Содержание общего фосфора было незначительно больше минерального и варьировало в диапазоне 10,3-22,8, в среднем 15,7 мкг/дм³. Концентрация нитритов сохранялась на уровне менее 0,1 ПДК, в среднем 1,73 мкг/дм³ (0,07 ПДК). Содержание аммонийного азота возросло за последние три года в 2-2,5 раза во всех районах мониторинга и в 2022 г. достигало значений 0,75 ПДК на взморье р. Сулак и 0,93 ПДК у г. Каспийск. За более длительный период 2011-2022 гг. отмечается статистически значимый (на уровне достоверности 99%) положительный линейный тренд концентрации аммонийного азота со скоростью от 0,035 ПДК/год на взморье р. Терек до 0,060 ПДК/год в районе г. Каспийск. Среднее содержание нитратного азота постепенно убывало с севера на юг от 16,6 у Лопатина до 13,0 у Дербента; среднегодовое для всего побережья 15,4 мкг/дм³. Разброс значений концентрации силикатов был относительно небольшим – 241-469. Таким

образом, признаков эвтрофикации вод на Дагестанском шельфе по-прежнему не отмечено.

Приоритетными загрязняющими веществами во всех районах мониторинга на Дагестанском шельфе оставались **фенолы** - от 2,75 ПДК у Дербента до 3,76 ПДК у Махачкалы. Многолетний тренд концентрации фенолов за последнее десятилетие отсутствовал, но ее межгодовые колебания были велики. Особенно значительными они были на взморье р. Сулак, где достигали 2,5 ПДК (рис.1.9).

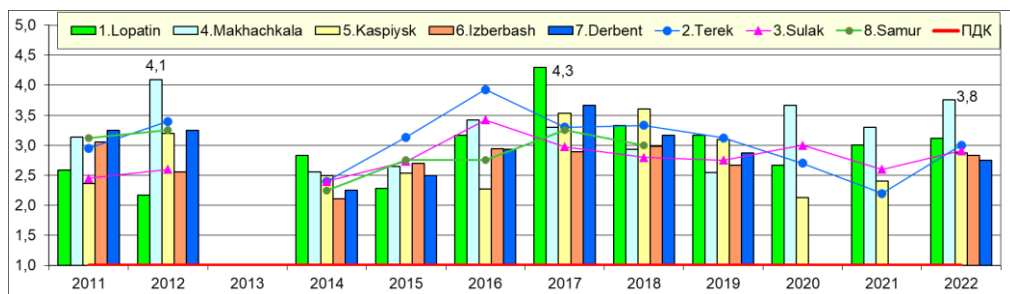


Рис. 1.9. Динамика средней концентрации фенолов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2011-2022 гг.

Уровень загрязнения вод нефтяными углеводородами соответствовал уровню предыдущих лет. Средняя годовая концентрация во всех районах варьировала около ПДК, а максимальная достигала 1,4 ПДК на взморье Сулака и у Махачкалы. В целом, концентрация НУ оставалась в 2022 г. на уровне предыдущих лет, какой-либо значимой тенденции в ее многолетней изменчивости выявлено не было (рис. 1.10).

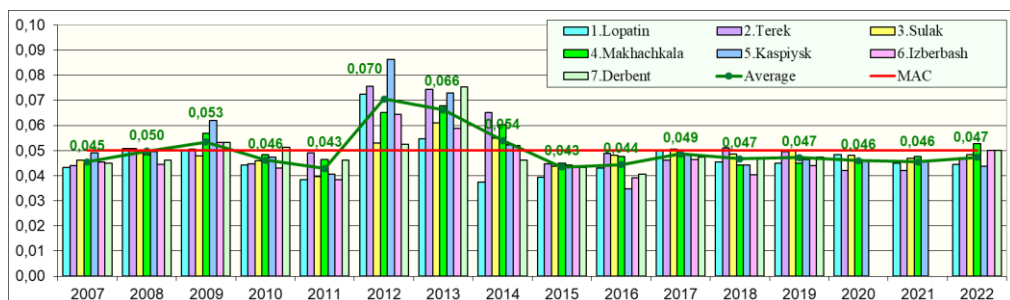


Рис. 1.10. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2007-2022 гг.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) измерялась во второй половине года в водах от Лопатина до Махачкалы. Содержание СПАВ варьировало в диапазоне 7-27, за исключением единственного случая у Махачкалы – 180 (1,8 ПДК). Средняя с учетом этого экстремума составила 20,7 мкг/дм³.

Содержание **меди** было исследовано во второй половине года только у Лопатина, и на взморье рек Терек и Сулак. Концентрация этого металла была в диапазоне 2,1-4,6 и достигала 0,92 ПДК на дальней от берега станции у Лопатина; в среднем 3,0 мкг/дм³. Данных о концентрации меди недостаточно для оценки возможного тренда, т.к. наблюдения начались только в 2018 г. и только в трех из 8 районов мониторинга. Однако очевидным является значительная межгодовая изменчивость содержания меди – между 2018 и 2022 гг. ее концентрация изменилась в 1,5-2,0 раза (табл. 1.7). В этих же северных районах Дагестанского побережья определялась концентрация цинка в морской воде, диапазон 1,3-3,3, в среднем 1,8 мкг/дм³ (0,04 ПДК).

Таблица 1.7. Многолетняя динамика концентрация меди (в ПДК) в водах Северного Каспия и Дагестанского шельфа в 2018-2022 гг.

Год	Районы					
	Лопатин	Терек	Взморье р. Сулак	Центр Северного Каспия (разрез III)	Запад Северного Каспия (разрез IIIa)	Южная граница Северного Каспия (разрез IV)
2018	0,52	0,44	0,30	1,18	0,80	-
2019	0,51	0,39	0,70	1,10	0,86	-
2020	0,74	0,77	0,73	0,62	0,76	-
2021	0,72	0,75	0,72	-	-	-
2022	0,71	0,55	0,58	-	-	0,51

Кислородный режим северной части Дагестанского взморья оставался благоприятным. Средняя концентрация растворенного **кислорода** изменялась вдоль Дагестанского побережья в диапазоне от 8,95 мгО₂/дм³ у п. Лопатин до 9,09 мгО₂/дм³ у г. Махачкала, южнее содержание кислорода находилось на уровне 8,49-8,54 мгО₂/дм³. Значения комплексного показателя загрязнения **ИЗВ** в большинстве районов мониторинга в 2022 г. составили 1,32-1,38 (табл. 1.8) и только в районе Махачкалы – 1,58; в среднем по Дагестанскому взморью ИЗВ было равно 1,38. Все эти значения ИЗВ соответствуют «загрязненным» водам. Анализ многолетней динамики качества вод по индексу ИЗВ показывает общую тенденцию к понижению ИЗВ в водах Дагестанского побережья начиная с 2016/2017 гг., за исключением района у Махачкалы. В последний год отмечался рост ИЗВ во всех районах взморья (рис. 1.11). Как пространственные, так и межгодовые изменения ИЗВ были вызваны преимущественно изменчивостью концентрации фенолов.

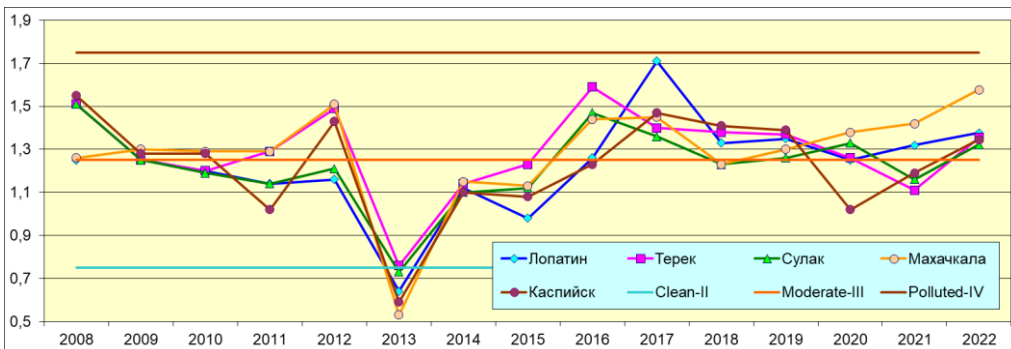


Рис. 1.11. Динамика ИЗВ на Дагестанском взморье 2008-2022 гг.

Таблица 1.6. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих и биогенных веществ в водах Дагестанского побережья в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Лопатин 3 ст., 6 проб	НУ	0,048	0,96	0,045	0,90	0,045	0,89
		0,06	1,20	0,05	1,00	0,06	1,20
	Фенолы	2,67	2,67	3,00	3,00	3,11	3,11
		3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	СПАВ	16,0	0,16	12	0,12	9,67	0,10
		19,0	0,19	69	0,69	12	0,12
	Cu	3,7	0,74	3,6	0,72	3,57	0,71
		4,9	0,98	4,7	0,94	4,6	0,92
	Zn	3,0	0,06	3,0	0,06	2,9	0,06
		3,8	0,07	3,7	0,07	3,3	0,07
	Азот аммонийный	99	0,25	231,7	0,59	323	0,83
		111	0,29	265	0,68	386	0,99
	Азот нитритный	1,43	0,06	1,79	0,07	1,7	0,07
		1,66	0,07	2,31	0,10	2,01	0,08
	Фосфор фосфатный	6,2	0,12	10,9	0,21	10,17	0,20
		7,8	0,15	18,1	0,36	14,2	0,28
Кислород	9,31		9,53		8,95		
	8,87		8,54		8,58		
Взморье р. Терек 5 ст., 10 проб	НУ	0,042	0,84	0,042	0,84	0,047	0,95
		0,06	1,20	0,06	1,20	0,06	1,20
	Фенолы	2,70	2,70	2,20	2,20	3,00	3,00
		3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00
	СПАВ	19	0,19	19	0,19	17,67	0,18
		23	0,23	23	0,23	21	0,21
	Cu	3,85	0,77	3,75	0,75	2,73	0,55
		4,8	0,96	4,7	0,94	3,3	0,66
	Zn	5,8	0,11	5,65	0,11	1,8	0,04
		6,0	0,12	5,9	0,12	1,9	0,04
	Азот аммонийный	114,96	0,30	294,5	0,76	314	0,81
		148	0,38	335	0,86	364	0,94

	Азот нитритный	1,41	0,06	1,55	0,07	1,6	0,07
		1,58	0,07	2,00	0,08	1,9	0,08
	Фосфор фосфатный	7,6	0,15	13,2	0,26	10,78	0,22
		8,8	0,17	16,2	0,32	15,2	0,30
	Кислород	9,34		9,44		9,00	
8,87			8,95		8,47		
Взморье р. Сулак 5 ст.,10 проб	НУ	0,048	0,96	0,035	0,70	0,048	0,96
		0,06	1,20	0,044	0,88	0,07	1,40
	Фенолы	3,00	3,00	2,60	2,60	2,91	2,91
		4,00	4,00	3,00	3,00	5,00	5,00
	СПАВ	35	0,35	35	0,35	18,17	0,18
		44	0,44	44	0,44	24	0,24
	Cu	3,67	0,73	3,59	0,72	2,89	0,58
		4,80	0,96	4,7	0,94	3,5	0,70
	Zn	3,96	0,72	3,9	0,08	1,6	0,03
		5,3	0,16	5,3	0,11	2	0,04
	Азот аммонийный	122,78	0,31	277,2	0,63	292	0,75
		146,2	0,38	339	0,87	345	0,89
	Азот нитритный	1,41	0,06	1,63	0,06	1,6	0,07
		1,58	0,07	2,18	0,09	1,99	0,08
	Фосфор фосфатный	9,41	0,19	13,1	0,26	11,62	0,23
10,3		0,21	14,9	0,29	14,5	0,29	
Кислород	9,34		9,50		9,03		
	8,87		8,94		8,13		
Махачкала 9 ст.,17 проб	НУ	0,046	0,92	0,048	0,96	0,053	1,06
		0,06	1,20	0,06	1,20	0,07	1,40
	Фенолы	3,66	3,66	3,29	3,29	3,76	3,76
		5,0	5,00	4,00	4,00	6,00	6,00
	СПАВ	32	0,38	31,18	0,31	28,51	0,29
		38	0,38	38	0,38	180	1,80
	Азот аммонийный	131,8	0,34	304,6	0,78	326	0,84
		161	0,41	350	0,90	399	1,03
	Азот нитритный	1,77	0,07	1,91	0,08	1,9	0,08
		2,20	0,09	2,16	0,09	2,21	0,09
	Фосфор фосфатный	9,5	0,19	12,6	0,25	12,27	0,25
		10,6	0,21	16,5	0,33	15,8	0,32
Кислород	10,09		9,37		9,09		
	9,49		8,85		7,97		
Каспийск 4 ст., 10 проб	НУ	0,046	0,92	0,046	0,92	0,044	0,88
		0,06	1,20	0,06	1,20	0,05	1,00
	Фенолы	2,1	2,10	2,40	2,40	2,88	2,88
		3,0	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	СПАВ	31	0,31	30	0,30	-	-
		37	0,37	37	0,37	-	-
	Азот аммонийный	182	0,47	311,2	0,80	360	0,92
		222	0,57	343	0,88	394	1,01
Азот	1,80	0,08	1,83	0,08	1,6	0,07	

	нитритный	2,09	0,09	2,15	0,09	1,78	0,07
	Фосфор	9,3	0,19	11,6	0,23	12,90	0,26
	фосфатный	10,7	0,21	14,4	0,29	15,2	0,30
	Кислород	10,28		9,31		8,49	
		9,99		8,83		8,00	
Избербаш 3 ст., 6 проб	НУ					0,050	1,00
						0,06	1,20
	Фенолы					2,83	2,83
						4,00	4,00
	Азот					348	0,90
	аммонийный					398	1,02
	Азот					1,7	0,07
	нитритный					1,82	0,08
	Фосфор					12,17	0,24
	фосфатный					13,9	0,28
Кислород					8,56		
						8,29	
Дербент 2 ст., 4 пробы	НУ					0,050	1,00
						0,06	1,20
	Фенолы					2,75	2,75
						4,00	4,00
	Азот					342	0,88
	аммонийный					388	1,00
	Азот					1,4	0,06
	нитритный					1,56	0,07
	Фосфор					12,40	0,25
	фосфатный					14	0,28
Кислород					8,54		
						8,29	

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мгО₂/дм³; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного и нитритного азота, фосфатного фосфора, меди и цинка – в мкг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней – максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Для распресненных вод Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принята 389 мкг/дм³.

Таблица 1.8. Оценка качества морских вод Дагестанского побережья по ИЗВ в 2020-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	
Лопатин	1,25	III	1,31	IV	1,38	IV	Фенолы 3,11; НУ 0,89; NH ₄ 0,83; O ₂ 0,67

Взморье р. Терек	1,24	III	1,11	III	1,35	IV	Фенолы 3,00; НУ 0,95; NH ₄ 0,81; O ₂ 0,67
Взморье р. Сулак	1,33	IV	1,16	III	1,32	IV	Фенолы 2,91; НУ 0,96; NH ₄ 0,75; O ₂ 0,66
Махачкала	1,38	IV	1,42	IV	1,58	IV	Фенолы 3,76; НУ 1,06; NH ₄ 0,84; O ₂ 0,66
Каспийск	1,02	III	1,19	III	1,35	IV	Фенолы 2,88; NH ₄ 0,92; НУ 0,88; O ₂ 0,71
Избербаш	-	-	-	-	1,36	IV	Фенолы 2,83; НУ 1,00; NH ₄ 0,9; O ₂ 0,7
Дербент	-	-	-	-	1,33	IV	Фенолы 2,75; НУ 1,00; NH ₄ 0,88; O ₂ 0,70

Выводы

В течение 2022 г. мониторинг загрязнения Северного Каспия проводился только один раз – в центральной и западной частях Северного Каспия на разрезах III и IIIa в конце октября - начале ноября, а на южной границе Северного Каспия на разрезе IV - в июне. На разрезах выполнялась сокращенная программа без определения растворенных в воде металлов и фенолов. С учетом этого приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества и нитриты, содержание которых оставалось ниже ПДК и соответствовало уровню прошлого года. Содержание растворенного кислорода было ниже обычного. На разрезе IIIa в придонном слое на глубине 4 м на самой близкой к дельте Волге станции впервые за многие годы был отмечен дефицит кислорода (5,74 мгО₂/дм³).

На южной границе акватории Северного Каспия в 2022 г. приоритетными веществами оставались фенолы (при средней концентрации 2,8 ПДК), нефтяные углеводороды (около 1 ПДК) и аммонийный азот (0,6 ПДК). Содержание растворенного кислорода сохранялось на уровне выше норматива. Значение ИЗВ немного повысилось и составило 1,29 («загрязненные» воды), существенной динамики индекса за последние годы не отмечено.

На Дагестанском взморье, как и ранее, главным приоритетным загрязнителем были фенолы; их средняя концентрация изменялась от 2,75 ПДК у Дербента до 3,76 ПДК в водах у Махачкалы. Средняя концентрация нефтяных углеводородов, аммонийного азота и меди сохранялась в пределах 1 ПДК. Значения ИЗВ на разных участках Дагестанского шельфа изменялись от 1,32 до 1,58, «загрязненные» воды. В последние 2-3 года отмечается рост ИЗВ во всех районах взморья, однако в более продолжительный период (2008-2022 гг.) статистически значимого тренда не обнаруживается.

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Крутов А.Н., Хорошенькая Е.А., Сулименко Е.А., Кравцова Е.Г., Кобец С.В., Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Дьяков Н.Н., Алексеенко А.И., Кирьянов В.С., Кочетков В.В., Долгова А.О.

2.1. Общая характеристика

Азовское море относится к системе Средиземного моря Атлантического океана, в южной части соединяется с Черным морем через неглубокий Керченский пролив. Географическая граница Азовского моря располагается между крайними точками: 47°17' с.ш. и 39°49' в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского залива, 39°18' в.д. на западе (Арабатский залив) и на юге Керченского пролива (45°17' с.ш.) между мысами Такиль и Панагия. Площадь поверхности моря без залива Сиваш и лиманов восточного побережья по разным оценкам составляет 37802-39100 км², объем воды 290 км³ при среднемноголетнем уровне. Средняя глубина моря 7,4 м, максимальная глубина в центре моря составляет 14,4 м. Наибольшая длина Азовского моря по линии коса Арабатская стрелка - дельта Дона составляет 380 км, наибольшая ширина по меридиану между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов – 200 км (Азовское море, 1962, 1974, 1986, 1991, Черное море, 1991).

Северо-восточная часть моря представляет собой обширный эстуарий р. Дон - мелководный и сильно распресненный Таганрогский залив, к западу от которого северное побережье моря разделяется песчано-ракушечными косами на сеть заливов. Самыми обширными из них являются Бердянский и Обиточный, площадь которых составляет 0,73 и 1,89 тыс.км² соответственно при средней глубине 6–7 м (Азовское море, 2006).

В западной части моря песчано-ракушечная пересыпь Арабатская стрелка отделяет море от мелководного осолоненного залива Сиваш. Залив представляет собой ряд мелководных соленых водоемов, существенно различающихся между собой по гидрологическому и гидрохимическому режимам, разделенных большим числом островов и засух. Обычно его принято разделять на два больших района – Западный Сиваш и Восточный Сиваш – общей площадью 1110 и 1433 км² соответственно. Площадь непосредственно водного зеркала залива Сиваш составляет примерно 89-91%, а остальная площадь приходится на острова и засухи. Водообмен Азовского моря с заливом Сиваш играет незначительную роль в водном балансе моря и осуществляется через пролив Генический. Пролив в настоящее время состоит из двух рукавов – Тонкий и Промоина (Арабатский). Основной водообмен залива Сиваш с Азовским морем осуществляется через рукав Тонкий. Он имеет вид узкой речной дельты с обращенной к Азовскому морю вершиной, длина пролива 4 км, средняя ширина 100 м, максимальная глубина 4,7-5,0 м, площадь сечения на гидростворе вблизи мареографа морской

гидрометеостанции Геническ при среднемноголетней величине уровня 482 см в этом пункте составляет 276 м². За многолетний период приток азовских вод в Сиваш составил 1,22 км³/год (60% от всего объема вод залива), а отток сивашских вод в Азовское море – 0,41 км³/год (25%). Через пролив Проминоа (Арабатский) водообмен Сиваша с Азовским морем долгое время отсутствовал или осуществлялся в очень ограниченном объеме, но в настоящее время существует постоянный водообмен. Ширина пролива сейчас составляет в среднем 100-120 м. В районе впадения в Азовское море пролив расширяется до 170 м и очень мелководен, здесь расположен ряд мелких островков и отмелей (Ильин, 2009, Дьяков 2015, Семенова, 1962, Слатинский, 1986, Львова, 1982).

Юго-западная часть моря представляет собой обширные заливы Арабатский и Казантипский, разделенные мысом Казантип, площадью 0,74 и 0,24 тыс.км², при средней глубине 8 и 9 м соответственно. На юго-востоке расположена эстуарная область р. Кубань - Темрюкский залив площадью 1,22 тыс.км² при средней глубине 9 м. Рельеф дна Азовского моря отличается выравненностью и плавным увеличением глубины от берега к центру моря. Системы подводных возвышений (банки, сложенные преимущественно ракушей) расположены у западного (банки Морская и Арабатская) и восточного побережий моря (банка Железинская). Для подводного берегового склона на севере моря характерно обширное мелководье (20-30 км) с глубинами 6-7 м. Южное побережье отличается крутым береговым склоном до глубин 11-12 м. Изобата 5 м расположена примерно в 2 км от берега. В центральной части моря расположена обширная подводная равнина Панова протяженностью 120-140 км, в современных отложениях которой преобладают глинистые и мелкоалевритовые илы с примесью песчаных частиц (Матишов, 2006).

Северное побережье моря характеризуется обрывистыми берегами (средняя высота обрывов 7-15 м), а также системой песчано-ракушечных кос, увеличивающихся в размерах к западу моря. Вдоль всего западного берега моря расположена крупнейшая аккумулятивная форма Азовского моря – песчано-ракушечная коса Арабатская стрелка длиной 110 км и шириной 0,27-7 км. Восточные берега от г. Темрюк до г. Приморско-Ахтарск представляют собой обширную дельту реки Кубань с системой лиманов, протоков и плавней. На северо-востоке моря берега обрывистые, с редкими песчаными косами. Крымское побережье Азовского моря характеризуется сильной изрезанностью береговой линии; здесь сложенные мшанковыми известняками мысы чередуются с крупными заливами и небольшими бухтами.

В Азовское море впадают две большие реки Дон и Кубань, поставляющие в море 95% суммарного речного стока, и 20 небольших речек в северной части моря - Берда, Кальмиус, Миус, Ея, Обиточная, Молочная и др. Средний годовой сток реки Дон составляет 23,7 км³, Кубани - 11,8 км³, малых рек северного Приазовья - 2,1 км³. По характеру внутригодового распределения стока Дон относится к рекам с весенним

половодьем и низкой меженью в остальную часть года. Кубань имеет более сложное внутригодовое распределение стока с продолжительным весенне-летним половодьем и кратковременными мощными зимними паводками. В настоящее время сток обеих рек зарегулирован вследствие хозяйственной деятельности человека (сооружение водохранилищ, изъятие вод на орошение и др.). Общая площадь водосборного бассейна Дона составляет 422 тыс.км², а Кубани – 58-59 тыс.км² (Бронфман, 1985). При впадении в море реки образуют обширные многорукавные дельты площадью 540 км² и 4300 км² соответственно. В приморской части дельты Кубани по берегам двух основных рукавов (Петрушина и Протоки) расположены 240 лиманов общей площадью 1250 км². Морская граница устьевой области реки расположена на расстоянии 3-4 км от морского края дельты, а общая площадь устьевого взморья р. Кубани – 110 км². Протяженность устьевой области Дона составляет примерно 300 км, из которых 140 км приходится на Таганрогский залив. Средняя ширина Таганрогского залива составляет 37 км, ширина в самой узкой и широкой части соответственно 26 и 52 км, средняя глубина залива около 5 м, площадь 5240 км², объем вод 24,6 км³. Протяженность морской дельты около 55 км. Водообмен Таганрогского залива и собственно Азовского моря осуществляется через Должанский пролив, расположенный между косами Долгая и Белосарайская. Должанский пролив относится к поперечным двумерным проливам, его ширина составляет 30 км при средней глубине – 6,6 м, а площадь поперечного сечения – 0,191 км² (Азовское море, 1962, 1991, Симов, 1989).

Водообмен Азовского моря с Черным осуществляется через Керченский пролив. Географические границы пролива располагаются по линиям со стороны Азовского моря – между мысами Хрони и Ахиллеон, со стороны Черного моря – между мысом Такиль и мысом Панагия. В этих границах длина пролива составляет 43 км, общая площадь пролива – 805 км², а объем воды в проливе – 4,56 км³. Наибольшие глубины в проливе наблюдаются в южной его части (средняя глубина – 9,4 м, максимальная – 17,0 м); в середине пролива расположена область небольших глубин (в среднем глубина между мысами Камыш-бурун и Еникале составляет 3,5 м при максимальных значениях 7,4 м). В северном, примыкающем к Азовскому морю районе пролива, средняя глубина составляет 6,7 м, максимальная глубина – 10,5 м. Для западного побережья Керченского пролива характерны возвышенные и обрывистые приглубые берега. Берег относительно мало изрезан, в него вдаются Керченская и Камыш-Бурунская бухты. Восточный берег Керченского пролива невысокий и малоизрезанный, в него врежется обширный Таманский залив (площадь 313 км², глубины 3-5 м). Северная часть Таманского залива включает мелководную область – залив Динской с преобладающими глубинами 1-2 м (Азовское море, 1962, 2006, Мамыкина, 1980, Дьяков, 2020, Игнатов, 2003).

Азовское море расположено в южной части умеренного климатического пояса и его климат формируется под влиянием радиационного фактора и атмосферной циркуляции. Среднегодовая температура воздуха над Азовским морем возрастает от 9,3-9,5⁰С на севере-востоке моря до 11,3⁰С – на юге моря. Сезонные изменения погоды в Азовском регионе формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов - Сибирского антициклона в осенне-зимнее время, средиземноморских циклонов в весенний сезон и Азорского антициклона с маловетренной, сухой и теплой погодой в июле-августе. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых, часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры неустойчивы по скоростям и направлениям, характеризуются незначительными скоростями, возможен полный штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна 23-25⁰С (Азовское море, 1986, 1991, Ильин, 2009).

Определяющее влияние на формирование гидрологического режима небольшого по объему и мелководного Азовского моря оказывают климатические факторы, а также многолетняя и сезонная изменчивость компонентов водного баланса моря, основными из которых являются речной сток и водообмен через Керченский пролив. Положительный пресный баланс моря (речной сток плюс осадки минус испарение) обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным. Водный и солевой обмен через Керченский пролив определяется региональными ветровыми условиями и низкочастотными колебаниями уровня в сопредельных бассейнах. Изменчивость солеобразующих факторов обусловлена общей циркуляцией атмосферы и антропогенным преобразованием стока основных рек - безвозвратным водопотреблением и преобразованием внутригодового режима стока (Азовское море, 1991, Ильин, 2009, Бронфман, 1985).

Распределение солености Азовского моря характеризуется наличием фронтальных зон в областях трансформации речных вод (в приустьевых районах Дона и Кубани) и в районах смешения азовских и черноморских вод. Солевой обмен с заливом Сиваш незначителен и влияет на ограниченный по площади район моря вблизи пролива Тонкий. Центральная часть моря занята достаточно однородной по солености водой 11,5-12,0‰, в годы с пониженным стоком рек в море соленость может увеличиваться до 12,5-13,0‰. Наибольшие горизонтальные градиенты солености до 10-11‰ наблюдаются в Таганрогском заливе во все сезоны года и связано с наличием сильного опресняющего источника - реки Дон. Вертикальные градиенты солености на большей части акватории незначительные, в среднем они составляют 0,06–0,12‰/м. Наибольшая разность солености между поверхностью и дном, достигающая 3-7‰ и составляющая в среднем 1-2‰, отмечается во фронтальных зонах Таганрогского и Темрюкского заливов, а также в

предпроливном Керченском районе. Воды Азовского моря имеют слабо выраженную температурную стратификацию. В период выхолаживания (январь-март) вертикальные температурные градиенты практически отсутствуют. С мая по сентябрь формируется устойчивая температурная стратификация. Наибольшие вертикальные градиенты $0,14-0,16^{\circ}\text{C}/\text{м}$ отмечаются в мае-июне вблизи Керченского пролива (Ильин, 2009).

Общий циклонический характер циркуляции вод Азовского моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений также зависит от ветра, который вызывает чисто дрейфовые течения во всей толще мелкого Азовского моря и создает повышение уровня у берегов. Циркуляция вод характеризуется достаточно выраженными вихревыми образованиями, обусловленными морфометрическими особенностями бассейна. Их положение, конфигурация и количество определяются генеральным направлением ветра. Вдоль границ, разделяющих основные круговороты, происходит усиление интегральной циркуляции. Здесь формируются узкие интенсивные полосы, в которых интегральные потоки массы направлены против ветра, что является следствием компенсационных противотечений в нижних слоях моря. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения (Ильин, 2009).

Развитие ветрового волнения на Азовском море определяется полем ветра над морем, разгоном и батиметрией. Существенно ограничивает волнение значительная площадь покрытия моря льдами в умеренные и суровые зимы. В мягкие зимы ледовый покров не оказывает существенного влияния на развитие волнения. Максимальная высота волн до 2,9-3,2 м отмечалась в зимний сезон в южных и центральных районах моря при северо-восточных штормах со средней скоростью ветра 22-25 м/с. При западных и юго-западных ветрах могут формироваться крупные волны высотой 1,5 м и более по всей акватории моря (Дьяков, 2010).

Азовское море бесприливное, но хорошо выражены непериодические сгонно-нагонные колебания уровня, связанные с атмосферными процессами продолжительностью от 2-3 до 15 суток. Поскольку сгонно-нагонные изменения имеют вид сейши с одной узловой линией, проходящей примерно через центр моря, то наименьшие колебания уровня наблюдаются вблизи этой линии, т.е. в пунктах Бердянск и Опасное (размах колебаний 202-203 см), а наибольшие – в отдаленных от узловой линии пунктах Геничеськ (412 см), Ейск (438 см) и Таганрог. В северо-восточной части Таганрогского залива, где существенное влияние оказывает сток реки Дон, амплитуда сгонно-нагонных колебаний максимальна и достигает 609 см. (Ильин, 2009).

Особенностью ледового режима Азовского моря является ежегодное образование льда на его акватории даже в относительно мягкие зимы. Внутриконтинентальное географическое положение моря в южной части умеренного пояса, изолированность от Мирового океана, мелководность

моря, низкая соленость его вод, изрезанность и орография берегов определяют ледовые условия моря. В мягкие зимы лед образуется преимущественно в северной части моря и в Таганрогском заливе. Здесь наблюдается большое разнообразие форм плавучего льда, а также неоднократное появление и исчезновение льда в течение сезона. Быстрая и частая смена зимней погоды влечет за собой крайнюю неустойчивость ледовых условий, а лед может превращаться из неподвижного в дрейфующий и обратно. Наиболее сложные ледовые условия на Азовском море отмечены с конца января до середины марта в суровые и умеренные зимы, особенно в западных, юго-западных районах моря и у входа в Керченский пролив, где обычны поля сильно торосистого льда. Максимального развития и наибольшей толщины (20-60 см в средние зимы и 80-90 см в суровые) лед достигает в феврале. По средним многолетним данным льды занимают 29% общей площади моря. Разрушение припая в такие зимы затягивается и, как правило, происходит в третьей декаде марта. Последней очищается западная часть моря в конце апреля – начале мая (Азовское море, 1991, Ильин, 2009, Дьяков, 2016, Боровская, 2008).

2.2. Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив

Основными источниками загрязнения акватории Таганрогского залива являются промышленные и коммунально-бытовые сточные воды, поступающие с речным стоком р. Дон, а также сточные воды очистных сооружений МП «Азовводоканал». Свой вклад в загрязнение акватории вносит также коллекторно-дренажный сток оросительных систем и ливневые сточные воды, которые без очистки поступают в р. Дон. Кроме того, в акваторию также поступают загрязнения от водного транспорта.

В 2022 г. гидрохимические наблюдения проводились в устьевой области реки Дон на мотолодке «Русбот-47». Отбор проб выполнялся Донской устьевой станцией (ДУС) и производился на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р) 29 апреля, 24 мая, 20 июля и 13 октября (рис. 2.1). Всего в протоках Дона было отобрано 24 пробы. На месте отбора проб определялась величина водородного показателя (рН) и кислород, производилась фиксация проб на, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Завершение определения содержания нефтяных углеводородов, выполненных с применением ИКС-метода, а также растворенных в воде соединений ртути с применением атомно-абсорбционного метода и хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) производилось в лаборатории Ростовского ЦГМС. В тот же период в устьевой области реки был выполнен анализ на содержание нефтяных углеводородов в 12 пробах донных отложений.

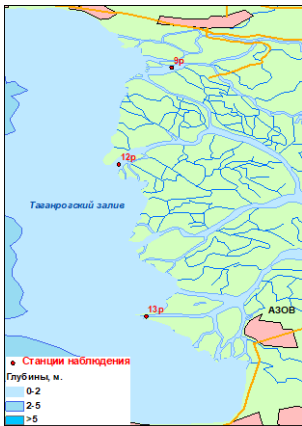


Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон в 2022 г.

2.2.1. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива

Устьевая область реки Дон. Среднегодовая **соленость** речного стока в устьях рукавов р. Дон составила 0,61‰ и изменялась в пределах от 0,50‰ до 0,83‰ (рис. 2.2). Максимальное значение было зафиксировано в устье рукава Мертвый Донец 24 мая. За последние четверть века соленость вод в устье реки существенно повысилась. Различия солености между протоками обычно незначительные. Хлорность варьировала в пределах между 0,143‰ и 0,338‰. Температура воды в период проведения наблюдений изменялась от 13,4^oС до 28,1^oС. Значения рН в устьях рукавов Дона были в диапазоне 7,87-8,85, составив в среднем 8,19 ед.рН. Щелочность изменялась в пределах 3,345-4,812 мг-экв/дм³, в среднем за год составила 3,800 мг-экв/дм³.

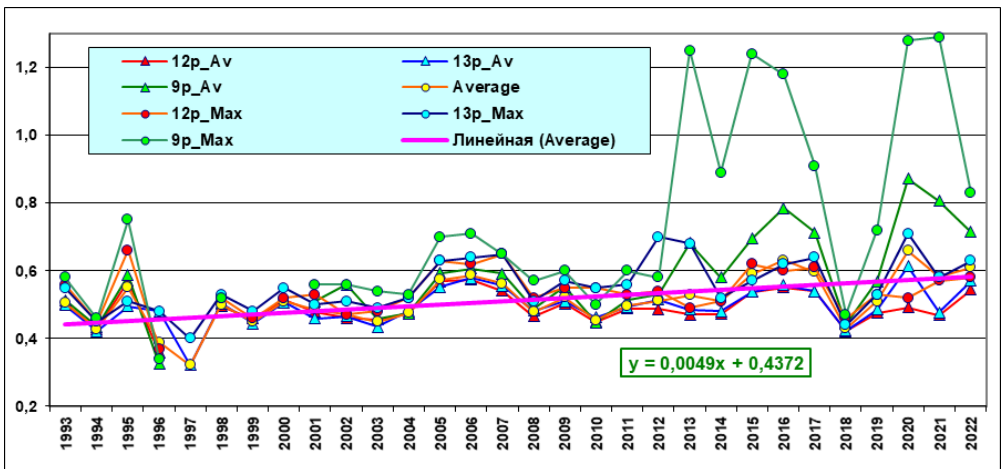


Рис. 2.2. Динамика среднегодового значения солености (‰) в эстуарных протоках реки Дон в 1993-2022 гг.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах устьевых протоков реки Дон остается повышенной. В 2022 г. среднегодовая концентрация в устье рукавов Мертвый Донец, Переволока и Песчаный, и составила 0,161; 0,090 и 0,082 мг/дм³ соответственно (1,64 – 3,22 ПДК), а максимальные величины достигали 0,020; 0,16 и 0,200 мг/дм³ (табл. 2.1). В 19 из 24 проанализированных проб концентрация НУ превышала норматив. Наибольшее содержание НУ было отмечено в октябре и мае в обоих слоях протоки Мертвый Донец (3,6-4,0 ПДК). В течение всего периода наблюдений уровень загрязнения устьевой области р. Дон

остаётся стабильно высоким и за исключением 5 лет (2000, 2009, 2010, 2012 и 2013 гг.) среднегодовая концентрация постоянно превышает ПДК (рис. 2.3). Причем, в последние годы наблюдается стабильно высокие уровни загрязнения.

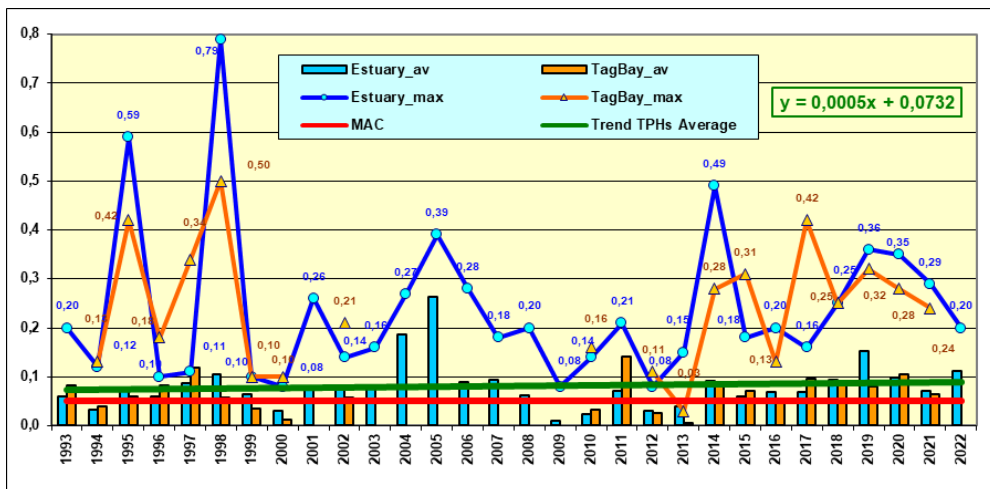


Рис. 2.3. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах устьевой области р. Дон в 1993-2022 гг.

В устьях рукавов дельты Дона растворенная **ртуть** была обнаружена во всех 12 отобранных пробах, причем в 11 пробах содержание ртути превышало ПДК, а средняя концентрация составила $0,0178 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальное превышение (2,8 ПДК) было зафиксировано в рукаве Песчаный на поверхности в середине октября. Содержание СПАВ было ниже аналитического нуля в 18 из 24 отобранных в дельте р. Дон проб; средняя составила 4,9, а максимальная $28,0 \text{ мкг/дм}^3$. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не обнаружены.

Биогенные элементы. В 2022 г. концентрация аммонийного азота в устьевых протоках р. Дон изменялась в диапазоне $18,7\text{-}323,8 \text{ мкгN/дм}^3$; среднегодовая составила $160,3 \text{ мкгN/дм}^3$ (рис. 2.4). Максимум ($0,40$ ПДК) отмечен в пробе, отобранной у дна в рукаве Переволока в середине октября. За весь период наблюдений с начала 1990-х до начала 2000-х годов наблюдалась стабильная тенденция снижения концентрации ионов аммония в водах дельты, потом наступила некоторая стабилизация на уровне около 55 мг/дм^3 , а значительное увеличение зафиксировано лишь в 2019 г.

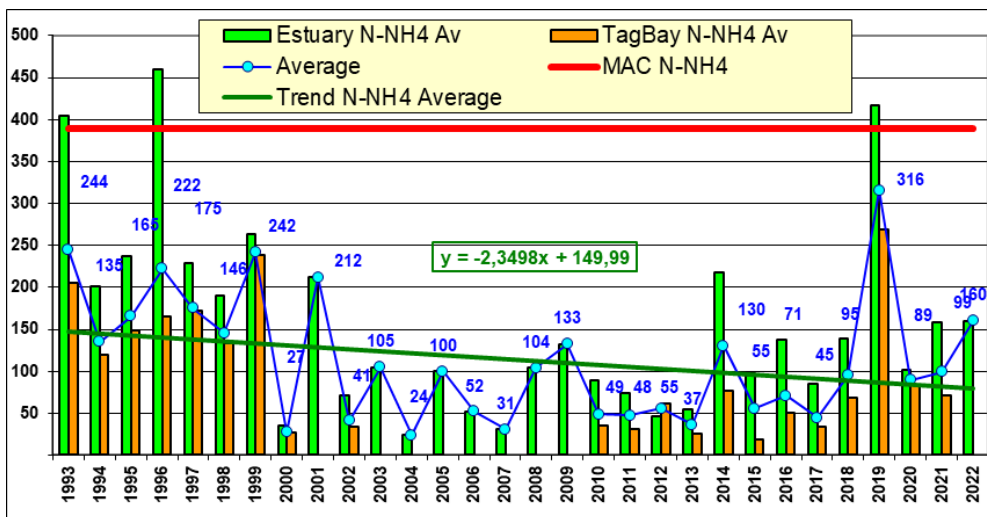


Рис. 2.4. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993-2022 гг.

Содержание нитритов в 24 отобранных пробах было в пределах $10,4-143,4 \text{ мкгN/дм}^3$, средняя $59,28 \text{ мкгN/дм}^3$. Максимум зафиксирован в рукаве Песчаный в середине октября в пробе, отобранной у поверхности. В последние 10 лет среднегодовая концентрация нитритов в водах устьевой области р. Дон была стабильной и редко превышала ПДК, а максимальная стабильно превышала ПДК в несколько раз. Например, в 2003 г. максимум составил 390 мкгN/дм^3 , а в 2001 г. – 197 мкгN/дм^3 . Концентрация нитратов в устье Дона изменялась в диапазоне $60,0-355,6 \text{ мкгN/дм}^3$; средняя составила $171,61 \text{ мкгN/дм}^3$. Максимум зафиксирован в рукаве Песчаный у поверхности в середине октября. С начала 2000-х годов складывается положительная тенденция снижения концентрации нитратов в водах дельты р. Дон. Концентрация фосфатов в рукавах в 2022 г. изменялась в пределах $32,4-124,9 \text{ мкгP/дм}^3$; максимальное значение было отмечено на поверхности в устье рукава Переволока в середине октября в пробе, отобранной у дна; среднегодовая концентрация составила $81,04 \text{ мкгP/дм}^3$ ($1,62 \text{ ПДК}$). Начиная с конца 1990-х годов среднегодовая концентрация фосфатов стабилизировалась в узком диапазоне около 80 мкгP/дм^3 , а максимальные величины колебались около 250 мкгP/дм^3 . Концентрация общего фосфора в устьевой области Дона изменялась в диапазоне $57,8-188,8 \text{ мкгP/дм}^3$; максимальное значение было отмечено на поверхности в устье рукава Переволока в середине октября в пробе, отобранной у дна, а среднегодовая составила $121,57 \text{ мкгP/дм}^3$, что близко к прошлогоднему значению ($124,8 \text{ мкгP/дм}^3$). В водах устьевой области р. Дон среднегодовая концентрация силикатов составила 3538 мкг/дм^3 ; минимальная – 1790 мкг/дм^3 (конец апреля у поверхности в протоке Песчаный); максимальная – 5755 мкг/дм^3 была зафиксирована в середине октября в устье рукава Мертвый Донец в придонном слое.

В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась в пределах 4,88-9,42 мгО₂/дм³, составив в среднем 7,37 мгО₂/дм³. Минимальное содержание, которое было ниже норматива на 21%, было отмечено в водах Мертвого Донца в конце мая в придонном слое. В устьях других рукавов также было зафиксировано несколько случаев пониженного содержания кислорода. Среднее процентное содержание растворенного кислорода в разных рукавах варьировалась от 78% в рукаве Мертвый Донец до 87% в рукаве Переволока, а минимальная от 51% в рукаве Мертвый Донец до 68% в рукаве Песчаный. Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в устьевой области р. Дон остается достаточно стабильной в течение длительного периода и изменяется от 8,37 мгО₂/дм³ до 10,21 мгО₂/дм³. За последние 10 лет среднегодовая величина имеет тенденцию к увеличению и за 10-летие составила 9,12 мгО₂/дм³.

В 2022 г. качество воды в устьевых протоках р. Дон ухудшилось по сравнению с предыдущими годами. Численное значение индекса загрязненности вод (ИЗВ=1,82) увеличилось по сравнению с прошлым годом (ИЗВ=1,52), что привело к снижению класса качества вод по этому показателю. По итогам 2022 г. воды в устьевых протоках р. Дон отнесены к «грязным» (табл. 2.2). Приоритетными загрязняющими веществами были фосфаты, нитриты и ртуть.

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрации загрязняющих веществ в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 2019-2022 гг.

Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Устьевая область реки Дон						
НУ	0,099	1,98	0,072	1,44	0,111	2,23
	0,35	7,00	0,29	5,80	0,20	4,00
СПАВ	6,7	0,07	2,3	0,02	4,9	0,05
	20,8	0,21	19,8	0,20	28,0	0,28
Ртуть Hg	0,0244	2,44	0,0173	1,73	0,0178	1,78
	0,042	4,20	0,028	2,80	0,032	3,20
Азот аммонийный N-NH ₄	102	0,26	158	0,40	160	0,41
	265	0,68	322	0,81	323,8	0,83
Азот нитритный N-NO ₂	31,1	1,30	39,8	1,56	59,3	2,47
	63,1	2,63	59,9	2,50	143,4	5,98
Фосфор фосфатов P-PO ₄	78,1	1,56	102,7	2,05	81,04	1,62
	159,5	3,19	185,5	3,71	124,9	2,50
Растворенный кислород	8,44		8,21		7,37	
	5,60	0,93	4,31	0,72	4,88	0,81
% насыщения	89,5		87,8		81,0	
	70		53		51	
Таганрогский залив						

НУ	0,105	2,10	0,064	1,28		
	0,28	5,60	0,24	4,80		
СПАВ	4,64	0,05	8,55	0,09		
	21,2	0,21	38,8	0,39		
Ртуть Hg	0,015	1,50	0,0195	1,95		
	0,024	2,40	0,029	2,90		
Азот аммонийный N-NH ₄	83,4	0,21	71,6	0,18		
	232	0,60	428	1,07		
Нитритный азот N-NO ₂	13,77	0,57	11,15	0,46		
	29,2	1,22	34,0	1,42		
Фосфор фосфатов P-PO ₄	14,6	0,29	11,7	0,23		
	81,5	1,63	50,4	1,01		
Растворенный кислород	9,01		8,31			
	2,83	0,47	0,55	0,09		
% насыщения	102,6		93,5			
	37		7			

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфора фосфатов и ртути в мкг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода - минимальное) значение.

3. Концентрация α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ была ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах.

4. Для всех определяемых ингредиентов были использованы значения ПДК для пресных вод.

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон и восточной части Таганрогского залива в 2019–2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон	1,68	IV	1,52	IV	1,82	V	NO ₂ 2,47; НУ 2,23; Hg 1,78; O ₂ 0,81
Таганрогский залив	1,21	III	1,10	III	-		

2.2.3. Загрязнение донных отложений

В устьевой области р. Дон с апреля по октябрь одновременно с отбором проб воды было отобрано 12 проб донных отложений. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 110,0 мкг/г до 170,0 мкг/г (2,20ДК - 3,40ДК). Максимум отмечен в последней декаде мая в устье рукава Переволока. Среднегодовое содержание НУ составило 140,8 мкг/г (2,82 ДК), что практически совпадает с прошлогодним значением.

Выводы

Главными факторами, определяющими качество вод Таганрогского залива, являются речной сток и хозяйственная деятельность на его акватории, в том числе морской транспорт. Среднегодовая соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон составила 0,61‰ и изменялась в пределах от 0,50‰ до 0,83‰. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в водах устьевых протоков р. Дон (рукавов Мертвый Донец, Переволока и Песчаный) составила 0,161; 0,090 и 0,082 мг/дм³ соответственно, и в 71% проб превышала ПДК. Растворенная ртуть в дельте Дона была обнаружена во всех 12 отобранных пробах, причем в 11 пробах содержание ртути превышало ПДК, а средняя концентрация составила 0,0178 мкг/дм³. (1,78 ПДК). Концентрация аммонийного азота в водах устьевых протоков р. Дон изменялась в диапазоне 18,7–323,8 мкгN/дм³; среднегодовая составила 160,3 мкгN/дм³. До 2017 г. в водах устьевых протоков р. Дон наблюдалась тенденция снижения концентрации аммонийного азота, однако в последние годы отмечено увеличение. Содержание нитритов в водах устьевой области р. Дон в 24 отобранных пробах было в пределах 10,4 - 143,4 мкгN/дм³, средняя 59,28 мкгN/дм³. Концентрация нитратов в устье Дона изменялась в диапазоне 60,0 – 355,6 мкгN/дм³; средняя составила 171,61 мкгN/дм³. Концентрация фосфатов в рукавах р. Дон в 2022г. изменялась в пределах 32,4 - 124,9 мкгP/дм³, а общего фосфора в диапазоне 57,8 - 188,8 мкгP/дм³. В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде кислорода изменялась в пределах 4,88-9,42 мгO₂/дм³, составив в среднем 7,37 мгO₂/дм³. Минимальное содержание было ниже норматива более чем на 21%. Среднее процентное содержание растворенного кислорода в разных рукавах варьировалась от 51% до 87%. В 2022 г. в устьевых протоках р. Дон значение индекса загрязненности вод, определенное по приоритетным веществам (фосфаты, нитриты и ртуть) составило ИЗВ=1,82. По этому показателю воды устьевых протоков р. Дон отнесены к «грязным».

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевое взморье р. Кубань

В 2022 г. в дельте реки Кубань и на ее устьевом взморье в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществлялся Устьевой гидрометеорологической станцией Кубанская (ГМС «У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюка (ст.№1, глубина 5 м) наблюдения проводились в течение всего года, пробы воды отбирались ежедекадно. В Темрюкском заливе на устьевом взморье рукава Кубань (ст.№2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) и рукава Протока (ст.№29, 31) – в августе; в устьевой области Кубани в гирлах лиманов (ст.№8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани у пос. Ачуево и в Петрушином рукаве (ст.№5у, 6у) пробы отбирались один раз в месяц в апреле, июне, августе и октябре - всего на

18 станциях с глубинами 2-11 м; (рис. 2.6). Всего в 2022 г. было отобрано и проанализировано 134 пробы. Отбор проб воды в Темрюкском заливе в сентябре выполнен на НИС «Росгидромет-17», в порту Темрюк и устьевой области Кубани проведен с моторных лодок «Русбот» и «Беркут» из поверхностного и придонного слоев. Анализ морской воды на определение гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ выполнялся в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) ГМС «У Кубанская». Анализы производились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 243) и новым утвержденным методикам: РД 52.10.736-745-2010; РД 52.10.772-2013, РД 52.10.779-2013 и РД 52.10.805-807.2013. В пресных водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно разработанным в ГХИ РД 52.24-95, 2005, 2006 и «Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов – мг/дм^3 . Предел обнаружения нитритного азота составлял $0,5 \text{ мкг/дм}^3$; нитратного азота 5,0; аммонийного азота 20,0; общего азота 40,0; нефтяных углеводородов $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (0,4 ПДК); АСПАВ 100 мкг/дм^3 (1 ПДК); БПК₅ $1,00 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; взвешенные вещества $2,5 \text{ мг/дм}^3$; общее железо 20 мкг/дм^3 ; растворенная ртуть $0,010 \text{ мкг/дм}^3$; пестициды 2-5 нг/дм^3 .



Рис. 2.6. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2022 г. Районы: 1 - дельта Кубани; 2 - порт Темрюк; 3 - взморье Кубани; 4 - взморье Протоки; 5 - протоки лиманов.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань – район 1. Отбор проб производился в двух точках, расположенных в устье рукава Протока у пос. Ачуево (5у) и 500 м выше по течению от устья Петрушина рукава (6у). Всего на этих двух станциях было отобрано 12 проб. Температура воды в рукаве Протока изменялась от 8,50⁰С в начале апреля до 25,3⁰С в середине августа, а в Петрушином рукаве температура воды была в диапазоне от 10,4⁰С во второй половине апреля и 26,80⁰С в середине августа. За период наблюдений с 1990 г. по 2008 г. наблюдался рост среднегодовой температуры. За этот период она выросла с 17,98⁰С до 21,26⁰С. Начиная с 2009 г. наблюдается тенденция снижения среднегодовой температуры и за 10 последние лет средняя многолетняя температура составила 19,50⁰С. Соленость в устьях обоих рукавов Кубани изменялась в небольших пределах, что скорее всего связано со значительным влиянием речного стока. Так, в Петрушином рукаве в апреле в придонном слое была зафиксирована максимальная соленость в 0,30‰, а минимальная (0,25‰) отмечена в июне в поверхностном слое (табл. 2.3). В последние три десятилетия динамика среднегодовой солености вод всего района Темрюкского залива была разнонаправленной (рис. 2.7).

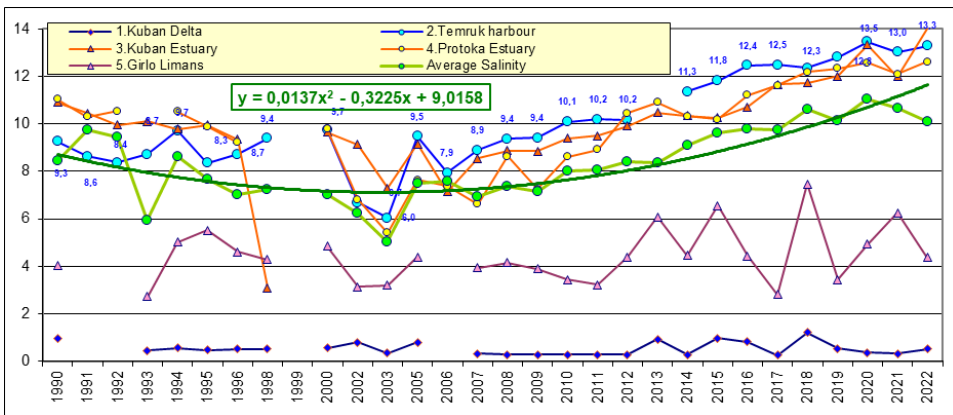


Рис. 2.7. Динамика среднегодовой солености (‰) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Среднее значение хлорности в рукавах р. Кубань составило 0,17‰ при средней за период наблюдений 0,19‰. Водородный показатель рН, характеризующий кислотность вод, изменялся в пределах 7,63-8,52 составив в среднем 8,12 ед.рН; щелочность изменялась в пределах от 2,162 до 2,992 мг-экв/дм³, в среднем 2,411 мг-экв/дм³.

Таблица 2.3. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Темрюкского залива и в устьевой области р. Кубань в 2022 г.

Район	T°С	S ‰	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %* %	pH	PO ₄	Робщ	NO ₂	NO ₃	NH ₄	№обш	Si
1. Низовья дельты реки Кубань (устьевая область) –	19,5	0,51	8,53	91	8,12	25,9	38,8	20,2	1033	175		2134
	26,8	2,95	7,02	83	8,52	44,1	57,1	37,9	1838	210		2613
2. Порт Темрюк – район 2 (ст. 1)	13,1	13,29	9,46	95	8,23	19,6	27,6	8,5	60	166	538	876
	26,8	15,96	3,06	41	8,51	39,4	51,4	14,2	153	216	700	1557
3. Взморье реки Кубань – район 3 (ст. 2, 4, 10, 12, 15, 16,	22,2	14,01	10,29	128	8,56	24,2	33,0	5,0	12	178	491	1964
	23,2	15,64	8,45	105	8,66	38,1	47,6	8	21,4	201	539	2346
4. Взморье рукава Протока – район 4	22,3	12,61	9,20	114	8,43	17,0	24,5	4,1	66	180	619	1361
	22,4	15,1	8,15	98	8,65	22,6	31	5,1	112,9	196	659	2522
5. Гирла лимано в – район 5	19,0	4,37	8,35	91	8,33	11,4	19,2	10,2	255	223		1473

	26,9	11,66	6,06	74	8,89	31,8	43,9	31,1	810	760		2780
--	------	-------	------	----	------	------	------	------	-----	-----	--	------

* средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в мгО₂/дм³ и % насыщения.

В 12 отобранных пробах концентрация ионов аммония в устьях обоих рукавов Кубани изменялась от 134 до 210 мкг/дм³ (табл. 2.3, рис.2.8). Наибольшие величины были зафиксированы в рукаве Протока во второй половине августа. Среднегодовая концентрация в Петрушином рукаве составила 169,0 мкг/дм³ (0,43 ПДК для пресных вод), а в рукаве Протока 187,0 мкг/дм³ (0,48 ПДК). Среднегодовое содержание нитритов в водах Петрушина рукава составило 18,8 мкгN/дм³ (0,78 ПДК), а в рукаве Протока 22,90 мкгN/дм³ (0,95 ПДК); нитратов - 1002 мкгN/дм³ (0,11 ПДК) и 1094 мкгN/дм³ (0,12 ПДК); фосфатов - 27,4 и 22,8 мкгP/дм³; общего фосфора 40,7 и 35,1 мкгP/дм³ (рис. 2.9); силикатов – 2200 и 2002 мкг/дм³ соответственно. Наибольшее содержание кремния (2613 мг/дм³) было зафиксировано в Петрушином рукаве в середине августа.

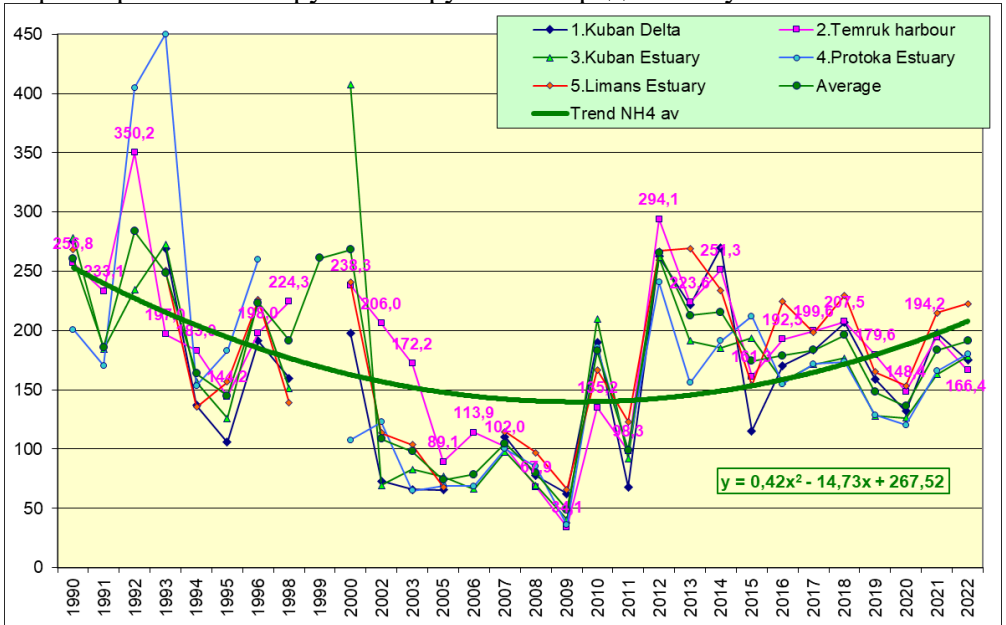


Рис. 2.8. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

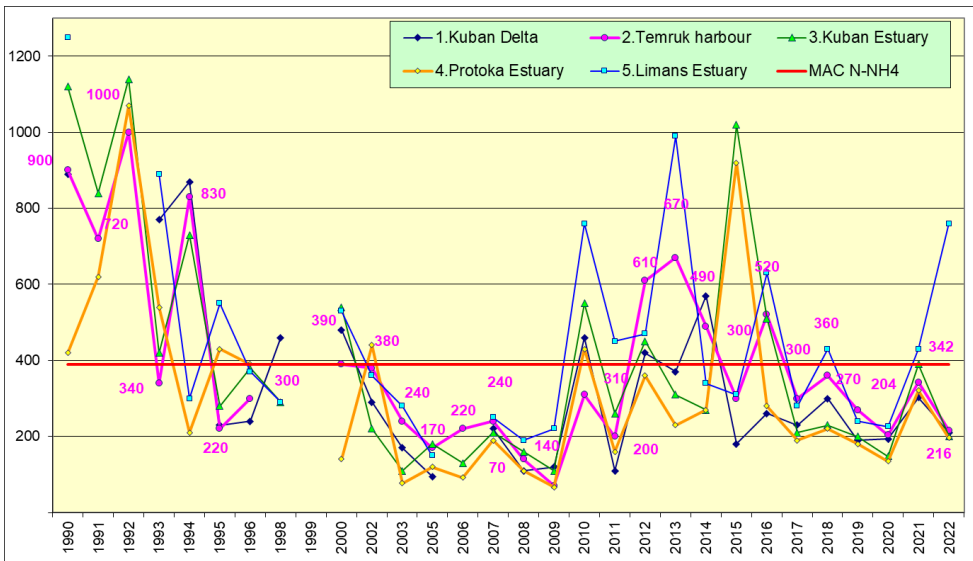


Рис. 2.8. Динамика максимальной концентрации аммонийного азота ($\mu\text{г}/\text{дм}^3$) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

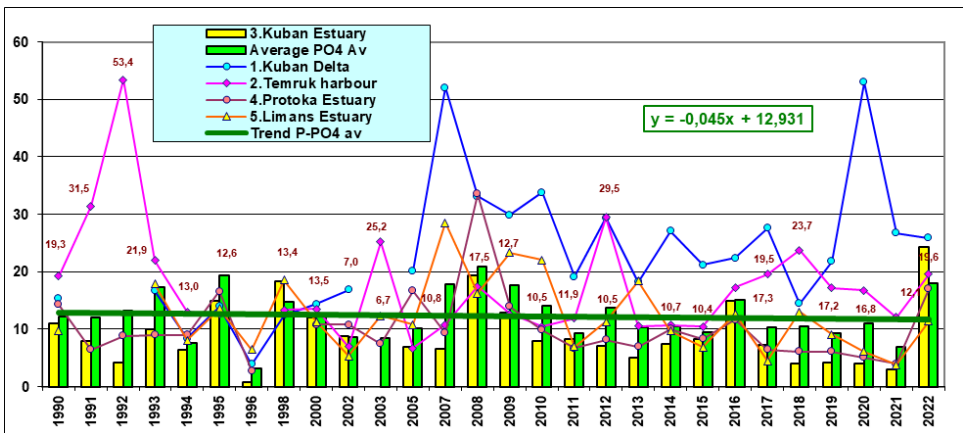


Рис. 2.9. Динамика среднегодовой концентрации фосфатов ($\mu\text{г}/\text{дм}^3$) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях изменялась от $0,022 \text{ мг}/\text{дм}^3$ до максимальной $0,091 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (1,82 ПДК), зафиксированной в поверхностном слое в рукаве Протока в середине августа (табл. 2.4). Средняя многолетняя концентрация НУ за последние 10 лет составила $0,0421 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (рис. 2.10).

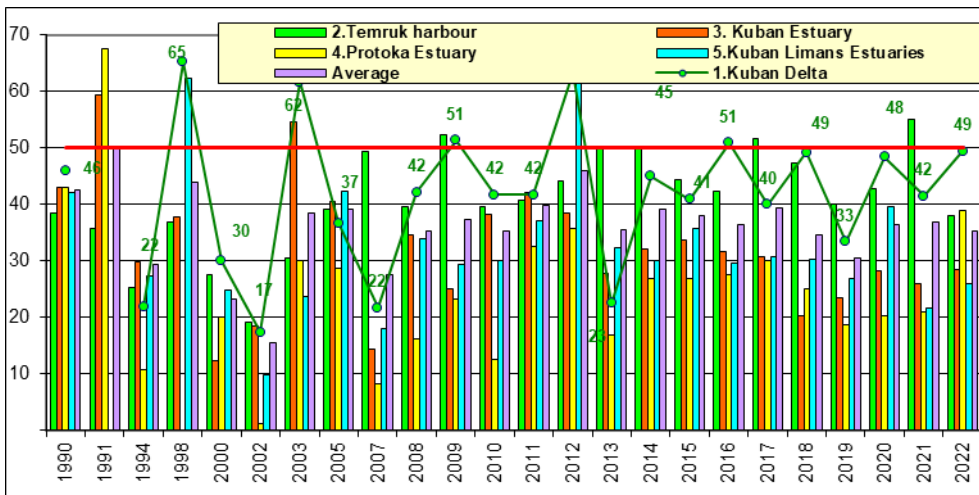


Рис. 2.10. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

В течение всего года во всех отобранных пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения ($DL=10$ мкг/дм³), (рис. 2.11). Хлорорганические пестициды γ -ГХЦГ и ДДТ, а также их изомеры/метаболиты обнаружены не были.

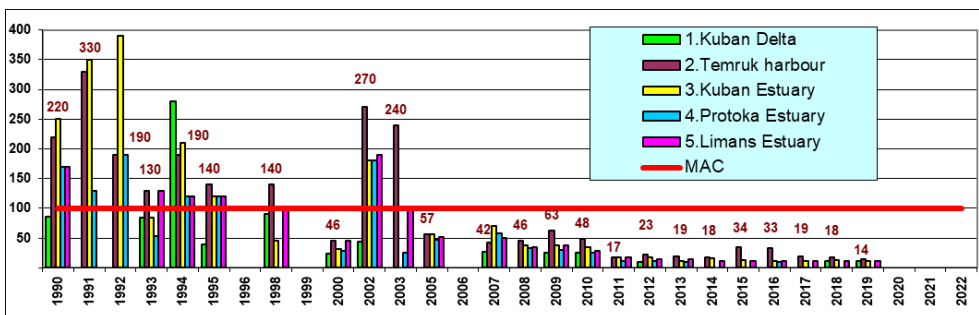


Рис. 2.11. Динамика максимальной концентрации СПАВ (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Насыщение речных вод растворенным кислородом в обоих рукавах было хорошим и не опускалось ниже $7,02$ мгО₂/дм³ (83% насыщения, Петрушин рукав в конце июня у дна). Среднегодовая концентрация в Петрушином рукаве составила $8,39$, в Протоке - $8,82$ мгО₂/дм³. Сероводород в пробах обнаружен не был. По ИЗВ (0,52) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относились к II классу качества вод, «чистые» (табл. 2.5). Расчет индекса был выполнен по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, фосфатов и кислорода.

Порт Темрюк – район 2. В 2022 г. было отобрано 72 пробы. Отбор проб осуществлялся на одной станции в середине входного канала порта

напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. В ряду наблюдений на этой станции имеются пробелы, в 1997, 1999, 2001 и 2004 гг. отбор проб на этой станции не проводился. Температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролируются ежедекадно. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов, нитратов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, сероводорода, СПАВ, пестицидов и ртути производятся один раз в месяц. Соленость воды в 2022 г. в канале порта изменялась от 10,62‰ до 15,96‰; среднегодовая составила 13,29‰. Начиная с минимума в 2003 г. наблюдается постепенное увеличение солености во всем районе устьевой области реки Кубань (рис. 2.7).

Температура воды изменялась от 1,30⁰С в конце января до 28,1⁰С в середине августа. Хлорность была в диапазоне 5,80-8,78‰, среднегодовая составила 7,29‰; щелочность изменялась в пределах 2,181-2,829 мг-экв/дм³, а средняя за год составила 2,440 мг-экв/дм³; показатель рН изменялся в пределах от 7,93 до 8,51, среднегодовое значение составило 8,23 ед.рН. Прозрачность воды была в пределах 0,8-1,5 м. Концентрация органических веществ по БПК₅ изменялась в диапазоне 1,20-2,14, в среднем 1,58 мгО₂/дм³ (0,75 ПДК).

В 11 из 72 отобранных в течение года проб воды концентрация НУ была ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³); максимальное значение составило 0,093 мг/дм³ (1,86 ПДК) и было отмечено в начале июня в поверхностном слое воды (табл. 2.4). Средняя концентрация НУ составила 0,038 мг/дм³ (0,76 ПДК). Значения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов за последние 10 лет стабильно укладываются в небольшой диапазон около 1 ПДК без заметного долговременного тренда (рис. 2.10). Загрязнение вод в канале порта стабильно немного выше среднего уровня для всего Темрюкского залива. Во всех 24 проанализированных пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³). Концентрация хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода во всех пробах начиная с 2000 г., кроме одной пробы 3 апреля 2002 г. с содержанием ДДЭ 13 нг/дм³ (1,3 ПДК). В 36 отобранных в течение года из поверхностного и придонного слоев пробах сероводород обнаружен не был. В 10 из 12 отобранных проб содержание растворенной ртути было ниже предела обнаружения (0,01 мкг/дм³). В двух других пробах концентрация составила 0,011 мкг/дм³ (1,10 ПДК) и 0,023 мкг/дм³ (2,3 ПДК); среднегодовая составила 0,0028 мкг/дм³ (0,28 ПДК).

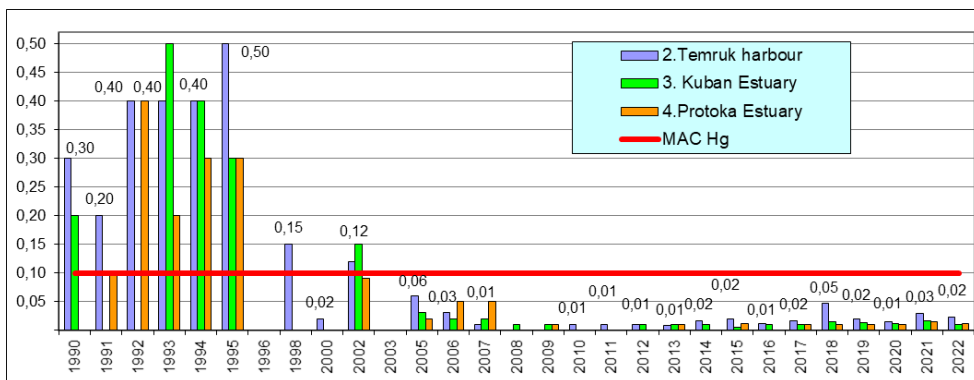


Рис. 2.12. Динамика среднегодовой концентрации ртути ($\mu\text{кг}/\text{дм}^3$) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация биогенных веществ в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Содержание аммонийного азота изменялось от 108 до 216 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$; максимум зафиксирован в начале июля у дна на глубине 5 м. Среднегодовая концентрация для 24 проанализированных проб составила 166 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$ (0,43 ПДК). Концентрация нитритов изменялась в пределах 4,10–14,20 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$; максимум составил 0,59 ПДК и был отмечен в середине января на поверхности. Среднегодовая концентрация составила 8,50 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$ или 0,35 ПДК. Содержание нитратов изменялось от предела обнаружения до 153 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$ (сотые доли ПДК). Наибольшая величина зафиксирована в начале декабря у поверхности. Среднегодовая концентрация нитратов составила 60,30 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$. Содержание общего азота в воде канала порта варьировало в пределах 435–700 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$; среднегодовая концентрация составила 538,08 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$. За время наблюдений с 1990 по 2022 гг. концентрация общего азота в водах Темрюкского залива имеет выраженную тенденцию к снижению, среднегодовая за этот период снизилась более чем на 1000 $\mu\text{кгN}/\text{дм}^3$. Концентрация фосфатов изменялась от предела обнаружения ($DL=1,60 \mu\text{кгP}/\text{дм}^3$) до 39,4 $\mu\text{кгP}/\text{дм}^3$ (0,98 ПДК для мезотрофных водоемов). Наибольшее содержание было отмечено в начале сентября у дна. Средняя концентрация за год составила 19,6 $\mu\text{кгP}/\text{дм}^3$. Концентрация общего фосфора изменялась в пределах 3,1–51,4 $\mu\text{кгP}/\text{дм}^3$, а средняя равнялась 27,6 $\mu\text{кгP}/\text{дм}^3$. Концентрация силикатов изменялось от 668 $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$ в начале января до 1557 $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$ в начале октября; среднегодовая – 876,20 $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$.

Концентрация растворенного кислорода была определена в 72 отобранных пробах воды. В одной пробе из придонного слоя на глубине 5 м в начале августа концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива ($6,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) и составила 3,06 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 41–154%. В 2022 г. воды канала порта Темрюк по ИЗВ (0,55), рассчитанному по средней концентрации NH_4 , NO_2 и растворенного кислорода, относились ко II классу качества, «чистые».

Взморье реки Кубань – район 3. В 2022 г. наблюдения проводились на 7 станциях в августе и сентябре. Температура воды на взморье р. Кубань изменялась в течение времени наблюдений в небольшом интервале температур от 21,8⁰С до 23,2⁰С. Соленость вод взморья Кубани в 14 отобранных пробах изменялась в достаточно узком диапазоне 12,99-15,64‰. Максимальная соленость была отмечена в начале августа на ст.№4 в придонном слое на глубине 11 м в море, в 7,0 км напротив гирла Пересыпское. Средняя соленость воды на взморье Кубани составила 14,01‰. Хлорность изменялась в пределах 7,69-8,60‰, показатель рН - 8,23-8,66 ед.рН, щелочность изменялась от 2,598 до 2,950 мг-экв/дм³. Прозрачность вод по диску Секки варьировалась от 1,7 до 3,3 м.

За период наблюдений в 2022 г. концентрация НУ изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в 2 пробах из 14 до 0,050 мг/дм³ (1,0 ПДК). Максимальные значения концентрации были зарегистрированы в начале августа на ст.№12 (0,049 мг/дм³) в море в 600 м от устья рукава Средний, а также на ст.15 (0,050 мг/дм³) в море в 3,0 км от устья рукава Средний. Среднегодовая концентрация составила 0,028 мг/дм³ (0,56 ПДК). Средняя годовая величина в водах взморья за последние 10 лет, начиная с 2013 г., стабилизировалась около 0,6 ПДК (рис. 2.10).

Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в концентрации 100 и более мкг/дм³ (1 ПДК) не наблюдалось в последние 20 лет. В 2022 г. СПАВ не были обнаружены. В одной из двух проанализированных проб была обнаружена растворенная ртуть. Максимальная концентрация составила 0,010 мкг/дм³ (0,10 ПДК), средняя - 0,005 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в водах взморья обнаружены не были.

Концентрация аммонийного азота на взморье Кубани (рис. 2.8) изменялась в диапазоне 160-201 мкгN/дм³. Максимум был отмечен в море, в море в 600 м от устья р. Кубань рукава Средний в начале августа у дна на глубине 3 м. Среднегодовая концентрация составила 0,46 ПДК (178,21 мкгN/дм³). Концентрация нитритов изменялась от 2,8 до 8,0 мкгN/дм³. Среднегодовая составила 5,0 мкгN/дм³ (0,21 ПДК). Содержание нитратов изменялась от 6,20 до 21,40 мкгN/дм³ (максимум составил >0,01 ПДК). Средняя за год составила 12,20 мкгN/дм³. Содержание общего азота изменялось в пределах от 450-539 мкгN/дм³, средняя 491,0 мкгN/дм³.

Концентрация фосфора фосфатов в течение года изменялась от 7,40 до 38,10 мкгP/дм³. Максимум был зафиксирован на ст.№10 в море, в 4,8 км от края дельты, в 2 км от приемного буя п. Темрюк у дна на глубине 7м в начале август и составлял 0,95 ПДК для мезотрофных водоемов. Среднегодовая величина составила 24,2 мкгP/дм³ (0,60 ПДК). Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 17,3-47,6 мкгP/дм³,

в среднем 33,0 мкгР/дм³. Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах 1680-2631 мкг/дм³; максимум был зафиксирован на ст.№18 в море у дна в 600 м от устья р. Кубань, рукав Средний в начале августа; среднегодовая (1964,07 мкг/дм³) была выше прошлогодней более чем в 2 раза.

Концентрация растворенного кислорода изменялась от 8,45 до 11,49 мгО₂/дм³; среднегодовая составила 10,29 мгО₂/дм³. Сероводород в 28 проанализированных пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,52) воды взморья Кубани в 2022 г. относятся ко II классу, «чистые» (табл. 2.4). Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода.

Взморье рукава Протока – район 4. В 2022 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 9 августа на двух станциях с глубинами 6 м и 10 м. Всего было отобрано 4 пробы. Соленость вод взморья Протоки в обработанных пробах изменялась в пределах 6,55-15,00‰, среднегодовая составила 12,61‰. За последние 5 лет средняя многолетняя концентрация составила- 12,31‰. Хлорность изменялась в диапазоне 3,56-10,70‰, средняя 7,70‰. Температура воды за время исследований изменялась в узком диапазоне 22,10-22,40⁰С, а средняя составила 21,30⁰С; рН 8,17-8,65, при средней 8,243 ед.рН; щелочность 2,461-2,813, при средней 2,693 мг-экв/дм³.

Концентрация аммонийного азота в водах взморья Протоки была существенно ниже прошлогодней и изменялась в узком диапазоне 165-196 мкг/дм³. Максимальное значение (0,50 ПДК) зафиксировано на ст.№29 в начале августа у дна. Средняя составила 180,25 мг/дм³ при среднегодовой за последние 10 лет 164,00 мг/дм³. Содержание нитритов изменялось в пределах 3,60-5,10 мкг/дм³, а средняя концентрация составила 4,10 мкг/дм³ (0,17 ПДК); при средней за последние 10 лет - 8,20 мкг/дм³. Концентрация нитратов была в диапазоне 12,80-112,90 мкг/дм³, средняя концентрация составила 66,20 мкг/дм³ при средней за последние 10 лет - 208,40 мкг/дм³. Содержание общего азота в двух проанализированных пробах изменялось от 579 до 659 мкг/дм³ при средней 619,00 мкг/дм³ и средней за последние 10 лет 654,00 мкг/дм³. Концентрация фосфатов в 4 пробах изменялась в пределах 11,30-22,60 мг/дм³; средняя составила 17,00 мг/дм³ при средней за последние 10 лет - 7,60 мкг/дм³ (0,19 ПДК). Содержание общего фосфора 18,30-31,00 мкг/дм³; среднегодовая составила 24,50 мг/дм³ при средней за последние 10 лет - 21,00 мг/дм³. Концентрация кремния изменялась в диапазоне 360-2522 мкг/дм³, максимум отмечен в начале августа у поверхности на ст.№29 в 4,4 км от устья рукава Протока; среднегодовая составила 1360,50 мкг/дм³ при средней за последние 10 лет - 686,22 мг/дм³. Концентрация силикатов в водах Темрюкского залива в 21 столетии имеет слабую тенденцию к снижению.

Содержание нефтяных углеводородов было ниже предела обнаружения применяемого метода ($DL=0,02 \text{ мг/дм}^3$) в одной пробе; максимальная концентрация составила $0,066 \text{ мг/дм}^3$ (1,32 ПДК); средняя концентрация составила $0,039 \text{ мг/дм}^3$ при средней за последние 10 лет – $0,024 \text{ мг/дм}^3$. В целом в последние годы взморье Протоки было наименее загрязненным НУ, что особенно заметно на фоне высоких значений в речных водах дельты реки и входного канала порта Темрюк (рис. 2.10). Содержание СПАВ во всех отобранных пробах было ниже предела обнаружения применяемого метода ($DL=10 \text{ мкг/дм}^3$). Хлорорганические пестициды (γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в водах взморья Протоки обнаружены не были. Растворенная ртуть была обнаружена в единственной проанализированной пробе. Концентрация в пробе составила $0,011 \text{ мкг/дм}^3$ (0,11 ПДК).

Содержание растворенного в воде кислорода на взморье Протоки в 2022 г. было хорошим и изменялось в диапазоне $8,15\text{-}10,30 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, составив в среднем $9,20 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Минимальное содержание кислорода соответствовало 98% насыщения, а среднее 114,25%. Сероводород на взморье Протоки в 4 отобранных в июне и августе пробах обнаружен не был. По индексу загрязненности вод ИЗВ (0,56), рассчитанному по среднегодовым значениям НУ, NH_4 , NO_2 и кислорода, воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). Состояние вод несколько ухудшилось по сравнению с прошлогодним уровнем.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов) – район 5. Наблюдения в устьевой области реки были выполнены на 6 станциях, расположенных в море на расстоянии 500 м от гирл Пересыпское (Ахтанизовский лиман), Соловьевское (Курчанский лиман), Куликовское (Куликовский лиман), Сладковское (Сладкий лиман), Зозулиевское (Зозулиевский лиман) и Горькое (Горький лиман). Пробы воды отбирались в апреле, июне, августе и октябре. Всего было отобрано 24 пробы воды из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях с глубинами 2-4 м. Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне от 0,27‰ до 11,66‰. Средняя за год соленость составила 4,17‰, что на 34% меньше прошлогодней (6,26‰) и на 13% меньше средней за последние 10 лет. Хлорность вблизи гирл в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0,04-6,38‰. Соленость, как и хлорность, находятся в зависимости от величины пресноводного стока р. Кубань и, вследствие мелководности лиманов, метеорологических характеристик. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от $8,0^\circ\text{C}$ в апреле до $26,9^\circ\text{C}$ в августе. Водородный показатель в течение периода наблюдений изменялся в пределах 7,85-8,89, в среднем 8,36 ед.рН, что очень близко к прошлогоднему значению (8,41). Общая щелочность изменялась в пределах 2,035-3,050, а средняя величина ($2,508 \text{ мг-экв/дм}^3$) несколько ниже прошлогодней ($3,200 \text{ мг-экв/дм}^3$).

Концентрация аммонийного азота в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 104-760 мкг/дм³, среднегодовая (234,135 мкг/дм³, 0,60 ПДК) была больше прошлогодней (214,78 мкг/дм³). Концентрация нитритов варьировалась от 0,5 до 16,70 мкг/дм³ (0,70 ПДК), среднегодовая - 8,80 мкг/дм³. Содержание нитратов изменялось в широком диапазоне 56,0-810 мкг/дм³, среднегодовая величина составила 218,70 мкг/дм³. Что является подтверждением тенденции снижения, зафиксированной в последние годы. Концентрация фосфатов в 24 отобранных пробах изменялась от 7,60 до 43,90 мкг/дм³ (1,10 ПДК), что несколько больше прошлогоднего (0,79 ПДК). Средняя за год концентрация (18,70 мкг/дм³) почти в 5 раз больше прошлогодней (3,80 мкг/дм³). За последние три десятилетия хорошо выраженного тренда концентрации фосфатов в прибрежных водах Темрюкского залива выявлено не было, хотя межгодовые изменения иногда были очень значительными (рис. 2.9). Содержание общего фосфора варьировалось в диапазоне 7,6-43,9 мкг/дм³; среднее значение (18,70 мкг/дм³) несколько меньше по сравнению с предыдущим годом (20,6 мкг/дм³). Содержание кремния изменялось в пределах 240-2780 мкг/дм³; среднегодовое значение составило 1544 мкг/дм³, что несколько больше прошлогоднего (1284 мкг/дм³).

Концентрация НУ была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в семи из 24 отобранных проб. Максимум (0,110 мг/дм³ – 2,20 ПДК) был отмечен 8 августа на поверхности в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. Средняя величина в 2022 г. составила 0,026 мг/дм³ (0,52 ПДК), что на 16% больше прошлогодней. Во всех отобранных пробах содержание СПАВ было ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³). Хлорорганические пестициды γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах взморья обнаружены не были.

Содержание растворенного в воде кислорода в прилегающих к устьям лиманов участкам устьевой области р. Кубань в 2022 г. изменялось в диапазоне 6,20-12,03 мгО₂/дм³, среднее значение составило 8,48 мгО₂/дм³. В целом уровень аэрации вод района значительно улучшился. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в пределах 77-109%, а среднее составило 91,54%. Наличие сероводорода в 16 поверхностных и придонных пробах июня и августа не обнаружено. В 2022 г. по ИЗВ (0,56) воды гирл лиманов относились ко II классу качества вод («чистые»). Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода. Состояние вод по сравнению с предыдущим годом незначительно ухудшилось.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельте р. Кубань в 2019-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.	2021 г.	2022 г.
-------	------------	---------	---------	---------

		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань – район 1 (станции №№ 5а, б)	НУ	0,048	0,96	0,042	0,84	0,049	0,99
		0,113	2,26	0,079	1,58	0,091	1,82
	Фосфаты Р-Р _О ₄	53,0	1,06	26,7	0,53	25,85	0,52
		148,0	2,98	48,9	0,98	44,1	0,88
	Аммонийный азот N-NH ₄	132	0,34	198	0,50	175	0,45
		193	0,50	302	0,76	210	0,54
	Нитриты N-NO ₂	14,6	0,61	14,4	0,60	20,2	0,84
		29,0	1,21	43,9	1,83	37,9	1,58
	Растворенный кислород	9,11		8,79		8,53	
		7,46		6,23		7,02	
% насыщения	98,6		93		91		
	89		79		83		
2. Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1)	НУ	0,043	0,86	0,055	1,10	0,038	0,76
		0,181	3,62	0,230	4,60	0,093	1,86
	Ртуть Hg	0,0058	0,06	0,0113	0,11	0,0028	0,03
		0,014	0,14	0,029	0,29	0,0230	0,23
	Фосфаты Р-Р _О ₄	16,76	0,34	12,2	0,24	19,56	0,39
		35,7	0,71	31,3	0,63	39,4	0,79
	Аммонийный азот N-NH ₄	148	0,38	194	0,49	166	0,43
		204	0,52	342	0,86	216	0,56
	Нитриты N-NO ₂	13,31	0,55	15,3	0,64	8,5	0,35
		36,9	1,54	29,7	1,24	14,2	0,59
	Растворенный кислород	9,37		9,82		9,46	
		5,64	0,94	5,86	0,98	3,06	0,51
% насыщения	96,9		98,58		95		
	75		78		41		
3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань – район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18)	НУ	0,028	0,56	0,026	0,52	0,028	0,57
		0,122	2,44	0,063	1,26	0,050	1,00
	Ртуть Hg	0,0079	0,08	0,0063	0,06	0,0050	0,05
		0,012	0,12	0,016	0,16	0,0100	0,10
	Фосфаты Р-Р _О ₄	4,0	0,08	3,1	0,06	24,23	0,48
		14,3	0,29	10,3	0,21	38,1	0,76
	Аммонийный азот N-NH ₄	126	0,32	163	0,41	178	0,46
		148	0,38	390	0,98	201	0,52
	Нитриты N-NO ₂	5,8	0,24	8,2	0,34	5,0	0,21
		11,7	0,49	16,8	0,70	8	0,33
	Растворенный кислород	8,78		9,08		10,29	
		5,56	0,93	6,36		8,45	
% насыщения	101,4		103,5		128		
	71		81		105		
4. Темрюкский	НУ	0,020	0,40	0,021	0,42	0,039	0,78
		0,041	0,82	0,053	1,06	0,066	1,32

залив: взморье рукав Протока – район 4 (станции №№ 29, 31)	Ртуть Hg	0,0025	0,03	0,0063	0,06	0,0110	0,11
		0,010	0,10	0,015	0,15	0,0110	0,11
	Фосфаты P-PO ₄	5,09	0,10	4,00	0,08	16,98	0,34
		11,3	0,23	7,2	0,14	22,6	0,45
	Аммонийный азот N-NH ₄	120,4	0,31	165,8	0,43	180	0,46
		135	0,35	321	0,80	196	0,50
	Нитриты N-NO ₂	6,2	0,26	8,0	0,33	4,1	0,17
		9,4	0,39	12,3	0,51	5,1	0,21
	Растворенный кислород	8,75		9,39		9,20	
		7,39		7,60		8,15	
% насыщения	100,9		108,4		114		
	96		95		98		
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов – район 5 (станции №№ 8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у)	НУ	0,040	0,80	0,022	0,44	0,026	0,52
		0,211	4,22	0,085	1,70	0,110	2,20
	Фосфаты P-PO ₄	6,1	0,12	3,8	0,08	11,40	0,23
		24,1	0,48	17,4	0,35	31,8	0,64
	Аммонийный азот N-NH ₄	153,6	0,39	214,8	0,55	223	0,57
		226	0,58	430	1,08	760	1,95
	Нитриты N-NO ₂	6,5	0,27	13,2	0,55	10,2	0,43
		16,3	0,56	52,5	2,19	31,1	1,30
	Растворенный кислород	8,98		8,62		8,35	
		6,43		5,97	0,94	6,06	
% насыщения	98,8		92,0		91		
	78		77		74		

Примечания: 1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфора фосфатов и ртути – в мкг/дм³,

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

3. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани (район № 1) использованы значения ПДК для пресных вод.

4. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) не превышала предела обнаружения использованного метода анализа.

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2019-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. Дельта – район 1	0,82	III	0,66	II	0,76	III	НУ 0,99; NO ₂ 0,84; PO ₄ 0,52; O ₂ 0,7
Темрюкский залив							

2. Порт Темрюк – район 2	0,61	II	0,71	II	0,55	II	НУ 0,76; NH ₄ 0,43; PO ₄ 0,39; O ₂ 0,63
3. Взморье рукава Кубань – район 3	0,45	II	0,48	II	0,52	II	НУ 0,57; PO ₄ 0,48; NH ₄ 0,46; O ₂ 0,58
4. Взморье рукава Протока – район 4	0,42	II	0,46	II	0,56	II	НУ 0,78; NH ₄ 0,46; PO ₄ 0,34; O ₂ 0,65
Устьевая область реки Кубань – гирла лиманов							
5. Гирла лиманов – район 5	0,53	II	0,56	II	0,56	II	NH ₄ 0,57; НУ 0,52; NO ₂ 0,43; O ₂ 0,72

Выводы

Основными факторами, определяющими качество вод Темрюкского залива, являются водный сток р. Кубань, хозяйственная деятельность в ее бассейне и морское судоходство, в особенности в районе морского порта. Соленость вод в низовьях дельты реки Кубань, включая Петрушин рукав и рукав Протока в 2022 г. изменялась от 0,25 до 2,95‰, средняя составила 0,51‰. В канале порта Темрюк соленость варьировалась от 10,62‰ до 15,96‰; среднегодовая составила 13,29‰. На остальной акватории значения варьировались в широком диапазоне 0,27-15,64‰. Концентрация нефтяных углеводородов в низовьях дельты реки Кубань от 0,020 мг/дм³ до максимальной 0,079 мг/дм³ (1,58 ПДК), среднегодовая составила 0,049 мг/дм³; в канале порта Темрюк концентрация НУ изменялась от предела обнаружения (0,02 мг/дм³) до 0,23 мг/дм³ (4,60 ПДК), средняя была 0,055 мг/дм³ (1,10 ПДК); на взморье р. Кубань - от аналитического нуля до 0,063 мг/дм³ (1,2 ПДК), среднегодовая 0,026 мг/дм³ (0,52 ПДК); на взморье рукава Протока - 0-0,053/0,021 мг/дм³ (max 1,06 ПДК); в устьевой области р. Кубань 0-0,085/0,022 мг/дм³ (max 1,7 ПДК). Концентрация ионов аммония во всех районах залива изменялась от 34,8 до 430 мкг/дм³, в среднем 183,4 мкг/дм³. Среднегодовое содержание нитритов равнялось 11,1 мкгN/дм³ (0,46 ПДК), диапазон 1,2-52,5 мкгN/дм³ (max 2,19 ПДК). Содержание нитратов изменялась в пределах 37-1549 мкгN/дм³, среднегодовая составила 239,4 мкгN/дм³; общего азота – 208-1549/750 мкгN/дм³. Концентрация фосфатов изменялась от аналитического нуля до 48,9 мкгP/дм³ (0,98 ПДК для мезотрофных водоемов); средняя - 6,9 мкгP/дм³; общего фосфора - 0-72,9/21,5 мкгP/дм³. Количество силикатов изменялось от 320 мкг/дм³ до 2631 мкг/дм³; среднегодовая – 1094 мкг/дм³.

В низовьях дельты р. Кубань насыщение речных вод растворенным кислородом в обоих рукавах было хорошим и не опускалось ниже 6,23 мгO₂/дм³. На акватории Темрюкского залива концентрация кислорода составляла 5,86-13,50 мгO₂/дм³ и была ниже норматива всего в

двух пробах; средняя – 9,33 мгО₂/дм³. По ИЗВ (0,66) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока, определенные по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, фосфатов и кислорода у пос. Ачуево относились к II классу качества вод - «чистые». В разных районах на акватории Темрюкского залива ИЗВ составлял 0,46-0,71, II класс, «чистые». Приоритетными загрязняющими веществами являлись нефтяные углеводороды, аммонийный азот и нитриты. По комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ речной сток в дельте Кубани за последние полтора десятка лет неуклонно ухудшался внутри класса «чистые воды», постепенно приближаясь к границе «умеренно загрязненных» вод (рис. 2.13). В остальных районах также наблюдается ухудшение качества вод при значительных межгодовых скачках значения ИЗВ.

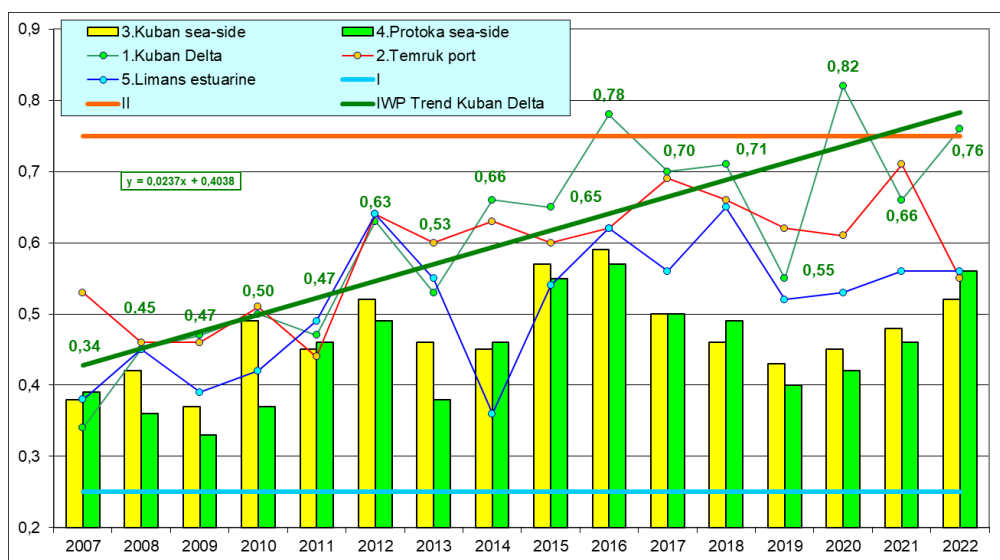


Рис. 2.13. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах отдельных районов Темрюкского залива в 2007-2022 гг.

2.4. Мониторинг Керченского пролива (ЛМЗОС г. Керчи)

В 2022 г. мониторинг состояния морских вод в северной устьи Керченского пролива проводился ЛМЗОС г. Керчи с апреля по сентябрь на 4 станциях разреза между портами Крым и Кавказ с глубинами от 5 до 7 м (рис. 2.14). Всего отобрано и обработано из поверхностного и придонного слоев 189 проб воды.

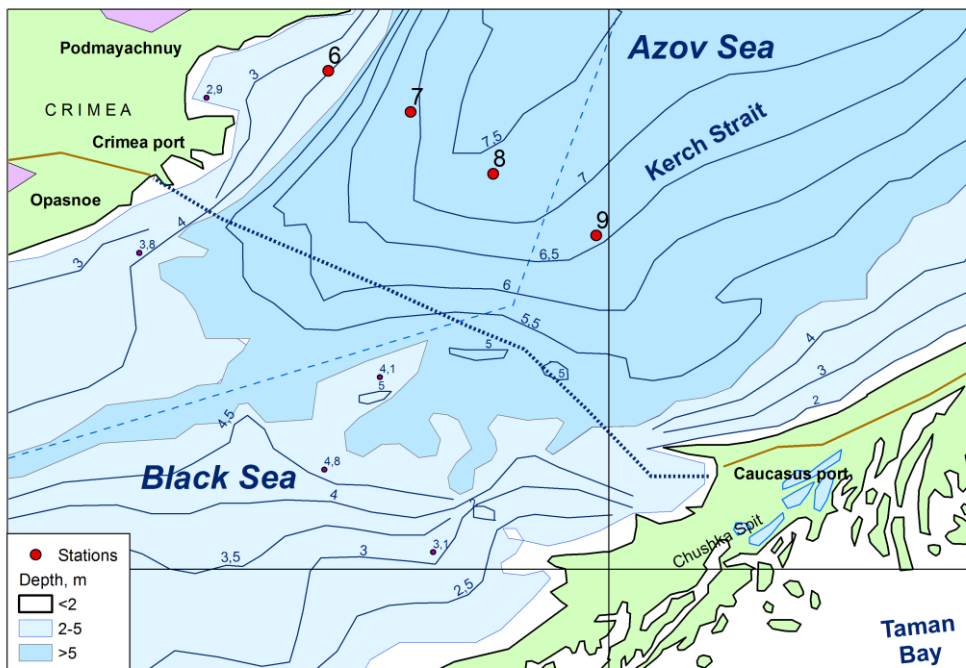


Рис. 2.14. Станции мониторинга в северной устьи Керченского пролива в 2022 г.

В период исследований 2022 г. диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров в водах пролива составили: температура от 9,00 до 28,2⁰С; щелочность 2,546↑-3,327↑, средняя 3,009↑ мг-экв/дм³; водородный показатель 7,96↑-8,45↑/8,19↑ ед.рН. Соленость вод северной устьи пролива в 2022 году продолжила устоявшийся в течение последних двух десятилетий тренд на увеличение, и изменялась в диапазоне 13,38↑-17,96↑‰. Среднее значение по сравнению с 2021 годом выросло более, чем на 1,12‰ и составило 16,15‰, став наибольшим за весь период систематических наблюдений. За последние три года соленость в целом возрастала от берега к центру пролива: ст.№6 – 15,119‰, ст.№7 – 15,256; ст.№8 – 15,434 и ст.№9 – 15,530‰ (рис. 15).

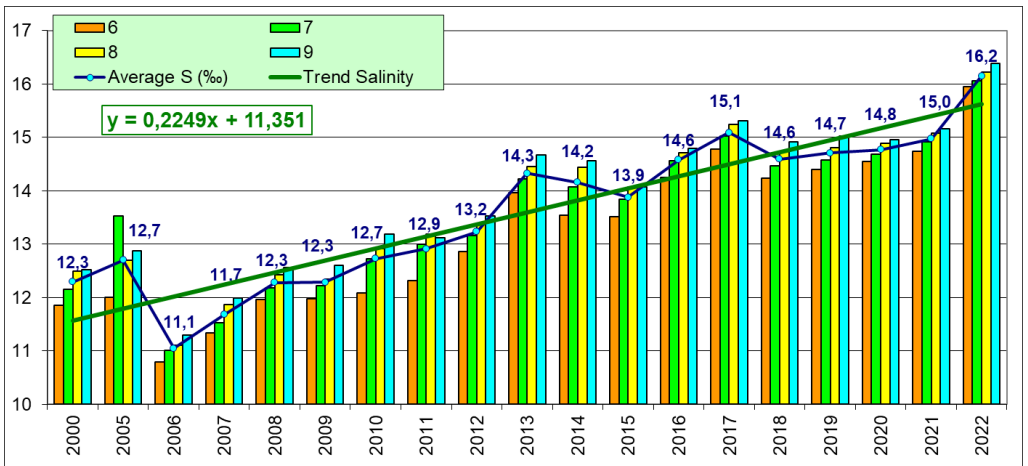


Рис. 2.15. Многолетняя динамика солености (‰) на станциях разреза Крым-Кавказ в 2000-2022 гг.

Концентрация общего **азота** в водах северной узости Керченского пролива изменялась в диапазоне 410-990 и в среднем за период наблюдений составила 702 мкг/дм³, продолжив многолетнюю тенденцию роста. Содержание минеральных форм азота даже в суммарном выражении не превышало 5-11% от среднемесячного количества общего азота. Максимальное содержание нитратного и аммонийного азота (34 и 39 мкг/дм³ соответственно) было значительно ниже ПДК. Максимальная концентрация нитритного азота в июле достигала 13 (0,5 ПДК). Среднее за период наблюдений содержание минеральных форм азота соответственно составило 18,3; 24,0 и 7,2, что сопоставимо с аналогичным периодом предыдущих лет. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 9-46/17, а фосфатного фосфора - 4,3-15,8/7,5 мкг/дм³ (0,15 ПДК). Сезонное распределение средней концентрации различных форм биогенных элементов было относительно однородным, различия между месяцами было незначительным (рис. 2.16).

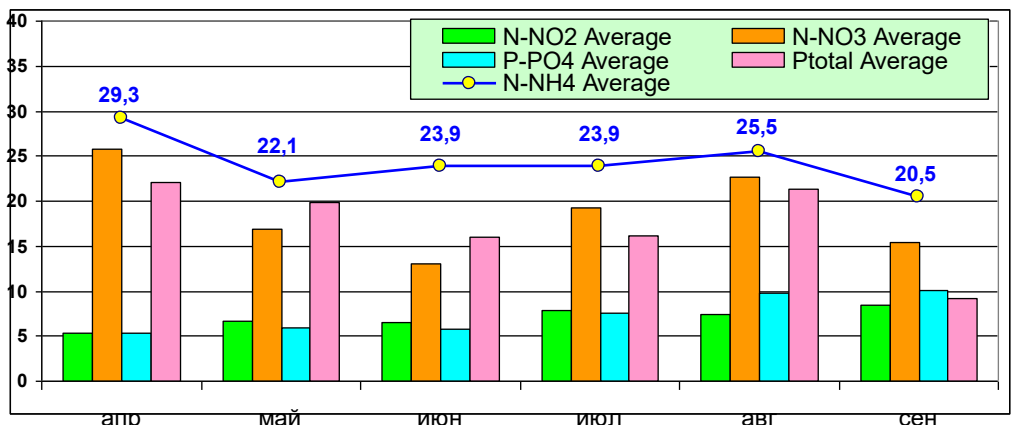


Рис. 2.16. Сезонные изменения содержания биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Керченского пролива. в 2022 г.

Содержание кремния в водах северной части пролива было достаточно однородно по глубине, изменяясь от 90-110 до 530-570 как на поверхности, так и в придонном слое. Максимальное содержание наблюдалось в июне и августе, когда величина среднемесячной концентрации на поверхности и у дна достигала 385 и 404 соответственно, а в апреле и сентябре она не превышала 180-183 мкг/дм³ (рис. 2.17).

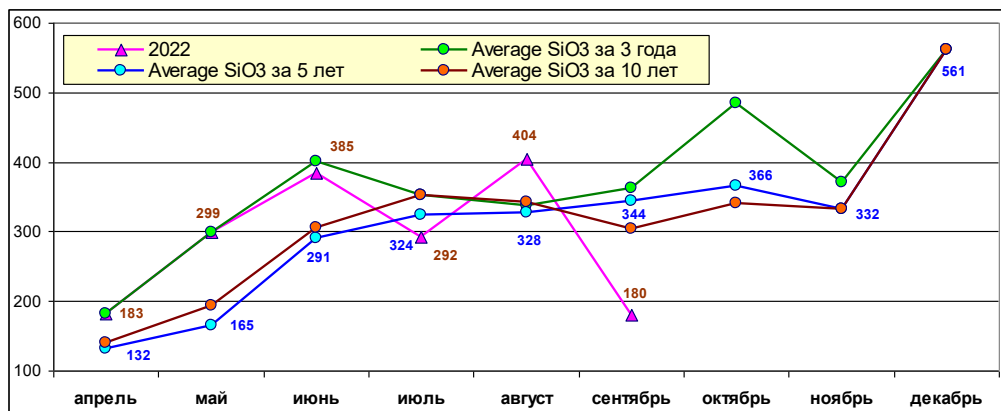


Рис. 2.17. Сезонные изменения содержания кремния (мкг/дм³) в водах Керченского пролива.

Нефтяное загрязнение вод северной узости Керченского пролива значительно снизилось в сравнении с предыдущим годом (рис. 2.18). Высокое содержание **НУ** в водах пролива (до 0,08-0,16 мг/дм³) фиксировалось ежемесячно. В целом за отчетный период наблюдений 31% отобранных проб содержал нефтяные углеводороды в концентрации, достигавшей или превышавшей ПДК, что почти вдвое ниже предыдущего года (58%). Максимальное загрязнение вод (0,16; 3,2 ПДК) наблюдалось на обоих горизонтах в сентябре, когда среднемесячное содержание **НУ** достигло 0,07 (1,4 ПДК). Среднее за период наблюдений значение содержания **НУ** в слое поверхность-дно (0,040) было немного ниже установленного предельно допустимого. Значительных различий средней загрязненности поверхностного (0,037) и придонного (0,043) слоя не отмечено. Среднемесячные значения концентрации **НУ** варьировали в широком диапазоне 0,44-1,26 ПДК, при этом перепады между месяцами были очень значительными как в нынешнем году, так и за весь период наблюдений (рис. 2.19).

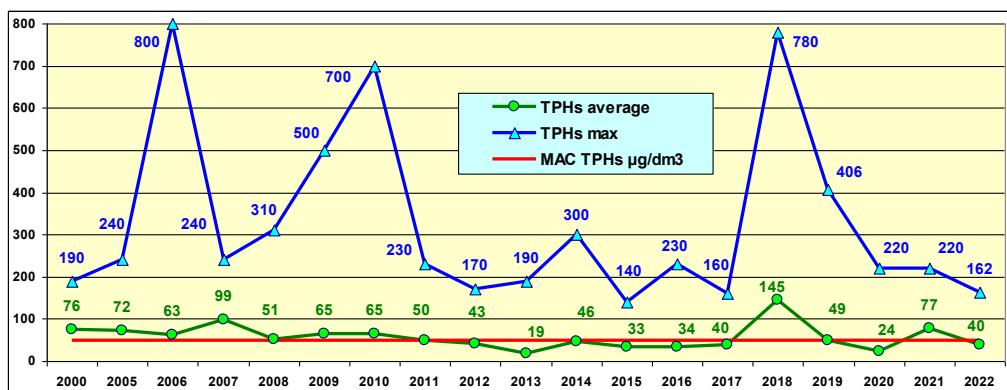


Рис. 2.18. Многолетняя изменчивость содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива.

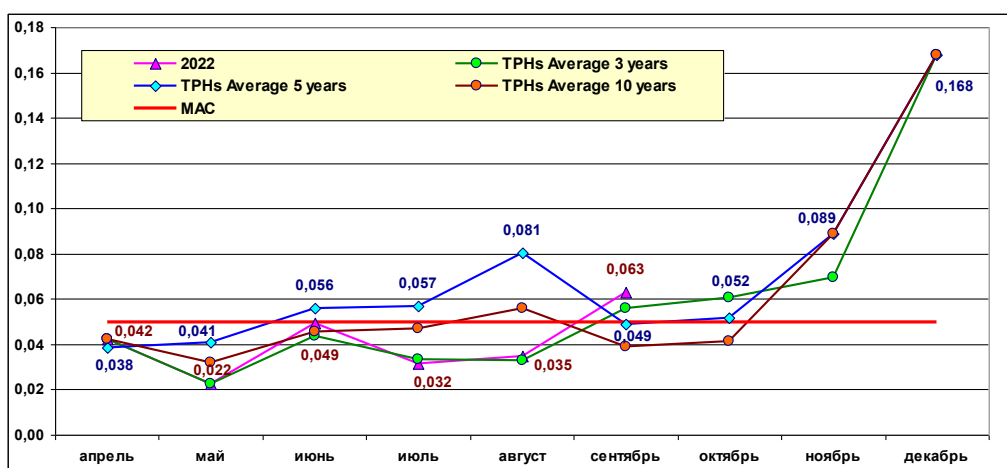


Рис. 2.19. Сезонные изменения содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива.

Содержание **АПАВ** в северной части Керченского пролива было незначительным. Даже максимальная концентрация не превышала 17 (0,17 ПДК) в поверхностных водах и 14 мкг/дм³ (0,14 ПДК) в придонных. Среднее содержание 12 мкг/дм³ было минимальным с 2017 г. Концентрация суммы фенолов была ниже предела количественного определения.

Из анализируемых хлорорганических пестицидов (**ХОП**) было зафиксировано загрязнение вод северной части пролива α-ГХЦГ, ГПХ, ДДТ и его метаболитами (ДДД и ДДЭ). Присутствие α-ГХЦГ (3,51 нг/дм³) зафиксировано только в единичной пробе придонных вод в апреле. Гептахлор выявлен 27 июля на одной станции в поверхностных водах пролива в концентрации 0,53 и в придонных водах - 2,26 нг/дм³. Средняя концентрация для α-ГХЦГ и ГПХ составила 0,08 и 0,06 нг/дм³ соответственно. Присутствие ДДТ в поверхностных водах пролива зафиксировано только в июле (до 0,56-0,85), в придонных водах

фиксировалось в единичных пробах с мая по июль (1,09-2,21 нг/дм³); среднее за период наблюдений с апреля по сентябрь содержание в слое поверхность-дно составило 0,14 нг/дм³. Загрязнение вод ДДЭ также отмечено в двух пробах у поверхности с максимумом до 1,80 (апрель) и в пяти пробах у дна до 5,52 (июль); среднее содержание 0,24 нг/дм³. Присутствием ДДД были отмечены 83,3% отобранных проб. Максимальная концентрация превышала норматив, достигая в мае 19,84 (2,0 ПДК) в придонных водах, а в июле 11,77 нг/дм³ (1,2 ПДК) в поверхностных. Среднее за отчетный период содержание продолжило тенденцию роста, и достигло 4,07 нг/дм³ (0,4 ПДК). Присутствие γ -ГХЦГ (альдрин) не обнаружено. Загрязнения вод ПХБ не зафиксировано.

Аэрация вод северной части пролива была достаточной и в среднем в слое поверхность-дно составила 105% насыщения. Из 189 отобранных и проанализированных проб только 17% содержали растворенный кислород менее величины теоретической растворимости газа. При минимальном насыщении вод дефицит растворенного кислорода не превышал 10-11%, а максимальное насыщение вод достигало 117-118%. По абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода изменялась от 6,35-6,42 до 11,63-12,04 мгО₂/дм³, и в слое поверхность-дно в среднем составило 8,48 мгО₂/дм³, что практически равно прошлогодней величине.

Таблица 2.6. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в водах Керченского пролива в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Керченский пролив Азовского моря 189 проб	НУ	0,024	0,48	0,077	1,54	0,040	0,79
		0,22	4,40	0,22	4,40	0,162	3,24
	СПАВ	16,7	0,17	22,0	0,22	12,1	0,12
		23	0,23	112,6	1,13	17,0	0,17
	ДДТ	0		0,09	<0,01	0,14	0,01
		0		0,75	0,08	2,21	0,22
	ДДЭ	0		0,13	0,01	0,24	0,02
		0		2,37	0,24	5,52	0,55
	ДДД	0,16	0,02	1,95	0,20	4,07	0,41
		3,27	0,33	10,9	1,09	19,84	1,98
	Аммонийный азот N-NH ₄	26,6	0,07	28,4	0,07	24,0	0,06
		50	0,13	120,8	0,31	39	0,10
	Нитритный азот N-NO ₂	8,2	0,34	7,8	0,33	7,2	0,30
		21,0	0,88	16,0	0,67	13,0	0,54
	Фосфатный фосфор P-PO ₄	6,2	0,12	7,7	0,15	7,5	0,15
		9,2	0,18	37,9	0,76	15,8	0,32
	Растворенный кислород	8,23		8,28		8,46	
		6,19		5,79	0,97	6,35	
% насыщения	100,9		98,0		105,1		

		86		79		89	
--	--	----	--	----	--	----	--

Таблица 2.7. Оценка качества вод Керченского пролива в 2020-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	
Керченский пролив	0,43	II	0,70	II	0,55	II	НУ 0,79; DDD 0,41; NO ₂ 0,30; O ₂ 0,71

Выводы

По результатам расчета индекса загрязненности вод ИЗВ (0,55) качество вод северной узости Керченского пролива улучшилось по сравнению с 2021 г., вернувшись на уровень 2019-2020 гг. с характеристикой II класса, «чистая» (табл. 2.7). Для расчета индекса была использована среднегодовая концентрация НУ, ДДД, нитритов и растворенного кислорода. Улучшение качества вод пролива обусловлено снижением нефтяного загрязнения, содержания нитритов и улучшением кислородного режима, при увеличении усредненного содержания ДДД по сравнению с предыдущим годом более чем в 2 раза. Стандартные гидрохимические показатели были в пределах естественной межгодовой изменчивости. Продолжилось многолетнее увеличение солености вод пролива, среднее значение во второй половине года превысило 16%. Максимальная концентрация биогенных веществ не превышала 0,5 ПДК. Продолжился кратный рост содержания в водах пролива пестицидов группы ДДТ – по сравнению с предыдущим годом средние и максимальные концентрации выросли в 2 раза. Количество проб, содержащих ДДТ и его метаболиты в регистрируемых концентрациях выросло в 2,5 раза, превысив 83% от общего числа проб, проанализированных по данным показателям.

3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н., Костылева А.В., Марценюк В.А., Долгова А.О.,
Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Дьяков Н.Н., Зайцева О.И., Фурник Д.В.,
Кравцова Е.Г., Кобец С.В., Титов А.М., Калижникова Н.А.

3.1. Общая характеристика

Черное море соединяется с Атлантическим океаном через Средиземное море проливами Босфор, Дарданеллы и Гибралтар. Географические границы Черного моря ограничены на севере входом в Березанский лиман), на юге г. Гиресун и г. Сюрмене в Турции, на западе Бургасским заливом и на востоке г. Кобулету в Грузии. Граница Черного моря с Мраморным морем проходит в северной части пролива Босфор по линии между мысами Румели и Анатоли. На северо-востоке граница Черного и Азовского морей проходит в Керченском проливе по линии между мысами Такиль в Крыму и Панагия на Таманском п-ве. Наибольшая протяженность Черного моря в широтном направлении по различным оценкам составляет 1148–1180 км. Максимальная ширина моря по меридиану $31^{\circ}10'$ в.д. – 615 км, наименьшая ширина моря между мысами Сарыч и Керемпе от 258 до 264 км. Расстояние по линии м. Херсонес–Босфор в пределах 615 км, по линии Ялта–Батуми, составляет ~ 685 км. Общая площадь поверхности моря без лиманов составляет 406680–423000 км², объем воды 535430–555000 км³. Средняя глубина моря 1270–1315 м, максимальная глубина моря находится в пределах 2210–2258 м. Изрезанность береговой линии Черного моря незначительная. Самыми крупными формами рельефа суши являются Крымский полуостров и небольшие полуострова на Анатолийском побережье (Инджебурун, Ясун и др.). Наиболее крупные заливы Черного моря: Одесский, Каркинитский, Каламитский, Феодосийский, Синопский, Бургасский и Варненский. Из бухт наибольшие Самсун, Севастопольская, Новороссийская и Геленджикская. В Черном море отсутствуют крупные острова. Самым значительным является о. Змеиный (площадь 1,5 км²), расположенный в 35 км от края дельты Дуная. Меньшими по размерам являются о. Березань у входа в одноименный лиман и о. Кефкен в 93 км восточнее пролива Босфор. Несколько небольших островов находятся в Бургасском заливе. По отношению объема моря к сумме площадей наименьших поперечных сечений его проливов (0,04 км² для Босфора и 0,02 км² для Керченского пролива) Черное море является самым обособленным морем Мирового океана. Шельф (материковая отмель до изобаты 200 м) занимает 25% акватории моря (112140 км²) и 1,5% объема вод (8190 км³). Наибольшая часть шельфа приходится на северо-западную часть моря – 16% акватории моря, 0,7% объема вод при максимальной ширине шельфа 220 км. В Керченско-Таманской области, на побережье Болгарии и западной Турции ширина шельфа находится в пределах 50 км. Вдоль Анатолийского побережья и ЮБК (Ялта – м. Меганом) ширина шельфа Черного моря уменьшается до нескольких

километров. В районе Кавказского побережья рельеф дна характеризуется узким шельфом (в среднем 8 км) и сильно расчлененным каньонами материковым склоном. Граница шельфа редко превышает глубину 110 м. Переход к материковому склону резкий, уклон составляет 15-20°. Континентальный (материковый) склон ограничен изобатами 200-2000 м и занимает около 40% акватории моря. Ложе глубоководной котловины с глубинами 2000-2200 м занимает около 35% акватории моря и представляет собой плоскую аккумулятивную равнину на разнородных и разновозрастных в геологическом плане структурах, и имеет небольшой наклон в южном направлении (Иванов, 2011, Гидрометеорология, 1991, Зубов, 1956).

В Чёрное море непосредственно или через лиманы впадает 211 рек. С учетом притока малых рек среднемноголетний годовой объем стока в море может быть оценен в 355,6 км³. Около 74% (263,2 км³/год) суммарного стока в море приходится на ее северо-западную часть (реки Дунай, Днепр, Днестр), причем 58,5% всего стока – на р. Дунай. Сток рек Кавказа и с территории Турции составляет соответственно 52,5 и 45,6 км³/год (соответственно 14,8% и 10,6% от общего стока рек в Черное море). Сток рек Болгарии, Румынии (без р. Дунай) и Крыма незначительный, примерно 2,2 км³/год (Ильин, 2010, SoE, 2019, Джоашвили, 2003, Mikhailov, 2008).

Климатические условия в холодный период года (декабрь-март) определяет сочетание отрога сибирского антициклона с областью низкого давления над Черным морем, что способствует созданию значительных градиентов давления и развитию циклонической деятельности. С циклонами поступает морской воздух Атлантического океана, обуславливая повышение температуры воздуха. Нередко зимой из бассейна Средиземного моря юго-западными ветрами приносится теплый тропический воздух с высоким содержанием влаги. Весной влияние сибирского максимума существенно уменьшается. Вследствие частых вторжений южных и юго-западных ветров, преобладает неустойчивая погода с частыми морскими туманами. В летний сезон Черное море находится в области распространения Азорского максимума, преобладает устойчивая ясная и жаркая погода. Осенью, по мере ослабления влияния азорского максимума, над морем появляются циклоны с юга, но в начале сезона погода остается ясной и теплой. В октябре вступает в силу сибирский максимум, и температура воздуха начинает быстро падать (Гидрометеорологические условия, 2012, Фашук, 2019).

Основными элементами вертикальной термической структуры деятельного слоя Черного моря являются верхний квазиоднородный слой от 5 до 130 м, сезонный термоклин с максимумом вертикального градиента летом на глубине 15-20 м (значения до $-5^{\circ}\text{C}/\text{м}$, средняя величина $-1^{\circ}\text{C}/\text{м}$), а также холодный промежуточный слой (ХПС), т.е. слой подповерхностного минимума температур с глубиной залегания минимума 30-100 м. Ниже температура с глубиной очень медленно

повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает $9,2^{\circ}\text{C}$. Сезонные колебания температуры быстро затухают с глубиной. На глубине 75 м, близкой к глубине максимума вертикального градиента плотности, размах сезонных изменений температуры в сравнении с поверхностью уменьшается в 30 раз. Основным отличием прибрежной зоны от районов открытого моря является опережающий характер годового хода гидрологической структуры вод. Если минимум температуры воды у берега наступает в феврале, то в зоне с глубинами 70-100 м – только в марте (Иванов, 2011, Гидрометеорология, 1991).

Превышение поступления пресной воды с речным стоком и осадками над испарением приводит к тому, что соленость поверхностного слоя Черного моря (17,85‰) почти вдвое меньше, чем соленость поверхностных вод Мирового океана. Средняя соленость по всему объему Черного моря равна 21,96‰, в слое 0-300 м составляет 20,26‰, увеличиваясь до 22,26‰ в слое 400-2000 м. Прибрежные воды от Анапы до Сочи относятся к району с относительно пониженной соленостью во все сезоны года, особенно в месте впадения в море рек Мзымта и Сочи. Характерной чертой вертикальной халинной структуры Черного моря является наличие двух галоклинов: сезонного в слое 0-30 м и постоянного (основного) в слое 50-100 м. Максимум вертикального градиента в постоянном галоклине располагается на 50-70 м, значения находятся в диапазоне 0,03-0,06‰/м (Иванов, 2011).

В Черном море выделяют несколько крупномасштабных структур циркуляции поверхностных вод: Общечерноморское течение (ОЧТ) в зоне континентального склона; два крупномасштабных циклонических круговорота в восточной и западной частях моря, скорость течения увеличивается от 10 см/с в центре до 25 см/с на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают до глубин порядка 100 м; квазистационарные антициклонические вихри в прибрежной зоне – Батумский, Севастопольский, Кавказский, Сакарья, Синопский и др. Основные циклонические круговороты и квазистационарные антициклонические вихри прослеживаются до больших глубин. Ветер и пространственно-временные изменения атмосферного давления обуславливают короткопериодные колебания уровня Черного моря синоптического (с периодами от 2-3 суток до полугода) и мезомасштабного (сейши с периодом менее 2 суток) диапазона частот. Влияние плотностных изменений уровня на большей части акватории Черного моря незначительно и не превышает 1-5 см в месяц. Наибольшие плотностные повышения уровня приходятся на август и связаны с нагревом воды, наибольшие понижения наблюдаются в феврале-марте и связаны с охлаждением воды в этот период. Вклад атмосферного давления в сезонные изменения уровня моря еще меньше, чем плотностные изменения уровня, и не превышает 1-3 см. Колебания

уровня главным образом проявляются в виде сгонно-нагонных явлений, максимальная амплитуда которых отмечается в СЗЧ моря. Штормовые ветры восточной и южной четверти вызывают нагонные подъемы уровня амплитудой 30-60 см, а при жестоких штормах северо-западных и юго-западных направлений падение уровня может достигать 20-34 см. У Кавказского побережья величины максимальных нагонов невелики и не превышают 10-20 см в районе Новороссийска и до 31-54 см в районе Туапсе. Здесь нагоны отмечаются в течение всего года в основном при западных ветрах. Наибольшее число случаев сгонов приходится на осенне-зимний период, чаще всего при восточных и северо-восточных ветрах. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6-8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40-50 см (Суховой В.Ф., 1986, Mee L., Jeftic L., 2010, Иванов, 2011, Гидрометеорология, 1991).

Море почти всегда свободно ото льда и лишь в отдельные холодные зимы прибрежные воды в северо-западной мелководной части моря покрываются льдом. На побережье между Одессой и Очаковым на несколько дней может появиться припай, толщина которого не превышает 10 см. В умеренные зимы в январе-феврале преобладает плавучий крупно и мелкобитый белый лед, который может распространяться достаточно далеко до 40-50 миль от берега. На подходах к Одессе и Очакову припай наблюдается непродолжительное время, а толщина припайного льда не превышает 20-30 см. В суровые зимы максимальное распространение припайного льда может превышать границы СЗЧ и наблюдаться южнее Констанцы (Румыния). Максимальная толщина ледовых полей в открытых районах моря составляет 20-30 см (Гидрометеорологические условия, 2012, Дьяков, 2016, Фащук, 2019).

3.2. Прибрежные воды Севастополя (СО ГОИН)

В 2022 г. Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» с борта э/с «Русь» (в настоящее время «Профессор Грузинов») было выполнено в сентябре и ноябре две гидролого-гидрохимические съемки южной части взморья Севастополя на 19 станциях, в том числе 16 станциях на севастопольском взморье и трех станциях в бухте Стрелецкая (рис. 3.1). Глубина точек придонного отбора проб варьировала от 11 м (фоновая станция у входа в бухту Омега) до 88 м (станция у оголовка КОС «Южные»). В бухтах Стрелецкой в ноябре выполнено три станции с максимальной глубиной до 20 м. Исследования проводились на поверхностном и придонном горизонтах. В состав наблюдений вошло определение стандартных гидрологических параметров (температура, соленость, хлорность, водородный показатель pH, щелочность, прозрачность по диску Секки, концентрация взвешенных веществ), содержания растворенного в воде кислорода и легко окисляемых

органических веществ по БПК₅, концентрации биогенных элементов (фосфаты и общий фосфор, нитриты, нитраты, аммонийный и общий азот, силикаты), нефтяных углеводородов, детергентов и металлов (свинец, медь, хром, цинк и железо). В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³, Предел обнаружения (DL) фосфатов РО₄ составлял 1,5 мкг/дм³, общего фосфора P_{total} 20,0 мкг/дм³, силикатов 10 мкг/дм³, нитритов 0,5 мкг/дм³, нитратов 5,0 мкг/дм³, аммонийного азота 10,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм³ (0,4 ПДК) и СПАВ 50 мкг/дм³ (0,5 ПДК).

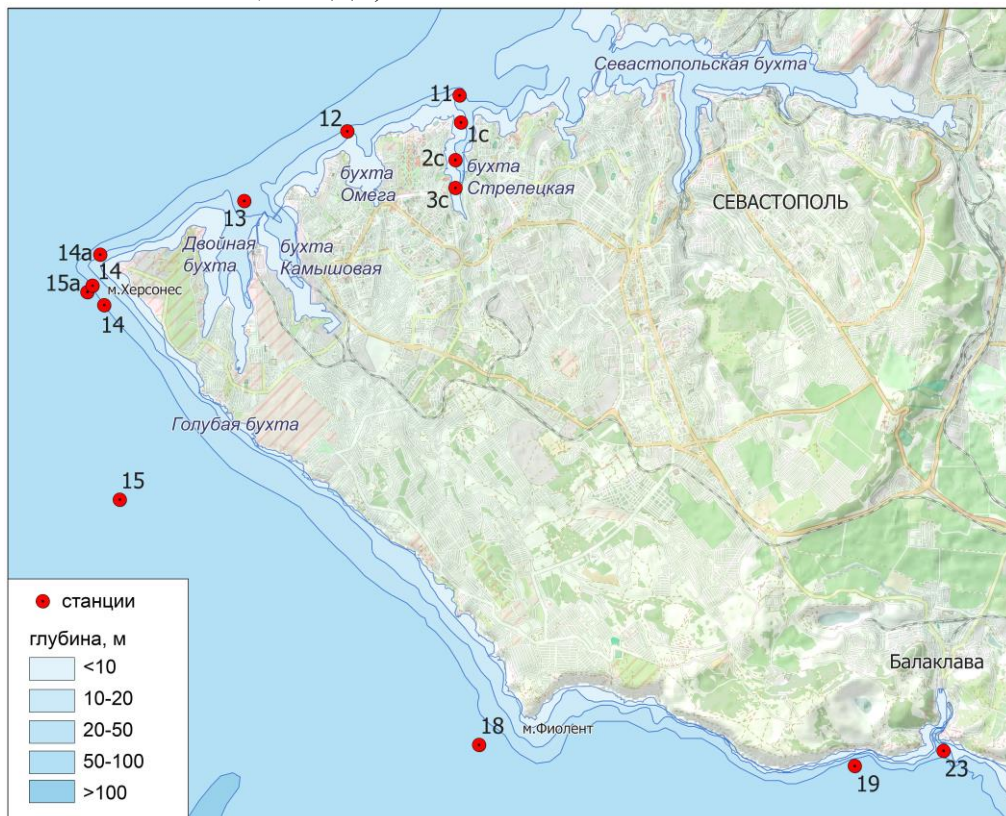


Рис. 3.1. Гидролого-гидрохимические станции на южном взморье Севастополя в сентябре и ноябре 2022 г.

3.2.1. Севастопольское южное взморье

Юго-восточнее Севастопольской бухты до мыса Сарыч на взморье за пределами бухт Севастополя в сентябре и ноябре было отобрано 32 пробы. Соленость изменялась в пределах одной промилле (18,17-19,15‰), средняя 18,52‰ (табл. 3.1). Значение солености выше 19,00‰ наблюдалось только в придонных водах района выпуска КОС «Южные» на глубине 88,0 м.

Таблица 3.1. Значения основных гидрохимических характеристик, концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ в водах южного взморья Севастопольского региона (экспедиции СО ГОИН).

Дата съемки	8 сентября (18 проб), 11 ноября (14 проб)		
Элемент	пределы	среднее	станд.откл
Соленость, ‰	18,17-19,15	18,52	0,284
ВВ, мг/дм ³	2,1-5,5	3,1	0,853
Alk, мг-экв/дм ³	3,641-3,731	3,684	0,026
pH	8,14-8,39	8,29	0,066
O ₂	6,71-9,59	8,31	0,722
O ₂ , %	64-110	98	8,85
P total	6,1-63,7	21,5	11,50
PO ₄	0-10,3	1,2	2,10
SiO ₃	8,3-57,9	23,1	12,19
N total	294-742	428	97,55
NO ₂	0,7-8,9	1,9	2,04
NO ₃	2,9-31,2	15,4	6,25
NH ₄	0-19,7	4,3	4,53
БПК ₅	0-2,90	1,02	0,751
НУ	0,02- 0,14	0,06	0,031
СПАВ	15,4- 153,6	63,4	24,08

Выделены значения выше ПДК.

Щелочность варьировала в узком диапазоне, а средняя величина возросла по сравнению с предыдущим годом на 0,333 мг-экв/дм³. Значения водородного показателя pH практически соответствовали прошлогодним среднее увеличилось на 0,02 ед.pH. Хотя концентрация взвешенных веществ изменялась в более узком интервале, однако средняя величина возросла на 0,5 мг/дм³ в среднем на поверхностном и придонном горизонтах. Повышенные значения в поверхностных водах фиксировались в сентябре на взморье бухт Камышовая и Стрелецкая (5,5 и 4,4 мг/дм³ соответственно), в придонных водах – в ноябре на взморье Голубой бухты и в зоне выпуска КОС «Южные».

Воды южного взморья г. Севастополя были значительно загрязнены нефтяными углеводородами. В 57% из 14 отобранных проб с поверхностного горизонта содержание НУ достигало или превышало ПДК. В сентябре максимальное загрязнение (0,14 мг/дм³ или 2,8 ПДК) было зафиксировано в поверхностных водах у б. Камышовой, в ноябре (0,09/1,8 ПДК) – на взморье б. Стрелецкой и в акватории Голубой бухты (табл. 3.2). Среднее содержание составило 0,06 и 0,05 в сентябре и ноябре соответственно. По АПАВ превышение норматива (154/1,5 ПДК) зафиксировано в ноябре в единичной пробе из придонных слоя на взморье

б. Камышовая. В поверхностном слое максимальная концентрация (82/0,8 ПДК) наблюдалась на траверзе м. Херсонес, в придонном слое повышенное содержание детергентов (91 мкг/дм³) фиксировалось в Голубой бухте в сентябре (рис. 3.2). Среднее содержание в обоих слоях составило 62 и 65, а среднее по всему Севастопольскому региону за период наблюдений снизилось в сравнении с предыдущим годом на 30,7 мкг/дм³.

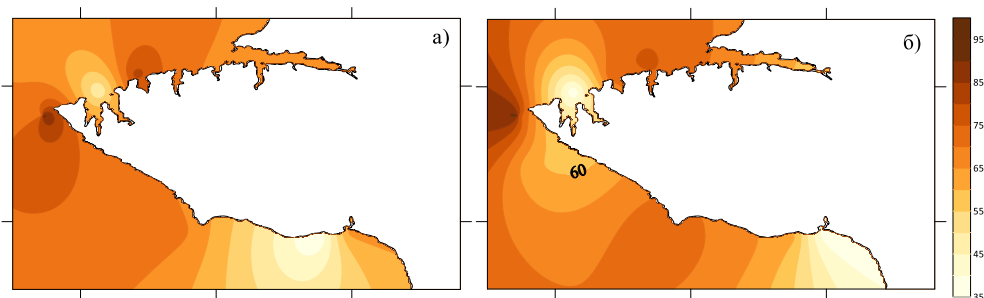


Рис. 3.2. Распределение концентрации АПАВ (мкг/дм³) на взморье Севастополя на поверхностном (а) и придонном (б) горизонтах в сентябре 2022 г.

Биогенные вещества. Концентрация неорганического фосфора (фосфатов) была ниже допустимой нормы и достигала у поверхности 3, а в придонном слое 10 мкг/дм³ в сентябре у мыса Фиолент (рис. 3.3). Содержание общего фосфора в поверхностных водах составило 40, в среднем 20. В придонных водах в ноябре максимальная концентрация достигала 64 у оголовка КОС «Южные»; в среднем 23. В отличие от прошлого года с почти равной концентрацией фосфатов и общего фосфора – 8,1 и 10, в осенний период 2022 г. разница средних значений различалась почти в 20 раз. Почти все запасы фосфора в морской воде были заключены в органическом веществе, а не в растворенной форме. Столь значительный разброс очевидно был вызван поступлением сточных вод из очистных сооружений в придонный слой Южной бухты.

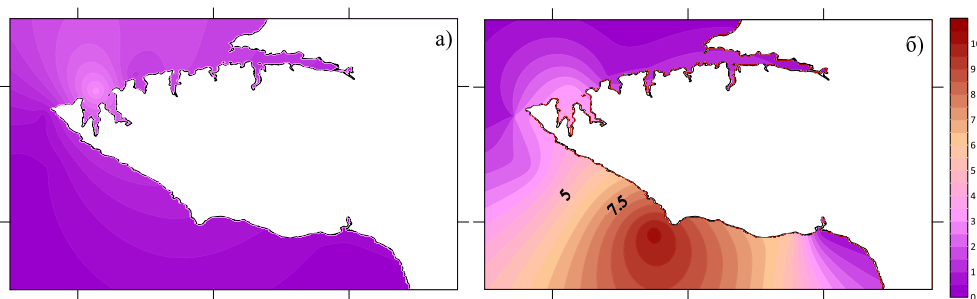


Рис. 3.3. Распределение концентрации фосфатного фосфора (мкг/дм³) на взморье Севастополя на поверхностном (а) и придонном (б) горизонтах в сентябре 2022 г.

Концентрация нитритов в большинстве проб не превышала 3 за исключением трех, в которых было зафиксировано 6-9 (рис.3.4). Интервал

значений примерно в два раза шире прошлогоднего, а среднее повысилось всего лишь на $0,7 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание нитратов в период наблюдений варьировало в поверхностном слое в диапазоне 3-22, у дна - 4-31. Максимум был в два раза ниже прошлогоднего и наблюдался, как и годом ранее, в придонных водах у м. Фиолент. Максимальная концентрация аммонийного азота в сентябре достигала 18 и 20 на взморье б. Камышовой в поверхностных и придонных водах соответственно. В ноябре содержание его у дна не превышало 3, у поверхности – 5, за единичным исключением (10) на взморье б. Стрелецкой. Среднее за период наблюдений содержание снизилось в 5,3 раза, а максимальное – в 2,3 раза.

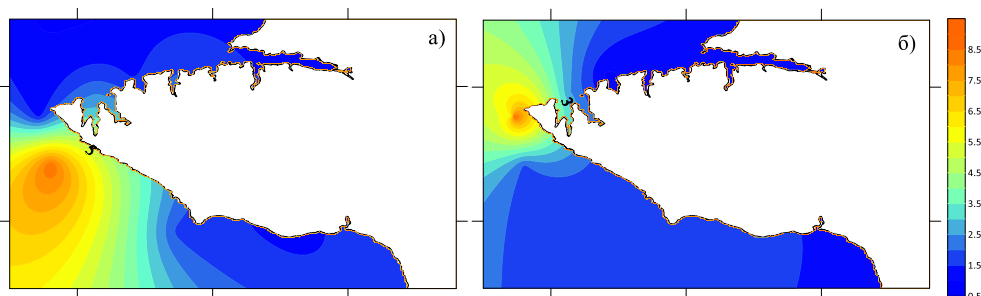


Рис. 3.4. Распределение концентрации нитритного азота (мкг/дм^3) в водах Севастопольского взморья на поверхностном (а) и придонном (б) горизонтах в сентябре 2022 г.

Содержание общего азота в поверхностных водах изменялось от 345 до 742, в придонных водах 294-549. Повышенная концентрация наблюдалась в поверхностном слое на выходе из бухт Омега (548), Стрелецкая (582), Камышовая (742) и в Голубой бухте (591), в придонном слое на взморье б. Стрелецкой (549). В целом за период наблюдений среднее содержание осталось на уровне предыдущего года. Концентрация силикатов находилась в диапазоне от 8-10 до 26 в поверхностных водах и до 58 в придонных. Среднее содержание отличалось почти в два раза и составило 16 и 30 соответственно. Средняя величина во всем столбе воды снизилась на 8 мкг/дм^3 по сравнению с прошлым годом.

Кислородный режим поверхностных вод был достаточным, относительное содержание превышало величину растворимости **кислорода** на 1-10%; среднее составило 103% насыщения (рис. 3.5). В придонных водах дефицит кислорода не превышал 17% за исключением района у выпуска КОС «Южные» (64% насыщения на глубине 72 м). В среднем аэрация придонных вод составила 94%. По абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода в поверхностных водах варьировала в диапазоне 7,41-9,06, а в придонных 6,71-9,59. Минимум наблюдался в районе у м. Херсонес, а в придонных водах вблизи Голубой бухты в районе выпуска КОС «Южные» на глубине 72 м. За счет низких значений в двух точках средняя концентрация растворенного в воде

кислорода в слое поверхность-дно снизилась на $0,51 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Содержание органического вещества по БПК₅ превышало норматив только в сентябре в поверхностных водах Голубой бухты (2,90/1,38 ПДК), на выходе из б. Камышовой (2,50/1,19 ПДК) и района выпуска КОС «Южные» (2,40/1,14 ПДК). В остальных пробах значения показателя в сентябре не превышали 1,81 для поверхностных вод и 1,65 для придонных, в октябре – соответственно 1,11 и 0,40. Средняя величина показателя снизилась в сравнение с предыдущим годом на $0,27 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

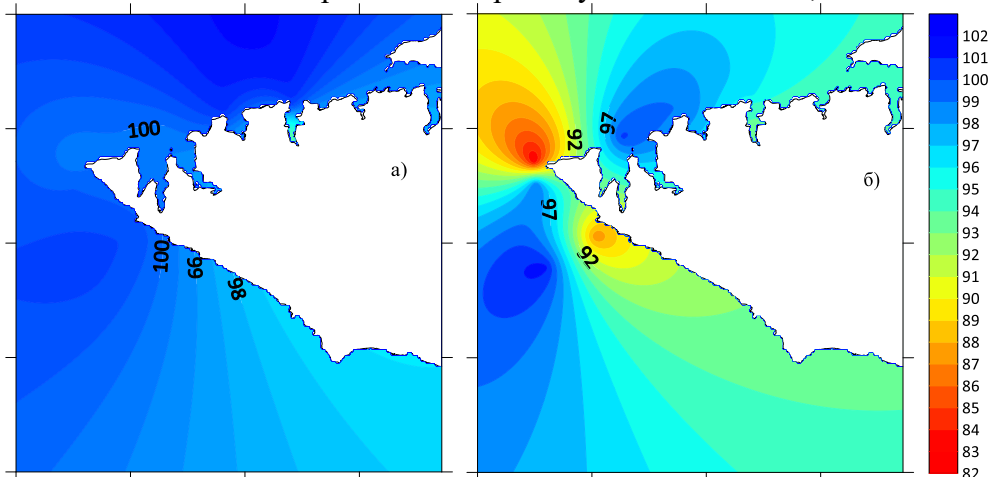


Рис. 3.5. Распределение концентрации растворенного кислорода (% насыщения) в водах Севастопольского взморья на поверхностном (а) и придонном (б) горизонтах в ноябре 2022 г.

3.2.2. Бухты южного взморья Севастополя (бухта Стрелецкая)

В бухте Стрелецкой в ноябре было отобрано 6 проб морских вод. В период наблюдений температура морской воды изменялась в диапазоне $15,2-15,5^{\circ}\text{C}$, соленость вод была типично морской $18,51-18,76\%$, хлорность $10,21-10,35\%$; общая щелочность $3,731-3,820 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$. Значения водородного показателя изменялись в узком диапазоне $8,33-8,35 \text{ ед.рН}$. Содержание взвешенных веществ в поверхностных водах изменялось от 3,0 до $4,4 \text{ мг}/\text{дм}^3$, в придонных не превышало $3,4 \text{ мг}/\text{дм}^3$ и в среднем составило 3,6 и $2,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ соответственно.

Концентрация **НУ** на поверхности в одной пробе была ниже предела обнаружения, а в двух других составила 0,8 ПДК. Содержание детергентов в на поверхности и у дна на глубине 18 м было ниже DL, а у причала и на выходе из бухты варьировало в диапазоне 81-111 (1,1 ПДК), в среднем $64 \text{ мкг}/\text{дм}^3$.

Концентрация минерального **фосфора** превышала предел обнаружения только в двух пробах; содержание общего фосфора также только в двух пробах превышало DL (21 и 26). Эти значения зафиксированы в придонном слое на входе и в центре бухты. Среднее содержание фосфатного и общего фосфора в слое поверхность-дно составило 0,7 и $7,8 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ соответственно.

Содержание **азота** в столбе воды поверхность-дно изменялось в диапазоне 423-634 для общего азота, 26-134 для нитратов, 1,7-2,9 для нитритов и 6-19 для аммония. Максимальная концентрация общего и нитратного азота отмечалась в кутовой части бухты Стрелецкая в районе причала. Средние за период наблюдений значения содержания общего, нитратного, нитритного и аммонийного азота составили 509, 61 2,3 и 12 мкг/дм³ соответственно. Суммарная доля минеральных форм составила 14,7% от общего содержания азота. Концентрация силикатов изменялась была пределах 41-119; средняя составила 74. Максимальное содержание 119 и 89 мкг/дм³ в поверхностных и придонных водах соответственно также фиксировалось в кутовой части бухты.

Аэрация вод б. Стрелецкая была недостаточной. Дефицит **растворенного кислорода** составлял до 4-6% насыщения и фиксировался во всех пробах за единичным исключением, когда аэрация поверхностных вод на входе в бухту достигала 101% насыщения. Среднее абсолютное содержание растворенного кислорода составило 8,5 (96% насыщения) при диапазоне концентрации 8,33-8,99 мгО₂/дм³. Величина БПК₅ варьировала в диапазоне 0,02-0,88, значения были зафиксированы соответственно для поверхностных и придонных вод центра бухты. Средняя для б. Стрелецкая величина БПК₅ составила 0,53 мгО₂/дм³ (0,2 ПДК).

3.3. Прибрежные воды Крыма. Порт Ялта

В 2022 г. гидрохимические исследования на акватории порта Ялта выполнялись лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта (ЛМЗОС, ФГБУ «Крымское УГМС») в одной точке с глубиной 6 м у основания волнолома в течение всего года с января по декабрь каждые десять дней. Всего отобрано и обработано 72 пробы морской воды из поверхностного и придонного слоев. Температура морских вод в 2022 г. изменялась в соответствии с сезонностью от 7,6↓-7,8°C в марте до 26,5-26,7↑°C в сентябре (стрелка показывает сравнение с прошлогодним значением). Соленость придонных вод изменялась в пределах одной промилле (18,33-19,41‰), средняя 18,72‰. А соленость поверхностного слоя под влиянием паводковых вод рек Дерекойка в кутовой части порта и Учан-Су с устьем западнее конца мола испытывала значительные колебания (7,66↑-18,48‰↓) и была ниже солености придонных вод (рис. 3.6). Среднемесячная минимальная соленость поверхностных вод фиксировалась в феврале-мае (7,73-9,59‰) и июле (7,66‰). Значение солености выше 19,00‰ наблюдалось в придонных водах в январе и октябре-ноябре. Щелочность варьировала в узком диапазоне 3,132↑-3,696 мг-экв/дм³↑, а средняя величина возросла по сравнению с предыдущим годом до 3,330 мг-экв/дм³↑. Водородный показатель, как и в предыдущие годы, укладывался в узкий диапазон 8,10↑-8,75 ед.рН↓; в среднем 8,43 ед.рН↑.

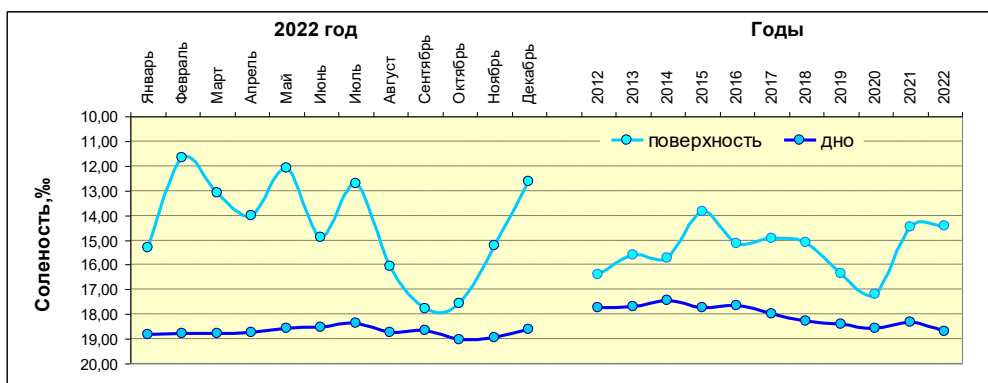


Рис. 3.6. Сезонное в 2022 г. и межгодовое изменение среднесесячного и среднегодового значения солености поверхностных и придонных вод акватории порта Ялта.

Нефтяное загрязнение вод акватории п. Ялта, как и в предыдущие годы, было незначительным. Только в 14 пробах из 72 содержание **НУ** было ниже предела количественного определения, в основном с января по сентябрь. В целом в водах порта содержание НУ было наименьшим среди контролируемых районов прибрежных вод Крыма (рис. 3.7). Концентрация в придонных водах в октябре-декабре достигала 0,01-0,03 и 0,09-0,11 (1,8-2,2 ПДК, декабрь) в поверхностных. Загрязнение вод акватории порта Ялта АПАВ на протяжении года было невысоким. Концентрация детергентов превышала предел обнаружения в шестнадцати пробах из 24. Максимальная концентрация была зафиксирована в октябре - 43, 0,43 ПДК, в поверхностных водах и 33 в придонных. Среднее за год содержание составило 13 и 4 соответственно. Концентрация суммы фенолов, как и в предыдущие годы, была ниже предела количественного определения.

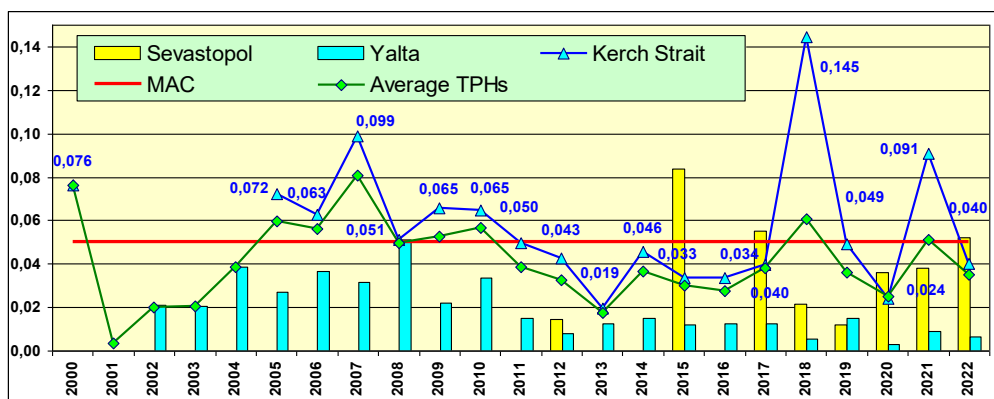


Рис. 3.7. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Крыма.

Присутствие в акватории порта Ялта таких **ХОП**, как α - и γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ДДЭ и ГПХ в водах указанной акватории отмечалось в

течение года (ПДК_{ХОП}=10 нг/дм³). ГПХ в концентрации до 4,1-4,3 нг/дм³ фиксировались в 83% от общего количества определений. Среднегодовое содержание показателя продолжило тенденцию снижения до 1,3 нг/дм³ в сравнении с 2020 и 2021 гг. (6,7 и 2,1 соответственно). Все пробы за единственным исключением содержали ДДД, концентрация которого по сравнению с предыдущим годом возросла в 1,6 раза, достигнув в среднем за год 3,8 нг/дм³. А максимальная концентрация, превысив ПДК в 1,4-1,2 раза достигала 13,8 и 12,1 нг/дм³ в поверхностных и придонных водах соответственно. Также 71% отобранных проб содержал ДДЭ в концентрации до 3,8 и 2,3 нг/дм³ на поверхности и у дна соответственно; среднегодовое содержание составило 0,78 нг/дм³. Концентрация ДДТ в трех пробах в марте и апреле составила 0,86; 1,19 и 1,3 нг/дм³. Присутствие γ -ГХЦГ зафиксировано только в январе и марте в двух пробах (0,52 и 0,53), α -ГХЦГ – в феврале-апреле до 2,0 нг/дм³. В остальное время содержание пестицидов этих групп было ниже предела количественного определения. Присутствие ПХБ и пестицида альдрина, как и в предыдущие годы, не зафиксировано.

Содержание **фосфора** в акватории порта Ялта имело два выраженных пика: в январе, когда в поверхностных водах среднемесячная концентрация фосфатного и общего фосфора достигала 37 и 139 соответственно, и в июле 35 и 130 соответственно. В придонных водах наибольшие значения зафиксированы в эти же месяцы - 31/129 и 7/72 соответственно. Среднегодовое содержание фосфатного фосфора в поверхностных и придонных водах составило 20,4 и 10,9, а общего фосфора 48,6 и 74,2 соответственно, во всем столбе воды – 15,7 и 61,4 мкг/дм³ (рис. 3.8).

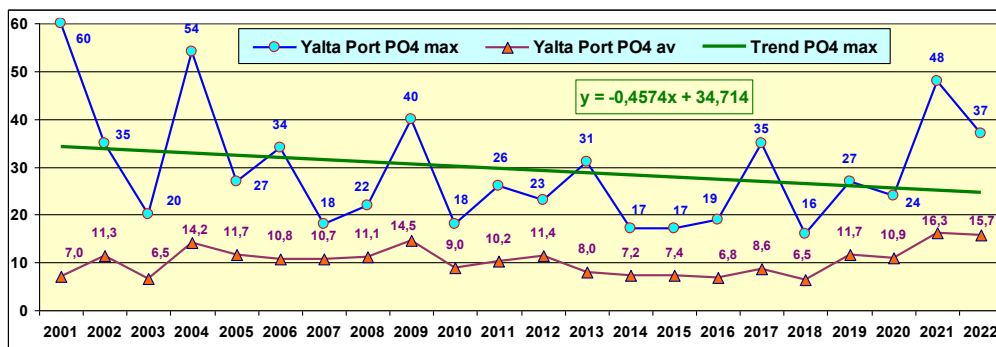


Рис. 3.8. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм³) в водах порта Ялта в 2001-2022 гг.

Содержание всех форм **азота** было больше в поверхностных водах, чем в придонных. Максимальная концентрация наблюдалась в июле в поверхностном слое воды и достигала для общего азота 20780, нитритов 13, нитратов 950 и аммония, 190 мкг/дм³ соответственно (рис. 3.9). В остальное время содержание общего азота изменялось в диапазоне 760-

4300 в поверхностных водах и 110-2300 в придонных. В целом среднее за год содержание общего азота продолжило начатую в 2019 г. (610) тенденцию роста достигнув 1440. Концентрация нитритов не превышала 11 (среднегодовая возросла до 6), аммония – 31 (среднегодовая возросла до 12). Содержание нитратов изменялось от 81 до 850 у поверхности и 15-160 у дна, среднегодовое возросло со 130 в 2020-2021 гг. до 230 мкг/дм³. В акватории порта Ялта поверхностные воды традиционно содержали значительно больше кремния, чем придонные. Концентрация его изменялась в диапазоне 150-1680 у поверхности и 29-430 у дна. Пиковые значения очевидно обусловлены паводковым выносом рек, фиксировались в поверхностных водах в апреле (1080) и в июле (1680). Среднее за год содержание кремния в водах порта достигло 400, что вдвое выше уровня 2020-2021 гг. (200 мкг/дм³).

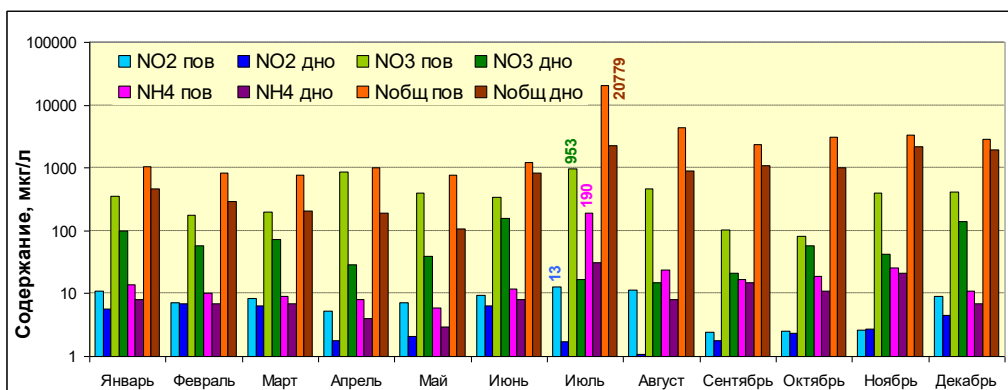


Рис. 3.9. Внутригодовое распределение концентрации различных форм азота (мкг/дм³) в поверхностных и придонных водах акватории порта Ялта в 2022 г.

Аэрация вод акватории порта Ялта, как и в предыдущие годы, была недостаточной. Недонасыщение растворенным **кислородом** поверхностных вод в течение года составляло от 3 до 28%. Придонные воды достигали насыщения только в июне (101%) и августе (105%), остальные 34 пробы показали дефицит растворенного кислорода от 1 до 37%. По среднемесячным значениям в слое поверхность-дно дефицит кислорода варьировал в интервале 6-17% насыщения. По абсолютным значениям его содержание варьировало в пределах 6,14-9,93 на поверхности и 6,40-9,59 у дна. Дефицит растворенного кислорода в водах акватории порта Ялта по-прежнему был более выражен в поверхностном слое (рис. 3.10). Среднегодовое содержание его в сравнении с предыдущим годом снизилось до 8,16 мгО₂/дм³ или 89% насыщения.

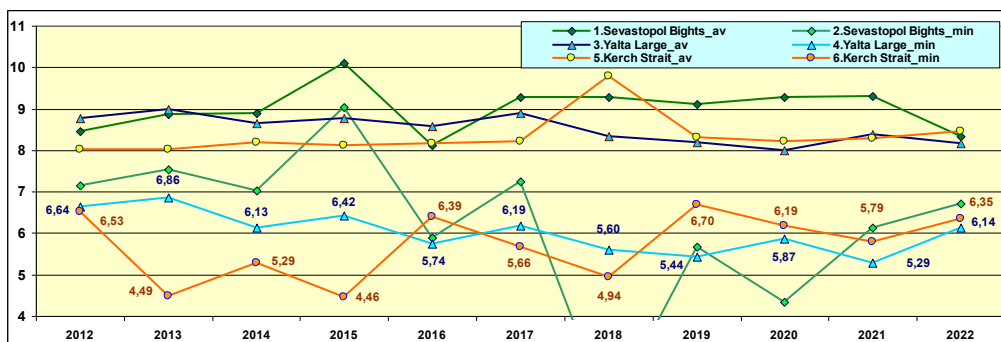


Рис. 3.10. Сезонное и межгодовое изменение среднего и минимального относительного содержания растворенного кислорода в водах акватории порта Ялта.

3.4. Прибрежные воды Крыма. Карадаг (СО ГОИН)

В 2022 г. изучение качества морских вод у побережья Восточного Крыма на взморье Карадагского природного заповедника проводилось СО ГОИН 24 мая на 10 станциях с глубинами от 9 до 27 м (рис. 3.6). Всего отобрано и обработано 20 проб из поверхностного и придонного слоев воды. В период наблюдений температура поверхностной воды изменялась в диапазоне 11,12-14,19⁰С, придонной в соответствии с глубиной в пределах 8,89-11,45⁰С. Соленость варьировала от 18,37 до 18,78‰, хлорность 13,3-14,46‰; общая щелочность 2,922-4,715 мг-экв/дм³, значения водородного показателя 8,39-8,44 ед.рН. Содержание взвешенных веществ изменялось от 0,9 до 3,4 и в среднем составило 2,3 мг/дм³.

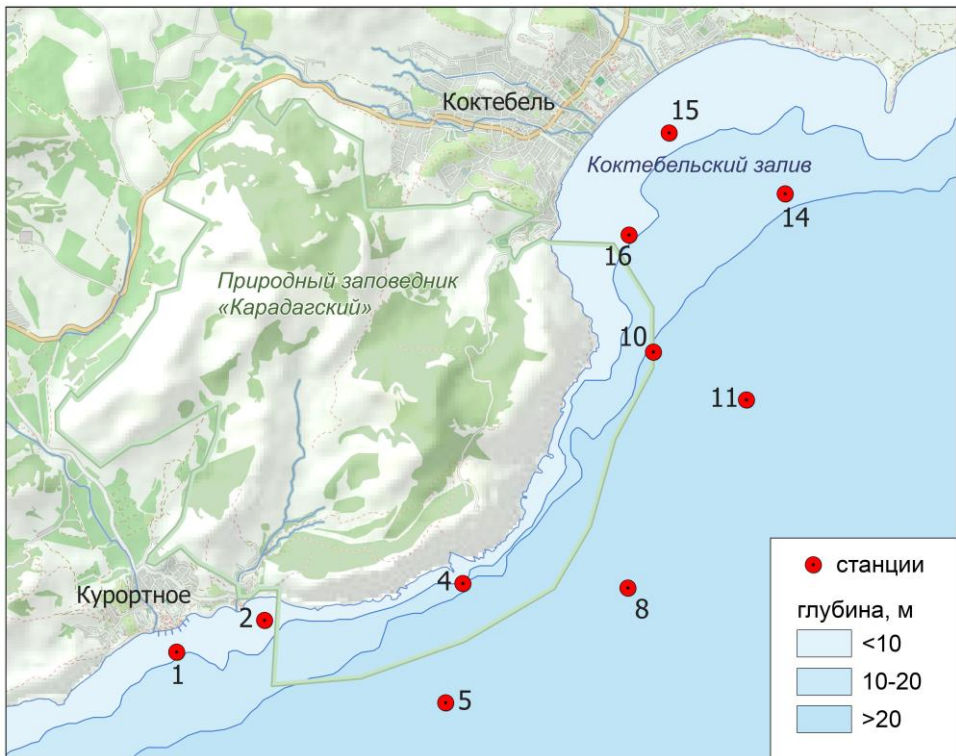


Рис. 3.11. Станции гидролого-гидрохимических наблюдений на взморье Карадагского природного заповедника в мае 2022 г.

Концентрация **фосфатов** была невысокой и изменялась в диапазоне 2-9 (0,18 ПДК), общего фосфора – 5-12. Наибольшее содержание фосфора фиксировалось на прибрежных станциях у п. Курортного, дельфинария и скалы «Золотые Ворота». Среднее содержание общего и фосфатного фосфора в слое поверхность-дно составило 9 и 4 мкг/дм³ соответственно.

Содержание **азота** в приповерхностном слое и у дна было также невысоким. Максимальная концентрация нитритов составила 3,9, нитратов 27, аммония 33, а средние величины - составило 0,6, 11,3 и 6,6 соответственно. Концентрация общего азота изменялась в пределах 254-472; средняя составила 359. При относительно равной концентрации нитритного и общего азота в обоих слоях, поверхностные воды содержали нитратного и аммонийного азота в 1,3-1,6 раза больше придонных. Для прибрежных станций было характерно пониженное в 1,2-1,4 раза содержание общего и аммонийного азота по сравнению с фоновыми станциями. Но по нитратному азоту наблюдалась обратное соотношение. Суммарная доля минеральных форм составила 15,6% от общего содержания азота. Концентрация кремния изменялась от 18 до 70; средняя составила 45 мкг/дм³. Максимальное содержание отмечено в придонных водах в непосредственной близости от скального выступа «Золотые Ворота».

Нефтяное загрязнение прибрежных вод заповедника было значительным и распределялось достаточно равномерно. 90% отобранных проб содержали **НУ** в концентрации достигавшей или превышавшей ПДК. Наибольшие значения (0,13-0,14) наблюдались в непосредственной близости от скального выступа «Золотые Ворота» и могло быть связано с высокой рекреационной нагрузкой (рис. 3.7). Относительно низкое загрязнение зафиксировано только в пробах придонных вод фоновой станции б. Коктебельская (0,03) и мористой (фоновой) станции у мыса Планерский (0,04). Среднее содержание НУ на период съемки составило 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК). Концентрация АПАВ была ниже норматива (17-85) за единичным исключением в поверхностных водах центральной части б. Коктебельская, где она достигла 106 мкг/дм³ (1,1 ПДК). Среднее содержание составило 65 и 48 мкг/дм³ в поверхностных и придонных водах соответственно.

Содержание **металлов** на взморье заповедника в мае не превышало 4,4 для хрома шестивалентного (Cr⁶⁺); 3,2 для марганца двухвалентного (Mn²⁺) и 5,8 для свинца. Единичным исключением для последнего были придонные воды фоновой для Коктебельской бухты станции, где концентрация свинца вдвое превысила ПДК и достигала 20,7. Концентрация меди во всех пробах превышала допустимый уровень, изменяясь в диапазоне 5,6-17,0 (1,1-3,4 ПДК), максимум локализовался в поверхностных водах Коктебельской бухты. Среднее для района содержание меди составило 10,3 (2,1 ПДК). В 9 из 20 отобранных проб фиксировалось превышение ПДК по содержанию железа, концентрация которого достигала 83,7 (1,7 ПДК). Высокие значения концентрации железа у пос. Курортное, Дельфинария, Золотых Ворот и в фоновом районе Коктебельской бухты, т.е. в популярных туристических местах, может указывать на вклад маломерного флота как основного источника загрязнения вод. Среднее содержание железа в прибрежных водах Карадагского природного заповедника в мае составило 41,8 мкг/дм³ (0,84 ПДК).

Аэрация вод на взморье Карадагского природного заповедника была достаточной. Перенасыщение вод достигало 10-15% за единичным исключением, когда на фоновой станции на глубине 20 м аэрация вод снижалась до 98% насыщения. Среднее абсолютное содержание растворенного кислорода составило 10,27 (105% насыщения) при диапазоне концентрации 9,90-10,66 мгО₂/дм³. Величина БПК₅ изменялась от значений ниже предела обнаружения в восьми пробах до 1,54, однако в придонных водах у пос. Курортное она почти достигала ПДК и составила 2,05. Средняя для района величина БПК₅ составила 0,80 мгО₂/дм³ (0,38 ПДК).

Таблица 3.2. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в прибрежных водах Крыма в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Севастопольское южное взморье (32 пробы)	НУ	0,027	0,53	0,042	0,83	0,058	1,16
		0,080	1,60	0,130	2,60	0,14	2,80
	СПАВ	29,5	0,30	76,3	0,76	54,7	0,55
		83,0	0,83	201,7	2,02	154,0	1,54
	Аммонийный Азот N-NH ₄	94,7	0,04	28,5	0,01	1,84	<0,0 1
		295,97	0,13	163,38	0,07	19,65	<0,0 1
	Нитритный Азот N-NO ₂	2,8	0,12	1,3	0,05	1,94	0,08
		18,61	0,78	7,37	0,31	8,95	0,37
	Фосфаты P-PO ₄	5,2	0,10	5,5	0,11	1,00	0,02
		39,09	0,78	68,73	1,37	10,00	0,20
	БПК ₅	1,30	0,62	1,71	0,81	0,84	0,40
		3,61	1,72	6,91	3,29	2,90	1,38
Растворенный кислород	9,73		9,53		8,31		
	5,37	0,90	6,14		6,71		
Севастопольские южные бухты (6 проб)	НУ	0,054	1,08	0,038	0,76	0,027	0,54
		0,07	1,40	0,08	1,60	0,04	0,80
	СПАВ	32,7	0,33	73,3	0,73	64,3	0,64
		53	0,53	202	2,02	111	1,11
	Аммонийный Азот N-NH ₄	106,2	0,05	34,0	0,02	9,8	<0,0 1
		208	0,09	163	0,07	19	<0,0 1
	Нитритный Азот N-NO ₂			1,4	0,06	2,25	0,09
				7,4	0,31	2,9	0,12
	Фосфаты P-PO ₄			3,6	0,07	0,7	0,01
				20,2	0,40	2,0	0,04
	БПК ₅			1,70	0,81	0,53	0,25
				5,37	2,56	0,88	0,42
Растворенный кислород			10,03		8,53		
			7,39		8,33		
Акватория порта Ялты (72 пробы)	НУ	0,007	0,14	0,009	0,18	0,006	0,12
		0,080	1,60	0,350	7,00	0,11	2,20
	СПАВ	3,4	0,03	10	0,10	8,6	0,09
		17,0	0,17	94	0,94	43	0,43
	Фенол	0		0		0	
		0		0		0	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,08	<0,01	0,86	0,09	0,04	<0,0 1
		0,73	0,07	20,74	2,07	0,53	0,05
	α-ГХЦГ	0		0,33	0,03	0,29	0,03
		0		1,75	0,18	2,02	0,20
	ДДТ	0		0,10	0,01	0,14	0,01
		0		0,92	0,09	1,33	0,13

	ДДЭ	0,20	0,02	0,84	0,08	0,78	0,08
		1,16	0,12	3,37	0,34	3,83	0,38
	ДДД	1,34	0,13	2,44	0,24	3,83	0,38
		4,82	0,48	12,61	1,26	13,79	1,38
	Альдрин	0		0		0	
		0		0		0	
	Гептахлор	6,66	0,67	2,14	0,21	1,30	0,13
		18,34	1,83	4,02	0,40	4,31	0,43
	ПХБ	1,51	0,15	1,44	0,14	0	
		7,19	0,72	19,20	1,92	0	
	Аммонийный азот N-NH ₄	24,8	0,01	9,0	<0,01	19,8	<0,01
		69	0,03	16,0	<0,01	190	0,08
	Нитритный азот N-NO ₂	2,4	0,10	4,7	0,20	5,5	0,23
		5,3	0,22	11,9	0,50	12,8	0,53
	Фосфаты P-PO ₄	10,9	0,22	16,3	0,32	15,7	0,31
		24,0	0,48	48,0	0,96	37	0,74
	Растворенный кислород	7,99		8,38		8,16	
		5,87	0,98	5,29	0,88	6,14	

Примечания: 1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и органических веществ по БПК₅ приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфора фосфатов – в мкг/дм³; хлорорганических пестицидов и ПХБ в нг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

3.5. Качество черноморских вод у берегов Крыма

Результаты расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе средних и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода в 2022 г., позволили сравнить качество вод различных участков побережья Крыма (табл. 3.3). Прибрежные воды юго-западного Крыма оцениваются как «чистые», II класс индекса. Севастопольское взморье наиболее загрязненное из этих участков и находится на границе III класса. Здесь как в водах бухт наблюдается повышенное содержание органического вещества и синтетических моющих веществ, очевидно попадающих в море с муниципальными стоками. Относительно высоким также была концентрация нефтяных углеводородов, особенно на взморье. В наиболее чистых водах порта Ялты приоритетными загрязняющими веществами были пестициды и биогенные вещества, очевидно поступающими в акваторию с водами двух горных речек. В восточном Крыму в пробах морской воды также определяли пять тяжелых металлов (свинец, медь, хром, марганец и железо), высокие значения которых определили повышенное значение индекса – III класс, «умеренно-загрязненные», близкое к границе следующего класса качества, «загрязненные».

Очевидно, что повышенное содержание в морских прибрежных водах железа и меди определялось геохимическим фоном вулканической горы Карадаг, а не факторами антропогенного загрязнения. Если пересчитать индекс без учета металлов (НУ 1,44; СПАВ 0,41; БПК₅ 0,63 и O₂ 0,58) окажется ИЗВ = 0,77, что находится на нижней границе III класса и соответствует открытым водам рядом с Фиолентом на юго-западе полуострова. Кислородный режим был вполне удовлетворительным во всех контролируемых районах с немного повышенными значениями у Карадага. Наименьшие значения растворенного кислорода были отмечены 5 июля в порту Ялта на поверхности (6,14 мгO₂/дм³) и 8 сентября в Голубой бухте у выпуска КОС «Южные» на глубине 72 м (6,71 мгO₂/дм³).

Таблица 3.3. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2020-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	
Севастопольское южное взморье (без бухт)	0,50	II	0,81	III	0,75	II	НУ 1,16; СПАВ 0,63; БПК ₅ 0,48; O ₂ 0,72
Бухты южного взморья	0,61	II	0,73	II	0,53	II	НУ 0,54; СПАВ 0,64; БПК ₅ 0,25; O ₂ 0,70
Акватория п. Ялта	0,45	II	0,37	II	0,42	II	ДДД 0,38; PO ₄ 0,31; NO ₂ 0,23; O ₂ 0,74
Карадаг	-	-	-	-	1,18	III	НУ 1,44; Cu 2,07; Fe 0,84; O ₂ 0,58

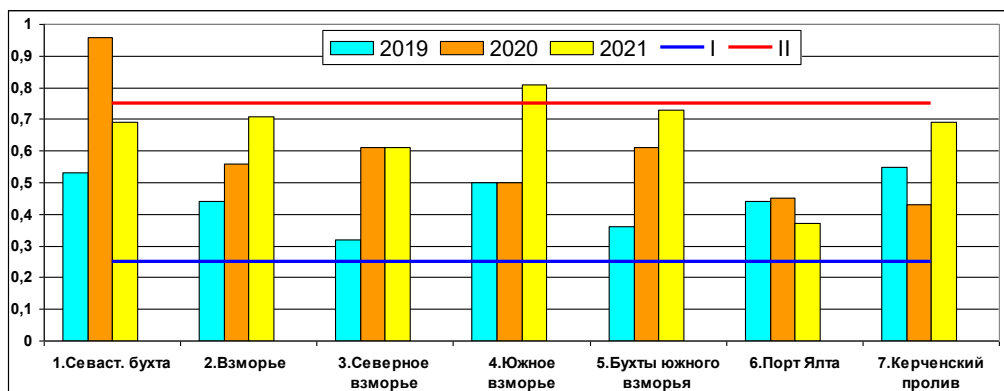


Рис. 3.12. Межгодовые изменения величины индекса загрязненности вод (ИЗВ) морских акваторий у берегов Крыма.

3.6. Загрязнение прибрежных вод Кавказа

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) мониторинг водной среды на прибрежных участках шельфа в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе

осуществлялся Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк) (рис. 3.13). Всего в период с марта по сентябрь было выполнено 4 съемки и отобрано 96 проб. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных станциях с использованием маломерного НИС «Росгидромет-17» (проект NS18 RGM, длина 18 м, грузоподъемность 3,5 т). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, хлорность, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов NO₂ и силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ - НУ, СПАВ, пестицидов и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации ртути производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO₄ составлял 1,5 мкг/дм³, силикатов 10 мкг/дм³, нитритов 0,5 мкг/дм³, нитратов 5,0 мкг/дм³, аммонийного азота 10,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм³ (0,4 ПДК), СПАВ 100 мкг/дм³ (1,0 ПДК) и ртути 0,01 мкг/дм³ (0,1 ПДК).

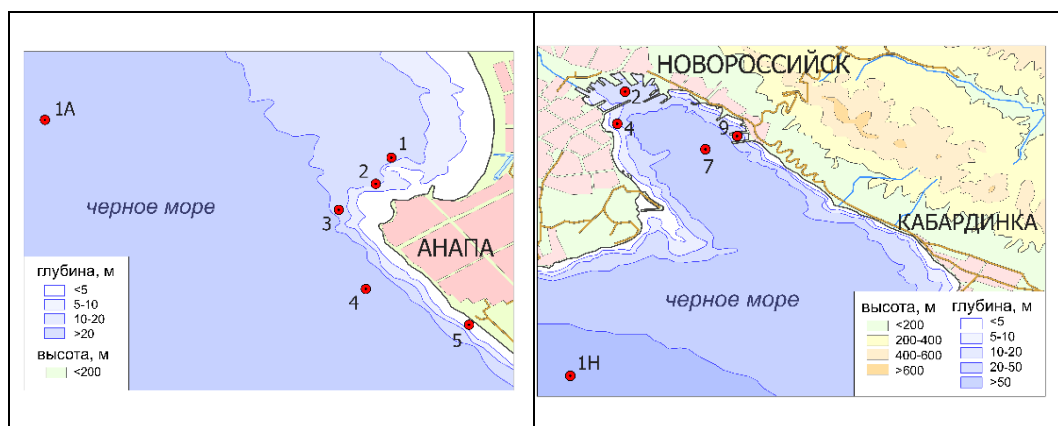




Рис. 3.13. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2022 г. (У Кубанская).

Анапа. В прибрежных водах района исследования проводились на 6 станциях с глубинами от 7 до 32 м. В общей сложности в период с апреля по октябрь было отобрано и проанализировано 24 пробы воды из поверхностного слоя. В этот период соленость изменялась в диапазоне 17,36-19,47‰ (табл. 3.4). Минимальная соленость наблюдалась в августе, максимальная – в октябре. Средняя величина за год была выше, чем прошлогодняя и составила 18,28‰ (17,93‰ в 2021 г.); хлорность варьировала в диапазоне 9,61-10,78‰. Температура воды менялась от 11,0°С в октябре до 26,1°С в конце августа. Значение водородного показателя изменялось в диапазоне 8,22-8,43 ед.рН, общей щелочности 3,009-3,541 мг-экв/дм³. В целом гидролого-гидрохимические параметры находились в пределах естественных межгодовых колебаний.

Таблица 3.4. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2022 г.

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/дм ³	O ₂ [*] , мг/дм ³	рН	PO ₄ , мкг/дм ³	SiO ₂ , мкг/дм ³	NH ₄ , мкг/дм ³	NO ₂ , мкг/дм ³
Анапа	18,277/ 19,47	3,299/ 3,541	8,86/ 10,46	8,32/ 8,43	6,10/ 12,3	179/ 357	106,8/ 158	4,4/ 11,7
Новоросси йск	18,006/ 18,680	3,425/ 3,690	9,48/ 10,93 0	8,32/ 8,42	5,193 / 11,2	203,7/ 360	91,087 / 150,0	6,053/ 13,8
Геленджик	17,684/ 18,28	3,459/ 3,853	9,21/ 10,2	8,31/ 8,42	6,77/ 19,4	225/ 361	92,69/ 144	5,92/ 12,2
Туапсе	16,904/ 18,55	2,965/ 3,497	10,68/ 13,89	8,227/ 8,44	19,25 5/ 64,7	323,94/ 1908	80,13/ 169,7	5,69/ 13,8

O₂^{*} - средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.

В течение года содержание минерального фосфора изменялось от 1,6 до 12,3 мкг/дм³ (табл. 3.5). Для прибрежной акватории г. Анапа среднегодовая концентрация неорганического фосфора увеличилась в 3,4 раза в сравнении с прошлым годом (рис. 3.14). Для других районов северной части Кавказского побережья среднегодовая концентрация фосфатов также оказалась выше прошлогодней. Концентрация P-PO₄ в районе Туапсе увеличилась почти в 2,2 раза, с 2,8 до 6,2. В акватории Новороссийска увеличилась с 1,6 до 5,2, и в районе Геленджика с 1,8 до 6,8 мкг/дм³. Предыдущие два года показывали существенное снижение уровня содержания минерального фосфора в прибрежных водах Кавказа, однако в 2022 г. его содержание вновь возросло.

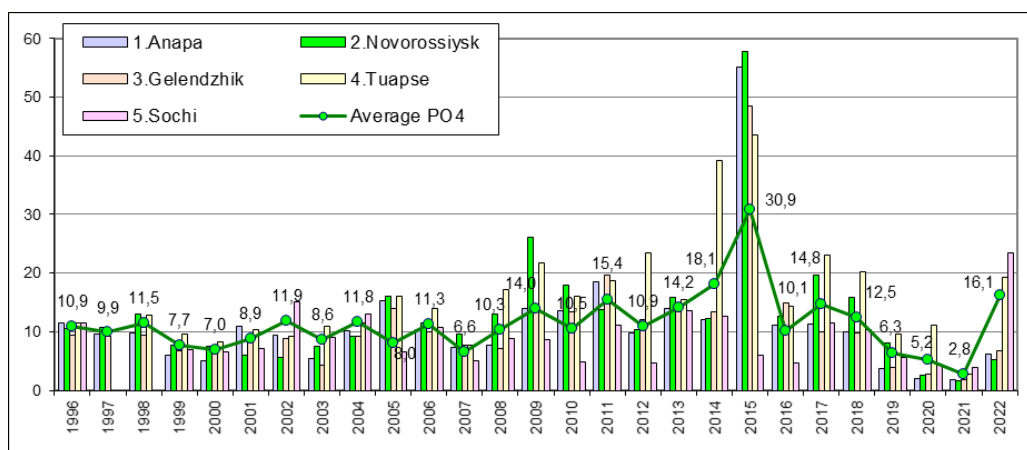


Рис. 3.14. Средняя концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996-2022 гг.

Максимальная концентрация фосфатов в водах района по сравнению с прошлым годом возросла и составила 0,25 ПДК. Концентрация фосфатов в прибрежной акватории Геленджика также не превышала норматив, однако относительно прошлогоднего значения увеличилась с 3,6 до 9,8 мкг/дм³. Также повышение величин концентрации фосфатов наблюдается в прибрежных районах Новороссийска и Туапсе, с 12,4 до 49,2 и 4,4 до 6,5 соответственно. Наблюдения за многолетней динамикой показывают практически экспоненциальный рост максимального содержания минерального фосфора на Кавказском побережье Черного моря за последние десять лет (рис. 3.15). С 2019 г. фиксируется уменьшение концентрации в северной части побережья, однако в последний год значения значительно выросли. Содержание других биогенных элементов было в пределах естественных межгодовых изменений. Концентрация кремния варьировала от 45,3 в июне до 357 в апреле. Содержание аммонийного азота менялось в промежутке от 33 в августе до 158 в апреле. Величина содержания нитритного азота находилась в диапазоне 0,8-11,7, в среднем составляла 4,38 мкг/дм³ (0,18 ПДК).

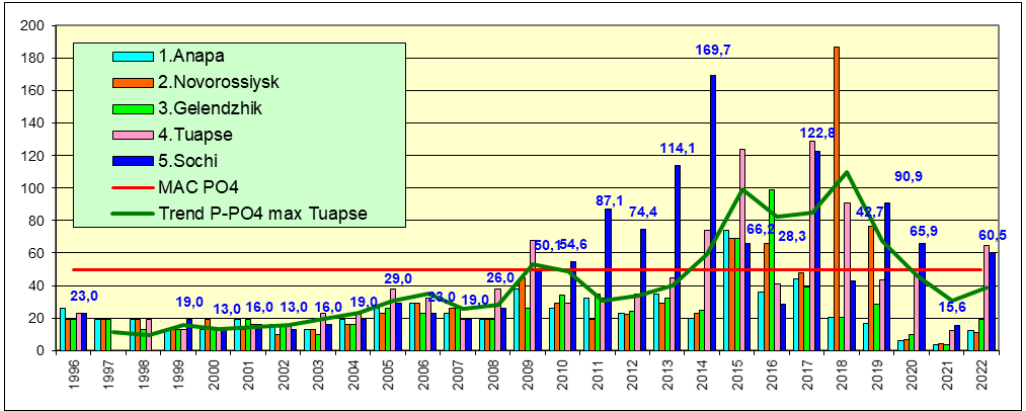


Рис. 3.15. Максимальная концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996-2022 гг.

Нефтяные углеводороды в водах вблизи Анапы были обнаружены в половине проанализированных проб. Норматив был превышен только в одной пробе (1,3 ПДК). Среднегодовая величина уменьшилась в 2 раза по сравнению с предыдущим годом с 0,034 до 0,017 мг/дм³ (рис. 3.16). За длительный период времени наблюдается незначительный тренд на снижение содержания НУ в водах побережья при значительной вариабельности двух-трехлетних периодов повышенной и пониженной концентрации ингредиента. В четырех отобранных пробах содержание ртути было ниже предела обнаружения. Во всех пробах содержание в воде пестицидов α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ оказалось ниже предела обнаружения (0,002–0,02 нг/дм³).

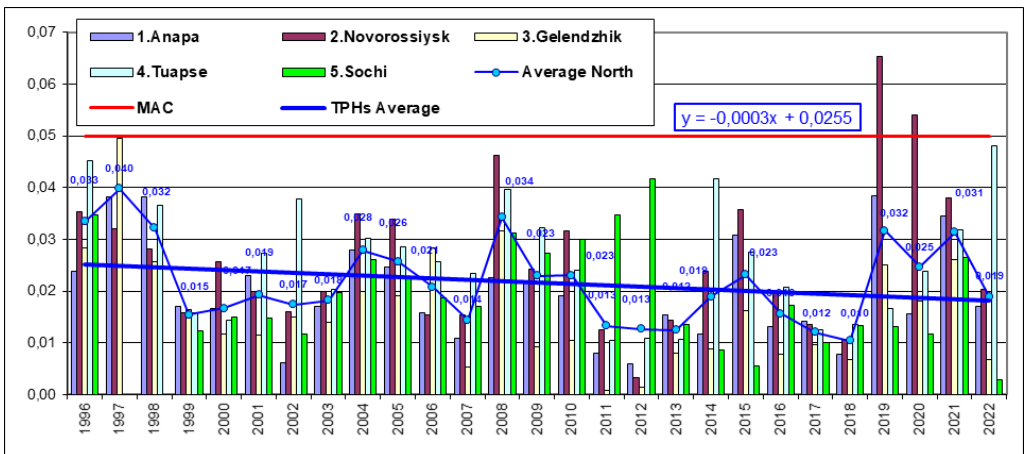


Рис. 3.16. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2022 гг. Сокращения: Average North – средняя величина в северной части Кавказского побережья; MAC – предельно допустимая концентрация; Trend Average North – тренд концентрации НУ в северной части побережья.

Кислородный режим соответствовал пределам нормы, дефицит растворенного кислорода не наблюдался ни в одной пробе. Средняя концентрация кислорода составила 8,85, изменяясь в диапазоне 7,53-10,46 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 91-136% насыщения, среднее значение превышало прошлогоднее и последних пяти лет за исключением 2020 г. (2018 – 85,63%, 2019 – 107,19%, 2020 – 112,30%, 2021 – 109,40%, 2022 – 110,07%). Значение индекса загрязненности вод ИЗВ по сравнению с прошлым годом снизилось с 0,68 до 0,63, что так же соответствует II классу, «чистые» (табл. 3.9). В расчет индекса вошла средняя концентрация нефтяных углеводородов, железа, органического вещества и кислорода.

Новороссийск. В 2022 году в Цемесской бухте было проведено исследования на 5 станциях, на глубинах от 2 м до 7 м. За год было взято 15 проб из поверхностного слоя. Температура воды варьировала от 10,1°C до 27,1°C, со средней величиной 18,0°C. Уровень солености колебался в диапазоне от 17,63 до 18,68 ‰, со среднегодовым значением 18 ‰, что превышает прошлогоднее значение на 0,3 ‰. Самая низкая соленость была зарегистрирована в августе, а наивысшая в апреле. Показатель pH колебался в пределах 8,2-8,42 и в среднем составил 8,32 pH. Общая щелочность (3,24–3,69 мг-экв/дм³) была в пределах типичной сезонной и межгодовой изменчивости. Содержание минерального фосфора варьировало от нулевого значения до 11,2 мкг/дм³, со средним значением 5,19 мкг/дм³, что в 3 раза выше, чем в прошлом году. Кислородный режим соответствовал норме, случаев насыщения менее 70% не зафиксировано. В трех пробах значения БПК₅ в среднем составили 0,73 ПДК, а максимальное – 0,81 ПДК. Эти данные свидетельствуют о росте концентраций, в сравнении с прошлым годом.

Содержание аммонийного азота в области исследования колебалось в пределах от 21 мкг/дм³ до 150,00 мкг/дм³, минимальное значение обнаружено в июне. В сравнении с предыдущим годом, среднее значение в 2021 году уменьшилось с 121,54 мкг/дм³ до 91,09 мкг/дм³, так же, как и максимальное, с 157 мкг/дм³ до 150 мкг/дм³ (см. рисунок 3.16). В исследуемом году наименьшие значения среднего содержания аммония наблюдается в районе Туапсе и Цемесской бухты, однако все еще выше, чем в районе Адлера и Сочи.

Среднее содержание фосфатов в районе Новороссийска увеличилось почти в 3,5 раза по сравнению с предыдущим годом, с 1,55 мкг/дм³ до 5,19 мкг/дм³, а максимальное изменялось в диапазоне 4,40-11,2 мкг/дм³. Концентрация силикатов возросла с предыдущего года практически в 2 раза, максимальное значение в 2021 г. – 196 мкг/дм³, а в 2022 – 361 мкг/дм³.

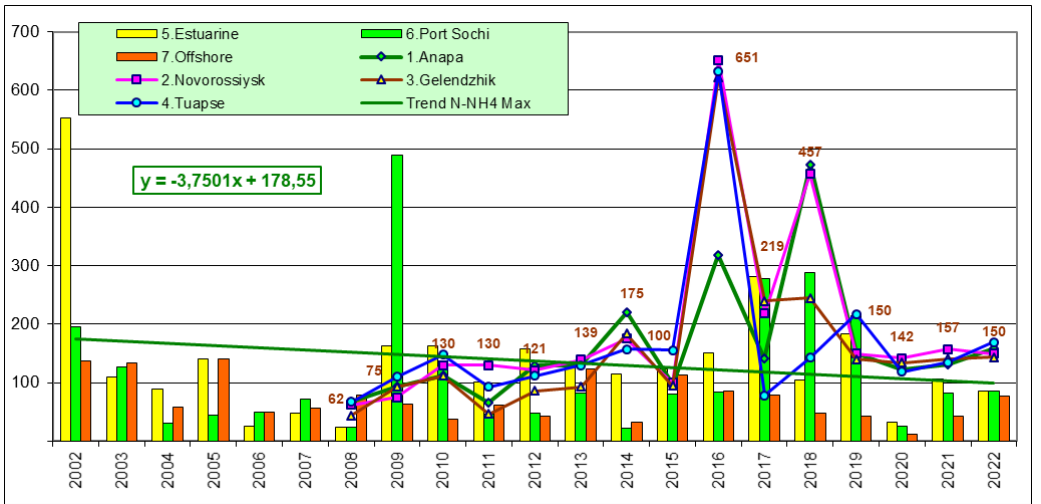
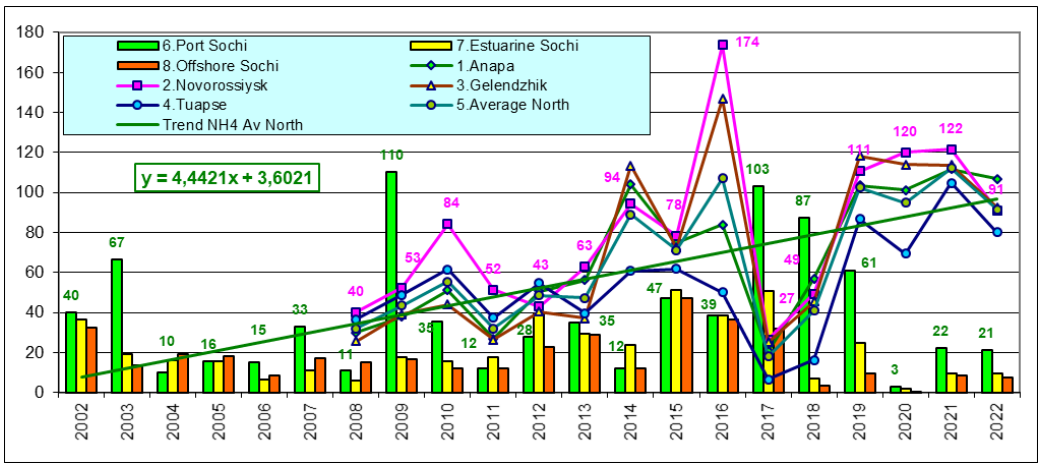


Рис. 3.17. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 2002–2022 гг.

Нефтяные углеводороды были обнаружены в 7 пробах из 15, загрязнение в сравнении с прошлым годом снизилось, средняя концентрация составила 0,41 ПДК, а максимальная - 1,24 ПДК, что на 0,12 меньше прошлогоднего значения. Содержание железа исследовалось в 3 пробах, среднее значение концентрации уменьшилось с 38,25 мкг/дм³ до 35 мкг/дм³ (с 0,77 ПДК до 0,7 ПДК). Загрязнение ртутью увеличилось в сравнении с двумя предыдущими годами (2020, 2021), с 0,11 ПДК до 0,21 ПДК.

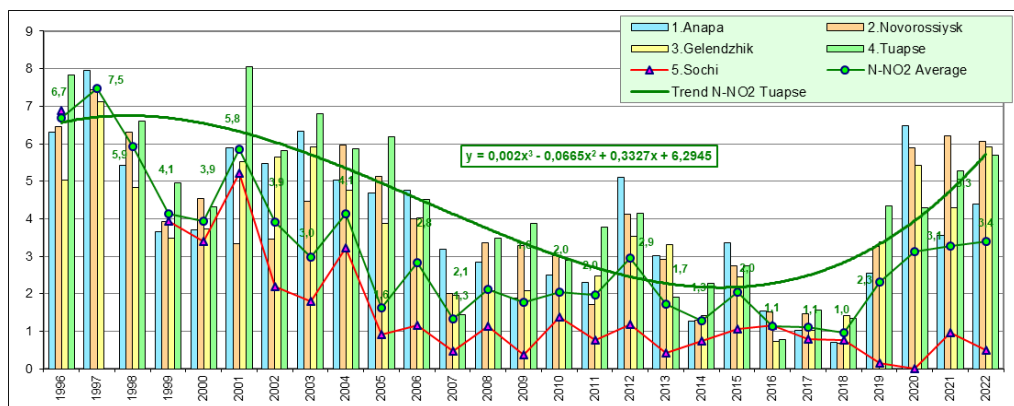
Кислородный режим находился в пределах нормы, ни одна проба не зафиксировала дефицит. Относительно прошлого года содержание растворенного кислорода было выше, чем в прошлом. По индексу загрязненности вод (ИЗВ=0,62) район можно отнести ко II классу – «чистые». Значение индекса с прошлого года уменьшилось. Расчет

производился с использованием средних концентраций железа, нефтяных углеводородов, органического вещества и кислорода.

Геленджик. Исследования 2022 года проводились на 6 станциях, с изменением глубин от 3 м до 9 м. Всего было отобрано 18 проб из приповерхностного слоя в период с апреля по август. Температура изменялась от 10°C в апреле до 28°C в июне. Максимальная соленость зафиксирована в апреле (18,28 ‰), минимальная в августе (17,23‰), среднее значение составило 17,67 ‰. Значение водородного показателя варьировало от 8,23 до 8,42 ед. рН, среднее равнялось 8,3 ед. рН. Щелочность менялась от 3,26 до 3,853 мг-экв/дм³. Три пробы с морской глубокой станции отразили содержание БПК₅, изменяющееся от 1,38 до 1,78 мг/л, среднее и максимальное значение в сравнении с прошлым годом увеличилось, с 0,7 ПДК до 0,77 ПДК и с 0,84 ПДК до 0,85 ПДК соответственно.

Значения содержания аммонийного азота, средние и максимальные, практически не изменились с прошлого года, среднее значение уменьшилось с 0,05 ПДК до 0,04 ПДК, максимальное осталось на том же уровне. По сравнению с 2020 и 2021 гг. средние и максимальные значения содержания нитритов выросли, и составили 0,25 ПДК и 0,51 ПДК соответственно. В районах Кавказского побережья средние значения нитритов выросли в сравнении с прошлым годом, несмотря на заметный спад в 2021 г, что подтверждает 3-5-летнюю периодичность высоких и низких значений.

В последние 3 года наблюдалось снижение содержания фосфатов в водах бухты по средним и максимальным значениям, но в 2022 году зафиксирован их рост, среднее значение увеличилось в 3,5 раза и составило 0,14 ПДК, а максимальное в 5,6 раз и равно 0,39 ПДК. Содержание силикатов в максимальных значениях изменилось несильно, с 200 мкг/дм³ до 203,7 мкг/дм³, но максимальное значение сильно выросло с 200 мкг/дм³ до 360 мкг/дм³.



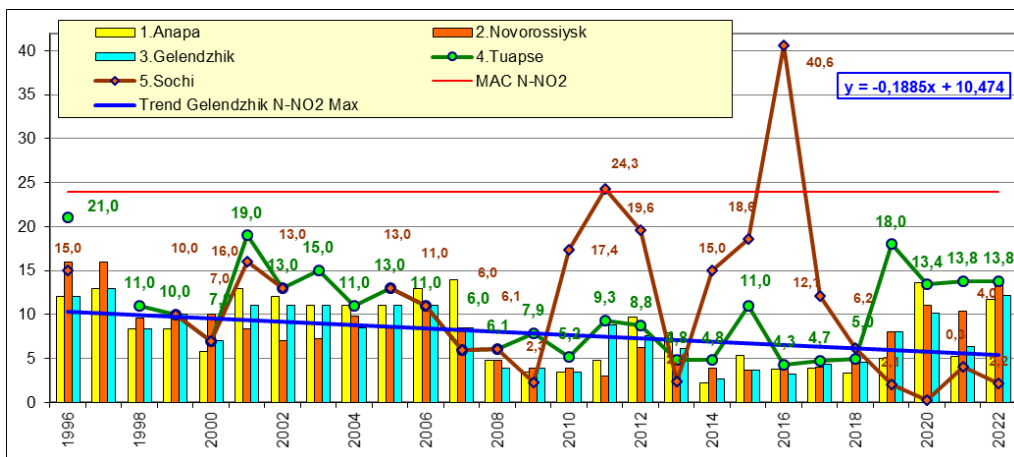


Рис. 3.18. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нитритного азота N-NO₂ (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2022 гг.

Загрязнение нефтяными углеводородами сократилось в 3,6 раз по средним значениям и составило 0,14 ПДК, а максимальное составило 0,7 ПДК. Исследования на содержание и ртути в 2022 году показали, что среднее содержание ртути снизилось с 0,12 ПДК до 0,11 ПДК, при этом максимальное значение оказалось выше чем прошлогоднее, 2021 г. – 0,15 ПДК, 2022- 0,17 ПДК. Ртуть была отмечена в 3 пробах из 18. Значения показателей железа среднее и максимально составили соответственно – 0,78 ПДК и 0,94 ПДК, оказавшись выше значений прошлого года.

Кислородный режим находился в пределах нормы, дефицита растворенного кислорода не наблюдалось ни в одной пробе. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было выше, чем в прошлом году, почти на таком же уровне, как в 2020 г. – 112,5%. Индекс загрязненности вод (ИЗВ=0,61) незначительно снизилось по сравнению с прошлым годом. Показатель загрязненности соответствует II классу, «чистые». В расчете использовались средние значения концентрации железа, нефтяных углеводородов, легко окисляемого органического вещества по БПК5 и кислорода.

Туапсе. В 2022 году наблюдения проводились на 7 станциях, всего был проведен анализ 57 проб в период с января по декабрь. Температура в этот период изменялась от 8,3°C до 27,1°C, минимальное и максимальное значение зафиксировано в марте и июне соответственно. Соленость варьировалась от 11,71‰ до 18,55‰. Значения общей щелочности изменялись от 2,377 до 3,497 мг-экв/дм³, значения pH от 7,964 до 8,44 ед. pH. Кислородный режим находился в пределах нормы, наименьшее значение – 6,59 мг/дм³. Содержание органического вещества по БПК5 в трех исследуемых пробах не превышало ПДК, максимальное значение не изменилось с прошлого года и составило 0,85 ПДК, а среднее выросло с 0,71 ПДК до 0,75 ПДК. В течение последних лет содержание аммонийного азота остается на низком уровне, не превышая ПДК для вод

с большой соленостью, среднее значение снизилось до 0,04 ПДК, а максимальное возросло до 0,08 ПДК. Содержание нитритов, как и в прошлом году, среднее значение увеличилось с 0,22 ПДК до 0,24 ПДК, а максимальное осталось на прошлогоднем уровне. Концентрация фосфатов в сравнении с двумя предыдущими годами заметно возросла, максимальное значение было зафиксировано в мае, равняется 1,29 ПДК, среднее – 0,39 ПДК. Содержание силикатов в сравнении с прошлым годом увеличилось.

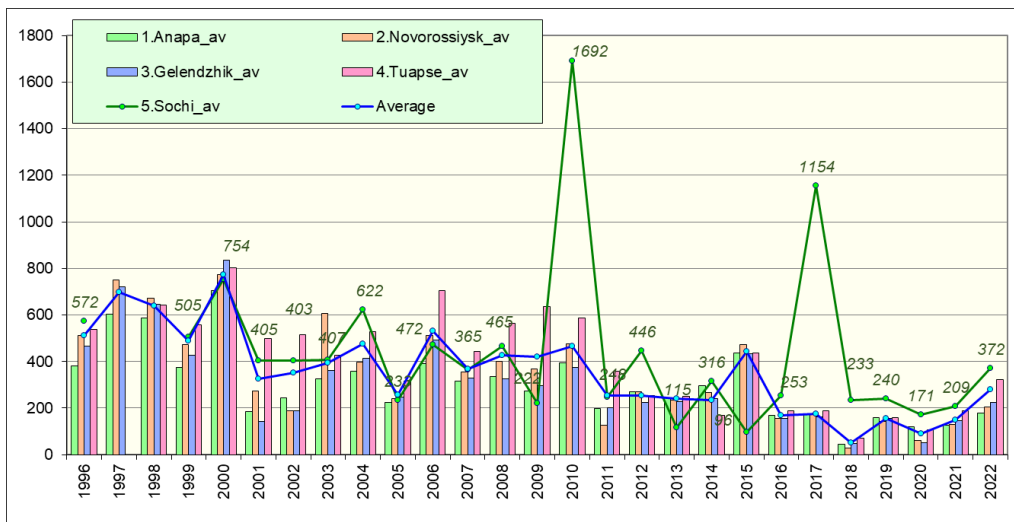


Рис. 3.19. Средняя концентрация кремния ($\mu\text{г}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996-2022 гг.

Уровень загрязнения нефтяными углеводородами морских вод в районе Туапсе многократно вырос, сравнении с прошлым годом. Максимальное значение было зафиксировано в феврале и по сравнению с прошлым годом увеличилось в 6,5 раз, составило 13,4 ПДК, а среднее 0,69 ПДК. На проверку содержания железа было взято 3 пробы из поверхностного слоя на глубоководной станции, среднее значение осталось на том же уровне, что и в прошлом – 0,71 ПДК, а максимальное незначительно увеличилось до 0,86 ПДК. Средняя и максимальная концентрация ртути увечилась относительно 2021 года, и составила соответственно – 0,13 ПДК и 0,29 ПДК.

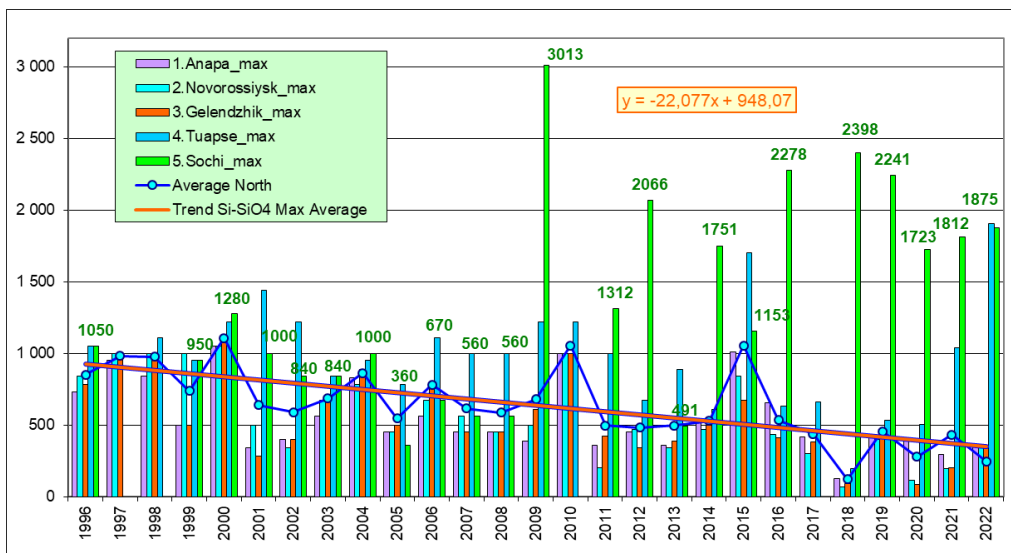


Рис. 3.20. Максимальная концентрация кремния (мкг/дм^3) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996-2022 гг. Экстремальные значения 2010 и 2017 гг. в районе Адлер-Сочи – 11264 и 9540 мкг/дм^3 соответственно, вынесены за рамки рисунка.

Индекс загрязненности вод для района Туапсе равен 0,75, что позволяет его еще отнести к классу «чистые», однако это значение является пограничным с классом «умеренно загрязненные». В расчете использовались средние значения концентрации железа, нефтяных углеводородов, легко окисляемого органического вещества по БПК₅ и кислорода.

Таблица 3.5. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах Черного моря в районе между Анапой и Туапсе в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Анапа (24 пробы)	НУ	0,016	0,31	0,034	0,69	0,017	0,34
		0,093	1,86	0,096	1,92	0,064	1,28
	Аммонийный азот N-NH ₄	101,34	0,04	111,71	0,05	106,79	0,05
		122,00	0,05	131,00	0,06	158	0,07
	Нитритный азот N-NO ₂	6,49	0,27	3,56	0,15	4,40	0,18
		13,6	0,57	5,20	0,22	11,7	0,49
	Фосфатный фосфор P-PO ₄	2,00	0,04	1,80	0,04	6,10	0,12
		5,90	0,12	3,60	0,07	12,3	0,25
	Железо			35,50	0,71	38,00	0,76
				42,00	0,84	44,00	0,88
Ртуть Hg	0		0,013	0,13	0,0118	0,12	

		0		0,016	0,16	0,0260	0,26	
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³			1,45	0,69	1,58	0,75	
				1,73	0,82	1,94	0,92	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,49		9,36		8,86		
		7,77		7,10		7,53		
	% насыщения	112,30		109,4		110,1		
		100,00		91,00		91		
	Новоросийск (15 проб)	НУ	0,054	1,08	0,038	0,76	0,020	0,41
			0,149	2,98	0,068	1,36	0,062	1,24
		Аммонийный азот N-NH ₄	120,14	0,05	121,54	0,05	91,09	0,04
142,00			0,06	157,00	0,07	150	0,07	
Нитритный азот N-NO ₂		5,89	0,25	6,22	0,26	6,05	0,25	
		11,1	0,46	10,40	0,43	13,8	0,58	
Фосфатный фосфор P-PO ₄		2,65	0,05	1,55	0,03	5,19	0,10	
		6,50	0,13	4,40	0,09	11,2	0,22	
Железо				38,25	0,77	35,00	0,70	
				46,00	0,92	43,00	0,86	
Ртуть Hg		0,003	0,03	0,003	0,03	0,0113	0,11	
		0,01	0,10	0,011	0,11	0,0210	0,21	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³				1,45	0,69	1,53	0,73	
				1,69	0,80	1,7	0,81	
Кислород мгО ₂ /дм ³		9,18		9,24		9,49		
		7,89		7,73		8,07		
% насыщения		108,06		110,2		115,3		
		85,00		100,00		93		
Геленджик (18 проб)		НУ	0,018	0,36	0,026	0,52	0,007	0,14
			0,076	1,52	0,051	1,02	0,035	0,70
	Аммонийный азот N-NH ₄	114,10	0,05	113,62	0,05	92,69	0,04	
		134,00	0,06	141,00	0,06	144	0,06	
	Нитритный азот N-NO ₂	5,43	0,23	4,29	0,18	5,92	0,25	
		10,2	0,43	6,40	0,27	12,2	0,51	
	Фосфатный фосфор P-PO ₄	2,83	0,06	1,80	0,04	6,78	0,14	
		9,80	0,20	3,60	0,07	19,4	0,39	
	Железо			33,75	0,68	39,00	0,78	
				41,00	0,82	47,00	0,94	
	Ртуть Hg	0,006	0,06	0,012	0,12	0,0107	0,11	
		0,014	0,14	0,015	0,15	0,0170	0,17	
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³			1,48	0,70	1,61	0,77	
				1,76	0,84	1,78	0,85	
	Кислород	9,28		9,05		9,21		

	мгО ₂ /дм ³	7,86		7,50		7,52	
	% насыщения	112,60		108,8		112,5	
Туапсе (57 проб)	НУ	0,024	0,48	0,032	0,64	0,048	0,96
		0,122	2,44	0,102	2,04	0,67	13,40
	СПАВ	11	0,11			3	0,03
		210	2,10			170	1,70
	Аммонийный азот N-NH ₄	69,39	0,03	104,86	0,05	80,13	0,04
		119,00	0,05	135,00	0,06	169,7	0,08
	Нитритный азот N-NO ₂	4,30	0,18	5,27	0,22	5,69	0,24
		13,4	0,56	13,80	0,58	13,8	0,58
	Фосфатный фосфор P-PO ₄	11,04	0,22	2,80	0,06	19,25	0,39
		49,20	0,98	12,40	0,25	64,7	1,29
	Железо			35,25	0,71	35,67	0,71
				42,00	0,84	43,00	0,86
	Ртуть Hg	0,014	0,14	0,012	0,12	0,0134	0,13
		0,025	0,25	0,025	0,25	0,0290	0,29
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³			1,49	0,71	1,58	0,75
				1,78	0,85	1,78	0,85
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,78		9,15		10,70	
		6,94		7,12		6,59	
	% насыщения	102,17		109,5		123,5	
		69,00		94,00		91	

Район Сочи-Адлер. В 2022 г. Лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды (ЛМЗС) специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (СЦГМС ЧАМ, г. Сочи) в прибрежной зоне между эстуариями рек Мзымта и Сочи были проведены 4 гидрохимические съемки 15 марта, 17 мая, 6 июля и 13 октября. Наблюдения проводились с борта арендованного маломерного судна по 23 показателям (гидрология и стандартная гидрохимия 11, биогенные элементы 7, ТМ 3, НУ, СПАВ) на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 3.21). В районе г. Сочи одна станция находится в центральной части акватории порта (I), вторая в устье реки Сочи и загрязняется ее стоком (II), третья расположена на траверзе реки, но удалена от берега на 2 морские мили и поэтому может считаться условно чистой зоной (III). Южнее две прибрежные станции в устье ручья Малый (IV) и устье реки Хоста (V) позволяют контролировать загрязнение прибрежной зоны, а фоновой служит станция в 2 милях от берега на траверзе устья р. Хоста (VI). В районе Адлера одна станция (VII) также расположена на мелководье (глубина 7 м) немного южнее устья реки

Мзымта, а вторая (VIII) в 2 милях от берега в условно чистой зоне (глубина 370 м).

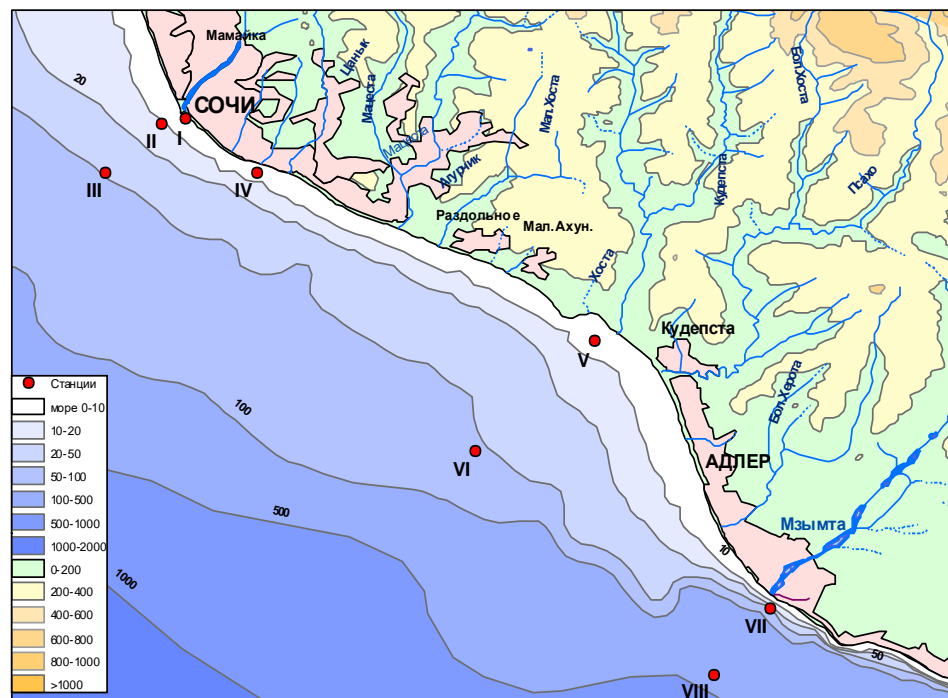


Рис. 3.21. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2022 г. Станция VIII расположена на траверсе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях – со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 25 и 50 м. Максимальная глубина отбора проб составила 58 м. В комплекс гидрохимических наблюдений вошло определение следующих параметров: температура, соленость, хлорность, щелочность, рН, окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, концентрация взвешенных веществ, растворенного в воде кислорода, аммонийного, нитритного, нитратного и общего азота, фосфатов и общего фосфора, силикатов. На борту судна производилась экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение металлов – свинца, ртути, железа. Последующий химический анализ отобранных проб проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2022 г. было отобрано 88 проб воды: в районе Адлера - 24 пробы, у Хосты (24) и Сочи (40); было выполнено 816 анализов.

Диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров составили: температура 8,6-25,0⁰С; соленость 14,00-19,67‰, в среднем 17,92‰, значения ниже 15‰ были отмечены в двух пробах на

траверзе устья р. Мзымта в мае; pH 7,01-8,67/8,16; щелочность 2,141-3,469/3,059 мг-экв/дм³; фосфаты P-PO₄ 0-60,5/23,5 мкг/дм³; силикаты 12-1875/278 мкг/дм³; аммонийный азот N-NH₄ 0-85,6/10,3 мкг/дм³; нитритный азот N-NO₂ 0-2,22/0,51 мкг/дм³; нитратный азот N-NO₃ 0-111,3/10,6 мкг/дм³ (табл.3.6). Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 6,1-10,3 мгО₂/дм³, в среднем 8,3 мгО₂/дм³. Пониженная концентрация менее 7,00 мгО₂/дм³ в восьми пробах отмечена как на поверхности, так и в более глубоких водах на станциях в районе влияния речного стока, а также в придонном слое в порту Сочи. Гидрохимические параметры и содержание биогенных элементов находилось в пределах изменчивости последних лет (рис. 3.14-3.20).

Таблица 3.6. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2022 г.

Район	S, %	Alk	O ₂ *	pH	Ptotal	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Ntotal
порт Сочи	17,85/	3,089/	8,28/	8/	17,1/	17,2/	158/	21,4/	0,8/	8,4/	98/
	18,55	3,469	6,82	8,53	49,6	46,9	279	85,6	2,2	21,2	198
Эстуар ии рек	17,555/	2,998/	8,18/	8,2/	13,3/	23,7/	338/	9,4/	0,4/	12/	91/
	18,59	3,469	6,1	8,67	35,4	57,5	1875	85,6	1,8	111,3	255
Откры тые воды	18,18/	3,094/	8,3/	8,16/	14/	25,3/	237/	7,8/	0,5/	9,4/	68/
	19,67	3,469	6,2	8,66	43	60,5	752	77,5	1,9	70,5	164
Сумма рно район	17,923/	3,059/	8,25/	8,16/	14,1/	23,5/	278/	10,3/	0,5/	10,6/	83/
	19,67	3,469	6,1	8,67	49,6	60,5	1875	85,6	2,2	111,3	255

Alk – мг-экв/дм³; O₂ – мгО₂/дм³; биогенные элементы – мкг/дм³.

O₂* – средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.

Загрязнение морских вод **нефтяными углеводородами** в районе Адлер-Сочи по сравнению с двумя предыдущими годами снизилось по среднему и максимальному значениям до 0,06 ПДК и 1,34 ПДК соответственно (рис. 3.16, табл. 3.7). В 59 пробах из 64 проанализированных концентрация НУ была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Повышенное значение более 50 мкг/дм³ было зафиксировано в 1 поверхностной пробе, отобранной 17 мая в 2 милях от устья р. Мзымта. Содержание СПАВ в водах района значительно сократилось, по сравнению с прошлым годом. Ниже аналитического нуля их концентрация была в 53 пробах из 64 обработанных (DL=0,050 мг/дм³), средняя 0,017 (0,17 ПДК), а максимум составил 0,18 мкг/дм³ (1,8 ПДК). Присутствие легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало от 0,1 до 3,6 мгО₂/дм³ (1,7 ПДК); в среднем 1,4 мгО₂/дм³. Количество органических веществ было равно или выше норматива в 15 пробах из 64, а наибольшее значение зафиксировано на траверзе устья р. Мзымта в двух милях от

берега. Концентрация твердых взвешенных частиц в воде была в пределах 0,0-9,0 мг/дм³, в среднем 2,0 мг/дм³. Содержание частиц не превышало норматива ни в одной из проанализированных проб.

Содержание растворенной в воде ртути было ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³) во всех пробах. Концентрация свинца была ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³) в 15 пробах из 64, максимальное значение свинца разово превысило норматив (11,7 мкг/дм³, 1,2 ПДК, придонный слой в устье р. Хоста), в среднем содержание свинца составило 2,97 мкг/дм³. В период до 2016 г. и средние, и экстремальные значения увеличивались, однако в последние годы было отмечено резкое снижение средней концентрации этого металла. Экстремально высокие значения существенно варьируют год от года (рис. 3.22). Во всех проанализированных пробах, содержание железа было выше аналитического нуля. Диапазон изменения составил 3,0-217,0 мкг/дм³, среднее 24,8 мкг/дм³. В последнее десятилетие и максимальная, и особенно средняя концентрация этого металла были значительно ниже ПДК.

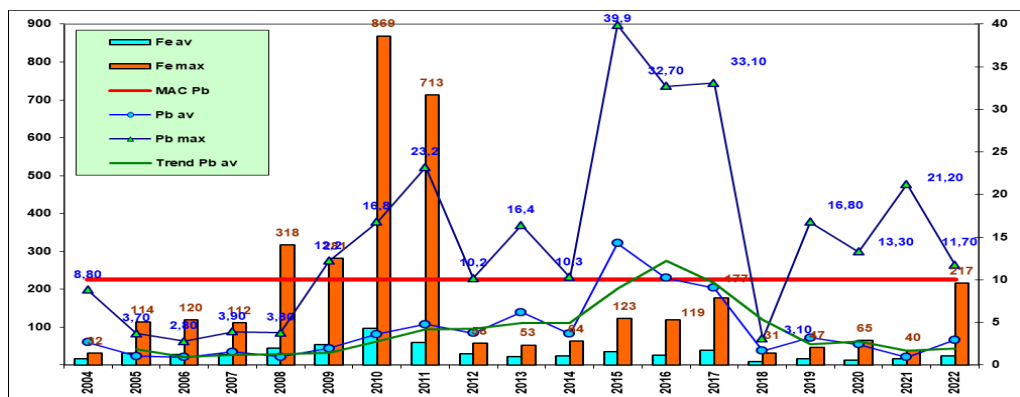


Рис. 3.22. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003-2022 гг. Сокращения: Fe av – средняя концентрация железа; Fe max – максимальная концентрация железа; MAC Pb – ПДК свинца; Pb av – средняя концентрация свинца; Pb max – максимальная концентрация свинца; Trend Pb av – тренд средней концентрации свинца.

Таблица 3.7. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах акватории Черного моря в районе Сочи-Адлер в 2019-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Сочи - Адлер (88 проб)	НУ	0,012	0,23	0,0265	0,53	0,003	0,06
		0,077	1,54	0,212	4,24	0,067	1,34
	СПАВ	0		0,132	1,32	0,0170	0,17
		0		0,48	4,8	0,180	1,80
	Аммонийный азот*	1,69	<0,01	10,88	<0,01	10,3	<0,01

N-NH ₄	32,78	0,01	106,28	0,05	85,6	0,04
Нитритный азот	0,01	<0,01	0,96	0,04	0,5	0,02
N-NO ₂	0,27	0,01	4,03	0,17	2,22	0,09
Фосфаты	4,28	0,09	3,83	0,08	23,51	0,47
P-PO ₄	65,86	1,35	15,58	0,31	60,47	1,21
Железо Fe	12,1	0,24	17,5	0,35	24,8	0,50
	65,3	1,31	40	0,8	217	4,34
Свинец Pb	2,42	0,24	0,91	0,09	2,97	0,30
	13,3	1,33	21,2	2,12	11,7	1,17
БПК ₅	1,27	0,6	1,88	0,9	1,4	0,65
мгО ₂ /дм ³	4,2	2	4,6	2,19	3,6	1,71
Взвешенные	0,83	0,08	1,93	0,19	1,99	0,20
вещества	7,5	0,75	35	3,5	9	0,90
Кислород	7,37		7,92		8,3	
мгО ₂ /дм ³	4,8	0,8	6,1		6,1	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фосфатов, аммонийного и нитритного азота, АПАВ, железа и свинца в мкг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Аммонийный азот* - использовано значение ПДК в пересчете на азот (2256 мкгN/дм³).

Таблица 3.8. Оценка качества вод Кавказского побережья Черного моря в 2019-2022 гг.

Районы и подрайоны	2020 г.*		2021 г.		2022 г.		Среднее значение ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. Анапа	0,32	II	0,68	II	0,63	II	Fe 0,76; БПК ₅ 0,75; НУ 0,34; О ₂ 0,68
2. Новороссийск	0,5 1	II	0,72	II	0,62	II	БПК ₅ 0,73; Fe 0,7; НУ 0,41; О ₂ 0,63
3. Геленджик	0,3 2	II	0,64	II	0,61	II	Fe 0,78; БПК ₅ 0,77; NO ₂ 0,25; О ₂ 0,65
4. Туапсе	0,3 9	II	0,68	II	0,75	II	НУ 0,96; БПК ₅ 0,75; Fe 0,71; О ₂ 0,56
5. Район Сочи – Адлер	0,48	II	0,88	III	0,59	II	БПК ₅ 0,65; Fe 0,5; PO ₄ 0,47; О ₂ 0,73
5.1. Акватория порта Сочи	0,54	II	0,95	III	0,80	III	Fe 1,25; БПК ₅ 0,88; PO ₄ 0,34; О ₂ 0,72
5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,49	II	0,84	III	0,57	II	БПК ₅ 0,63; PO ₄ 0,47; Fe 0,44; О ₂ 0,73
5.3. Открытое	0,45	II	0,91	III	0,54	II	БПК ₅ 0,59; PO ₄ 0,51;

море							Fe 0,33; O ₂ 0,72
------	--	--	--	--	--	--	------------------------------

* Небольшие изменения значений индекса ИЗВ в предыдущие годы связано с выбраковкой отдельных недостоверных данных.

Выводы

Воды района Адлер-Сочи

В 2022 г. в прибрежных водах Большого Сочи между эстуариями рек Мзымта и Сочи средняя годовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальные значения превышали норматив для нефтяных углеводородов, СПАВ, определяемых по БПК₅ легко окисляемых органических веществ, железа и свинца. Как и в предыдущие годы, индекс комплексности загрязненности вод всей акватории от Мзымты до Сочи был высоким: 5 параметров (НУ, СПАВ, БПК₅, Рв и ВВ) из 12 нормируемых превышали ПДК (50,0%). Воды района характеризуются неустойчивым (10-30%) загрязнением по органическим веществам (23,4%), единичным (менее 10%) загрязнением по нефтяным углеводородам (1,6%), железу (6,3%), детергентам (6,3%) и свинцу (1,6%), а также единичной повторяемостью превышения ПДК по свинцу. Уровень кратности превышения ПДК максимальным значением для НУ, СПАВ, свинца и органических веществ был средним (2,12-4,80). Как и в предыдущие годы, растворенная ртуть в водах района выявлена не была. Кислородный режим прибрежных вод района между устьями рек Мзымта и Сочи был в пределах нормы. Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 6,1-10,3 мгО₂/дм³, в среднем 8,25 мгО₂/дм³. Пониженная концентрация менее 7,00 мгО₂/дм³ в восьми пробах отмечена как на поверхности, так и в более глубоких водах на станциях в районе влияния речного стока, а также в придонном слое в порту Сочи. Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ (0,59), рассчитанный в целом для всей акватории морских вод Большого Сочи по средней концентрации БПК₅, НУ, минерального фосфора и кислорода существенно снизился по сравнению с прошлым годом (рис.3.23). Рост индекса связан со значительным снижением содержания органических ЗВ. В последние несколько лет отмечается снижение содержания в водах акватории тяжелых металлов. Уровень загрязнения эстуарного района и открытого моря был примерно одинаковым "чистые", а воды района порта Сочи оценивается как "умеренно загрязненные". В многолетней динамике состояние вод района Адлер-Сочи оценивается как стабильное.

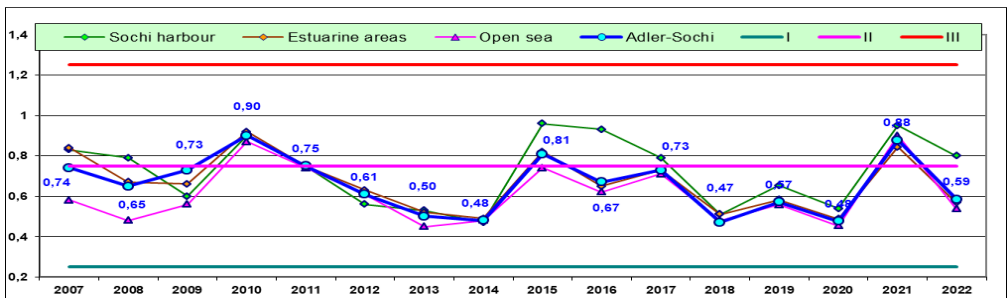


Рис. 3.23. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2007-2022 гг.

Глава 4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Ипатова С.В., Аляутдинов А.Р., Долгова А.О.

4.1. Общая характеристика

Физико-географическое описание. Балтийское море относится к бассейну Атлантического океана и является крупнейшим материковым морем севера Европы. Площадь Балтийского моря составляет 422,6 тыс.км², объем 20080 км³. На западе граница Балтийского моря проходит по линии мыс Скаген — юго-западная оконечность о. Черн. Связь Балтийского моря с Северным осуществляется через Датские проливы, которые включают проливы Малый Бельт (наименьшая ширина 0,5 км), Большой Бельт (3,7 км), Эресунн или Зунд (10,5 км), Каттегат (60 км) и Скагеррак (110 км). Вследствие мелководности проливов (глубина на порогах 7–18 м) затрудненный водообмен между Балтийским и Северным морями играет важнейшую роль в формировании природных особенностей Балтийского моря. Средняя глубина моря 48 м, максимальная 459 м. Преобладают глубины до 50 м, на долю которых приходится 60% площади моря, на долю глубин более 200 м — около 0,3%. Балтийское море имеет очень длинную изрезанную береговую линию (22,0 тыс.км), что обусловлено наличием многочисленных заливов и островов, особенно в северной его части. Общее количество островов составляет несколько тысяч, но большинство из них очень мелкие (Гидрометеорология, 1992).

4.2. Мониторинг восточной части Финского залива и Невской губы

В 2022 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург) на 40 станциях сети ГСН. На акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) до устья реки Невы на акватории Морского Торгового Порты (МТП) на 1 станции в течение всего года, в открытой части губы на 17 станциях в течение всего года, в районе пос. Ольгино на 1 станции рядом с выходом сбросовой трубы Северной станции аэрации в период (февраль-октябрь), в южном курортном районе губы на 3 станциях ежемесячно (май-октябрь); в северном курортном районе на 1 станции (май-октябрь), (рис. 4.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС отбор проб был выполнен в курортном районе мелководной части Финского залива на 2 станциях, в мелководной зоне на 6 станциях, в Лужской и Копорской губе на 4 станциях, в глубоководном районе в апреле и в августе на 5 станциях (рис. 4.1). Все работы проводились в мае, июле и сентябре.



Рис. 4.1. Схема расположения станций мониторинга морской среды в Невской губе.

Качество воды определялось по показателям: соленость, рН, щелочность, кислород (абсолютная концентрация и % насыщения вод), содержание органических веществ по БПК₅, фосфор фосфатный и общий, кремний, азот нитритный, нитратный, аммонийный и общий, тяжелые металлы (Pb, Cu, Cd, Mn, Zn, Ni, Co, Cr, Hg, Fe и Al), нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ и хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ. Наблюдения в навигационный период с мая по октябрь осуществлялись с использованием маломерного экспедиционного судна, в зимний период (феврале) со льда, на курортных станциях – с берега.

Учитывая в основном пресноводный характер Невской губы при оценке качества вод были использованы значения ПДК для поверхностных вод суши, а для районов залива за пределами КЗС значения ПДК для морских вод. Различия между нормативами могут быть существенными для двух типов вод, особенно для металлов, поэтому прямое сравнение по индексу загрязненности вод районов в Невской губе и в восточной части Финского залива может быть недостаточно корректным.

Вышеперечисленные показатели определялись в соответствии с современными утвержденными методиками. Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре с номером РОСС-RU.0007.510422. Содержание нефтяных углеводородов определялось ИК-спектрометрическим методом; фенола – хроматографическим; СПАВ – (для Невской губы) методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов –

газохроматографическим; металлов – методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды.

4.3. Характеристика гидрометеорологических условий

Метеорологические условия. В 2022 г. погодные условия на акватории восточной части Финского залива в зимние и осенние месяцы формировались под преобладающим воздействием процессов циклонического характера, в весенние и летние месяцы – под чередующимся влиянием циклонов и антициклонов. Наиболее ярко циклонические процессы проявились в январе, феврале, октябре и декабре, а антициклонические воздействия преобладали в марте и в августе. Практически в течение всего года средние месячные температуры воздуха превышали норму. Наибольшее положительное отклонение от нормы 3,7-6,6⁰С отмечено в феврале. Лишь в сентябре средняя месячная температура воздуха по береговым станциям восточной части Финского залива была ниже среднего многолетнего значения на 0,5-1,2⁰С. По данным ОГМС Санкт-Петербург август 2022 г. стал самым жарким августом за весь период инструментальных наблюдений за погодой (с 1881 г.). В целом за год по данным прибрежных станций восточной части Финского залива средняя годовая температура воздуха превысила климатическую норму на 2,2...2,9⁰С. Сумма выпавших за год осадков составило 95-127% от климатической нормы.

Гидрологические условия. Большую часть года 2022 г. сток р. Невы был пониженный, модульный коэффициент среднего стока составил 0,98. Самыми маловодными месяцами, как по величине стока, так и по наибольшим отрицательным отклонениям средних месячных расходов от средних многолетних величин, были январь и декабрь с модульными коэффициентами 0,89 и 0,86 соответственно. Наибольшая доля годового стока пришлось, как обычно, на летний сезон и составила 38,6% по сравнению с 39,5% в многолетнем распределении. Для остальных сезонов было следующее распределение стока: доля осеннего сезона составила 17,5%, что на 0,1% ниже, чем в многолетнем распределении; доля зимнего стока 17,2 - на 0,9% ниже, многолетнего значения; доля весеннего стока 26,7% была на 1,9% выше обычного.

Почти весь год уровненный фон акватории восточной части Финского залива, включая Невскую губу и Выборгский залив, был повышен относительно среднего многолетнего. Средние годовые уровни были на 5-7 см выше средних многолетних годовых значений в восточной части Финского залива и Невской губе у Кронштадта, на 11 см выше нормы в вершине Невской губы (МГП Невская-порт) и на 9 см – в устье реки Большая Нева у Горного института. Абсолютный максимум уровня в восточной части Финского залива и в Выборгском заливе отмечен 25 февраля и был обусловлен прохождением над акваторией активного циклона и усилением западного, юго-западного ветра в порывах до 19-

20 м/с. По МГП Шепелево максимум уровня составил +133 см БС, что всего на 3 см выше критической отметки +130 см БС. По МГП-1 Выборг максимум 25 февраля составил +115 см БС, не достигнув критической отметки +120 см БС.

Температура воды на поверхности в навигационный период в восточной части Финского залива и Невской губе, как обычно, следовала за внутригодовым ходом температуры воздуха, что является характерным для климата морей умеренных широт. В целом за год средняя температура воды по акватории восточной части Финского залива, включая Невскую губу и Выборгский залив, составила 7,2-8,3⁰С, что на 0,3-0,7⁰С выше нормы. Продолжительность ледового периода составила от 65-119 дней в восточной части Финского залива от Шепелевского маяка до о. Гогланд до 142-149 дней в Невской губе, у северного берега восточной части Финского залива и в Выборгском заливе, что на 7-10 дней меньше обычного. Соленость воды увеличивалась на поверхности в направлении с востока на запад и изменялась от 0,5‰ в мелководном районе до 3,3‰ в глубоководном. У дна повсеместно на глубинах 30-40 м соленость варьировала около 5‰.

4.4. Центральная часть Невской губы

В Невской губе в 2022 г. гидрохимические съемки проводились в феврале со льда и в период с мая по октябрь, в навигационный период с судна «Бриз». Оценка качества вод Невской губы проводилась по 32 показателям, при этом использовались применяемые к пресным водам суши нормативы ПДК. Несмотря на то, что средняя и максимальная температура в 2022 г. находятся на высоком уровне, наблюдается их снижение. Максимальная температура 24,66⁰С зафиксирована на ст.№17 на поверхности в июле. Средняя соленость 0,07‰ вернулась на уровень многолетних значений после экстремальных значений 2021 г. Диапазон значений солености составил 0,05-0,51‰, максимальное значение, как и прошлым году, отмечено на ст.№16 в придонном слое. Щелочность была в диапазоне 0,43-1,43 ммоль/дм³, при среднем 0,54, что также соответствует многолетним показателям (табл. 4.1). Максимальное значение щелочности зафиксировано на ст.№6 на поверхности в мае. Среднее значение водородного показателя составило 7,27 ед.рН – максимальное значение с 2016 г. Значения водородного показателя варьировали в интервале от 6,79 (май, поверхность) до 8,69 (июль, поверхность). Кислородный режим в Центральной части Невской губы был удовлетворительным. Дефицит кислорода зафиксирован в одной пробе – 5,13 мгО₂/дм³ на ст.№42 в придонном слое. Содержание кислорода изменялось от 5,13 до 13,96 мгО₂/дм³ в толще воды от поверхности до дна. Насыщение вод кислородом было ниже нормы (70%) было зафиксировано в 3 пробах из 225, а перенасыщение вод кислородом (более 100%) - в 31 пробе.

Максимальное значение 121,6% зафиксировано на ст.№17 (июль, поверхность).

Таблица 4.1. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Центральной части Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	12,97/ 19,42	12,91/ 20,82	13,57 19,27	14,13/ 20,79	13,12/ 24,98	13,36/ 24,66
Соленость (‰)	0,08/ 2,10	0,06/ 0,31	0,06/ 0,24	0,07/ 0,43	0,15/ 3,70	0,07/ 0,510
Кислород * (мгО ₂ /дм ³)	9,99/ 6,67	10,08/ 7,96	9,86/ 7,92	9,55/ 6,27	9,95/ 6,40	9,97/ 5,13
Кислород (%)	93,56/ 117,50	94,06/ 113,40	93,14/ 122,60	91,7/ 122,60	92,71/ 115,50	93,76/ 121,60
pH	7,20/ 7,96	7,14/ 7,68	7,12/ 7,94	7,12/ 8,20	7,16/ 8,69	7,27/ 8,0
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,55/ 1,47	0,52/ 1,01	0,55/ 0,78	0,56/ 1,58	0,57/ 1,53	0,54/ 1,43

Кислород* - здесь и далее приведены средние и минимальные значения растворенного в воде кислорода.

Биогенные вещества. Концентрация аммонийного азота была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³) в 67 пробах из 225 (в прошлом году 87), а в остальных варьировала от 20 до 808 мкг/дм³ (2,1 ПДК) в поверхностном слое и до 1022 мкг/дм³ (2,6 ПДК) в придонном (табл. 4.2). Максимальные значения ингредиента зафиксированы на ст.№12. Средняя концентрация аммонийного азота в 2022 г. составила 85,35 мкг/дм³ (0,2 ПДК), что является максимальным показателем с 2017 г. Концентрация нитритов изменялась в диапазоне 2,2-82,4 мкг/дм³ (3,4 ПДК). Максимум ингредиента зафиксирован на ст.№12 (февраль, дно). Диапазон концентрации в поверхностном слое находился в пределах от 28 мкг/дм³ до 626 мкг/дм³ (0,07 ПДК) при среднем 250,25 мкг/дм³ (0,03 ПДК); в придонном горизонте – от 21 мкг/дм³ до 664 мкг/дм³ (0,07 ПДК) при среднем 251,11 мкг/дм³ (0,03 ПДК). Содержание фосфатов по фосфору не превышало установленной нормы, диапазон концентрации в поверхностном горизонте находился в пределах от минимально определяемых величин до 79 мкг/дм³ (1,6 ПДК), в придонном горизонте – до 85,6 мкг/дм³ (1,7 ПДК). Максимальная концентрация наблюдались на ст.№12: в поверхностном горизонте – в октябре, в придонном горизонте – в июле. Средняя концентрация фосфатов по фосфору 8,81 мкг/дм³ (0,18 ПДК) стала максимальной с 2017 г. Максимальная концентрация фосфора общего составила 103,1 мкг/дм³ (ст.12, придонный горизонт, июль).

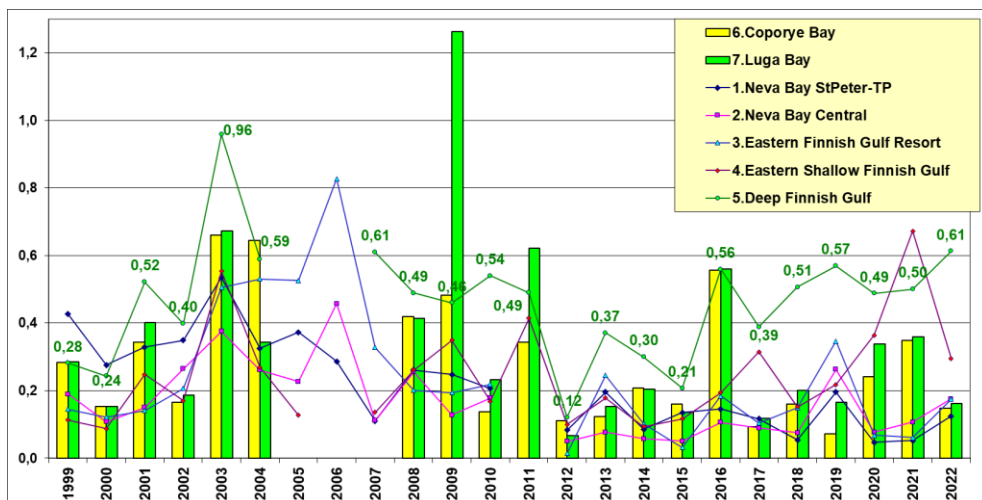


Рис. 4.2. Многолетняя динамика средней концентрации фосфатного фосфора (в ПДК) в различных районах восточной части Финского залива.

Органические загрязняющие вещества. В 2022 г. содержание фенола и СПАВ во всех пробах из всех районов Невской губы было ниже уровня аналитического определения. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленный норматив (2,1 мгО₂/дм³) в 31% проб. Диапазон концентраций в поверхностном слое находился в пределах от <0,5 до 4,1 мгО₂/дм³ (2,0 ПДК, ст.42, июнь), в придонном до 4,5 мгО₂/дм³ (2,5 ПДК, ст.12, октябрь). Средняя концентрация ингредиента в толще вод составила 1,7 мгО₂/дм³ (0,81 ПДК). Концентрации нефтепродуктов выше уровня ПДК (50 мкг/дм³) в 2022 г. в водах Центральной части Невской губы зафиксировано не было. Содержание ингредиента было выше предела обнаружения методики (<5 мкг/дм³) в 1% отобранных проб. Содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела обнаружения методики во всех отобранных пробах

Таблица 4.2. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	55,94/ 556,0	44,97/ 485,0	68,17/ 937,0	52,41/ 862,0	64,28/ 1162,0	85,35/ 1022,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	10,40/ 41,00	9,16/ 54,0	10,29/ 42,0	11,47/ 55,0	11,82/ 86,9	15,05/ 82,4	24
Азот нитратов N-NO ₃	259,45/ 820,0	215,15/ 619,0	230,41/ 670,0	221,20/ 921,0	225,36/ 694,0	250,20/ 664,0	9032

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	55,94/ 556,0	44,97/ 485,0	68,17/ 937,0	52,41/ 862,0	64,28/ 1162,0	85,35/ 1022,0	389
мкгN/дм ³							
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	689,45/ 1499,0	636,02/ 1232,0	646,54/ 1759,0	636,67/ 2114,0	710,17/ 2506,0	766,14/ 2136	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	4,48/ 41,0	3,75/ 54,0	13,14/ 84,0	3,83/ 100,0	5,34/ 124,6	8,81/ 85,6	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	9,82/ 52,0	9,64/ 63,0	18,10/ 89,0	11,16/ 124,0	13,39/ 159,4	16,02/ 103,1	
БПК ₅ мгO ₂ /дм ³	1,40/ 3,60	1,37/ 3,70	1,46/ 5,60	1,35/ 8,20	1,82/ 7,60	1,7/ 4,5	2,1
Нефтяные углеводороды TPHs мг/дм ³	0,0009/ 0,05	0,0018/ 0,160	0,0014/ 0,197	0,0001/ 0,006	0,0003/ 0,02	0,0001/ 0,01	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,004/ 0,7	0/ 0	0,011/ 0,60	0,003/ 0,10	0/ 0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	3,09/ 59,0	0/ 0	1,11/ 188,0	3,48/ 116,0	0/ 0	0/ 0	100

Металлы. Воды Центральной части Невской губы традиционно загрязнены металлами. В 2022 г. в 99% проб концентрация меди превышала ПДК (табл. 4.3). Максимальные значения были зафиксированы: в поверхностном слое в мае на ст.№1 – 22,4 мкг/дм³(22,4 ПДК), в придонном слое в октябре на ст.№16 – 15,6 мкг/дм³(15,6 ПДК). Средняя концентрация ингредиента составила 5,07 мкг/дм³(5,1 ПДК), что ниже значений 2021 г. но выше остальных значений за пятилетний период. Предельно допустимый уровень по содержанию цинка (10 мкг/дм³) был превышен в 49% проб. Наибольшая концентрация наблюдалась на ст.№16 в июне в поверхностном слое – 84 мкг/дм³, что соответствует уровню 8,4 ПДК. Средняя концентрация ингредиента в толще вод составила 12,6 мкг/дм³(1,3 ПДК), что является минимальным значением с 2018 г. Концентрация марганца превышали ПДК (DL=10 мкг/дм³) в 20% проб. Средняя концентрация ингредиента во всей толще воды составила 7,4 мкг/дм³ (0,7 ПДК), что соответствует многолетним значениям. В поверхностном горизонте содержание марганца находилось в диапазоне от минимально определяемых величин до 92 мкг/дм³ (9,2 ПДК), (ст.2, сентябрь) в придонном – до 94 мкг/дм³ (9,4 ПДК), (ст.30, сентябрь). Предельно допустимый уровень по содержанию общего железа (DL=40 мкг/дм³) был превышен в 24% проб. Наибольшая концентрация наблюдалась в придонном горизонте в

мае на ст.№12 – 176 мкг/дм³(7,8 ПДК). Средняя концентрация ингредиента во всей толще составила 76,23 мкг/дм³(0,8 ПДК). Предельно допустимый уровень по содержанию алюминия (DL=40 мкг/дм³) был превышен в 3% проб. Максимальная концентрация была зафиксирована в поверхностном горизонте в августе на ст.№25 – 96 мкг/дм³, что соответствует уровню 2,4 ПДК. Содержание свинца в водах Невской губы в течение 2022 г. было ниже предела обнаружения (DL=3 мкг/дм³) в 86% проб и не превышало уровня ПДК. Среднее содержание никеля и кадмия составило 1,5 и 0,42 мкг/дм³ (0,15 ПДК и 0,08 ПДК) соответственно.

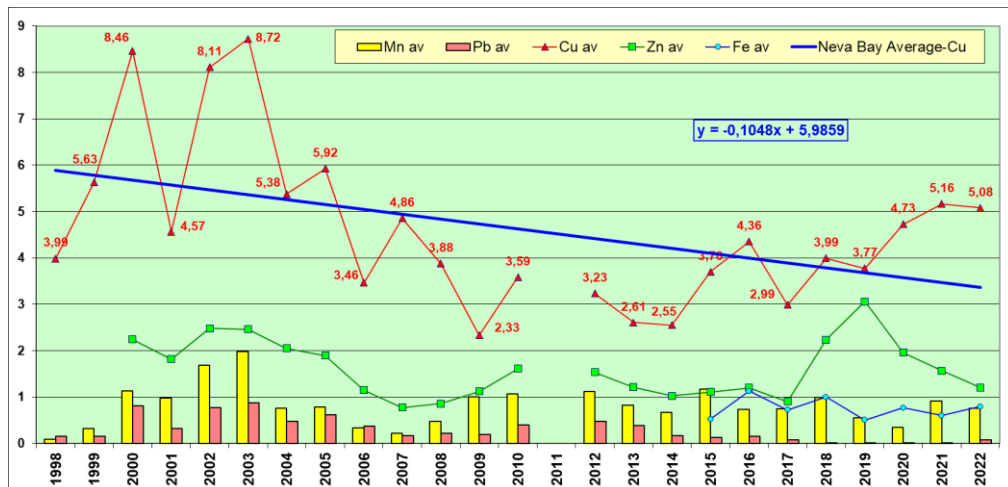


Рис. 4.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (в ПДК) в водах Невской губы в 1998-2022 гг.

Таблица 4.3. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Cu, мкг/дм ³	2,83/ 9,5	3,73/ 10,6	3,39/ 7,5	4,81/ 20,0	5,17/ 17,8	5,07/ 22,4	1
Zn, мкг/дм ³	8,33/ 30,8	21,38/ 88,0	32,58/ 97,0	19,71/ 77,0	16,22/ 83,0	12,6/ 84,3	10
Mn, мкг/дм ³	6,54/ 212,0	9,6/ 140,0	4,49/ 100,0	3,24/ 46,0	8,52/ 120,0	7,4/ 94,0	10
Fe, мкг/дм ³	68,85/ 358,0	96,79/ 210,0	46,20/ 190,0	78,71/ 450,0	57,57/ 240,0	76,23/ 176,0	100
Al, мкг/дм ³	23,25/ 47,0	25,34/ 54,0	22,18/ 59,0	28,62/ 78,0	24,60/ 88,0	23,98/ 95,9	40
Pb, мкг/дм ³	0,43/ 2,20	0,0/ 0,0	0,02/ 4,6	0,07/ 4,2	0,06/ 3,8	0,48/ 5,0	6

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, цинка, легкоокисляемых органических веществ по БПК₅. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Центральной части Невской губы в 2022 году составил 1,93 - V класс, и определяет воды как «грязные», что соответствует прошлогоднему уровню загрязнения. В 2022 г. ИЗВ показал минимальное значение с 2019 г.

4.5. Северный курортный район

В 2022 г. наблюдения в Северном курортном районе выполнялись на ст. №12а в полном объеме ежемесячно в период с мая по октябрь. Отбор всех проб осуществлялся с поверхностного горизонта. При оценке качества вод использовались нормативы (ПДК), применяемые к поверхностным водам суши.

В Северном курортном районе Невской губы значения солености изменялись в пределах от 0,06 ‰ до 0,08 ‰(май), в среднем — 0,07 ‰, что соответствует многолетним показателям. Величина водородного показателя рН была в диапазоне 7,03-8,07, в среднем – 7,37, что немного выше многолетнего значения, но ниже значений 2020 г.; максимальное значение показателя 8,98 ед.рН – является пятилетним максимумом. (табл 4.4).

Таблица 4.4. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Северного курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	14,65/ 20,6	16,33/ 23,5	17,1/ 20,7	16,78/ 24,0	18,6/ 32,0	16,47/ 24,6
Соленость (‰)	0,06/ 0,07	0,06/ 0,07	0,06/ 0,07	0,12/ 0,36	0,08/ 0,11	0,07/ 0,08
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	11,00/ 9,16	10,23/ 8,39	11,43/ 9,22	10,89/ 11,82	11,34/ 9,23	11,24/ 9,50
Кислород (%)	108,18/ 132,2	104,08/ 140,7	118,67/ 151,4	112,12/ 140,4	120,53/ 153,6	115,38/ 162,0
рН	7,34/ 8,17	7,05/ 7,37	7,33/ 7,68	7,71/ 8,7	7,37/ 8,07	7,48/ 8,98
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,67/ 0,77	0,61/ 0,71	0,63/ 0,67	0,72/ 0,887	0,78/ 0,99	0,69/ 0,89

Кислородный режим в районе в течение всего года был удовлетворительным. Содержание кислорода абсолютного соответствовало установленной норме (6 мг/дм³) и изменялось в пределах от 9,50 до 13,83 мг/дм³. Случаев дефицита кислорода (<70%) отмечено не было. Перенасыщение вод кислородом (>100%) было

зафиксировано в 4 пробах из 6. Максимум был отмечен в августе – 162%.

Биогенные вещества. Концентрация аммонийного азота была ниже предела обнаружения ($DL=10$ мкг/дм³) в 2 пробах из 5. Максимальное значение было отмечено в мае - 507 мкг/дм³(1,3 ПДК), что является абсолютным максимумом за весь период наблюдений. Среднее значение содержания ингредиента – 134,83 мкг/дм³(0,35 ПДК) также в два раза превышает средние многолетние значения (табл. 4.5). Концентрация азота нитритного превысила уровень ПДК (24 мкг/дм³) в трети отобранных проб, диапазон концентраций находился в пределах от 5,9 до 56 мкг/дм³(2,4 ПДК). Превышающих ПДК концентраций азота нитратного отмечено не было, максимальная концентрация показателя составила 680 мкг/дм³(0,08 ПДК) и наблюдалась в мае. Концентрация общего азота находится на высоком уровне (906,67 мкг/дм³), но ниже экстремальных значений 2021 г. Содержание фосфатов по фосфору не превышало уровень ПДК (50 мкг/дм³), диапазон концентрации находился в пределах от минимально определяемой величины до 28,8 мкг/дм³ (0,58 ПДК, июль), при среднем 16,23 мкг/дм³(0,32 ПДК). Максимальная концентрация фосфора общего составила 46,4 мкг/дм³ (июль).

Таблица 4.5. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	45,33/ 178,0	45,5/ 138,0	62,0/ 173,0	22,0/ 99,0	54,0/ 230,0	134,83/ 507,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	22,43/ 60,0	9,17/ 22,0	12,63/ 23,0	12,82/ 33,0	12,87/ 24,7	24,33 / 56,4	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	313,83/ 592,0	96,17/ 358,0	152,5/ 386,0	136,83/ 515,0	154,5/ 372,0	265,83/ 680,0	9032
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	887,33/ 1172,0	618,83/ 1101,0	733,83/ 893,0	828,0/ 1336,0	949,5/ 1541,0	906,67/ 1055	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	4,72/ 9,7	8,68/ 16,0	20,67/ 34,0	7,47/ 28,0	7,63/ 15,6	16,23/ 28,8	50
Общий фосфор P _{total}	15,65/ 23,0	24,5/ 33,0	32,17/ 40,0	19,48/ 37,0	23,08/ 32,2	32,4/ 46,4	

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	45,33/ 178,0	45,5/ 138,0	62,0/ 173,0	22,0/ 99,0	54,0/ 230,0	134,83/ 507,0	389
мкгP/дм ³							
БПК ₅ мгO ₂ /дм ³	2,88/ 6,00	2,93/ 4,40	3,58/ 7,50	3,27/ 8,20	5,67/ 9,8	3,8/ 7,5	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,01/ 0,06	0/ 0	0/ 0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	3,83/ 23,0	0/ 0	17,17/ 103,0	50,83/ 105,0	0/ 0	0/ 0	100

Органические загрязняющие вещества. В 2022 г. концентрация легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышала установленный норматив (2,1 мгO₂/дм³) во всех пробах. Диапазон значений составил от 2,1 мкг/дм³ (1,0 ПДК, сентябрь) до 7,5 мкг/дм³ (3,6 ПДК, август). Среднее значение 3,8 мкг/дм³ (1,8ПДК) уменьшилось после экстремальных значений 2021 г. Концентрации нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) были ниже предела обнаружения методик во всех отобранных пробах. Очевидно, что воды Северного курортного района в 2022 г. не загрязнены органическими загрязняющими веществами.

Металлы. В 2022 г. концентрация меди превышала ПДК (1 мкг/дм³) во всех отобранных пробах. Диапазон концентраций находился в пределах 3,7-8,6 мкг/дм³ (8,6 ПДК), максимальная концентрация была зафиксирована в октябре. Среднее содержание ингредиента составило 6,15 мкг/дм³- 6,2 ПДК, является максимальным за трехлетний период. Содержание марганца выше уровня ПДК (10 мкг/дм³) зафиксировано в 50% проб. Диапазон концентраций находился в пределах от 1,4 до 19,6 мкг/дм³ (2,0 ПДК), максимальная концентрация была зафиксирована в июле. Средняя концентрация ингредиента 9,8 мкг/дм³ (1,0 ПДК) стала максимальной с 2015 г. Концентрация цинка превышала ПДК (10 мкг/дм³) в 33% проб, максимум наблюдался в мае – 13,6 мкг/дм³(1,4 ПДК). Средняя концентрация ингредиента 5,58 мкг/дм³ (0,6 ПДК) – абсолютный минимум за весь период наблюдений. Содержание железа общего выше уровня ПДК (100 мкг/дм³) наблюдалось в 33% проб. Диапазон концентраций находился в пределах от минимально определяемой величины до 291 мкг/дм³ (2,9 ПДК),

максимальная концентрация была зафиксирована в мае. Содержание алюминия превысило ПДК (40 мкг/дм^3) в 33% проб. Диапазон концентраций находился в пределах от 20 до 51 мкг/дм^3 (1,3 ПДК), максимальная концентрация была зафиксирована в июне. Содержание свинца, кадмия, никеля и кобальта не превышали установленных ПДК.

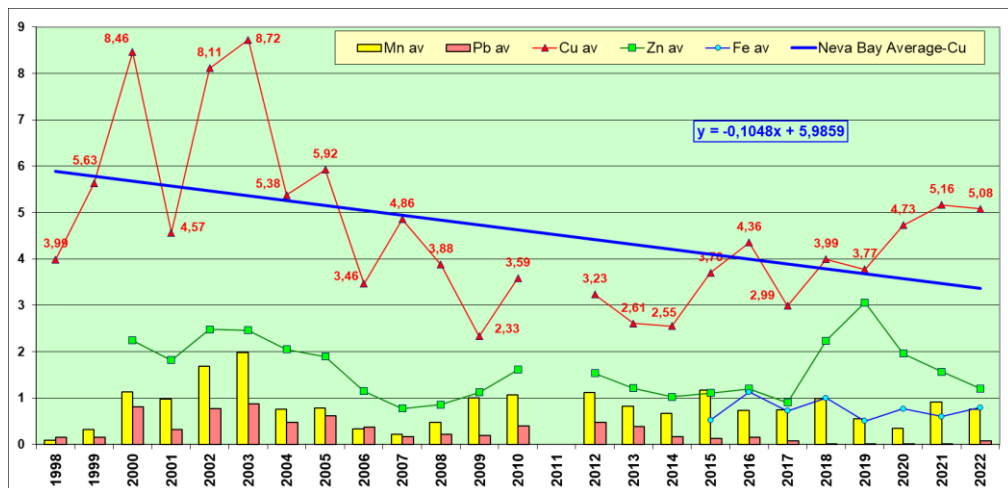


Рис. 4.4. Многолетняя динамика средней концентрации металлов (в ПДК) в водах Невской губы.

Таблица 4.6. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм^3) в водах Северного курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Cu, мкг/дм^3	4,97/ 8,40	6,37/ 11,3	5,8/ 16,9	4,13/ 5,4	4,75/ 7,0	6,15/ 8,6	1
Zn, мкг/дм^3	12,98/ 28,7	16,11/ 59,0	19,52/ 34,0	23,50/ 45,0	11,65/ 21,40	5,58/ 13,6	10
Mn, мкг/дм^3	5,08/ 16,90	6,37/ 19,0	15,27/ 39,0	3,8/ 10,8	3,53/ 8,50	9,8/ 19,6	10
Fe, мкг/дм^3	100,7/ 201,0	168,0/ 340,0	71,5/ 100,0	92,5/ 240,0	80,67/ 310,0	92,67/ 291	100
Al, мкг/дм^3	32,50/ 64,0	53,0/ 120,0	47,83/ 86,0	29,5/ 46,0	19,68/ 33,0	35,68/ 50,7	40
Pb, мкг/дм^3	1,0/ 2,0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,62/ 3,7	6

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ и азота нитритов. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Северного курортного района в 2022 году составил 2,37, что относится к V классу загрязнения, и определяет воды как «грязные». ИЗВ в 2022 г. является максимальным за последние два года.

4.6. Южный курортный район

В 2022 г. наблюдения в Южном курортном районе выполнялись на ст. №11а,14а,17а в полном объеме ежемесячно с мая по октябрь. Отбор всех 18 проб осуществлялся только на поверхности. При оценке качества вод использовались нормативы (ПДК), применяемые к поверхностным водам суши.

Температура изменялась в диапазоне 8,6-28,2^оС. Значения солености изменялись в пределах 0,06-0,16‰ (табл. 4.7). Средняя соленость в период наблюдения составила 0,08‰, что полностью соответствует значениям солености с за трехлетний период. Максимальное значение отмечено на ст. 17а в мае. Значения водородного показателя изменялись в интервале 6,63-8,54 ед. рН при среднем 7,32 ед. рН, что соответствует многолетним значениям. Значения показателя щелочности варьировали в интервале от 0,52 ммоль/дм³ до максимального 3,33 ммоль/дм³(ст. №14а, октябрь). Среднее значение 1,16 ммоль/дм³ соответствует многолетним значениям щелочности. Содержание кислорода абсолютного соответствовало нормативу во всех отобранных пробах. Диапазон концентрации находился в пределах от 8,87(ст. №11а, июль) до 13,43 мг/дм³ (ст. №14а, август), при среднем 10,66 мг/дм³. Насыщение вод кислородом меньше допустимого предела (<70%) в 2022 году в водах Южного курортного района зафиксировано не было. Перенасыщение вод кислородом (> 100%) было зафиксировано в 56% проб. Максимум был отмечен в июле на ст.№14а – 157%. (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Южного курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	15,54/ 19,6	15,91/ 23,1	17,02/ 22,9	16,08/ 20,90	16,21/ 25,1	16,55/ 28,2
Соленость (‰)	0,08/ 0,11	0,11/ 0,35	0,08/ 0,12	0,08/ 0,13	0,08/ 0,14	0,08/ 0,16
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	10,27/ 8,25	10,24/ 7,45	9,95/ 7,82	9,73/ 7,86	9,90/ 6,67	10,66/ 8,87
Кислород (%)	102,82/ 143,0	103,05/ 129,9	103,02/ 136,4	98,2/ 111,7	98,9/ 129,5	109,62/ 157,1
рН	7,50/ 8,23	7,20/ 7,85	7,57/ 8,84	7,30/ 8,17	7,22/ 8,04	7,32/ 8,54
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,34/ 3,20	0,93/ 2,21	1,04/ 2,54	0,92/ 1,33	1,00/ 2,13	1,16/ 3,33

Биогенные вещества. Содержание аммонийного азота превышало уровень ПДК (389 мкг/дм³) в 1 пробе из 18 проб, отобранных в районе.

Диапазон значений концентрации ингредиента составил от аналитического нуля до 489 мкг/дм³(1,26 ПДК, ст.№17а, июль). Несмотря на то, что в 40% проб содержание аммонийного азота было ниже уровня определения, средняя концентрация 70,72 мкг/дм³ показала максимальное значение с 2018 г. В 2022 г. средняя концентрация азота нитритного 13,72 мкг/дм³(0,57 ПДК) показала максимальное значение с 2014 г. Диапазон значений ингредиента составил 4,7-46,3(1,93 ПДК, ст.№11а, сентябрь). Несмотря на то, что превышающих ПДК концентраций нитратного азота отмечено не было, среднее значение концентрации ингредиента 213,22 мкг/дм³(0,02 ПДК) стало максимальным с 2016 г. Максимальная концентрация ингредиента составила 607 мкг/дм³(0,07 ПДК) и наблюдалась в мае на ст.№17а. Во всех отобранных пробах содержание фосфатного фосфора не превышало установленных ПДК (50 мкг/дм³); диапазон концентраций находился в пределах от минимально определяемой величины до 43 мкг/дм³ (июль, ст.№17а). Средняя концентрация ингредиента 9,0 мкг/дм³ выросла по сравнению с 2021 и 2020 гг., но существенно ниже многолетних значений. Максимальная концентрация общего фосфора составила 54 мкг/дм³ и наблюдалась на ст.№11а в мае. (табл. 4.8).

Органические загрязняющие вещества. В 2022 г. концентрация легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышала установленный норматив в 67% проб против 78% в прошлом. Максимум достигал 6,4 мкг/дм³(3,04 ПДК, ст.№11а, июль) при средней концентрации 2,9 мкг/дм³(1,38 ПДК), которая показала максимум с 2008 г, за исключением экстремально высоких значений ингредиента в 2021 г. В 2022 г. концентрация нефтяных углеводородов, фенолов и СПАВ была ниже предела чувствительности использованного метода определения.

Таблица 4.8. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Южного курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	78,72/ 265,0	54,72/ 188,0	55,82/ 222,0	31,44/ 97,0	63,83/ 196,0	70,72/ 489,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	12,09/ 21,0	10,38/ 21,0	7,98/ 13,0	10,7/ 34,0	8,19/ 20,8	13,72/ 46,3	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	189,56/ 467,0	91,28/ 323,0	120,82/ 366,0	91,69/ 204,0	133,78/ 427,0	213,22/ 607,0	9032
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	848,17/ 1322,0	649,05/ 1180,0	606,35/ 932,0	581,5/ 770,0	797,83/ 1187,0	713,17/ 968,0	

Фосфатный фосфор Р-Р _{О4} мкгР/дм ³	11,68/ 57,0	13,33/ 40,0	20,97/ 93,0	3,5/ 21,0	5,19/ 37,2	9,0/ 43,2	50
Общий фосфор Р _{total} мкгР/дм ³	24,17/ 89,0	23,21/ 66,0	25,61/ 102,0	11,83/ 28,0	16,6/ 52,0	20,34/ 54,1	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	2,75/ 6,0	2,56/ 4,4	2,43/ 3,70	2,13/ 3,6	3,06/ 5,6	2,9/ 6,4	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНс мкг/дм ³	0,005/ 0,05	0/ 0	0,013/ 0,02	0,0003/ 0,005	0/ 0	0/ 0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0/ 0	0/ 0	0,006/ 0,1	0,006/ 0,1	0/ 0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	4,89/ 23,0	0/ 0	38,53/ 153,0	19,69/ 110,0	0/ 0	0/ 0	100

Металлы. В 2022 г. концентрация меди превышала норматив во всех пробах, отобранных в районе. Диапазон значений концентрации ингредиента составил 2,9- 9,54 мкг/дм³(9,5 ПДК, ст.№14а, июль), при среднем 5,36 мкг/дм³(5,36 ПДК), (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Южного Курортного района Невской губы в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Сu, мкг/дм ³	3,92/ 8,10	5,62/ 12,3	5,99/ 9,0	4,44/ 7,2	5,49/ 8,9	5,36/ 9,5	1
Zn, мкг/дм ³	8,40/ 18,70	31,8/ 140,0	16,72/ 27,9	22,74/ 66,0	7,5/ 18,3	8,47/ 20,4	10
Mn, мкг/дм ³	10,67/ 146,0	3,57/ 17,9	6,75/ 45,0	2,14/ 5,1	23,16/ 216,0	12,28/ 51,0	10
Fe, мкг/дм ³	52,78/ 159,0	74,5/ 150,0	28,71/ 68,0	40,19/ 98,0	66,44/ 230,0	106,72/ 241,0	100
Al, мкг/дм ³	18,94/ 35,0	25,89/ 52,0	23,35/ 46,0	20,88/ 36,0	20,26/ 46,0	22,17/ 38,9	40
Pb, мкг/дм ³	0,11/ 2,0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,43/ 4,6	6

Предельно допустимый уровень по содержанию цинка (ПДК=10 мкг/дм³) в водах района был превышен в 39% проб. Максимальная концентрация составила 20,4 мкг/дм³(2,0 ПДК) и наблюдалась в августе на ст.14а. Среднее значение 8,47 мкг/дм³ находится на низком уровне по сравнению с многолетним значением содержания цинка. Концентрация марганца превышала предельно

допустимую (ПДК=10 мкг/дм³) в 44% проб. Диапазон концентрации находился в пределах от 1,1 до 51 мкг/дм³ (5,1 ПДК, ст.№11а, август). Среднее значение концентрации ингредиента 12,28 мкг/дм³ возвращается на уровень многолетних значений после экстремально высоких 2021 г. Содержание общего железа превышало предельно допустимый уровень (ПДК=100 мкг/дм³) в 39% проб, диапазон находился в пределах от 56 до 241 мкг/дм³ (2,41 ПДК, ст.№17а, май). Средняя концентрация ингредиента 106,72(1,1 ПДК) стала максимальной с 2016 г. Содержание алюминия, свинца, кадмия, никеля и кобальта не превышали уровень ПДК.

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ и марганцу. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Южного курортного района в 2022 году составил 2,13, что относится к V классу загрязнения, и определяет воды как «грязные».

4.8. Морской торговый порт

В 2022 г. в Морском торговом порту Санкт-Петербурга на одной станции с глубиной 12 м ежемесячно было отобрано 18 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Значения солености на поверхности изменялись в пределах 0,06-0,09‰, у дна — 0,07-0,3‰ при среднем значении во всем столбе воды 0,09‰, что выше многолетних значений, но ниже прошлогоднего максимума. Величина водородного показателя была в диапазоне 6,95-7,65, в среднем 7,26 ед.рН (табл. 4.10), что является максимальным с 2016 г. Значения щелочности варьировали в интервале 0,476-0,605 ммоль/дм³, что соответствует многолетнему значению. Содержание кислорода соответствовало установленной норме и изменялось в пределах 7,8-13,8 мгО₂/дм³. Случаев дефицита кислорода с уровнем менее 70% насыщения отмечено не было. Максимальное насыщение вод кислородом наблюдалось в июне в поверхностном горизонте (98,1%).

Таблица 4.10. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Морского торгового порта в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	9,77/ 18,95	10,14/ 19,94	10,39/ 18,4	10,92/ 19,52	10,04/ 22,32	10,37/ 22,5
Соленость (‰)	0,07/ 0,10	0,08/ 0,2	0,07/ 0,1	0,07/ 0,08	0,11/ 0,28	0,09/ 0,3
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	10,52/ 8,07	10,59/ 7,87	10,29/ 7,67	10,13/ 7,76	10,53/ 6,34	10,38/ 7,8
Кислород (%)	89,94/ 98,60	90,67/ 110,30	88,69/ 102,8	88,8/ 94,5	89,67/ 101,5	89,79/ 98,1
рН	7,11/ 7,12	7,12/ 7,12	7,22/ 7,22	7,09/ 7,09	7,07/ 7,07	7,26/ 7,26

	7,42	7,49	7,53	7,54	7,25	7,65
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,61/ 0,78	0,55/ 0,68	0,57/ 0,64	0,58/ 0,63	0,58/ 0,65	0,54/ 0,61

Биогенные вещества. В 2022 г. концентрация аммонийного азота на поверхности изменялась от 27,0 до 212,0 мкг/дм³ (март), в придонном слое 66,33-117,0 мкг/дм³, что значительно ниже ПДК (табл. 4.11). Значений, превышающих уровень ПДК зафиксировано не было. Среднее содержание ингредиента 68,5 мкг/дм³ во всей толще воды стало максимальным с 2018 г. Значения концентрации нитритного азота изменялись на поверхности в диапазоне 3,1-43,1 (август) в придонном слое 4,2-66,7 мкг/дм³ (август). Среднее содержание ингредиента во всей толще воды 14,7 мкг/дм³ стало максимальным за весь период наблюдений. Максимальная концентрация нитратного азота на поверхности составила 513 мкг/дм³ (апрель), а у дна – 356 мкг/дм³ (сентябрь). Несмотря на то, что среднее содержание ингредиента не превысило уровень ПДК, оно стало максимальным с 2017 г.

Таблица 4.11. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	76,47/ 120,0	55,67/ 102,0	65,72/ 120,0	59,17/ 102,0	55,67/ 87,0	68,5/ 212,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	13,85/ 45,0	8,22/ 16,0	8,10/ 13,0	12,05/ 27,0	10,06/ 22,6	14,71/ 66,7	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	271,29/ 449,0	205,56/ 330,0	232,0/ 339,0	248,24/ 351,0	265,72/ 413,0	277,5/ 513,0	9032
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	686,18/ 865,0	648,83/ 842,0	618,72/ 797,0	660,71/ 841,0	692,39/ 806,0	739,89/ 886,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	5,84/ 13,0	2,71/ 9,3	9,77/ 17,0	2,35/ 9,4	2,61/ 8,4	6,21/ 22,4	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	11,92/ 25,0	8,06/ 15,0	13,63/ 24,0	9,09/ 13,0	9,43/ 12,5	13,04/ 27,7	
БПК ₅ мгO ₂ /дм ³	1,5/ 2,9	1,3/ 2,4	1,4/ 3,1	1,1/ 2,3	1,5/ 3,4	1,45/ 2,4	2,1
Нефтяные углеводороды ТННs мкг/дм ³	0,007/ 0,04	0,004/ 0,04	0,019/ 0,028	0,001/ 0,019	0,0/ 0,0	0/ 0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,035/ 0,60	0,089/ 0,9	0,1/ 0,8	0,012/ 0,1	0,0/ 0,0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,750/ 12,00	0,611/ 11,00	7,059/ 120,00	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/ 0	100

Почти в 40% проб содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения. Средняя концентрация ингредиента во всем столбе воды была существенно ниже нормы.

Органические загрязняющие вещества. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленную норму в 2 пробах из 18. Максимальная концентрация 2,44 мкг/дм³ (1,16 ПДК) наблюдалась в декабре на поверхностном горизонте, а среднее значение БПК₅ (0,7 ПДК) соответствует прошлогоднему значению. В 2022 г. концентрация нефтяных углеводородов, фенолов и СПАВ была ниже предела чувствительности методик определения.

Металлы. В 2022 г. содержание меди превышало норматив ПДК во всех отобранных в МТП пробах. Концентрация на поверхности изменялась в диапазоне 2,5-7,6 мг/дм³ (7,6 ПДК, декабрь), на придонном горизонте 2,2-12,6 мг/дм³ (12,6 ПДК, май). Среднее содержание меди во всем столбе воды 5,3 ПДК, что является максимальным значением с 2005 г. Предельно допустимый уровень по содержанию цинка был превышен в 39% проб (в прошлом – 61%). Максимальная концентрация наблюдалась в марте в поверхностном слое (2,8 ПДК). Среднее содержание во всем столбе воды 10,3 мг/дм³ (1,0 ПДК) стало минимальным с 2017 г. Концентрация марганца превышала норматив в 3 пробах из 18, а диапазон значений на поверхности варьировал от аналитического нуля до 5,8 ПДК в мае, на дне – 0-2,1 ПДК. Средняя концентрация марганца на поверхности 8,06 мкг/дм³ (0,9 ПДК), в придонном слое 6,42 мкг/дм³ (0,6 ПДК). Содержание общего железа превышало предельно допустимый уровень (100 мкг/дм³) в 11% проб. Максимальная концентрация наблюдалась в мае в придонном горизонте и составила 143 мкг/дм³ (1,43 ПДК). Среднее содержание ингредиента во все толще воды составила 85,5 мкг/дм³ (0,86 ПДК), что выше значений 2020-2021 гг., но существенно ниже значений концентрации 2016-2019 гг. Содержание алюминия, кадмия, свинца, никеля и кобальта не превышали уровня ПДК.

Таблица 4.12. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Сu, мкг/дм ³	3,68/ 11,7	4,77/ 12,0	4,8/ 18,1	4,26/ 6,9	4,53/ 8,1	5,26/ 12,6	1
Zn, мкг/дм ³	16,85/ 51,9	24,79 54,0	27,19/ 62,0	16,39/ 30,0	15,86/ 30,5	10,93/ 28,6	10
Mn, мкг/дм ³	14,01/ 107,0	13,76/ 47,0	7,59/ 71,0	6,67/ 27,6	6,03/ 23,2	7,5/ 57,8	10
Fe, мкг/дм ³	117,59/ 452,0	129,33/ 260,0	102,05/ 460,0	80,71/ 180,0	71,39/ 140,0	85,2/ 143,0	100

Al, мкг/дм ³	33,11/ 59,0	35,33/ 58,0	34,11/ 78,0	41,24/ 110,0	25,51/ 47,0	27,0/ 38,8	40
Pb, мкг/дм ³	0,86/ 2,6	0,17/ 3,1	0/ 0	0,19/ 3,2	0,17/ 3,1	0,46/ 4,8	6

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, цинку и общему железу. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Морского торгового порта в 2022 году составил 1,95, что относится к V классу загрязнения, и определяет воды как «грязные».

4.9. Северная станция аэрации

На станции вблизи оголовка трубы сброса вод с Северной станции аэрации (С2) наблюдения проводились в марте и с мая по октябрь. Всего было отобрано 14 проб с поверхности и у дна на глубине 4 м. Температурный режим соответствовал многолетним показателям (табл.4.13).

Таблица 4.13. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	12,30/ 18,69	12,52/ 19,23	13,27/ 18,92	13,32/ 18,0	12,50/ 22,63	13,14/ 24,71
Соленость (‰)	0,06/ 0,07	0,06/ 0,07	0,06/ 0,08	0,06/ 0,07	0,06/ 0,07	0,06/ 0,08
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	9,84/ 8,46	10,00 8,09	9,08/ 5,93	9,61/ 8,36	9,81/ 5,87	9,32/ 6,53
Кислород (%)	90,21/ 96,40	91,80/ 97,30	84,31/ 96,2	90,66/ 98,6	89,4/ 101,7	86,82/ 115,7
pH	7,23/ 7,58	7,34/ 7,64	7,03/ 7,34	6,99/ 7,31	7,12/ 7,46	7,11/ 7,43
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,56/ 0,61	0,55/ 0,63	0,55/ 0,71	0,54/ 0,61	0,55/ 0,68	0,53/ 0,65

Значения солености в слое поверхность-дно также соответствовали многолетним показателям и составили 0,06-0,08‰. Показатель щелочности варьировал в пределах 0,46-0,65 ммоль/дм³, а средняя величина очень близка к среднемноголетней. Величина водородного показателя была в узком диапазоне 6,83-7,43, в среднем 7,11 ед.pH. Максимальные значения pH были зафиксированы в августе в обоих слоях воды. Содержание растворенного кислорода во всех пробах воды, отобранных с поверхностного и придонного горизонта, было в пределах нормы. Диапазон изменений составил 7,99 – 13,00 мг/дм³ на поверхности и 6,54 – 12,29 мг/дм³ у дна. Максимальные значения в поверхностном и придонном горизонте наблюдались в феврале

Биогенные вещества. Воды Северной станции аэрации традиционно загрязнены биогенными веществами. В 2022 г. среднее содержание аммонийного азота 459,6 мг/дм³(1,2 ПДК) показало максимальное значение за весь период наблюдений. Диапазон значений на поверхности составил 121,0-938,0 мг/дм³(2,4 ПДК, май), на дне 67,0-888,0(2,3 ПДК, февраль). В 13 пробах из 14 зафиксировано превышение содержания нитритного азота. Среднее значение ингредиента во всем столбе воды составило 48,87 мг/дм³(2,0 ПДК), что является абсолютным максимумом за весь период наблюдений. Диапазон значений в поверхностном слое – 26,3-77,3 мг/дм³(3,2 ПДК, октябрь), на дне – 17,4-82,0 мг/дм³(3,4 ПДК). Максимальное содержание нитратного азота зафиксировано в поверхностном слое в октябре 833,0 мг/дм³, в придонном слое в феврале 985,0 мг/дм³. Среднее значение ингредиента во всей толще воды 465,0 мг/дм³ стало максимальным за последние три года. В слое воды (поверхность - дно), концентрации фосфатного фосфора изменялись в диапазоне от 7,8 мкг/дм³ до 93,3 мкг/дм³(1,9 ПДК, май). В 2022 г. средние концентрации фосфора фосфатного в поверхностном и придонном горизонте снизились относительно максимумов 2019 г. и были выше всех остальных значений за пятилетний период. (табл.4.14).

Таблица 4.14. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	374,0/ 688,0	329,71/ 775,0	316,93/ 1347,0	148,71/ 510,0	231,5/ 830,0	459,6/ 938,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	29,92/ 68,0	24,32 47,0	35,79/ 61,0	25,37/ 50,0	37,91/ 94,3	48,87/ 82,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	437,43/ 841,0	283,57/ 513,0	559,64/ 973,0	284,71/ 517,0	371,79/ 873,0	465,86/ 985,0	9032
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	1208,9/ 1987,0	1116,7/ 1835,0	1317,9/ 2423,0	879,71/ 1442,0	1009,7/ 1781,0	1579,5/ 2516,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	11,51/ 25,0	20,54/ 60,0	66,0/ 135,0	11,50/ 55,0	13,79/ 63,7	48,96/ 93,3	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	18,96/ 32,0	34,23/ 94,0	76,21/ 145,0	21,29/ 70,0	22,29/ 80,9	65,96/ 126,8	
БПК ₅ мгO ₂ /дм ³	2,14/ 3,9	1,92/ 2,6	3,29/ 7,5	2,08/ 2,9	2,7/ 6,0	3,49/ 6,4	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,006/ 0,04	0,018/ 0,032	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,001/ 0,017	0,05

Фенолы, мкг/дм ³	0,086/ 0,6	0,0/ 0,0	0,007/ 0,1	0,007/ 0,1	0,0/ 0,0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	2,21/ 18,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	16,67/ 100,0	0,0/ 0,0	0/ 0	100

Органические загрязняющие вещества. Из 14 проанализированных проб воды в 9 случаях было отмечено превышение норматива по БПК₅. Наибольшие значения органического вещества были зафиксированы: на поверхностном горизонте - 6,4 мгО₂/дм³ (3,0 ПДК, июнь); на придонном горизонте 6,2 мгО₂/дм³ (3,0 ПДК, октябрь). Средняя концентрация ингредиента в слое поверхность-дно составила 1,7 ПДК, что является максимальным значением за весь период наблюдений. В 2022 г. концентрация нефтяных углеводородов, СПАВ и фенолов была ниже предела чувствительности методик определения.

Металлы. Содержание меди во всех отобранных пробах превысило ПДК. На поверхности диапазон значений концентрации металла составил 4,1-5,43 мкг/дм³ (5,4 ПДК, август); в придонном слое – 4,0-4,8 мкг/дм³ (4,8 ПДК, июнь). Среднее значение ингредиента во всей толще воды 4,13 мкг/дм³, показало минимальную величину с 2019 г. Содержание цинка изменялось в диапазоне 15,6–18,8 мкг/дм³ (1,9 ПДК, октябрь) на поверхности; 6,4-22,5 мкг/дм³ (2,3 ПДК, май) в придонном горизонте. Средняя концентрация металла 12,44 мкг/дм³ (1,2 ПДК) стала минимальной с 2018 г. Концентрация марганца изменялась в диапазоне от минимально определяемой величины до 31,8 мкг/дм³. Уровень ПДК был превышен в одной пробе из 14 проб, отобранных в данном районе. Максимальная концентрация ингредиента, превысившая ПДК в 3,1 раз, была зафиксирована в июле в придонном горизонте. Средняя концентрация металла во всем столбе воды 5,54 мкг/дм³ стала минимальной с 2017 г. за исключением 2020 г. Содержание общего железа выше уровня ПДК было зафиксировано в 5 пробах. Диапазон концентраций ингредиента в слое поверхность-дно составил 56 – 132 мкг/дм³ (1,2 ПДК, июль, дно). Случаев превышения ПДК по содержанию алюминия, свинца, никеля, кадмия зафиксировано не было.

Таблица 4.15. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Сu, мкг/дм ³	2,71/ 4,3	4,08/ 9,6	4,61/ 24,0	4,59/ 6,3	5,59/ 7,7	4,1/ 5,4	1
Zn, мкг/дм ³	9,44/ 14,20	25,16 62,0	26,96/ 53,0	16,30 35,0	18,65/ 77,0	12,44/ 22,5	10
Mn, мкг/дм ³	10,66/ 41,60	18,37/ 37,0	13,85/ 65,0	4,11/ 22,5	5,76/ 20,7	5,54/ 31,8	10

Fe, мкг/дм ³	85,64/ 145,0	125,79 / 180,0	60,5/ 110,0	78,79/ 99,0	68,14/ 110,0	89,64/ 132,0	100
Al, мкг/дм ³	21,43/ 28,0	27,78/ 36,0	21,36/ 36,0	22,07/ 34,0	24,36/ 38,0	22,66/ 36,0	40
Pb, мкг/дм ³	0,57/ 2,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,81/ 4,2	6

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, нитритов и легкоокисляемых органических веществ по БПК₅. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Северной станции аэрации торгового порта в 2022 году составил 2,11, что относится к V классу загрязнения, и определяет воды как «грязные» (табл. 4.16).

Таблица 4.16. Оценка качества вод Невской губы Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2018-2022 гг.

Район	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	
Центральная часть Невской губы	1,86/ V	1,99/ V	2,05/ V	2,07/ V	1,93/ V	Cu 5,07; Zn 1,26; BOD ₅ 0,79; O ₂ 0,60
Северный курортный р-н	2,49/ V	2,50/ V	2,15/ V	2,29/ V	2,37/ V	Cu 6,15; BOD ₅ 1,81; N-NO ₂ 1,01; O ₂ 0,53
Южный курортный р-н	2,65/ V	2,36/ V	2,09/ V	2,48 V	2,13 V	Cu 5,36; BOD ₅ 1,38; Mn 1,23; O ₂ 0,56
Морской торговый порт	2,3/ V	2,28/ V	1,88/ V	1,85/ V	1,95	Cu 5,26; Zn 1,09; Fe 0,85; O ₂ 0,58
Северная станция аэрации	2,26/ V	2,38/ V	1,97/ V	2,41 V	2,11	Cu 4,11; N-NO ₂ 2,04; BOD ₅ 1,66; O ₂ 0,64
Невская губа	2,31/ V	2,3/ V	2,03/ V	2,22 V	2,1 V	Cu 4,11; N-NO ₂ 2,04; BOD ₅ 1,66; O ₂ 0,64

Выводы

В 2022 г. в водах Невской губы к востоку от КЗС концентрация нефтяных углеводородов обычно была на уровне ниже предела обнаружения использованной методики химического анализа и лишь в редких случаях она составляла незначительные доли ПДК. Во всех районах Невской губы концентрация фенола, СПАВ и

хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения. Воды Невской губы в целом не загрязнены биогенными веществами и среднее содержание разных форм азота и фосфора было гораздо меньше ПДК. Однако максимальные величины аммонийного и нитритного азота в отдельных частях акватории губы превышали норматив. В целом более высокие значения биогенных элементов характерны для вод вблизи окончания трубы сброса вод с Северной станции аэрации. Многократно отмечалось превышение установленного допустимого уровня концентрации легко окисляемых органических веществ по БПК₅. Этот показатель внесен как приоритетный при подсчете индекса загрязненности вод ИЗВ для четырех районов Невской губы из выделенных пяти. Медь в 100% случаев является основным загрязняющим элементом всех районов губы с максимальным превышением установленного для пресных вод норматива. На втором месте по металлам в 4 районах является цинк, а в Южном курортном районе также марганец. Кислородный режим в целом был в пределах нормы. При расчете индекса загрязненности вод во всех районах Невской губы использовались только средние значения концентрации металлов (при доминирующем влиянии меди), БПК₅ и кислорода. В 2022 году, как и в отдельных районах, совокупный индекс загрязнения вод Невской губы составил 2,1, что определяет воды как «грязные», V класс загрязнения (табл. 4.16).

Восточная часть Финского залива

4.10. Курортный район мелководной зоны

В 2021 г. гидрохимическая съемка курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива проводилась в полном объеме ежемесячно с мая по октябрь на станциях №19а и №20а. Отбор проб осуществлялся с поверхностного горизонта; всего было отобрано 12 проб.



Рис. 4.4. Схема расположения станций мониторинга морской среды в восточной части Финского залива.

Значение средней температуры составило 16,62⁰С, что на градус меньше максимального прошлогоднего значения. Значения солености варьировали в диапазоне 0,1-2,49‰ (ст.№20, октябрь), при среднем 0,77‰. Значения солености показали максимальные значения за последние пять лет. Значения щелочности оставались на уровне прошлых лет и изменялись в интервале 0,433-0,984 ммоль/дм³, при среднем 0,69 ммоль/дм³, максимум в сентябре на ст.№20. Диапазон значений величины водородного показателя изменялся в диапазоне 6,85-8,64, в среднем – 7,33 ед.рН, что является максимальным показателем за последние пять лет. Содержание растворенного кислорода было повышенным, среднее значение составило 10,94 мгО₂/дм³, (что является максимальным показателем за последние пять лет) при минимальном значении 8,10 мгО₂/дм³, зафиксированном в июле на ст.№19а. Случаев дефицита кислорода с уровнем менее 70% насыщения отмечено не было. В 6 пробах из 12 отмечено перенасыщение кислородом. Максимальное значение 198% зафиксировано в августе на ст.№20а.

Таблица 4.17. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	15,39/ 20,5	16,40/ 21,7	16,75/ 20,7	15,54/ 19,5	17,62/ 29,4	16,62/ 25,0
Соленость (‰)	0,32/ 0,71	0,43/ 0,88	0,60/ 1,96	0,46/ 0,79	0,54/ 1,35	0,77/ 2,49
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	10,15/ 8,92	10,01/ 8,55	9,39/ 6,07	9,8/ 8,86	10,51/ 9,20	10,94/ 8,10
Кислород (%)	101,29/ 121,5	102,26/ 135,7	96,48/ 114,9	99,31/ 117,4	109,4/ 138,9	113,91/ 198,3
рН	7,19/ 7,70	7,11/ 7,35	7,16/ 7,59	7,29/ 7,95	7,31/ 8,64	7,33/ 8,64
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,60/ 0,68	0,60/ 0,71	0,66/ 0,91	0,69/ 0,78	0,66/ 0,85	0,69/ 0,98

Биогенные вещества. В 2022г. во всех пробах превышений предельно допустимых значений по аммонийному азоту зафиксировано не было. Диапазон значений составил 0-360 мкг/дм³ (0,93ПДК, июль, ст.№19а), при среднем 59,92 мкг/дм³ (0,15ПДК). Несмотря на то, что во всех отобранных пробах концентрация азота нитритов не превышала допустимых значений, среднее значение ингредиента 11,73 мкг/дм³ (0,49ПДК), стало максимальным за весь период. Диапазон значений составил 4,6-22,1 мкг/дм³ (0,92ПДК), максимум зафиксирован в июне на ст.№20а. Превышений по азоту нитратов зафиксировано не было.

Значения концентрации находятся на многолетнем уровне. Диапазон значений составил 33-435 мкг/дм³ (0,05ПДК). Максимум зафиксирован в мае на ст.№20а. Концентрация фосфатного фосфора изменялась в диапазоне от минимально определяемого значения (DL=5 мкгР/дм³) до 17,7 мкгР/дм³ (0,35 ПДК, июль, ст.№19а). Превышений ПДК ингредиента зафиксировано не было. Средняя концентрация фосфатного фосфора 8,75 мкгР/дм³ показала максимальное значение с 2015 г., за исключением пика 2017г. Годовой ход общего фосфора практически идентичен динамике фосфатов. Низкие значения концентрации азото- и фосфоросодержащих ингредиентов свидетельствует о незначительном влиянии биогенных элементов на уровень загрязнения вод Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива.

Органические загрязняющие вещества. Из 12 проанализированных проб воды в 10 случаях было отмечено превышение норматива по БПК₅. Диапазон значений ингредиента составил 1,5-8,84 мгО₂/дм³(4,2ПДК, август, ст.№20а), при среднем 3,81 мгО₂/дм³(1,8ПДК), что соответствует повышенному значению. В 2022 г. концентрация СПАВ, фенолов, хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) была ниже предела чувствительности методик определения. В единственной пробе в августе на ст.№20а было отмечено присутствие нефтяных углеродов ниже ПДК – 0,015 мкг/дм³. Очевидно, в 2022 г. воды Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива не загрязнены органическими веществами.

Металлы. В 2022 г. в 8 из 12 проб было зафиксировано превышение ПДК по меди. Диапазон значений ингредиента составил 2,6-10,2 мкг/дм³(2,0ПДК, июнь, ст.№20а). Среднее значение концентрации ингредиента за период наблюдений составило 6,18 мкг/дм³(1,24ПДК), что выше многолетнего среднего.

Таблица 4.18. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	18,17/ 100,0	16,08/ 59,0	94,17/ 260,0	24,18/ 59,0	84,83/ 540,0	59,92/ 360,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	8,9/ 15,0	8,28/ 20,0	9,38/ 21,0	9,27/ 16,0	6,76/ 14,3	11,73/ 22,1	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	222,5/ 521,0	113,75/ 314,0	208,83/ 481,0	158,55/ 389,0	129,17/ 428,0	206,08/ 435,0	9032
Общий азот N _{total} мкгN/дм ³	736,42/ 1436,0	741,98/ 1261,80	742,33/ 1068,0	718,64/ 983,0	833,25/ 1512,0	805,92/ 1036,0	

Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	5,22/ 18,0	6,69/ 33,06	17,32/ 40,0	3,41/ 13,0	3,06/ 13,5	8,75/ 17,7	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	14,86/ 30,0	14,27/ 43,80	28,75/ 47,0	11,82/ 18,0	15,8/ 38,2	21,83/ 40,0	
БПК ₅ мгO ₂ /дм ³	2,26/ 4,5	2,0/ 3,8	2,93/ 4,8	2,34/ 3,8	3,83/ 8,9	3,81/ 8,8	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³	0,004/ 0,05	0,0/ 0,0	0,011/ 0,019	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0013/ 0,015	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,017/ 0,1	0,009/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	4,5/ 24,0	0,0/ 0,0	8,58/ 103,0	0,02/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	100

Только в одной пробе отобранной на ст.№19а в октябре зафиксировано превышение концентрации ПДК по цинку – 54 мкг/дм³(1,1ПДК). Во всех остальных случаях диапазон значений содержания ингредиента составил 5-33,2 мкг/дм³(0,66ПДК, август, ст.№20а). Среднее значение цинка 14,94 мкг/дм³(0,3ПДК) соответствует среднему многолетнему.

Таблица 4.18. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Cu, мкг/дм ³	6,68/ 13,3	11,38/ 30,0	6,33/ 16,5	3,96/ 7,6	7,17/ 25,0	6,18/ 10,2	5
Zn, мкг/дм ³	9,47/ 16,5	24,68/ 74,0	18,18/ 31,0	20,15/ 52,0	8,44/ 17,3	14,94/ 54,0	50
Mn, мкг/дм ³	10,66/ 33,0	11,93/ 36,0	23,85/ 170,0	11,92/ 56,0	4,6/ 25,7	20,52/ 84,0	50
Fe, мкг/дм ³	305,08/ 1190,0	146,3/ 400,0	79,67/ 280,0	214,09/ 820,0	121,42/ 570,0	265,5/ 775,0	50
Al, мкг/дм ³	29,25/ 69,0	28,7/ 51,0	23,67/ 65,0	20,55/ 37,0	24,85/ 79,0	18,19/ 41,6	40
Pb, мкг/дм ³	0,86/ 2,3	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,98/ 5,1	10

Только в одной пробе отобранной на ст.№20а в сентябре зафиксировано превышение концентрации ПДК по марганцу – 84 мкг/дм³(1,7ПДК). В остальных случаях значения концентрации ингредиента от 1,1 мкг/дм³ до 40,5 мкг/дм³(0,81ПДК, июнь, ст.№20а). Среднее содержание марганца 20,52 мкг/дм³ (0,41ПДК) стало

максимальным с 2016 г. за исключением экстремальных значений 2019 г. В 3 пробах из 12 присутствие железа не зафиксировано, в остальных случаях были отмечены превышения ПДК. Максимальное значение концентрации железа общего отмечено в мае на ст.№20а – 775,0 мкг/дм³(15,5ПДК). Среднее содержание ингредиента составило 265,5 мкг/дм³ (5,31ПДК), что является максимальным значением с 2018 г. В одной пробе, отобранной на ст.№20а в мае зафиксировано превышение ПДК по алюминию - 41,6 мкг/дм³ (1,04ПДК). Во всех остальных случаях диапазон значений составил от аналитического нуля до 36,8 мкг/дм³ (0,92ПДК), при среднем 18,19 мкг/дм³, что является минимальным значением с 2015 г. Содержание свинца, хрома, никеля, кобальта не превышали предельно установленных значений. Максимальная концентрация кадмия, никеля и хрома достигала 0,89; 4,2 и 1,2 мкг/дм³ соответственно.

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации железа, легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ и меди. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Курортного района Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2022 году составил 2,23, что относится к V классу загрязнения, и определяет воды как «грязные». Основным загрязняющим веществом стало железо, средняя концентрация которого в 5 раз превышала ПДК.

4.11. Мелководная зона восточной части Финского залива

В 2022 г. гидрохимическая съемка Мелководной зоны восточной части Финского залива проводилась в апреле и августе на шести станциях с глубинами 7-22 м. Отбор проб осуществлялся с разных горизонтов. Диапазон значений температуры на поверхности составил 9,1-24,6⁰С, в придонном слое 2,62-20,91⁰С (табл. 4.20). Диапазон значений солености на поверхности составил 0,08-0,79‰, в придонном слое – 0,32-5,79‰. Повышенные значения солености на поверхности и в придонном слое отмечены в сентябре. Среднее значение солености во всей толще воды составило 1,43‰, что является максимумом за пятилетний период за исключением 2020 г. Распреснение всей водной толщи наблюдалось на ст.№19 и ст.№26, что отражает наибольшее влияние стока из Невской губы. В ходе проведения гидрохимических съемок в мае и июле 2022 г. случаев нарушения норматива (6 мг/дм³) по содержанию растворенного кислорода в Мелководной зоне восточной части Финского залива зафиксировано не было. В сентябре содержание растворенного кислорода не соответствовало нормативу в 4 пробах, отобранных в придонных горизонтах ст.№20 (3,63 мг/дм³), ст.№22 (4,01 мг/дм³), ст.№ 24 (5,82 мг/дм³) и ст.№26 (4,60 мг/дм³). Среднее содержание кислорода во всем столбе воды за период проведения съемки составило 8,76 мг/дм³.

Таблица 4.20. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°C)	18,75/ 19,67	19,82/ 20,24	17,63/ 18,2	15,41/ 18,6	11,22/ 18,23	13,55/ 24,6
Соленость (‰)	0,59/ 2,88	1,28/ 2,58	1,35/ 3,86	1,58/ 3,98	1,24/ 4,44	1,43/ 5,79
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	8,62/ 5,69	8,31/ 5,72	8,19/ 4,52	7,71/ 2,47	10,55/ 6,96	8,76/ 3,63
Кислород (%)	92,53/ 113,2	91,55/ 111,2	86,38/ 100,0	77,40/ 108,7	94,09/ 111,1	88,62/ 140,3
pH	7,76/ 8,32	6,85/ 7,41	7,95/ 8,26	7,74/ 8,18	7,90/ 8,63	7,38/ 8,24
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,63/ 1,10	0,79/ 1,03	0,79/ 1,19	0,88/ 1,34	0,82/ 1,311	0,78/ 1,405

В поверхностном слое содержание кислорода относительного соответствовало норме (70%) во всех пробах за исключением сентябрьской пробы на ст.№26, где наблюдался дефицит кислорода – 61,3%. В тоже время в 10 пробах из 18 наблюдалось перенасыщение кислородом. Максимальное значение 140,3% было зафиксировано в июле на ст.№19. В придонном слое диапазон значений растворенного кислорода составил 31,6-104,3%. Дефицит был зарегистрирован в 4 сентябрьских пробах. Минимальное значение – 31,6% на ст.№22. Среднее содержание относительного кислорода во всей толще воды составило 88,6%, что соответствует норме. Во всех пробах, отобранных в мелководном районе восточной части Финского залива в период проведения съемок, величина водородного показателя оставалась в пределах допустимой нормы ($6,5 < \text{ед.рН} < 8,5$), за исключением пробы воды отобранной в сентябре в придонном горизонте ст.№21 – 5,85. В целом, в слое поверхность-дно диапазон значений рН в районе находился в пределах от 7,01 до 7,94 ед.рН в мае, от 6,89 до 8,13 ед.рН в июле и 5,85 – 8,24 ед.рН в сентябре. Значение щелочности в мелководном районе полностью определяется соленостью и подчиняется линейной корреляции с ее величинами. Максимальные значения щёлочности наблюдались в придонном горизонте ст.№24: в мае - 1,039 ммоль/дм³, в июле - 1,180 ммоль/дм³ и в сентябре - 1,405 ммоль/дм³.

Таблица 4.21. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	26,27/ 148,0	25,8/ 113,0	55,2/ 236,0	39,37/ 185,0	23,8/ 76,0	86,11/ 644,0	389

Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	10,41/ 20,0	6,52/ 14,0	11,49/ 48,0	7,73/ 16,0	4,60/ 8,30	7,07/ 14,8	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	110,4/ 218,0	46,6/ 140,0	58,87/ 131,0	111,57/ 304,0	136,87/ 269,0	124,07/ 319,0	9032
Общий азот N _{total}	526,2/ 639,0	525,73/ 730,0	565,8/ 755,0	578,13/ 1369,0	524,03/ 648,0	587,68/ 846,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄	15,74/ 59,0	7,61/ 33,00	10,87/ 43,0	18,20/ 60,0	33,61/ 141,7	14,78/ 62,4	50
Общий фосфор P _{total}	25,03/ 83,0	19,67/ 54,0	19,79/ 62,0	27,97/ 74,0	47,07/ 152,4	26,79/ 76,9	
БПК ₅ (мгO ₂ /дм ³)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,008/ 0,009	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0002/ 0,011	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,008/ 0,1	0,0/ 0,0	0,017/ 0,20	0,0/ 0,0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	2,58/ 11,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	100

Биогенные вещества. Несмотря на то, что в 2022 г. средняя концентрация аммонийного азота во всем столбе воды – 86 мкг/дм³ не превысила ПДК, она показала максимальное значение с 2007 г. Диапазон значений на поверхности составил 35-644 мкг/дм³ (1,66ПДК, июль, ст.№21), в придонном горизонте – 75,0-464 мкг/дм³ (1,19ПДК, июль, ст.№24). Значений, превышающих ПДК по нитритному азоту, зафиксировано не было. Диапазон значений на поверхности – 2,0-14,6 мкг/дм³ (0,61ПДК, июль, ст.№21); в придонном слое – 1,8-14,8 мкг/дм³ (0,62ПДК, июль, ст.№20). Средняя концентрация ингредиента во всей толще воды составила 7,07 мкг/дм³, что немного ниже многолетнего среднего. Во всех пробах содержание азота нитратного было меньше ПДК (ПДК = 9032 мкг/дм³). В мае диапазон концентраций в поверхностном горизонте составил 70 – 145 мкг/дм³, у дна концентрации азота нитратного менялись в диапазоне 17 – 128 мкг/дм³. В июле диапазон концентраций в поверхностном горизонте составил 15 – 166 мкг/дм³, у дна концентрации азота нитратного менялись в диапазоне 11 – 66 мкг/дм³. В сентябре: поверхностный горизонт - 182 – 317 мкг/дм³, придонный горизонт - 176 – 319 мкг/дм³. Во всех пробах воды, отобранных в Мелководном районе восточной части Финского залива в мае, июле и сентябре 2022 г. содержание фосфора фосфатного не превышало уровень. Значения концентрации ингредиента на поверхности варьировали от аналитического нуля до 27,9 мкг/дм³, в придонном горизонте от аналитического нуля до 62,4 мкг/дм³ (1,25ПДК, сентябрь, ст.№22). Среднее значение во всей толще – 14,78 мкг/дм³ (0,3ПДК) немного выше среднего многолетнего.

Небольшая концентрация различных форм биогенных элементов в водах Мелководного района подтверждает вывод о невысоком уровне эвтрофикации восточной части Финского залива.

Органические загрязняющие вещества. В 2022 г. концентрация СПАВ, фенолов, хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности методик определения. В единственной пробе в августе на ст.№20а было отмечено присутствие нефтяных углеродов ниже ПДК – 0,011 мкг/дм³. Очевидно, в 2022 г. воды Мелководной зоны восточной части Финского залива не загрязнены органическими веществами.

Металлы. В 2022 г. в 6 пробах из 36 было зафиксировано превышение концентрации по меди. В поверхностном слое диапазон значений составил 1-9,2 мкг/дм³ (1,84ПДК, май, ст.№22), в придонном слое: 1,6-7,6 мкг/дм³(1,52ПДК, июль, ст.№26). Среднее значение концентрации ингредиента во всем столбе воды составило 3,88 мкг/дм³ (0,78ПДК), что существенно ниже экстремальных значений 2021 г.

Таблица 4.22. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Сu, мкг/дм ³	3,69/ 7,4	8,74 / 23,5	1,63/ 2,4	3,42/ 9,9	8,84 / 28,0	3,88/ 9,2	5
Zn, мкг/дм ³	11,3/ 29,8	12,63/ 21,6	8,25/ 15,3	21,56/ 50,0	11,94/ 28,9	7,50/ 24,1	50
Mn, мкг/дм ³	17,03/ 81,7	35,96/ 190,0	45,78/ 110,0	62,75 / 490,0	23,54/ 62,0	20,19/ 214,6	50
Fe, мкг/дм ³	7,0/ 26,0	0/ 0	0/ 0	4,7/ 57,0	21,83/ 85,0	12,75/ 70,0	50
Al, мкг/дм ³	6,5/ 15,0	4,58/ 17,0	7,92/ 20,0	6,58/ 31,0	12,05/ 45,0	8,41/ 29,7	40
Pb, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/ 0	0/ 0	0,0/ 0,0	1,33/ 6,7	10

Содержание цинка в Мелководном зоне восточной части Финского залива в мае, июле и сентябре 2022 г. не превышало предельно допустимый уровень во всех отобранных пробах. Концентрации данного ингредиента в слое поверхность-дно находились в пределах от минимально определяемой величины до 24,1 мкг/дм³ (0,48 ПДК, июль, ст.№24). Среднее значение во всей толще воды составило 7,5 мкг/дм³, что является минимальным значением с 2014 г. В 4 пробах из 36 было зафиксировано превышение ПДК по марганцу. Максимальное значение 214,0 мкг/дм³ (4,28ПДК) было зафиксировано в придонном горизонте в сентябре на ст.№22. Среднее значение

концентрации ингредиента во всей толще составило 20,19 мкг/дм³(0,4ПДК) и стало минимальным с 2017 г. Диапазон значений концентрации общего железа на поверхности составил 0-63 мкг/дм³ (1,26ПДК, май, ст.№19), на дне – 0-70 мкг/дм³ (1,4ПДК, май, ст.№20). Средняя концентрация в слое поверхность-дно – 12,75 мкг/дм³ уменьшилась по сравнению с экстремально высоким средним значением прошлого года. Концентрации свинца в водах мелководного района в период проведения трех съемок были ниже уровня ПДК во всех отобранных пробах. В 64 % проб содержание свинца было ниже предела обнаружения. Значимые концентрации ингредиента изменялись в пределах от 3,0 мкг/дм³ до 6,7 мкг/дм³, максимум наблюдался в июле в придонном горизонте ст.№19. Во всех отобранных пробах концентрация алюминия не превышала ПДК. Максимальное значение 29,7 мкг/дм³ (0,74ПДК) зафиксировано в июльской пробе на поверхности. Средняя концентрация ингредиента во всей толще воды составила 8,41 мкг/дм³ – на уровне среднего многолетнего.

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации меди, марганца и фосфатному фосфору. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2022 году составил 0,54, что относится к II классу загрязнения, и определяет воды как «чистые», лучший показатель с 2016 г.

4.12. Глубоководная зона восточной части Финского залива

В 2022 г. гидрохимическая съемка глубоководной зоны восточной части Финского залива проводилась в апреле и августе на разрезе по центру залива на ст.№№1,2,3,4. Отбор проб проводился из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов в мае, июле и сентябре.

Таблица 4.23. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	12,12/ 19,24	12,23/ 20,24	12,58/ 17,65	11,94/ 18,60	9,26/ 18,13	8,64/ 21,2
Соленость (‰)	3,71/ 6,53	4,17/ 7,08	4,83/ 7,94	3,50/ 6,92	3,78/ 6,74	4,19/ 7,46
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	7,33/ 3,86	6,72/ 3,02	7,21/ 3,44	8,34/ 3,02	9,69/ 3,50	8,06/ 3,02
Кислород (%)	70,93/ 104,0	65,14/ 104,1	70,97/ 105,8	78,3/ 115,0	83,09/ 114,3	72,41/ 109,5
рН	7,75/ 8,34	7,39/ 7,9	7,76/ 8,31	7,73/ 8,24	7,93/ 8,7	7,42/ 8,3
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,24/ 1,62	1,36/ 1,71	1,33/ 1,62	1,27/ 1,64	1,26/ 1,58	1,30/ 1,65

Во время проведения съемки на поверхности диапазон температур составил 7,4-21,2 °С, при среднем 13,69°С, в придонном горизонте 1,59-4,58°С, при среднем 3,06 °С. Средняя температура во всем столбе воды стала минимальной за последние 5 лет. В мае в глубоководном районе в поверхностном горизонте диапазон значений солености составил 1,86 – 3,91 ‰, в придонном горизонте – 4,87 – 6,69 ‰, в июле – 1,20 – 3,31 ‰ на поверхности и 4,64 – 6,73 ‰ на дне и в сентябре - 1,70 – 4,12 ‰ на поверхности и 5,88 – 7,46 ‰ на дне. Для обоих горизонтов максимальные значения были зафиксированы на ст. 4. С увеличением глубины значение солености возрастало, что объясняется притоком солоноватых вод из центральной части залива. Во всех пробах величина водородного показателя, не выходила за рамки нормативной величины. Диапазон значений составил 6,68 – 8,30 ед.рН по итогам трех съемок. Значения щелочности в придонном горизонте во всех случаях были выше, чем на поверхности, постепенно возрастая с увеличением глубины. Диапазон значений на поверхности составил 0,758-1,254 ммоль/дм³ при среднем 1,05 ммоль/дм³, на дне – 1,35-1,65 ммоль/дм³, при среднем 1,5 ммоль/дм³, что соответствует среднему многолетнему значению. Кислородный режим вод глубоководного района восточной части Финского залива в целом был удовлетворительным. В 13 пробах из 66 зафиксирован дефицит кислорода. Практически все случаи отмечены в придонном горизонте. Минимальное значение кислорода по результатам трех съемок – зафиксировано в сентябрьской пробе придонного горизонта на ст.№2. Среднее значение во всем столбе воды - 8,06 мгО₂/дм³ приблизительно соответствует многолетним показателям. Значения относительного содержания растворенного кислорода на поверхности для всех станций района в мае, июле и сентябре соответствовали нормативу (70%) и изменялись: в мае от 96,3 до 106,3%, в июле от 96,1 до 109,5% и в сентябре от 90,9 до 100,0 %. В придонном горизонте все значения показателя были ниже допустимого уровня: диапазон находился в пределах от 30,5% (ст.№4) до 62,3% (ст.№2) в мае, от 24,4% (ст.№4) до 59,6% (ст.№1) в июле и от 24,1% (ст.№2) до 30,8% (ст.№3) в сентябре. Более низкое содержание в воде кислорода на глубинных горизонтах связано с высокой стратификацией водной толщи.

Таблица 4.24. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	12,42/ 51,0	5,85/ 38,0	19,62/ 84,0	10,75/ 50,0	3,15/ 42,0	57,91/ 534,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	5,03/ 28,00	3,31/ 11,0	2,83/ 8,7	2,43/ 8,7	3,60/ 9,3	2,45/ 8,8	24

Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	55,04/ 153,0	55,69/ 127,0	101,92/ 241,0	83,15/ 252,0	97,31/ 204,0	109,45/ 249,0	9032
Общий азот N _{total}	427,08/ 679,0	457,27/ 579,0	553,04/ 897,0	441,25/ 591,0	444,77/ 596,0	486,39/ 659,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄	17,319/ 86,0	24,62/ 95,0	29,70/ 122,0	22,68/ 90,0	24,02/ 69,6	30,65/ 118,2	50
Общий фосфор P _{total}	23,10/ 100,0	32,20/ 108,0	38,02/ 129,0	34,04/ 102,0	36,05/ 85,8	41,13/ 127,9	
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,007/ 0,04	0,0/ 0,0	0,007/ 0,008	0,0/ 0,0	0,0005/ 0,013	0,0/ 0,0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,13/ 0,8	0,0/ 0,0	0,006/ 0,1	0,0/ 0,0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	1,38/ 11,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,006/ 0,1	0,0/ 0,0	100

Биогенные вещества. Содержание аммонийного азота было выше уровня ПДК (389 мкг/дм³) в 3 пробах, отобранных в Глубоководном районе в ходе проведения трех съемок. Все случаи нарушения норматива были зафиксированы в июле: ст.№3 (придонный горизонт) – 405 мкг/дм³ (1,04ПДК), ст.№4 (горизонт 50 м) – 428 мкг/дм³ (1,1ПДК), и ст.№4 (придонный горизонт) – 534 мкг/дм³ (1,37ПДК). На поверхности диапазон значений составил от аналитического нуля до 103 мкг/дм³, на дне – 0 - 534 мкг/дм³. В 2022 г. среднее значение аммонийного азота во всем столбе воды показала максимальные значения с 1999 г. Содержание азота нитритов не превышала ПДК во всех пробах. На поверхности диапазон значений составил 0-6,8 мкг/дм³, при среднем 2,15 мкг/дм³. В придонном слое значения изменялись в интервале 0-7,1 мкг/дм³, при среднем 2,23 мкг/дм³. В целом, среднее содержание азота нитритов во всем столбе воды - ниже среднего многолетнего значения. Несмотря на то, что превышений ПДК по нитратному азоту зафиксировано не было, среднее значение во всем столбе воды 109,45 мкг/дм³ стало максимальным с 2011 г. Диапазон значений содержания ингредиента на поверхности составил 15-178 мкг/дм³; в придонном горизонте – 182-249 мкг/дм³. Среднее содержание фосфатного фосфора во всей толще воды 30,65 мкг/дм³ (0,6ПДК) стало максимальным с 2011 г. Диапазон значений на поверхности составил 0-11,2 мкг/дм³, в придонном слое – 34,7-118,2 мкг/дм³ (2,4ПДК, июль, ст.№4).

Органические загрязняющие вещества. На всех станциях глубоководного района восточной части Финского залива содержание нефтепродуктов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) в период

проведения гидрохимических съемок в мае, июле и сентябре 2022 г. было ниже предела обнаружения методик.

Металлы. В 2022 г. содержание меди в Глубоководном районе восточной части Финского залива в период проведения гидрохимических съемок превышало предельно допустимый уровень в 1 пробе 5,3 мкг/дм³(1,1ПДК), зафиксированной в июле, на поверхности, ст.№3. На поверхности диапазон значений составил 1,7-5,3 мкг/дм³, на дне – 1-4,6 мкг/дм³ (0,92ПДК, май, ст.№1). Среднее значение во все столбе воды 3,05 мкг/дм³ вернулось в диапазон многолетних значений. Содержание цинка в мелководном районе восточной части Финского залива во время проведения гидрохимических съемок не превышало предельно допустимый уровень во всех отобранных пробах. Концентрации данного ингредиента в слое поверхность-дно находились в пределах от минимально определяемой величины (5,0 мкг/дм³) до 28,0 мкг/дм³ (0,56ПДК, июль, дно, ст.№3). Содержание марганца в Глубоководном районе превысило уровень ПДК в 8 пробах из 30 отобранных на определение данного показателя. Диапазон значений составил <1,0 – 295 мкг/дм³ () в слое поверхность-дно по результатам трех съемок. Наибольшая концентрация ингредиента наблюдалась в июле в придонном горизонте ст.№4 и составила 5,9ПДК. Концентрация свинца в водах глубоководного района в период проведения трех съемок были ниже уровня ПДК во всех отобранных пробах. В 30 % проб содержание свинца было ниже предела обнаружения. Во всех пробах концентрации железа общего, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.25. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Сu, мкг/дм ³	2,47/ 3,7	0,37/ 2,6	1,51/ 3,3	4,79/ 8,4	8,08 / 29,0	3,05/ 5,3	5
Zn, мкг/дм ³	6,4/ 9,70	12,84/ 24,1	5,52/ 21,9	19,54/ 48,0	10,85/ 24,0	8,83/ 28,0	50
Mn, мкг/дм ³	45,31/ 232,0	105,4 / 360,0	175,31 / 470,0	23,88/ 120,0	23,35/ 59,0	35,66/ 295,0	50
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	2,95/ 59,0	0,0/ 0,0	50
Al, мкг/дм ³	Н/Д	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	1,2/ 14,0	0,90/ 17,9	2,47/ 25,3	40
Pb, мкг/дм ³	Н/Д	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	2,71/ 6,6	10

Во всех пробах концентрация общего железа, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации марганца, фосфатному фосфору и меди. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2022 году составил 0,67, что относится к II классу загрязнения, и определяет воды как «чистые».

4.13. Копорская губа

В 2022 г. гидрохимическая съемка Копорской губы была выполнена в мае, июле и сентябре на двух станциях на разных горизонтах. Средняя температура во всем столбе воды на двух станциях в мае составила 5,29⁰С, в июле - 17,62⁰С, в сентябре – 9,42⁰С. Диапазон значений солености на поверхности составил 1,5-3,27‰ (ст.№бк), при среднем 2,37‰, в придонном горизонте – 2,29-5,71‰ (ст.№бк), при среднем 3,98‰.

Таблица 4.26. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Копорской губы в 2017-2021 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (⁰ С)	17,10/ 19,4	15,55/ 21,0	17,25/ 17,9	14,38/ 18,8	10,87/ 18,8	10,78/ 20,8
Соленость (‰)	2,89/ 3,71	3,21/ 4,97	4,29/ 4,48	2,88/ 4,09	3,16/ 4,47	3,21/ 5,71
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	7,95/ 6,22	7,55/ 4,57	8,50/ 6,43	7,82/ 4,34	10,52/ 5,64	8,00/ 4,87
Кислород (%)	84,05/ 98,0	81,05/ 102,4	90,48/ 99,4	78,2/ 107,5	93,02/ 113,4	77,77/ 106,1
рН	7,92/ 8,17	7,72/ 7,95	8,17/ 8,29	7,79/ 8,27	8,02/ 8,56	7,55/ 8,1
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,14/ 1,29	1,14/ 1,48	1,22/ 1,24	1,17/ 1,37	1,17/ 1,38	1,12/ 1,42

Во всех пробах величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины. По результатам съемок значения на двух станциях варьировали от 7,2 до 8,10 ед.рН (ст.№бк), при среднем 7,5 ед.рН. Диапазон значений щелочности на поверхности составил 0,76-1,104 ммоль/дм³(ст.№бк), в придонном горизонте 0,97-1,4 ммоль/дм³, таким образом можно сказать, что вертикальные различия щелочности на обеих станциях в слое поверхность-дно были незначительными. В целом, кислородный режим вод Копорской губы был удовлетворительным. В 4 случаях из 18 было зафиксировано нарушение норматива. Все пробы отобраны в придонном горизонте. В поверхностном слое диапазон значений ингредиента изменялся в диапазоне 8,33-10,49 мгО₂/дм³, при среднем 9,35 мгО₂/дм³. Значение кислорода относительного ниже установленного норматива (70%) было зафиксировано в четырех пробах воды, отобранных в придонном горизонте ст.№бк: в мае – 40,5%, в июле – 42,7%, в сентябре – 39,4%, а также в пробе воды отобранной в сентябре на горизонте 20м – 48,6%.

Перенасыщения вод кислородом (>100%) наблюдалось в одной пробе воды, отобранной в июле. В целом, диапазон изменений составил: в поверхностном слое двух станций 84,3 – 106,1%, в придонном горизонте – 39,4 – 70,7%.

Биогенные вещества. Содержание аммонийного азота не превышали ПДК во всех пробах за исключением одной пробы отобранной на ст.№3к в июле в придонном горизонте, где было зафиксировано экстремально высокое значение ингредиента 481 мкг/дм³ (1,24ПДК). В остальных случаях диапазон значений на поверхности составил 0-119 мкг/дм³ (0,31ПДК), в придонном горизонте – 0-94 мкг/дм³. Из-за экстремального июльского значения ингредиента среднее содержание аммонийного азота во всем столбе воды составило 67,83 мкг/дм³ – максимальное значение с 2002 г. Случаев нарушения норматива по содержанию нитритного азота в водах губы зафиксировано не было. Диапазон значений по двум станциям на поверхности составил 0,9-9,5 мкг/дм³ (0,4ПДК, сентябрь, ст.№3к) при среднем 3,8 мкг/дм³, в придонном горизонте – 1,5-8,3 мкг/дм³ (0,35ПДК, июль, ст.№6к), при среднем 4,06 мкг/дм³. Во всех пробах содержание нитратного азота было значительно меньше ПДК. Максимальная концентрация ингредиента 291,0 мкг/дм³ (0,03ПДК) была зарегистрирована на ст.№6к, в сентябре у дна. Среднее содержание общего азота во всей толще воды стало минимальным за последние 5 лет. По результатам трех съемок, во всех пробах воды содержание фосфатного фосфора в поверхностном и придонном горизонтах не превышало предельно допустимой концентрации. Средняя концентрация ингредиента на поверхности составила 3,58 мкг/дм³, у дна – 14,88 мкг/дм³. Максимальная концентрация 31,3 мкг/дм³ зафиксирована на ст.№6к в мае у дна. Очевидно, воды Копорской губы не загрязнены биогенными элементами.

Таблица 4.27. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Копорской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	26,0/ 45,0	3,67/ 22,0	24,67/ 66,0	13,0/ 72,0	5,17/ 62,0	67,83/ 481,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	5,95/ 27,0	3,22/ 4,5	2,02/ 3,2	2,61/ 7,4	5,13/ 11,8	3,27/ 9,5	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	17,33/ 49,0	25,83/ 118,0	20,0/ 36,0	85,58/ 256,0	85,92/ 177,0	77,39/ 291,0	9032
Общий азот N _{total}	511,83/ 558,0	479,33/ 576,0	479,67/ 537,0	436,33/ 627,0	446,5/ 573,0	16,6/ 42,5	
Фосфатный фосфор P-PO ₄	4,68/ 23,0	8,03/ 41,0	3,58/ 14,0	12,08/ 36,0	17,47/ 41,60	7,37/ 31,3	50

Общий фосфор P _{total}	15,25/ 33,0	15,95/ 47,0	12,48/ 20,0	21,23/ 46,0	28,55/ 53,5	16,6/ 42,5	
Нефтяные углеводороды ТННs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,05/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,00001	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	100

Органические загрязняющие вещества. На всех станциях Копорской губы содержание нефтепродуктов, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) в период проведения гидрохимических съемок в мае, июле и сентябре 2022 г. было ниже предела обнаружения методик. В двух майских пробах на ст.№3к зафиксировано присутствие фенола на уровне аналитического нуля.

Металлы. В 2022 г. содержание меди губе превышало ПДК в 3 пробах из 12 проб, отобранных в районе. Все случаи зафиксированы на ст.№3к. Максимальная концентрация отмечена в июльской пробе придонного горизонта – 8,9 мкг/дм³(1,78ПДК). Средняя концентрация ингредиента на поверхности - 3,85 мкг/дм³ (0,77ПДК), у дна – 3,83 мкг/дм³(0,77ПДК), что говорит о незначительном вертикальном различии содержания меди. Содержание цинка в водах Копорской губы в период проведения съемок не превышало уровень ПДК. По результатам трех съемок его концентрация в слое поверхность-дно изменялась в диапазоне <5,0 – 15,1 мкг/дм³ (0,3ПДК, ст.№3к, июль, дно). Средняя концентрация 7,04 мкг/дм³ находится на уровне среднего многолетнего.

Таблица 4.28. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Копорской губы в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Cu, мкг/дм ³	1,73/ 2,9	0,0/ 0,0	0,88/ 1,3	3,63/ 6,1	7,95/ 22,8	3,84/ 8,9	5
Zn, мкг/дм ³	8,45/ 16,0	13,4/ 26,4	3,1/ 6,6	19,88/ 42,0	11,64/ 16,8	7,04/ 15,1	50
Mn, мкг/дм ³	62,53/ 209,0	92,93/ 250,0	66,68/ 140,0	45,19/ 200,0	35,6/ 110,0	70,38/ 264,0	50
Fe, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	50
Al, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	3,25/ 13,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	1,45/ 11,6	3,72/ 12,0	40
Pb, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,48/ 3,8	2,89/ 5,8	10

Концентрация марганца в водах Копорской губы в мае, июле и сентябре 2022 г. превысила уровень ПДК в 5 пробах воды. Все превышающие ПДК значения зафиксированы на ст.№6к. Содержание ингредиента в слое поверхность – дно находилось в пределах 2,0 – 264 мкг/дм³ (5,28ПДК, июль, дно). Средняя концентрация марганца 70,38 мкг/дм³ стала максимальной с 2018 г. Во всех пробах содержание алюминия было ниже ПДК. Средняя концентрация по результатам съемок во всей толще воды составила 3,72 мкг/дм³ – максимальное значение с 2015 г. Максимальное значение концентрации 12,0 мкг/дм³ зафиксировано в июльской пробе на ст.№3к у дна. Во всех отобранных пробах концентрации железа общего, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации марганца, меди и свинца. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Копорской губы в 2022 году составил 0,67, что относится к III классу загрязнения, и определяет воды как «умеренно загрязненные».

4.14. Лужская губа

В 2022 г. гидрохимическая съемка Лужской губы проводилась в мае, июле и сентябре на ст.№6л с глубиной 28 м и на ст.№18л (10 м). Всего обработано 23 пробы с разных горизонтов. В среднем воды Лужской губы самыми холодными с 2017 г., за исключением экстремально низкой температуры прошлого года. Минимальная температура 2,08 °С зафиксирована на ст.№6л на глубине 20м., максимальная (20,1°С) на ст.№6л на поверхности. Значения солености на поверхности изменялись в диапазоне 2,76-5‰, у дна – 2,94-5‰, что говорит о незначительном вертикальном различии в солености. Средняя соленость -3,47‰ – на уровне среднего многолетнего. Во всех пробах значения водородного показателя не выходили за рамки нормативной величины (6,5<ед.рН <8,5), вертикальные различия от поверхности до дна (на обеих станциях) были незначительными. Диапазоны величин показателя составили: на ст.№6л - 7,01 – 8,14 ед.рН и на ст.№18л – 6,91 - 8,20ед.рН. Вертикальные различия щелочности на обеих станциях были незначительными и составили: на ст.№6л – 1,093 - 1,418 ммоль/дм³ и на ст.№18л - 1,169 - 1,470 ммоль/дм³ в слое поверхность-дно по обобщенным результатам трех съемок. Средняя щелочность 1,22 ммоль/дм³ стала минимальной за последние 5 лет. Кислородный режим вод Лужской губы в целом был удовлетворительным, во всех отобранных пробах значения кислорода абсолютного не выходили за пределы норматива. Исключение составила проба, отобранная на ст.№6л в июле в придонном горизонте. Среднее значение кислорода на поверхности – 9,86 мгО₂/дм³, у дна – 7,40 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного кислорода не соответствовали нормативу (70%) в четырех пробах: ст.№6л (май, придонный горизонт) – 52,8%, ст.6л (июль, горизонт 20м) – 67,9 % и ст.№6л (июль, придонный

горизонт) – 45,4% и ст.№6л (сентябрь, придонный горизонт) – 58,4%. Более низкое содержание в воде кислорода на глубинных горизонтах связано с высокой стратификацией водной толщи.

Таблица 4.29. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Лужской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Температура (°С)	16,68/ 18,8	14,82/ 20,0	15,55/ 18,2	12,64/ 18,8	9,85/ 18,2	11,3/ 21,1
Соленость (‰)	3,44/ 4,0	3,38/ 5,23	4,28/ 5,61	3,34/ 4,24	3,53/ 4,55	3,47/ 5,0
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	7,49/ 6,13	7,24/ 4,69	8,08/ 4,21	8,12/ 5,03	10,34/ 4,29	8,63/ 5,97
Кислород (%)	78,45/ 92,4	76,27/ 101,8	84,77/ 107,6	79,1/ 117,5	90,13/ 107,1	83,91/ 110,1
pH	7,91/ 8,28	7,58 7,80	8,09/ 8,34	7,69/ 8,28	7,91/ 8,38	7,56/ 8,2
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,37/ 1,64	1,27 1,53	1,29/ 1,35	1,26/ 1,54	1,25/ 1,36	1,22/ 1,47

Биогенные вещества. Во всех отобранных в водах Лужской губы пробах превышений ПДК по содержанию аммонийного азота зафиксировано не было. В целом, диапазон концентраций показателя в слое поверхность-дно находился в пределах от 40 до 161 мкг/дм³ в мае, от 32 до 102 мкг/дм³ в июле и от <20 до 70 мкг/дм³ в сентябре. Средняя концентрация ингредиента во всем столбе воды - 54,76 мкг/дм³ стала максимальной с 2011 г. Случаев нарушения норматива по содержанию нитритного азота в водах губы зафиксировано не было. На поверхности диапазон значений составил 1,4-2,6 мкг/дм³, в придонном горизонте 1,9-9,3 мкг/дм³. По результатам съемки средняя концентрация ингредиента во всем столбе воды составило 2,83 мкг/дм³ стала минимальной с 2016 г. Во всех пробах содержание нитратного азота было значительно ниже уровня ПДК. Максимальная концентрация 190 мкг/дм³ (0,02ПДК) отмечена на ст.№6л в сентябре на дне. Во всех пробах отобранных в период проведения съемок содержание фосфатного фосфора в поверхностном и придонном горизонтах не превышало предельно допустимой концентрации. В мае диапазон концентраций данного ингредиента на ст.№6л находился в пределах от 6,1 мкг/дм³ на поверхности до 32 мкг/дм³ (0,64ПДК) на дне, на ст.№18л от 11 мкг/дм³ (поверхность) до 10 мкг/дм³ (дно). В июле на ст.№6л значения показателя изменялись от <5 мкг/дм³ (поверхность) до 21 мкг/дм³ (0,42ПДК, дно), на ст.№18л – от <5 мкг/дм³ (поверхность) до 5,3 мкг/дм³ (дно). В сентябре на ст.№6л значения показателя изменялись от <5 мкг/дм³ (поверхность) до 19 мкг/дм³ (дно), на ст.№18л – от 9,8 мкг/дм³ (поверхность) до 5,0 мкг/дм³ (дно). Очевидно, воды Лужской губы не загрязнены биогенными элементами.

Таблица 4.30. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2017-2022 гг.

Ингредиент	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	17,0/ 45,0	16,0/ 45,0	8,0/ 26,0	10,33/ 46,0	6,67/ 45,0	54,76/ 161,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	7,05/ 28,0	4,08/ 5,5	3,37/ 4,2	3,94/ 12,0	4,57/ 7,2	2,83/ 9,3	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	27,33/ 59,0	21,67/ 75,0	40,5/ 189,0	88,17/ 217,0	76,67/ 141,0	50,76/ 190,0	9032
Общий азот N _{total}	521,33/ 604,0	520,0/ 576,0	548,67/ 660,0	454,08/ 574,0	454,58/ 583,0	464,0/ 626,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄	5,92/ 22,0	10,02/ 45,0	8,23/ 40,0	16,92/ 41,0	17,93/ 38,6	8,12/ 31,7	50
Общий фосфор P _{total}	13,82/ 32,0	15,47/ 45,00	16,28/ 44,0	26,17/ 53,0	30,68/ 54,4	17,44/ 45,0	
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,001/ 0,012	0,0/ 0,0	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,03/ 0,2	0,0/ 0,0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	2,5/ 10,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	100

Органические загрязняющие вещества. На всех станциях Лужской губы содержание нефтепродуктов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) в период проведения гидрохимических съемок в мае, июле и сентябре 2022 г. было ниже предела обнаружения методик.

Металлы. По результатам съемки 2022 г. средняя концентрация меди во всем столбе воды составила 3,67 мкг/дм³(0,73ПДК), и уменьшилась после высоких значений 2020-2021 гг. Максимальная концентрация 6,1 мкг/дм³(1,22ПДК) зафиксирована на ст.№18л в июле на дне. Случаев превышения ПДК по содержанию цинка отмечено не было. По результатам трех съемок диапазон концентрации ингредиента в слое поверхность – дно изменялась в диапазоне <5,0 – 21,1 мкг/дм³(0,42ПДК, ст.№18л, июль, дно) при среднем 8,46 мкг/дм³(0,17ПДК). Концентрация марганца в водах Лужской губы в мае, июле и сентябре 2022 г. превысила уровень ПДК в 4 пробах. Все пробы с превышением ПДК отобраны в придонном горизонте. Максимальная концентрация 269,0 мкг/дм³(5,387ПДК) зафиксирована на ст.№6л в сентябре. Средняя концентрация 50,75 мкг/дм³(1,02ПДК) стала максимальной за последние 3 года. Случаев превышения ПДК по содержанию свинца зафиксировано не было. В 8% проб концентрация

ингредиента была меньше минимально определяемой величины. Во всех отобранных пробах концентрации общего железа, алюминия, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.31. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2017-2022 гг.

Металлы	2017	2018	2019	2020	2021	2022	ПДК
Cu, мкг/дм ³	1,25/ 2,0	0,65/ 2,6	1,6/ 1,9	4,11/ 7,0	5,93/ 11,3	3,67/ 6,1	5
Zn, мкг/дм ³	4,28/ 4,9	12,68/ 17,4	4,85/ 7,7	19,51/ 39,0	22,13/ 109,0	8,46/ 21,1	50
Mn, мкг/дм ³	45,2/ 121,0	94,23/ 280,0	121,0/ 330,0	28,59/ 95,0	31,04/ 59,0	50,75/ 269,0	50
Fe, мкг/дм ³	11,5/ 46,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	50
Al, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	1,75/ 14,0	2,95/ 12,5	0,0/ 0,0	40
Pb, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,51/ 4,1	3,85/ 5,4	10

Расчет Индекса загрязнения вод проводился по концентрации марганца, меди и свинца. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Лужской губы в 2022 году составил 0,71, что относится к II классу загрязнения, и определяет воды как «чистые».

Выводы

В 2022 г. совокупный индекс загрязнения вод восточной части Финского залива к западу от Комплекса защитных сооружений составил 0,99 (III класс), что определяет воды как «умеренно загрязненные» (табл. 4.32). В 2022 г. воды Лужской губы и Мелководной зоны Восточной части Финского залива могут быть по результатам проведенных съемок оценены как «чистые». Несмотря на то, что Индекс загрязнения вод стал худшим с 2018 г., в целом качество вод восточной части Финского залива по гидрохимическим показателям можно оценить как удовлетворительное. В морских водах изредка отмечаются случаи нарушения кислородного режима, не достигающие уровня экстремально высокого загрязнения. Концентрация загрязняющих веществ выше ПДК была зафиксирована для металлов (медь, марганец, цинк, железо). Повышенное содержание меди и марганца было зафиксировано во всех районах восточной части Финского залива. Экстремально высокие значения концентрации железа зафиксированы в Курортном районе Мелководной зоны Восточной части Финского залива, что привело к Ухудшению ИЗВ этого района. Уровень загрязнения биогенными веществами незначительный. Загрязнение вод восточной части Финского залива нефтяными углеводородами, фенолами и синтетическими поверхностно-активными веществами

(СПАВ) очень низкое. В отдельных районах восточной части залива зафиксировано высокое содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅. Во всех исследуемых районах Финского залива концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения.

Таблица 4.32. Оценка качества вод восточной части Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2019-2021 гг.

Район	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Содержание ЗВ в 2022г. (в ПДК)
	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	
Курортный район МЗВЧ	1,69/ IV	1,22/ IV	1,70/ IV	1,56/ IV	2,23/ V	Fe 5,31; BOD ₅ 1,81; Cu 1,24 O ₂ 0,55
Мелководная зона восточной части ФЗ	0,87/ III	0,61/ II	0,79/ III	0,87/ III	0,54/ II	Cu 0,78; Mn 0,40; P-PO ₄ 0,3; O ₂ 0,69
Глубоководная зона восточной части ФЗ	1,05/ III	1,33/ IV	0,66/ II	0,80 III	0,67/ II	Mn 0,71; P-PO ₄ 0,61; Cu 0,61; O ₂ 0,74
Копорская губа	0,77/ III	0,57/ II	0,69/ II	0,81/ III	0,80/ III	Mn 1,41; Cu 0,77; Pb 0,29; O ₂ 0,75
Лужская губа	0,75/ II	0,91/ III	0,63/ II	0,71/ II	0,71/ II	Mn 1,02; Cu 0,73; Pb 0,39; O ₂ 0,7
Восточная часть Финского залива	1,03/ III	0,92/ III	0,89/ III	0,95/ III	0,99/ III	Cu, Mn, Pb, P-PO ₄

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

Жохова Н.В., Плакуева М.В., Красавина А.С., Устинова А.А., Ступак К.В.

5.1. Общая характеристика

Белое море относится к внутренним морям Северного Ледовитого океана, располагаясь на северной окраине Восточно-Европейской платформы. На севере соединяется с Баренцевым морем проливами Горло и Воронка; границей между морями считается линия, проведённая от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин). Площадь моря составляет 90,8 тыс.км² (вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова), объём воды 4,4 тыс.км³ (Лоция Белого моря, 1995). Белое море имеет довольно сложную конфигурацию с многочисленными заливами и островами, с сильно изрезанной береговой линией. Выделяют четыре крупных залива: Двинский, Онежский, Кандалакшский и Мезенский (рис. 5.1). Акваторию Белого моря принято делить на несколько районов — Воронка, Горло, Бассейн и заливы. Берега Белого моря имеют собственные названия и традиционно разделяются в порядке перечисления против часовой стрелки от побережья Кольского полуострова на Терский, Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний, Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Лямецким берегом. Берега северной части Белого моря мало изрезаны, преимущественно обрывисты и безлесны. Береговая линия Горла также мало изрезана и образует лишь несколько небольших губ. Берега Бассейна и его заливов на всем протяжении покрыты лесом и отличаются большой изрезанностью (Лоция, 1995). Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные - пологие и низкие; длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км (в скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Väy of Serpents» из-за изогнутой береговой линии). Белое море представляет собой сравнительно неглубокий водоём. Рельеф дна сложный. Большая отмель в южной части моря с глубинами до 50 м в Двинском и Онежском заливах переходит в склон, а потом во впадину в центральной части моря с глубинами 100-200 м. В северо-западной части Бассейна моря и юго-восточной части Кандалакшского залива наблюдаются глубины свыше 250 м; для Горла моря характерны глубины свыше 50 м. Средняя глубина моря 67 м, а максимальная глубина 340 м. Центральную часть моря занимает замкнутая котловина, отделяемая от Баренцева моря порогом с малыми глубинами, препятствующими обмену глубинными водами. Донные осадки на мелководье и в Горле состоят из гравия, гальки, песка и иногда ракушечника, а в центре моря дно покрыто мелкозернистым глинистым илом коричневого цвета.

Климатический режим региона Белого моря можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному; по условиям образования он принадлежит к атлантико-арктической зоне умеренного пояса (Гидрометеорология, 1991-1, 1991-2; Филатов, 2007). В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15–16⁰С, а в Онежском заливе и Горле не выше 9⁰С. Зимой температура поверхностных вод понижается до –1,3...–1,7⁰С в центре и на севере моря, а в заливах — до –0,5...–0,7⁰С. Горизонтальное распределение температуры воды на поверхности моря характеризуется большим разнообразием и значительной сезонной изменчивостью. Зимой близкая к поверхностной температура наблюдается в слое до 30–45 м глубины. Глубже, в образовавшемся вследствие летнего прогрева теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75–100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130–140 м и до дна она постоянная в течение всего года и составляет +1,4⁰С. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0⁰С на горизонте 50–60 м. Летом толщина прогретого слоя увеличивается до 30–40 м. В Горле из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное.

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10–12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря. В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

Общий характер горизонтальной циркуляции вод моря — циклонический. Вдоль западных берегов в Белое море поступают более солёные баренцевоморские воды, а вдоль восточных берегов моря опреснённые поверхностные воды продвигаются и поступают в Горло и далее на север. Скорости течений составляет 10–15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Средняя высота сизигийных приливов колеблется от 0,6 (Зимняя Золотица) до 3 метров, в некоторых узких заливах достигает 7 метров (7,7 метров в Мезенской губе, устье реки Семжа). Приливная волна проникает вверх по течению впадающих в море рек, например на

Северной Двине, на расстояние до 120 километров. Несмотря на небольшую площадь поверхности моря на нём развита штормовая деятельность, особенно осенью, когда во время штормов высота волн достигает 6 метров. Сгонно-нагонные явления в холодное время года достигают на море величины 75–90 сантиметров.

Акватория Белого моря ежегодно покрывается льдом. Обычно лед наблюдается с ноября по май, но иногда он появляется в начале октября и исчезает в первой половине июля (Люция, 1995). Раньше всего лед образуется в районах устьев рек, далее появляется у отмелей берегов. В начале ноября ледообразование начинается в вершинах Двинского, Онежского и Кандалакшского заливов. Центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами (до 90% ледового покрова), достигающими толщины 35–40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров.

В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км³.

Основные города и порты на берегах Белого моря: Архангельск (346 978 человек, расположен на обоих берегах Северной Двины и островах дельты в 30-35 км от места впадения реки в Белое море, основан по указу Ивана Грозного в 1584 г. вблизи Михайло-Архангельского монастыря; грузооборот – 4,4 млн.т (<http://www.ascr.ru/>), Северодвинск (181 990 человек), Онега (18 493), Беломорск (9 199), Кандалакша (30 379), круглогодичный нефтяной порт Витино в нескольких км к югу от Кандалакши (пропускная способность – 8 млн.т), Кемь (10 648 чел.) и Мезень - город (3212 чел.) и порт (27 тыс.тонн), расположенный на берегах реки Мезени в 45 км от ее впадения в Мезенскую губу, (<https://ru.wikipedia.org/wiki>).

5.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Речной сток является главным источником загрязнения Белого моря. Реки выносят в прибрежные акватории загрязняющие вещества, поступающие от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, Минэнерго, жилищно-коммунального хозяйства, судов речного и морского флота. Значительным источником загрязнения вод Белого моря является сброс сточных вод предприятиями коммунального хозяйства городов и поселков, расположенных в прибрежных районах и устьевых областях рек.

В Кандалакшский залив Белого моря производят сброс сточных вод семь предприятий. Наиболее крупные из них - ООО «Кандалакшаводоканал-3», Князегубский рыбоводный завод ФГБУ «Мурманрыбвод», АО «Апатитыводоканал».

5.3. Двинский залив

Две гидрохимические съёмки в центральной части залива на семи стандартных станциях были выполнены 15 июля и 15-16 ноября 2022 г. (рис. 5.1). Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного

слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 56 проб. В состав наблюдений вошло определение температуры, солености, рН, концентрации растворенного в воде кислорода, фосфатов и общего фосфора, силикатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота, нефтяных углеводородов, СПАВ, меди и свинца. Содержание металлов в воде анализируется с 2018 г. Пробы отбирались и обрабатывались в судовой лаборатории океанологом и гидрохимиком на солёность, рН и кислород. Определение остальных показателей проводилось в лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод ЦМС Северного УГМС (г. Архангельск).

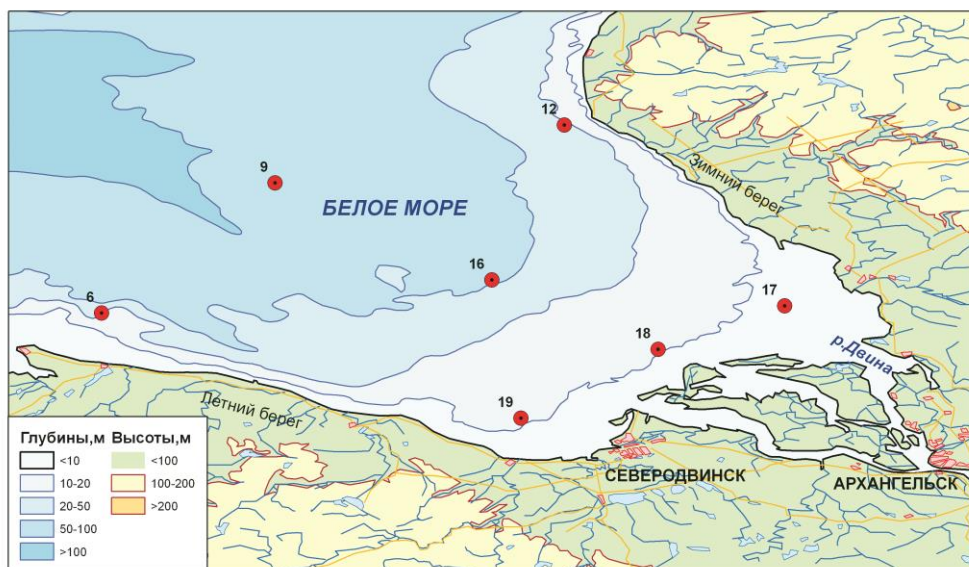


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2022 г.

Температура вод Двинского залива варьировала от $-0,18^{\circ}\text{C}$ до $21,3^{\circ}\text{C}$, среднее значение $8,1^{\circ}\text{C}$. Минимум наблюдался в июле на глубине 80 м на станции №9. Соленость на исследованной акватории уменьшилась по сравнению с прошлым годом и в среднем составила 23,7‰ (на 1,3‰ ниже). Диапазон значений 9–28‰ смещен в сторону меньшей, чем в 2021г., солености, а минимум, связанный с влиянием речных вод, наблюдался в ноябре на ст.№17 в приустьевом районе дельты Северной Двины в поверхностном слое. Значения рН изменялись в диапазоне 7,55-8,21, составив в среднем 7,98 ед.рН. Минимальная прозрачность по диску Секки вблизи дельты на ст.№17 и ст.№18 составляла 1,5 м в июле, а максимальная достигала 6,0 м на станции №9 в июле.

Содержание **нефтяных углеводородов** изменялось от аналитического нуля (предел обнаружения $0,005 \text{ мг/дм}^3$) до $0,076 \text{ мг/дм}^3$ ($1,52 \text{ ПДК}$), при среднем значении $0,018 \text{ мг/дм}^3$, что немного выше

прошлогодного. Превышение ПДК было обнаружено только в 1 пробе, в ноябре на ст.№16 в придонном слое. В период 1978-2000 гг. средние значения содержания НУ почти постоянно достигали или превышали 1 ПДК (рис. 5.2). Начиная с 2008 г. концентрация НУ в водах Двинского залива существенно снизилась. В этот период за счет большого количества проб, в которых содержание НУ не достигало предела обнаружения используемого метода химического анализа, средняя величина обычно составляла менее половины норматива. Однако экстремальные «выбросы» в отдельных пробах достигали значений порядка 1-2 ПДК в половине годов рассматриваемого периода, включая 2019-2022 гг. (рис. 5.3). В 2022 г. максимальное значение увеличилось, среднегодовое осталось на уровне средних за последние 4 года.

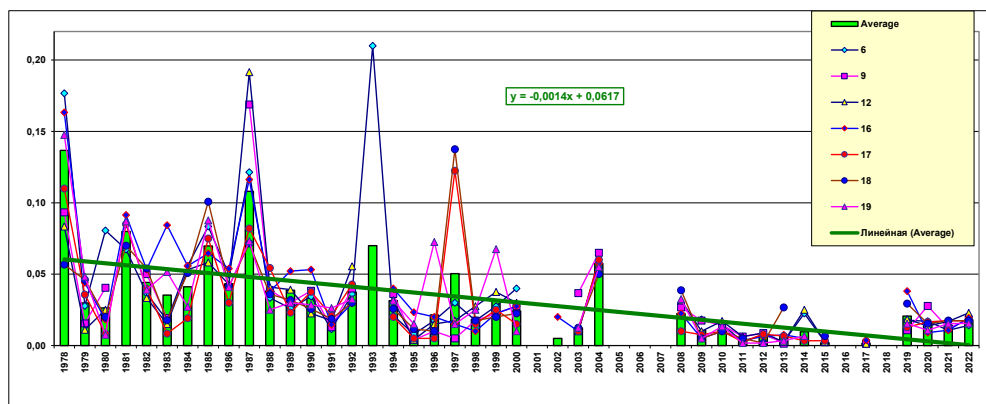


Рис. 5.2. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) на станциях Двинского залива Белого моря в 1978-2022 гг.

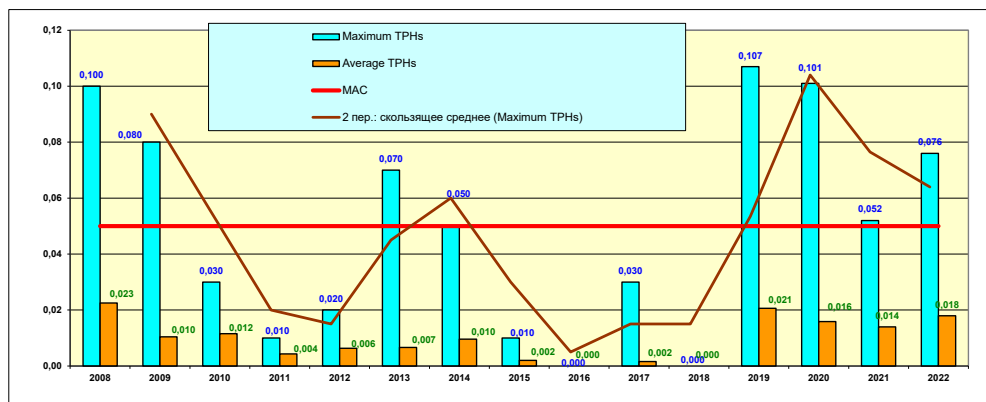


Рис. 5.3. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в водах Двинского залива Белого моря в 2008-2022 гг.

Все 28 анализируемых на СПАВ проб показали их наличие, с концентрацией от 10 до $326 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Максимальное значение 3,26 ПДК было зафиксировано в июле на ст.№16 на поверхности. В среднем содержание СПАВ составило 1,69 ПДК, это значительно выше

прошлого значения 0,74 ПДК. Хлорорганические пестициды в водах Двинского залива не измерялись.

Средняя концентрация меди - 1,08 мкг/дм³ (0,22 ПДК), что немного выше уровня 2021 г., диапазон изменения 0–10,97 мкг/дм³. Среднее значение около 0,2 ПДК держится последние 3 года. Максимум 10,97 (2,19 ПДК) отмечен в июле на ст.№19 на глубине 10 м и был чуть выше, чем в прошлом году (2,14 ПДК). Содержание свинца варьировало в диапазоне 0-10,66, при средней концентрации 1,17 мкг/дм³ (0,12 ПДК), что значительно превышает значения прошлых лет.

Концентрация биогенных элементов в водах залива была примерно на уровне средних многолетних значений. Содержание нитратного азота изменялось в диапазоне 0–140/56,4 мкг/дм³. На протяжении многих лет максимальные значения нитратов на дне были обычно выше, чем на поверхности или в среднем слое (рис. 5.4). Самая высокая концентрация (274 мкг/дм³, это 0,03 ПДК) была зафиксирована в придонном слое в 2012 г. За весь сорокапятилетний период наблюдений среднегодовая концентрация нитратного азота практически не изменилась, и линейный тренд этого показателя не выявлен. В то же время наблюдается существенная межгодовая изменчивость и средних, и экстремальных значений. Так, после понижения в 2020 г. произошло вновь некоторое повышение значений в 2021-2022 г.

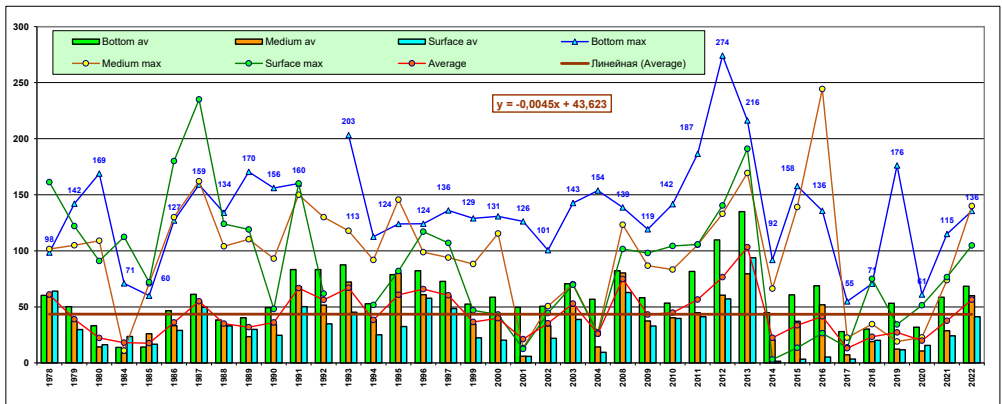


Рис. 5.4. Динамика средней и максимальной концентрации нитратов (мкг/дм³) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2022 гг.

Содержание нитритного азота было в пределах 0,6-22,2 при среднем 3,0 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота в среднем по всем пробам составило 7,09 мкг/дм³; пределы изменений - от аналитического нуля до 30,65 мкг/дм³. В последнее десятилетие налицо стабилизация содержания аммонийного азота на очень низком уровне в районе десятитысячных долей ПДК для морских вод (2239 мкг/дм³). Многолетняя динамика аммония показывает существенное снижение значений в столбе воды после 2009г. (рис. 5.5). Значения на всех

станциях залива имеют небольшой разброс практически во все годы наблюдений.

Среднегодовая концентрация силикатов в 2022 г. составила 866 мкг/дм^3 , что выше почти в 2 раза прошлогоднего значения 498 мкг/дм^3 , диапазон изменения $86\text{--}3115 \text{ мкг/дм}^3$. За 45 лет наблюдений за содержанием силикатов отмечаются подъемы и спады значений в разные годы (рис. 5.6). Линейного тренда не выявляется. Максимальное значение обычно отмечалось в верхнем слое – 1054 в 1993, 990 в 1978, а в 2022 г. оно самое высокое - 1140 мкг/дм^3 . Интересной особенностью является пониженное содержание силикатов в среднем слое, по сравнению с таковыми в придонном и поверхностном слоях. Провал значений в 2016 г., возможно, связан с ошибкой метода определения.

Содержание общего фосфора было в диапазоне $9,24\text{--}72,82$, при среднем $19,64 \text{ мкг/дм}^3$, что на уровне прошлого года; фосфора фосфатов $0,98\text{--}110,1/20,15 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение в 2,2 ПДК зафиксировано 16 ноября на горизонте 20 м на ст.№16.

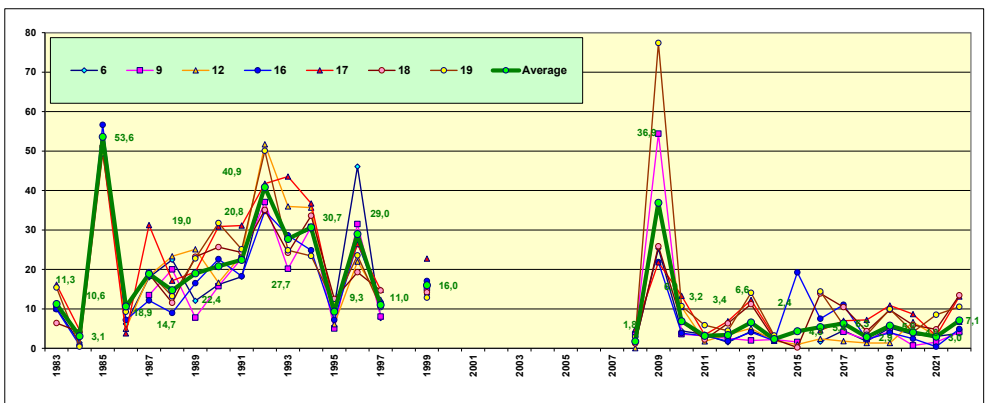


Рис. 5.5. Многолетняя динамика среднего значения содержания аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах Двинского залива Белого моря в 1983-2022 гг.

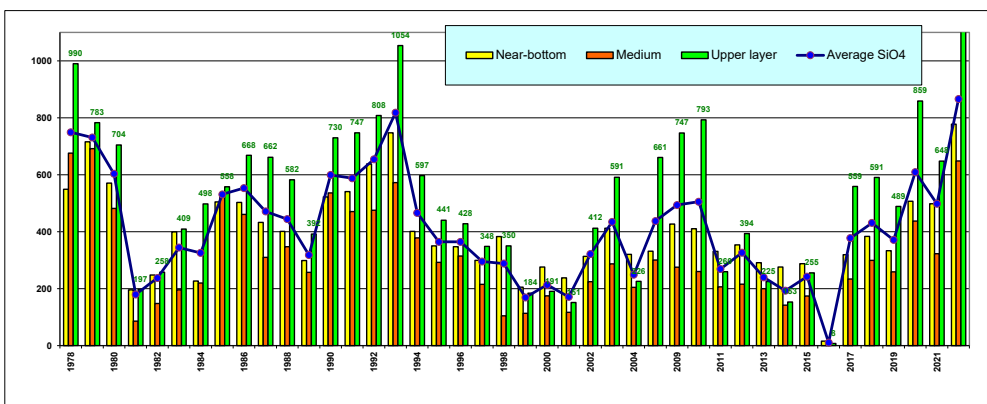


Рис. 5.6. Динамика средней и максимальной концентрации силикатов (мкг/дм^3) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского

залива Белого моря в 1978-2022 гг. За пределами графика максимальное значение в верхнем слое в 2022 г. - 1140 мкг/дм³.

Среднее содержание растворенного кислорода 9,60 против 8,75 в 2021 г., диапазон изменений 7,95–11,2 мгО₂/дм³, т.о. содержание кислорода увеличилось (рис. 5.7). Процент насыщения изменялся в диапазоне 78,6–112,1%, в среднем 92%, это также выше прошлогодних значений.

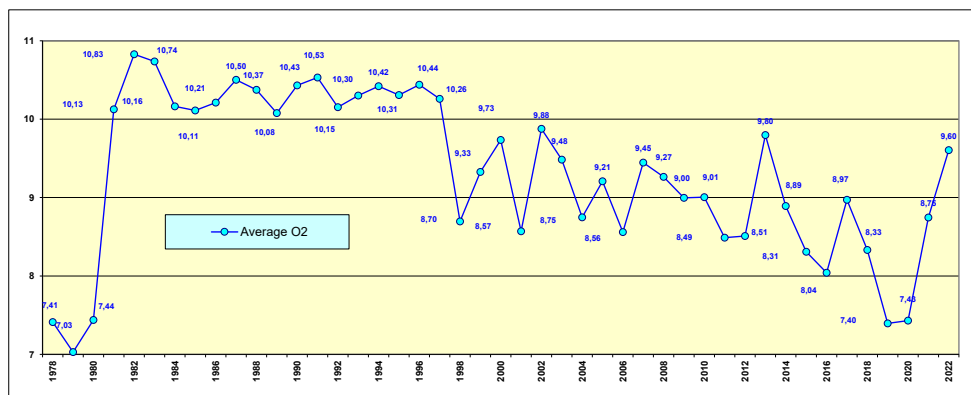


Рис. 5.7. Динамика среднего содержания кислорода (мгО₂/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в период 1978-2022 гг.

Качество вод по комплексному индексу загрязненности ИЗВ (0,77) ухудшилось по сравнению с прошлым годом и перешло в III класс, «умеренно загрязненные», что связано, в первую очередь, с увеличением содержания СПАВ. Для расчета ИЗВ использовались средняя концентрация НУ, СПАВ, фосфатов и растворенного в воде кислорода (табл. 5.2).

5.4. Кандалакшский залив

В 2022 г. на водопосту на акватории Кандалакшского морского торгового порта было отобрано 6 проб из приповерхностного слоя. Значения температуры были в диапазоне от 2⁰С (в марте) до 15⁰С (в августе). Соленость воды в пробах за период наблюдений изменялась от 5,6‰ до 19,8‰ при среднегодовом значении 10,2‰, что ниже прошлогоднего значения более чем на 3‰. Водородный показатель в пробах воды варьировал в пределах 7,18–7,81 ед.рН, среднее значение 7,56 ед.рН, примерно как в прошлом году. Содержание кислорода было в диапазоне 6,68–9,17 мгО₂/дм³, составив в среднем 7,79 мгО₂/дм³, что значительно меньше среднего для 2021 г. значения 11,53 мгО₂/дм³.

В сравнении с прошлым годом немного повысилось содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅, в среднем

0,37 мгО₂/дм³ (0,17 ПДК) и только один раз было зафиксировано значение 1,1 мгО₂/дм³.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах порта было незначительным и изменялось в диапазоне 0,009–0,07 мг/дм³, в среднем составило 0,026 мг/дм³, что в 2 раза выше прошлогоднего уровня (рис.5.8). Максимум зафиксирован в марте.

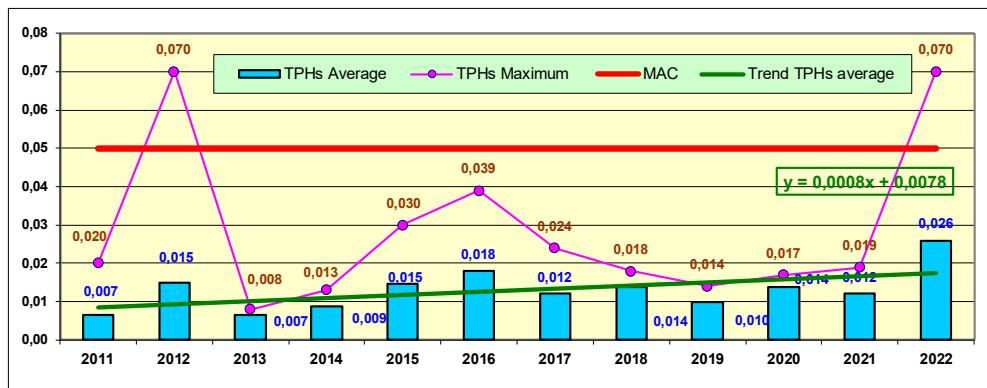


Рис. 5.8. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Кандалакшского залива Белого моря в 2011–2022 гг.

Концентрация хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в водах водпоста была ниже предела обнаружения. Концентрация растворенных форм тяжелых металлов изменялась в следующих пределах: медь 0–11,8 мкг/дм³, при среднем значении 3,88 мкг/дм³ (0,78 ПДК, выше прошлого года); никель 0–5,8/2,48 мкг/дм³; марганец 0–28,8/10,83 мкг/дм³; железо 0–100/36,5 мкг/дм³, максимум отмечен в марте и составляет 2 ПДК. Содержание ртути было выше предела обнаружения в двух пробах - в марте и мае - 0,015 мкг/дм³. Содержание свинца в марте и октябре составило 2 мкг/дм³, в остальных пробах не был обнаружен, в среднем - 0,67 мкг/дм³. Отметим, что свинец обнаружен впервые после 2015-2021 гг.; впервые после 2013 г. обнаружен и цинк: 5,3–89,0/24,5 мкг/дм³, причем максимальное значение составило 1,8 ПДК; концентрация хрома снизилась и составила 0–1,4 мкг/дм³, хром обнаружен в двух пробах из 6; кадмий во всех 6 пробах был ниже предела обнаружения.

Значения концентрации аммонийного азота превысили ПДК (при солености <13‰) в трех пробах из 6, причем в одной пробе почти в 9 раз, в среднем составив 879,9 мкг/дм³ (2,26 ПДК). Содержание фосфатов достигало 487,7 мкгР/дм (9,8 ПДК) и в среднем составило 93,5 мкгР/дм³ (1,87 ПДК). Нитриты были на уровне прошлого года, в диапазоне 0–4,3 мкгN/дм³, при среднем значении 1,8 мкгN/дм³; нитраты - 2,3–119,0/32,55 мкгN/дм³; силикаты - 295–1542/926,8 мкг/дм³. Для расчета комплексного индекса загрязненности вод ИЗВ использовались:

средняя концентрация аммонийного азота, фосфатов, меди и растворенного в воде кислорода. Качество морских вод по ИЗВ (1,42, «загрязненные») относится к IV классу. Отметим, что случаи загрязнения аммонийным азотом и фосфатами становится систематическим.

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2019-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив (7 ст., 56 проб)	НУ	0,016	0,32	0,014	0,28	0,018	0,36
		0,101	2,02	0,052	1,04	0,076	1,52
	СПАВ	0		74,3	0,74	169,1	1,69
		0		750	7,50	326,0	3,26
	Нитриты	2,7	0,11	2,0	0,08	3,00	0,12
		5,45	0,23	4,7	0,20	22,15	0,92
	Аммонийный азот	4,0	0,01	3,0	<0,01	7,09	0,02
		26,6	0,06	28,0	0,07	30,65	0,08
	Медь	1,01	0,20	0,93	0,19	1,08	0,22
		4,68	0,94	10,7	2,14	10,97	2,19
	Свинец	0,072	<0,01	0,083	<0,01	1,173	0,12
		0,33	0,03	0,37	0,04	10,66	1,07
	Растворенный кислород	7,43		8,75		9,60	
		4,60	0,77	7,92		7,95	
% насыщения	69,8		86,5		92,0		
	41,7		70,2		78,6		
Кандалакшский залив: порт Кандалакша (6 проб)	НУ	0,014	0,28	0,012	0,24	0,026	0,52
		0,017	0,34	0,019	0,38	0,070	1,40
	СПАВ			0,0		25,0	0,25
				0,0		150,0	1,50
	Медь	4,1	0,82	3,4	0,68	3,88	0,78
		11,6	2,32	8,1	1,62	11,80	2,36
	Никель	1,5	0,15	1,2	0,12	2,48	0,25
		3,6	0,36	4	0,40	5,80	0,58
	Свинец	0		0		0,67	0,07
		0		0		2,00	0,20
	Марганец	8,4	0,17	7,6	0,15	10,83	0,22
		24	0,48	13,8	0,28	28,80	0,58
	Железо	42,5	0,85	43,0	0,86	36,50	0,73
		86	1,72	140	2,80	100	2,00
	Ртуть	0,002	0,02	0,0025	0,03	0,005	0,05
		0,013	0,13	0,015	0,15	0,015	0,15
	Аммонийный	2449,4	6,30	156	0,40	879,9	2,26

	азот	10813	27,80	493	1,27	3428,0	8,81
	БПК ₅	0,68	0,32	0,18	0,09	0,37	0,17
	мгО ₂ /дм ³	2,5	1,19	1,1	0,52	1,10	0,52
	Растворенный кислород	10,59		11,53		7,79	
		7,80		9,35		6,68	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ), БПК₅ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; металлов, СПАВ, аммонийного азота и нитритов - в мкг/дм³
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

Таблица 5.2. Качество вод в Двинском и Кандалакшском заливах Белого моря в 2020-2022 гг.

Район моря	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Двинский залив	0,36	II	0,50	II	0,77	III	СПАВ 1,69; PO ₄ 0,40; НУ 0,36; O ₂ 0,62
Торговый порт, г. Кандалакша	0,63	II	0,66	II	1,42	IV	NH ₄ 2,26; PO ₄ 1,87; Cu 0,78; O ₂ 0,77

Выводы

В Двинском заливе в 2022 г. было выполнено две гидрохимических съемки в июле и ноябре. Сравнительная межгодовая оценка качества вод может быть дана только ориентировочная. По сравнению с 2021 г. загрязнение НУ, нитратами и аммонийным азотом, медью осталось примерно на том же уровне. Загрязнение свинцом выше ПДК в течение 2022 г. наблюдалось в одной пробе. Превышение норматива по НУ отмечено лишь в одной пробе на ст.№16; во всех остальных случаях концентрация НУ была значительно ниже ПДК. Высоких и экстремально высоких уровней загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось. В 2022 г. продолжилась тенденция улучшения кислородного режима, содержание растворенного в воде кислорода менее установленного норматива не наблюдалось. Приоритетным загрязняющим веществом оказались СПАВ, их высокое содержание увеличило ИЗВ до 0,77, что соответствует III классу, «умеренные загрязненные» (табл. 5.2).

Загрязнение вод Кандалакшского залива в 2022 г. нефтяными углеводородами было выше уровня прошлого года. Содержание СПАВ было ненулевым (1,5 ПДК) в 1 пробе. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ остается относительно невысоким. Концентрация кислорода во всех пробах была выше установленного норматива и прошлогодних значений. Содержание тяжелых металлов, в

общем, повысилось. После перерыва с 2015 г. обнаружен свинец, и впервые после 2013 г. – цинк. Лишь по железу отмечено снижение, а максимальное значение 2 ПДК было только в одной пробе. Загрязнение тяжелыми металлами существенно по меди (0,78 ПДК), железу (0,73 ПДК) и цинку (0,49 ПДК). Однако приоритетными ЗВ являются аммонийный азот и фосфаты, причем они таковыми бывают систематически, а в 2020 г. был случай экстремального загрязнения. Индекс загрязненности вод увеличился от 0,66 до 1,42. Воды залива соответствуют IV классу качества вод, «загрязненные» (табл. 5.2).

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Чекменева Н.А., Устинова А.А., Ступак К.В.

6.1. Общая характеристика

Баренцево море – окраинное море Северного Ледовитого океана, расположенное между северным берегом Европы и островами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. В южной части сообщается с Карским морем проливом Карские ворота, с Белым проливами Горло и Воронка. Берега преимущественно фьордовые, высокие, скалистые, сильно изрезанные, восточнее п-ова Канин низкие и слабо изрезанные. Площадь моря составляет 1424 млн.км², объем 316 тыс. км³, средняя глубина 222 м, наибольшая 600 м. Годовой речной сток равен около 163 км³/год. Климат полярный морской.

Море находится под сильным влиянием теплых вод течения Гольфстрим, поэтому южная и западная его части не замерзают. Температура воды на поверхности зимой составляет 0-5⁰С, летом на юге 8-9⁰С, в центральной части 3-5⁰С, на севере 0⁰С. Вертикальное распределение температуры зависит от распределения атлантических вод, интенсивности зимнего охлаждения и рельефа дна. В юго-западной части моря температура плавно понижается ко дну. На северо-востоке моря зимой температура понижается до горизонта 100-200 м, а затем снова повышается ко дну. Летом невысокая температура поверхностных вод понижается до глубины 25-50 м (до -1,5⁰С). В слое 50-100 м температура повышается до -1⁰С, а затем ко дну - до +1⁰С. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой. В результате обтекания глубинными атлантическими водами подводных возвышенностей над ними образуются "шапки холода", характерные для банок Баренцева моря.

Соленость составляет на юго-западе 35‰, на севере 32-33‰. Вертикальное распределение солености характеризуется ее увеличением от 34‰ на поверхности до 35,1‰ у дна. Сезонные изменения вертикального хода солености выражены довольно слабо. Глубина проникновения вертикальной зимней циркуляции составляет 50-75 м. Выделяются следующие водные массы: поверхностные атлантические воды с повышенными температурой и соленостью; поверхностные арктические воды с пониженными температурой и соленостью; прибрежные воды, поступающие из Белого моря, Норвежского моря и с материковым стоком. Последние характеризуются летом высокой температурой и низкой соленостью, а зимой низкими температурой, и соленостью.

Общий характер поверхностной циркуляции циклонический. Приливы полусуточные, достигают высоты 6,1 м и вызываются главным образом атлантической приливной волной. Хорошо выражены стонно-нагонные колебания уровня моря у Кольского побережья (до 3 м) и у Шпицбергена (порядка 1 м).

Водообмен с соседними морями имеет большое значение в водном балансе Баренцева моря. В течение года в море через проливы поступает (и столько же выходит из него) примерно $\frac{1}{4}$ часть общего объема воды моря. Наибольшее количество воды несет теплое Нордкапское течение, оказывающее исключительно большое влияние на гидрометеорологический режим моря. Общий речной сток в море составляет в среднем 200 км^3 в год (Арктическая энциклопедия, 2017).

Баренцево море ледовитое, но никогда полностью не замерзает. Наблюдаются льды местного происхождения. Ледообразование начинается в сентябре, а к концу лета ото льда очищается все море за исключением районов, прилегающих к Новой Земле, Земле Франца-Иосифа и Шпицбергену. Мощность ледяного покрова не превышает 1 м. Припай в море развит слабо, преобладают плавучие льды, в том числе айсберги. Ледовитость Баренцева моря изменяется от года к году, что связано с различной интенсивностью Нордкапского течения, характером крупномасштабной атмосферной циркуляции, общим потеплением или похолоданием Арктики в целом (Баренцево море, 1990).

6.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Антропогенное загрязнение Баренцева моря в основном происходит вследствие выноса загрязняющих веществ в результате водообмена из губ и заливов, куда производят сброс промышленных и муниципальных сточных вод предприятия и коммунальные организации Мурманской области. Имеет значение также перенос ЗВ морскими течениями из сопредельных морей. В Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод муниципальными организациями, флотами и береговыми предприятиями различных ведомств, расположенными на его берегах. Основными сбрасывающими сточные воды предприятиями являются: ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», АО «Главное управление жилищно-коммунального хозяйства, ПАО «Мурманский морской торговый порт», АО «Мурманский морской рыбный порт».

Кольский залив, рыбохозяйственный водоем высшей категории, характеризуется высоким уровнем загрязнения. Это закономерный результат непрекращающегося сброса в залив неочищенных сточных вод. В водах и донных отложениях залива постоянно отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов. С точки зрения радиационного загрязнения особую опасность представляют собой суда и хранилища отходов ФГУП «Атомфлот» и Северного флота. Дополнительным источником поступления ЗВ является индустриальная деятельность непосредственно на морских акваториях, включая морской транспорт, разработку месторождений, захоронение (дампинг), прямой сброс, аварийные ситуации. В

настоящее время вследствие предполагаемого освоения нефтяных месторождений в Баренцевом и Карском морях может существенно увеличиться поступление нефтепродуктов, как при эксплуатации месторождений, так и в процессе их транспортировки и перегрузки. Для северных морей разработка нефтяных месторождений представляет особую опасность, что связано с низкими темпами химического, биохимического и микробиологического окисления нефтепродуктов вследствие низких температур воды и воздуха.

6.3. Загрязнение вод Кольского залива

В период с января по ноябрь 2021 г., один раз в два месяца, Мурманское УГМС выполнило отбор шести проб воды из поверхностного слоя только на водпосту в торговом порту г. Мурманска (рис. 6.1, ВПМ). В пробах были выполнены определения следующих показателей: температура, соленость, рН, щелочность, концентрация растворенного кислорода, органических веществ по БПК₅, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота (аммонийный, нитритный и нитратный азот), силикатов, нефтяных углеводородов, детергентов, металлов (меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, кадмия и ртути) и хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов - мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL) фосфатов PO_4 составлял $5,0 \text{ мкг/дм}^3$, общего фосфора P_{total} $5,0 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов SiO_3 10 мкг/дм^3 , азота нитритов N-NO_2 $0,5 \text{ мкг/дм}^3$, азота нитратов N-NO_3 $5,0 \text{ мкг/дм}^3$, аммонийного азота N-NH_4 $20,0 \text{ мкг/дм}^3$, нефтяных углеводородов $0,005 \text{ мг/дм}^3$ (0,1 ПДК) и тяжелых металлов (мкг/дм^3): ртуть 0,01, кадмий 0,05; кобальт 0,50; медь, никель, свинец, хром и марганец – 1,00; железо 2,00.

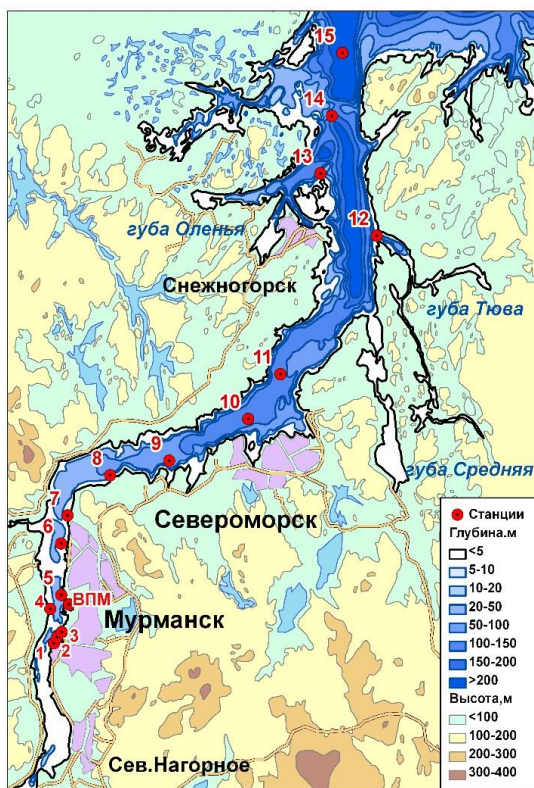


Рис. 6.1. Станции гидрохимического мониторинга в Кольском заливе Баренцева моря.

Температура воды за весь период наблюдений варьировала в пределах от 1,6 до 12,3^oC (в июле), при среднем значении 5,2^oC, сохраняется тенденция повышения температуры воды, начавшаяся в 2019 г. Соленость вод в районе водпоста изменялась в диапазоне 11,6-25,1‰, минимум отмечен в июле, а максимум в марте. Величина водородного показателя была в диапазоне 7,45-8,04 ед.рН; максимум наблюдался в январе, как и в 2021 г. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в пределах от нулевого значения до 1,572 мг-экв/дм³; среднегодовая составила 1,050 мг-экв/дм³. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ во всех месяцах, кроме января, было на уровне аналитического нуля, а в январе составило 1,0 мгО₂/дм³. Это ниже значения, зафиксированного в марте прошлого года (1,3 мгО₂/дм³), но на уровне значения января 2020 года (1,0 мгО₂/дм³). Тенденция уменьшения значений БПК₅ сохраняется. В 2022 г., впервые за 10 лет, были зафиксированы взвешенные вещества, их содержание было в диапазоне от нулевых значений до 7,3 мг/дм³, при среднем значении 3,1 мг/дм³, превышения ПДК не зафиксировано; последний раз взвешенные вещества в водах ст. ВПМ были зафиксированы в 2012 г. Также, впервые, начиная с 2015 г., в 2022 году,

в декабре, зафиксировано значение синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – 6,3 мкг/дм³ (0,06 ПДК). В остальные месяцы присутствия СПАВ не зафиксировано. Пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены, фенолы не определялись.

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту г. Мурманск в 2022 г. было немного ниже прошлогоднего. Концентрация была в диапазоне от 0,02 до 0,065. Максимальное значение отмечено в марте и составило, как и в прошлом году, 1,3 ПДК. Тенденция снижения содержания нефтяных углеводородов с 2016 г. сохраняется в торговом порту г. Мурманск. Но анализ многолетней динамики показал, что в 2022 г. средняя концентрация была на уровне значений ПДК и составила 0,051 против значения 0,034, в 2021 г., когда среднегодовая концентрация, впервые за историю наблюдений опустилась ниже ПДК. (рис. 6.2).

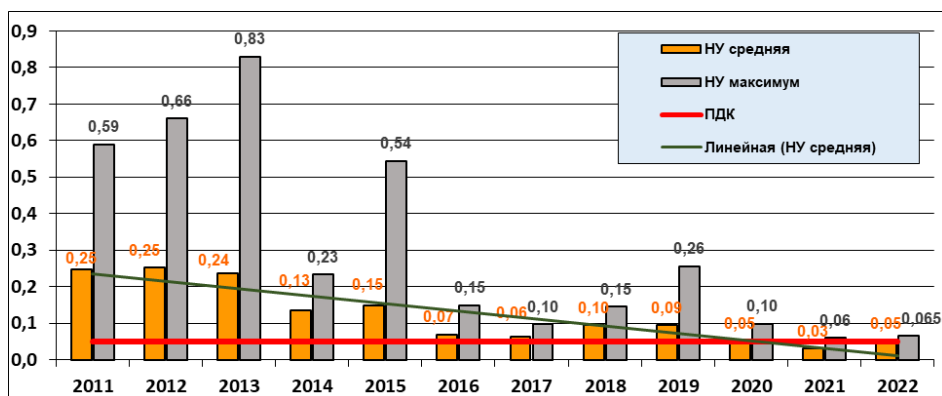


Рис. 6.2. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в торговом порту Мурманска в 2011-2022 гг.

Загрязнение вод порта **тяжелыми металлами** в 2022 г. продолжило снижаться (табл. 6.1). Содержание меди понизилось в сравнении с прошлым годом, максимум составил 2,4, среднее за год – 1,2; превышений ПДК не выявлено (рис. 6.3, табл. 6.2). Содержание кадмия было сильно ниже, по сравнению с прошлогодними значениями и находилось на уровне аналитического нуля. Концентрация марганца также понизилась, значения стали ниже, чем в 2018-2019 гг., среднее составило 0,53, максимальное – 3,2 (против прошлогоднего 6,4). Наблюдалось повышение концентрации никеля, максимальное значение отмечено в сентябре – 12,9 (1,29 ПДК), среднее составило 5,55. Впервые с 2018 г. зафиксирован свинец, но без превышений ПДК; среднее значение было равным 0,42, максимальное – 2,5. В 2022 г. ртуть в водах торгового порта г. Мурманск не зафиксирована. Сохраняется тенденция уменьшения содержания тяжёлых металлов, начавшаяся в 2013 г.

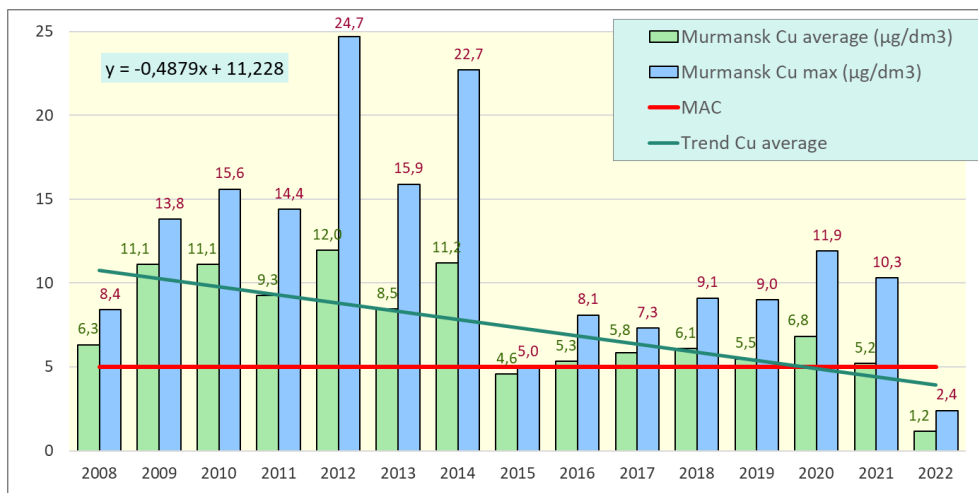


Рис. 6.3. Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2022 гг.

Таблица 6.2. Динамика средней концентрации приоритетных загрязняющих веществ (в единицах ПДК) в районе водомерного поста торгового порта г. Мурманска.

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Нефтяные углеводороды	2,7	3,0	1,4	1,2	1,9	1,9	1,00	0,68	1,03
Железо	6,0	1,2	0,76	0,65	0,5 9	0,84	0,70	0,46	-
Медь	6,9	4,6	5,3	5,8	6,1	5,5	1,36	1,02	0,23

Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась от 30,0 (в мае) до 266,00 (в марте), при среднем значении 161,5 (0,06 ПДК). Содержание нитритного азота изменялось в диапазоне 0-6,12 (0,26 ПДК), в среднем 2,72 (0,11 ПДК); нитраты определялись в диапазоне 9,5-48,4, среднее значение составило 28,9. Силикаты варьировали в диапазоне 975-1668 при среднем значении 1386,5. Значения силикатов по сравнению с прошлым годом понизилось до уровня 2020 г. В 2022 г. содержание фосфатов снизилось и было в пределах 2,22-73,6, в среднем 19,93 (0,40 ПДК), по сравнению с прошлым годом почти в 2 раза стало ниже (рис. 6.4). В целом, в 2022 г. сохранилась тенденция снижения концентрации биогенных элементов в воде вблизи водпоста в торговом порту г. Мурманска.

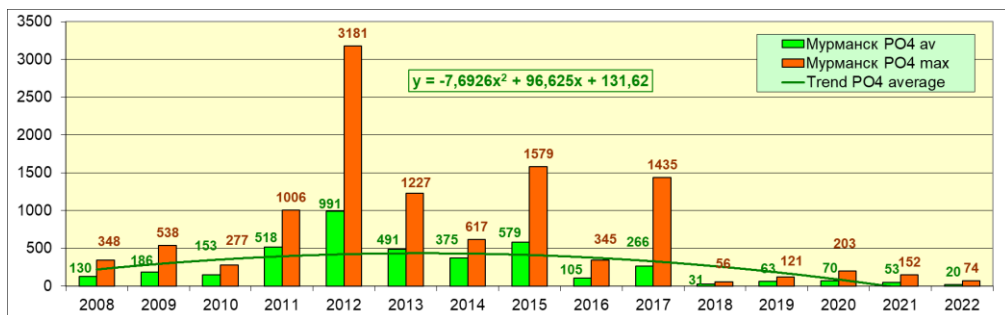


Рис. 6.4. Динамика средней и максимальной концентрации неорганического фосфора P-PO₄ (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2022 гг.

В районе расположения ВПМ среднегодовая концентрация **кислорода** составляла 9,93 мгО₂/дм³, минимум (8,98 мгО₂/дм³) был существенно выше норматива. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 76,30-104,23%. Значения кислорода в 2022 г. были немного выше прошлогодних, но в целом соответствовали средней многолетней динамике. Согласно значению индекса загрязненности вод ИЗВ тенденция улучшения качества вод в Кольском заливе Баренцева моря в 2022 г. сохраняется. ИЗВ (0,65) стал самым низким за последние пять лет. Качество вод оценивается II классом, «чистые» (табл. 6.3, рис. 6.5). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2022 г. вернулась к значению уровня ПДК и составила 0,051 мг/дм³. Средняя концентрация меди стала меньше (1,2 мкг/дм³) и впервые за последние три года не превышала норматив. Содержание железа также было низким, ниже предела обнаружения методики анализа, что зафиксировано впервые, начиная с 2008 г. Содержание кислорода по сравнению с 2021 г. немного стало выше.

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2020-2022 гг. Торговый порт г. Мурманска.

Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
НУ	0,05	1,00	0,034	0,68	0,051	1,03
	0,099	1,98	0,064	1,28	0,065	1,30
Медь Cu	6,8	1,36	5,20	1,02	1,2	0,23
	11,9	2,38	10,3	2,06	2,4	0,48
Никель Ni	1,9	0,19	1,00	0,10	5,55	0,56
	3,8	0,38	3,0	0,30	12,9	1,29
Свинец Pb	0		0		0,42	0,04
	0		0		2,5	0,25
Ртуть Hg	0,002	0,02	0,002	0,02		
	0,013	0,13	0,012	0,12		

Кадмий Cd	0,15	0,02	0,10	0,01	0,00	
	0,5	0,05	0,40	0,04	0,00	
Марганец Mn	8,63	0,17	1,90	0,04	0,53	0,01
	19,3	0,39	6,40	0,13	3,2	0,06
Железо Fe	35	0,70	22,8	0,46	0,0	
	87	1,74	37	0,74	0	
Аммонийный азот N-NH ₄	121	0,04	136,0	0,06	161,5	0,06
	205	0,09	270,8	0,12	266	0,09
Фосфатный фосфор P-PO ₄	69,56	1,39	52,77	1,05	19,93	0,40
	202,62	4,05	151,66	3,03	73,6	1,47
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,17	0,08	0,22	0,10	0,17	0,08
	1,0	0,48	1,3	0,62	1,0	0,48
Растворенный кислород O ₂	10,06		9,32		9,93	
	9,00		8,56		8,98	
% насыщения O ₂	96,3		83,42		86,0	
	76,1		88,6		76,3	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и биохимического потребления кислорода БПК₅ приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного азота, фосфатного фосфора и металлов - в мкг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

3. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, β-ГХЦГ, ДДТ, ДДД и ДДЭ) не превышала предела обнаружения использованного метода анализа.

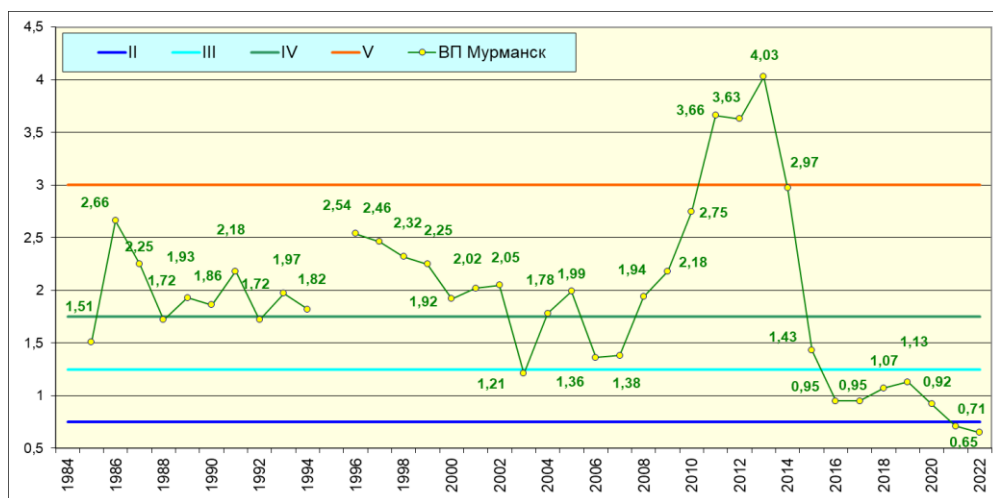


Рис. 6.5. Изменение индекса загрязнения вод ИЗВ в районе водпоста торгового порта г. Мурманска в период 1984-2022 гг.

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2019-2021 гг.

Район моря	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Торговый порт, г. Мурманск	0,92	III	0,70	II	0,65	II	HУ 1,03; Ni 0,56; PO ₄ 0,40; O ₂ 0,60

Выводы

В 2022 г. сохраняется тенденция улучшения качества вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск. Индекс загрязненности вод (ИЗВ=0,65) снизился в сравнении с прошлым годом, воды характеризуются как «чистые», II класс. Содержание фосфатов в 2022 г. снизилось более чем в 2 раза по сравнению с прошлым годом. Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды и медь. Железо в 2022 г. было впервые ниже предела обнаружения методики анализа. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2022 г вернулась к значению уровня ПДК и составила 0,051 мг/дм³. Максимальное значение выше ПДК было зафиксировано в марте и составило 1,3 ПДК. Концентрация меди снизилась по сравнению с прошлым годом, максимум составил 2,4, среднее за год – 1,2; впервые с 2015 г. нет превышений ПДК по этому тяжёлому металлу. Содержание кислорода немного повысилось, среднегодовая концентрация составила 9,98 мгО₂/дм³.

Глава 7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

Демешкин А.С., Крутелев С.П., Чекменева Н.А.

7.1 Общая характеристика

Гренландское море – часть Северного Ледовитого океана, расположенная между островами Гренландия, Исландия, архипелагом Шпицберген и островом Ян-Майен. В южной части сообщается с Норвежским морем и Атлантическим океаном через Датский пролив, на востоке – с Баренцевым морем. Дно моря представляет собой обширную котловину с подъемами и впадинами, ограниченную подводными хребтами Мона и Книповича, Гренландско-Исландским порогом. Побережья Гренландского моря представляют собой скалистые бухты, заливы и фьорды. Приливы здесь полусуточные, достигающие более 4 метров высоты. Площадь моря составляет 1 195 тыс.км², средняя глубина 1444 м, наибольшая 5527 м.

Климат арктический и значительно варьируется на обширной морской территории. Температура воздуха колеблется между -49°C вблизи Шпицбергена зимой и 25°C у побережья Гренландии летом. Средние значения составляют -10°C на юге и -26°C на севере в феврале, который является самым холодным месяцем. Соответствующие значения для самого теплого месяца, августа, составляют 5°C на юге и 0°C на севере. Лето очень короткое. Количество дней в году с температурой выше 0°C варьирует от 225 на севере до 334 на юге. Годовое количество осадков составляет 250 мм на севере и 500 мм на юге. Гренландское море является ледовитым. Центральная и северная части круглогодично насыщены плавающими ледовыми полями, а зимой покрываются цельным ледовым покровом (Советская энциклопедия, 1972).

Средняя температура поверхностных вод составляет около -1°C и ниже на севере и $1-2^{\circ}\text{C}$ на юге; соответствующие летние температуры составляют около 0 и 6°C . Соленость поверхностных вод составляет 3,30-3,45‰ в восточной части и ниже 3,20‰ в западной части, увеличиваясь до 3,49‰ к дну. Холодные воды Северо-Атлантического течения погружаются в Северном Ледовитом океане и возвращаются на юг в виде холодного Восточно-Гренландского течения, которое являются важной части Атлантического конвейерного пояса, текущего вдоль западной части Гренландского моря. Вдоль восточной части протекает теплое течение Шпицбергена, часть Гольфстрима. Сочетание этих течений создает против часовой стрелки поток воды в центральной части моря. Несмотря на арктический климат и круглогодичное присутствие ледяного покрова, в Гренландском море хорошо представлен планктон и бентос, благодаря чему оно обеспечивает питанием разнообразную морскую фауну (Советская энциклопедия, 1972).

7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В конце июля 2022 г. в прибрежных водах архипелага Шпицберген (Гренландское море) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» был выполнен отбор 24 проб морской воды. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов на десяти станциях в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории поселка Баренцбург, а также на двух станциях в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории поселка Пирамида (рис. 7.1). В состав определений вошли основные гидролого-гидрохимические показатели (водородный показатель (рН), электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал (Eh), общая щелочность, растворенный кислород, БПК₅), содержания в воде биогенных элементов (нитриты, нитраты, аммоний, общий азот, фосфаты, общий фосфор, кремнекислоты), а также загрязняющие вещества – тяжелые металлы и мышьяк, ХОС, включая ПХБ, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальные фенолы (алкилфенолы, хлорфенолы и нитрофенолы), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Каждая проба воды анализировалась на содержание примерно ста показателей. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и тяжелых металлов используется единица мкг/дм³; абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - мгО₂/дм³; нефтяных углеводородов – мг/дм³; полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), пестицидов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) – нг/дм³. Предел обнаружения (DL) биогенных элементов составлял (мкг/дм³): фосфор фосфатов P-PO₄ 5,0, общего фосфора P_{total} 5,0, силикатов SiO₂ 10, азота нитритов N-NO₂ 0,5, азота нитратов N-NO₃ 5,0, аммонийного азота N-NH₄ 20,0. DL (мг/дм³): взвешенных веществ 5,0 (0,5 ПДК), нефтяных углеводородов 0,005 (0,1 ПДК). DL тяжелых металлов (мкг/дм³): ртуть 0,01, кадмий 0,05; кобальт 0,50; медь, никель, свинец, хром и марганец – 1,00; железо 2,00; СПАВ 10,0 (0,1 ПДК); фенолы 0,5 (0,5 ПДК). DL пестицидов, ПХБ, ЛАУ и ПАУ 0,01-0,1 нг/дм³.

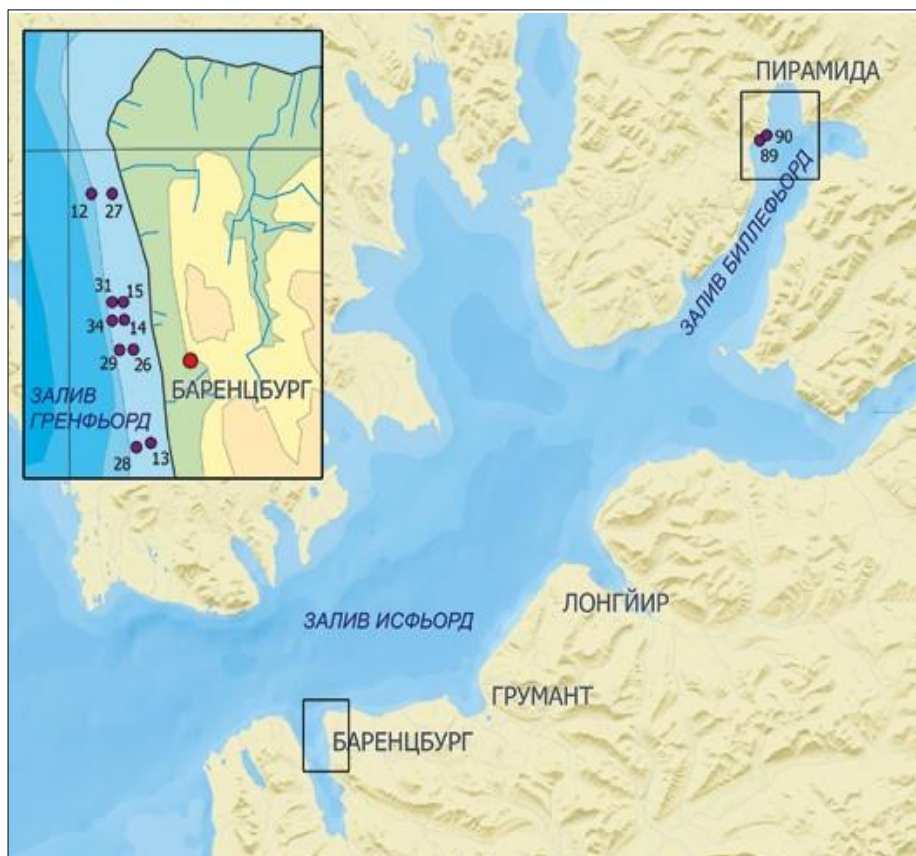


Рис. 7.1. Район наблюдений на акватории заливов Гренфьорд и Биллефьорд архипелага Шпицберген в 2022 г.

7.3. Гидрохимические показатели

Значения водородного показателя (рН) морских вод в заливе Гренфьорд находились в интервале 7,84–7,97, в среднем 7,92 ед. рН, то есть воды характеризуются как нейтральные. В заливе Биллефьорд воды значения рН были сдвинуты в сторону щелочной среды – 7,92-8,1. Окислительно-восстановительный потенциал (Еh) морских вод обследованных акваторий варьировал в диапазоне 208–282 мВ, составляя в среднем 242,4 мВ. Щелочность (Alk) в заливе Гренфьорд составляла 2,15–2,46/2,29 мг-моль/дм³, в заливе Биллефьорд – 1,29-2,01. Значение электропроводности морской воды летом изменялось от 43 до 51,4 мС/см в водах вблизи пос. Баренцбург и 16,1-37,7 мС/см у берегов пос. Пирамида. Содержание взвешенных веществ в водах двух заливов в 2022 г. превысило во всех пробах предел обнаружения и варьировало в диапазонах от 5,04 до 7,62 мг/дм³ (1,5 ПДК).

Значения концентрации общего азота в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд изменялись от значений ниже предела

обнаружения методики до 204, при среднем значении 72,96. На станциях в акватории залива Биллефьорд содержание данного показателя было традиционно ниже и только в придонном горизонте на ст.89 составило 136. Содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения методики. Содержание нитратного азота варьировало в пределах 160-645, нитритного – от 0 до 21,10. Содержание минерального фосфора в воде залива Гренфьорд было зафиксировано в 2022 г. и составило от 0 до 26,9, в среднем 7,17; в заливе Биллефьорд все значения были ниже предела обнаружения методики. Концентрация общего фосфора в обоих заливах составила 8,14–53,6/26,22; силикатов 95,21–383,63/185,66.

Содержание растворенного **кислорода** на всех станциях находилось в пределах 12,0–13,5 мг/дм³ (103,0–113,5% насыщения). В придонном слое, как и в предыдущем году, значения были в среднем на 0,5–1 мг/дм³ выше, чем в поверхностном. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод на всех станциях в июле 2022 г. снова повысились и вернулись к значениям 2020 г. (рис. 7.2). Значения БПК₅ составили 0,84–3,92 мгО₂/дм³ (1,9 ПДК), при среднем значении 2,66 мгО₂/дм³ (1,3 ПДК).

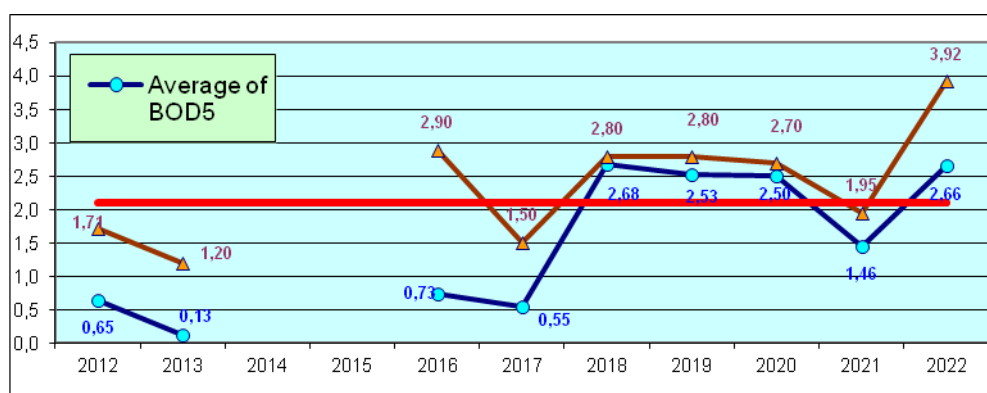


Рис. 7.2. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации органических веществ по БПК₅ в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в 2012–2022 гг.

7.4. Загрязняющие вещества

Концентрация СПАВ на всех станциях, как и в предыдущие три года, была ниже предела обнаружения методики. Концентрация фенолов, нитро-, метил- и хлорфенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ, бензол, толуол, сумма пара- и метаксилолов, орто-ксилол и др.) в водах обоих заливов была также ниже предела чувствительности используемых методов химического анализа.

Значения **нефтяных углеводородов (НУ)** на большинстве станций в заливе Гренфьорд было ниже предела обнаружения методики анализа, только на трёх станциях, на двух в придонном (ст.

28,31) и на одной в поверхностном (ст.34) были зафиксированы значения, немного превышающие ПДК –0,006 и 0,007 в придонных и 0,006 – в поверхностном. В заливе Биллефьорд все значения НУ были ниже предела обнаружения.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в водах залива Гренфьорд не было зафиксировано наличие четырех соединений: нафталина, индено(123cd)пирена, флуорена и аценафтена. Последние три ПАУ не были зафиксированы и в прошлом году. Максимальная концентрация остальных соединений ПАУ составила: фенантрена – 12,6, антрацена – 1,87, флуорантена – 10,7, пирена – 12,0, хризена – 1,93, бенз(к)флуорантена – 1,85, бенз(б)флуорантен – 1,25, бенз(а)пирена – 0,48, дибенз(аh)антрацена – 0,81 и бенз(г,h,i)перилена – 1,5. Среднее суммарное содержание приоритетных соединений группы ПАУ в водах Гренфьорда в июле 2022 г. составило 19,75, максимальное – 30,40, что в 1,5 раза ниже прошлогоднего экстремума. Тенденция уменьшения концентрации ПАУ сохраняется. Содержание ПАУ понизилось в основном за счёт хризена, бенз(а)пирена, бенз(г,h,i)перилена и флуорантена. На станциях в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории пос. Пирамида, максимальное значение суммарного ПАУ составило 35,30, среднее – 25,70, что соответствует значениям прошлого года.

В 2022 г. суммарное содержание пестицидов группы ДДТ в заливе Гренфьорд понизилось в 1,6 раз; максимальная концентрация составила 11,99 против 19,79 в 2021 г. В заливе Биллефьорд произошло повышение данных загрязнителей, суммарная максимальная концентрация составила 5,89, в сравнении со значением 1,18 в 2021 г. Метаболиты ДДЭ были зафиксированы в поверхностном горизонте на двух станциях в заливе Гренфьорд (ст.28 и 31), концентрации составили 2,45 и 0,81. Метаболиты ДДД, а также гексахлорбензола, была ниже предела обнаружения. Значения для инсектицидов группы ГХЦГ в водах двух заливов в 2022 г. были ниже предела обнаружения.

Концентрации суммы ПХБ в водах двух заливов в 2022 г. снова существенно повысилась, нарушив тенденцию снижения данного показателя, которая наблюдалась в 2016-2021 гг. Максимальное значение суммы ПХБ в заливе Гренфьорд составило 12,14, в заливе Биллефьорд – 11,80. Из всех конгенов полихлорированных бифенилов ПХБ в морской воде были традиционно зафиксированы #99 и #101, а также #105, #118, #138, #153.

Среднее содержание всех определяемых тяжелых металлов в морской воде по сравнению с прошлым годом повысилось в водах двух заливов (табл. 7.1).

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Гренфьорд в 2013–2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	0,4	0,1	0,1	0,02	0,7	1,4	3,7	3,1	0,3	0
	1,4	0,002	0,07	0,08	0,3	1,7	1,9	2,1	0,05	0,008
	0,1	0,66	0,04	0,31	1,6	1,4	6,5	0,4	0	0,011
	3,9	0,08	6,49	0,13	2,7	20,1	6,6	16,8	2,77	0,006
	3,0	0	0,10	1,04	8,95	5,2	15,2	4,6	0	0,003
	3,7	0,0	2,9	0,2	4,84	12,4	10,0	2,3	1,7	<0,01
	2,0	0	0,29	0,35	13	5	3	14	0	0,005
	0,88	0	0,25	0	1,16	0	5,37	0	0,11	0
	-	0	0	1,49	7,5	33,6	5,60	12,3	0,22	0,003
	8,7		0,28	1,813	3,4	85,3	5,8	7,2	0,1	0,0005
Максимальная	1,7	0,8	0,3	0,1	2,4	5,6	14,0	6,4	1,2	0
	2,6	0,04	0,16	0,6	0,99	14,0	6,5	3,8	0,6	0,06
	0,55	2,22	0,16	0,44	2,9	4,7	14,6	1,4	0	0,016
	9,0	3,20	12,00	2,80	4,8	36,0	12,0	370,0	5,30	0,080
	11,0	0	0,36	2,50	18,0	28,0	44,0	17,0	0	0,023
	5,3	0,0	3,9	3,2	8,40	19,3	25,0	29,5	3,4	<0,01
	4,2	0	0,42	1	16,0	102	5	72	0	0,008
	2,4	0	0,38	0	1,96	0	10,6	0	2,2	0
	-	0	0	2,5	10,0	138	10,5	31,1	1,9	0,014
	44	0	1,1	5,8	13	300	16	12,13	1,7	0,013
ПДК сред	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0
	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1
	0,8	<0,1	0,65	<0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	0,14	<0,1
	0,6	-	<0,1	0,2	0,9	0,1	0,3	<0,1	-	<0,1
	0,7	-	0,2	0,04	0,5	0,2	0,2	<0,1	<0,1	-
	0,4	-	0,03	0,07	1,3	0,1	0,06	0,28	-	0,05
	0,18	-	0,02	-	0,12	-	0,10	-	<0,1	-
	-	-	-	0,30	0,75	0,67	0,11	0,25	0,01	0,03
	1,7		0,03	0,4	0,34	1,71	0,1	0,1		<0,1
ПДК max	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	<0,1	0
	0,5	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,3	0,1	<0,1	<0,1	0,6
	0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,2
	1,8	0,3	1,20	0,6	0,5	0,7	0,24	7,4	0,27	0,80
	2,2	-	<0,1	0,5	1,8	0,6	0,9	0,3	-	0,2
	1,06	-	0,4	0,64	0,84	0,4	0,5	0,6	0,17	-
	0,84	-	0,04	0,20	1,60	2,04	0,10	1,44	-	0,08
	0,48	-	0,04	-	0,20	-	0,21	-	0,11	-
	-	-	-	0,50	1,00	2,76	0,21	0,62	0,10	0,14
	8,8		0,1	1,2	1,3	6,0	0,32	0,2		0,13

Наиболее высокие величины были отмечены для меди и цинка, средние значения которых превышали ПДК. Максимальные значения ПДК были повышены у меди, кобальта, никеля и цинка. В целом значения концентрации металлов менялись незначительно в предыдущие пять лет, а в 2022 г. наблюдается некоторое повышение

содержания (рис. 7.3). Содержание ртути в 2022 г. в водах заливов было незначительным.

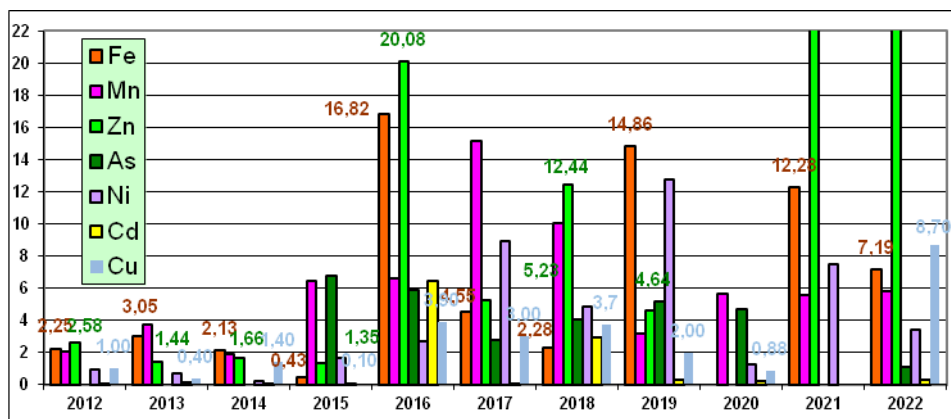


Рис. 7.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах на акватории залива Гренфьорд у поселка Баренцбург.

Концентрация большинства загрязняющих веществ в морских водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в целом была характерной для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды обследованных акваторий заливов Гренфьорд, у поселка Баренцбург, и Биллефьорд, у посёлка Пирамида, в летний период 2022 года как «грязные» (ИЗВ = 1,29), IV класс (табл. 7.2). Наиболее высокая концентрация отмечена для некоторых тяжелых металлов и ДДТ. В местах поступления неочищенных коммунально-бытовых сточных вод обоих поселков наблюдается локальное загрязнение морских вод, однако это не оказывает существенного влияния на качество вод заливов. Следует отметить, что начиная с 2017 г. наблюдается тенденция к увеличению степени загрязнения морских вод залива Гренфьорд.

Таблица 7.2. Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2020-2022 гг.

Район моря	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Гренландское море	0,70	II	2,01	V	1,29	IV	Cu 1,73; Zn 1,71; БПК ₅ 1,27; O ₂ 0,47

Выводы

Концентрации большей части гидрохимических показателей в морских водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Гренландского и Норвежского морей. Также, как и в 2021 г., в летний период 2022 г. снова было зафиксировано содержание минерального фосфора в водах залива Гренфьорд. Содержание общего азота было ниже традиционных для данных акваторий значений. В 2022 г. сохраняется положительная динамика по снижению концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морской воде. Максимальная концентрация суммарного ПАУ в заливе Гренфьорд была в 1,5 раза ниже, чем в 2021 г. В заливе Биллефьорд концентрация ПАУ соответствовала прошлогоднему уровню. В 2022 г. суммарное содержание пестицидов группы ДДТ в заливе Гренфьорд понизилось в 1,6 раз; максимальная концентрация составила 11,99 против 19,79 в 2021 г. Но в заливе Биллефьорд произошло повышение данных загрязнителей, суммарная максимальная концентрация составила 5,89, в сравнении со значением 1,18. Метаболиты ДДД, а также гексахлорбензола, значения для инсектицидов группы ГХЦГ в водах двух заливов в 2022 г. были ниже предела обнаружения. Концентрации суммы ПХБ в водах двух заливов в 2022 г. существенно повысилась (более, чем в 10 раз), нарушив тенденцию снижения данного показателя, которая наблюдалась в 2016-2021 гг. Содержание определяемых тяжелых металлов в морской воде в водах двух заливов также повысилось, в сравнении с прошлым годом (табл. 7.1). Повышение концентрации зафиксировано для меди, кобальта, никеля и цинка.

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Наблюдения на станциях ГСН в морях Северного Ледовитого океана, за исключением Баренцева, Карского и Гренландского морей, в 2022 г. в рамках системы государственного мониторинга не проводились. К морям этого океана относят Гренландское, Норвежское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, Бофорта и Линкольна; внутренние моря: Белое и Баффина; самым крупным заливом является Гудзонов залив (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Морья Северного Ледовитого океана.

Глава 9. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

Погожева М.П., Копаница М.В.

9.1. Общая характеристика

Юго-восточные берега полуострова Камчатка омываются водами Тихого океана. Побережье здесь значительно изрезано, есть несколько крупных заливов (Камчатский, Кроноцкий, Авачинский). Далеко выступают в море скалистые полуострова (Шипунский, Кроноцкий, Камчатский, Озерной). Крупнейшей бухтой является Авачинская губа, которая представляет собой внутреннюю, закрытую часть Авачинского залива. Длина бухты 24 километра, ширина у входа - 3 километра, общая площадь водного зеркала равна 215 км², максимальная глубина 26 метров. В бухту впадают реки Авача и Паратунка. На берегах бухты находится крупнейший город полуострова Петропавловск-Камчатский (179,6 тыс. жителей) и город-порт Вилючинск (22,2 тыс.), являющиеся наиболее значительными источниками антропогенного загрязнения.

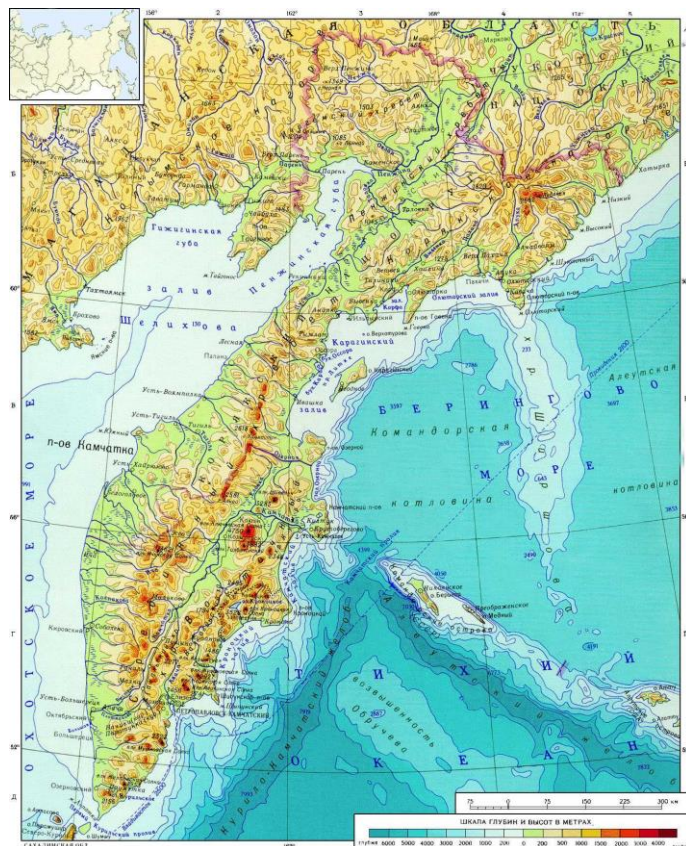


Рис. 9.1. Распределение глубин вокруг полуострова Камчатка.

9.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения морских вод Авачинской губы

являются реки, предприятия судоремонтной и рыбообрабатывающей промышленности, суда рыбопромыслового и транспортного флотов, а также хозяйственно-бытовые стоки города Петропавловска-Камчатского и других населенных пунктов. Сведения о количественном и качественном составе сбрасываемых сточных вод предоставляются Отделом водных ресурсов по Камчатскому краю Амурского БВУ (табл. 9.1). В 2022 г. в Авачинскую губу предприятиями было сброшено 41,7 млн.м³ сточных вод, что на 0,7 млн.м³ больше прошлого года (41,0 млн.м³). Из них загрязненных без очистки – 4,9 млн.м³, недостаточно очищенных – 0,7 млн.м³, нормативно очищенных – 7,1 млн.м³, нормативно чистых – 28,9 млн.м³. В общем объеме сточных вод, поступивших в 2022 г. в Авачинскую губу, отмечено уменьшение (в сравнении с прошлым годом) количества НСПАВ, взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов и фосфатов по фосфору, и, напротив, увеличение содержания нефтепродуктов (в 2,5 раза) и незначительно – азота аммонийного.

По сравнению с прошлым годом расход воды рек Авача и Паратунка увеличился на 9 и 22% соответственно, при этом количество загрязняющих веществ, поступающих в губу с речным стоком, изменилось следующим образом: фенолов – 0,033 тыс. тонн (увеличение на 27%), нефтепродуктов – 0,046 тыс. тонн (уменьшение на 98%), взвешенных веществ – 91,27 тыс. тонн (уменьшение на 12%), неорганических соединений азота и фосфора – 1,338 тыс. тонн, увеличение на 6% (табл. 9.2). Концентрации детергентов (АПАВ) в воде рек Авача и Паратунка во всех отобранных пробах были ниже предела определения метода (<0,025).

Таблица 9.1. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от предприятий в Авачинскую губу в 2022 г.

Предприятие	Отведено всего (тыс.м ³)	без очистки	недостаточно очищенной	нормативно чистой	нормативно- очищенной/ Всего	Аммоний-ион (т)	Взвешенные вещества (т)	СПАВ (кг)	Нефтепродукты (нефть), (т)	Сульфат-анион (сульфаты), (т)	Фосфаты (по фосфору), (т)	Хлорид-анион (хлориды), (т)
г. Петропавловск-Камчатский												
АО "Петропавловск-Камчатский морской торговый порт"	11,74	11,74				0,045	0,291	4,782	1,453	0,143	0,013	0,32
АО "ПСРЗ"	180,64	0,00	0,00	174,00	6,64	0,021	0,127	0,398	0	0,126	0,003	0,24
ООО "Жестяно-баночная фабрика и Ко"	132,30	0,00		0,00	132,30	0,765	2,24	29,8	0,021	1,67	0,054	2,39
ООО "Петропавловск-Камчатский рыбоконсервный завод"	81,26	0,00			81,26	0,033	0,122	1,951	0,015	1,357	0,015	0,29
ООО "Экология"	2,00				2,00	0,000	0	0,000	0	4,422	0,001	29,4
АО "Судоремсервис"	167,6	0		22,5	145,1	1,927	2,856	29,428	0,024	4,154	0,148	6,39
Рыболовецкий колхоз им. В. И. Ленина	642,88	0,00	642,88			0,566	1,041	150,381	0,877	9,062	0,195	18,1
ООО "Аквафиш"	6,77	0,00	0,84		5,34	0,061	0,501	8,704	0	0,123	0,035	0,62
Краевое ГУП "Камчатский водоканал"	9804,27	3041,9			6762,34	250,91	854,62	11731,31	10,91	385,82	58,37	514,6

ООО "Терминал "Сероглазка"	5,43		5,43			0	0,018	0	0	0	0	0
ООО "УКР"	254,40	254,40				0,006	0,28	1,272	0,002		0	
ООО "Камчаттралфлот"	0			0			0	0		0	0	0
ПАО "Камчатскэнерго"	28319,9 3	71,56	46,16	28202,2 1		0,041	0,656	1,653	0,005	30,47	0,021	194,
г. Вилючинск												
"Вилючинский водоканал"	1567,97	1568,00				50,66	206,429	1121,781	1,311	111,7	19,4	70
АО "СВРЦ"	511,14	1,02		496,52	1,60	0,375	2,06	3,59	0,013	2,515	0,006	2,30
Отделение Вилючинск "ДальРАО"	0,28		0,28			0,004	0,014	0,045	0	0,009	0,002	0,00
ИТОГО в 2022 г.	41688, 61	4948,6 2	695,59	28895, 23	7136,5 8	305,41	1071,2 6	13085,10	14,63	551,57	78,26	839,7
в 2021 г.	41017, 60	5268,1 4	1366,9 7	28195, 76	6284,4 3	278,65	1073,4 3	14441,18	5,77	634,54	466,68	1154,

Таблица 9.2. Поступление загрязняющих веществ в Авачинскую губу с речным стоком в 2022 г.

Реки	р. Авача		р. Паратунка		Сумма
	мг/дм ³	тыс. т	мг/дм ³	тыс. т	
Расход воды (м ³ /с)	145,0		36,7		181,7
Наименование вещества	мг/дм ³	тыс. т	мг/дм ³	тыс. т	тыс. т
Фенолы	0,006	0,027	0,005	0,006	0,033
Нефтепродукты	0,009	0,041	0,004	0,005	0,046
Взвешенные вещества	17,10	78,19	11,30	13,08	91,27
Азот нитритный	0,007	0,032	0,002	0,002	0,034
Азот нитратный	0,183	0,837	0,208	0,241	1,078
Азот аммонийный	0,020	0,091	0,002	0,002	0,094
Фосфор минеральный	0,025	0,114	0,015	0,017	0,132

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2022 г. специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Камчатское УГМС» было проведено 6 гидрохимических съемок с мая по октябрь на 11 станциях контроля (рис. 9.2). Наблюдения осуществлялись с использованием арендованного судна, на станциях, расположенных в прибрежных водах Авачинского залива, в районе Халактырского пляжа – с берега. В Авачинской губе отбор проб морской воды выполнялся с горизонтов 0 м, 10 м и из придонного слоя на глубинах от 11 до 26 м. В прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) пробы брались только с поверхности. Всего было обработано 150 проб морской воды. Были определены стандартные гидрохимические показатели (рН, растворенный кислород, щелочность, кремний, фосфор минеральный и общий, нитриты, нитраты и аммонийный азот), концентрация загрязняющих веществ (фенолы, детергенты и нефтяные углеводороды) и элементы гидрометеорологического режима (хлорность, соленость, концентрация взвешенных веществ, температура воды и воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность и волнение). На пяти морских гидрометеорологических станциях проводились визуальные наблюдения за загрязнением водной поверхности прилегающих районов моря нефтяной пленкой.

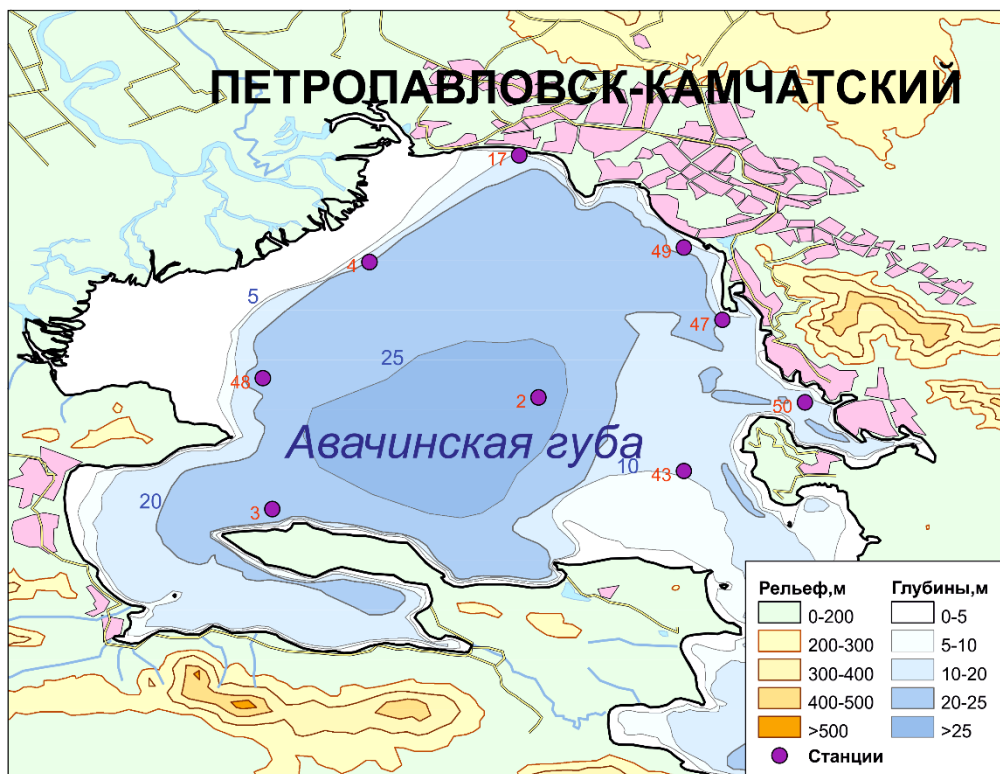


Рис. 9.2. Карта-схема расположения станций наблюдений за качеством вод в Авачинской губе

Соленость в водах Авачинской губы изменялась в очень широком диапазоне от 1,861‰ в июне в приустьевой зоне реки Паратунка до 33,927‰ в июле на входе в бухту Крашенинникова, составив в среднем для всей толщи 28,372‰. В придонном слое соленость не опускалась ниже 25,382‰. В подповерхностных водах на глубине 10 м она изменялась в диапазоне 23,539-33,277‰. Средняя соленость за пять лет составила 28,12‰. Значения хлорности изменялись в диапазоне 1,03-18,78‰, составив в среднем для всей толщи 15,71‰. Средняя для поверхностного слоя – 13,28‰; промежуточного – 17,54‰ и придонного - 17,65‰. Температура морской воды изменялась от 1,48°C в придонном слое в центре Авачинской губы (ст.№2) 30 мая до 16,72°C в поверхностном слое приустьевой зоны р.Авача (ст.№4) 9 августа. В течение периода наблюдений показатели температуры в толще вод изменялись в диапазоне 2,82-6,81°C; на поверхности в пределах 3,90-16,72°C; в придонном слое 1,48-7,10°C. Значения pH были в диапазоне 7,48-8,93. Мутность воды варьировала от 6 мг/дм³ в Моховой бухте до 117 мг/дм³ возле судоремонтного завода (ст.№49); среднегодовой показатель 62,14 мг/дм³.

В 2022 г. средняя концентрация нефтяных углеводородов (НУ), по отношению к предыдущему году, снизилась в 2 раза и составила 0,3 ПДК, превышение нормы зафиксировано в 4% всех отобранных проб.

За период с мая по октябрь лишь отдельные величины НУ превышали ПДК, а среднемесячные были низкими (рис. 9.3). Максимально разовое содержание НУ – 6,8 ПДК регистрировалось в мае на промежуточном горизонте приустьевой зоны реки Паратунка (ст.№48). Еще две существенные концентрации – 3,0 ПДК и 2,2 ПДК выявлены в июле в приустьевой зоне реки Авача (ст.№4, у дна) и в районе Авачинского залива (ст.№1, поверхностный слой) соответственно. Количество нефтяных углеводородов в среднем по толще вод на каждой станции контроля было менее 1 ПДК .

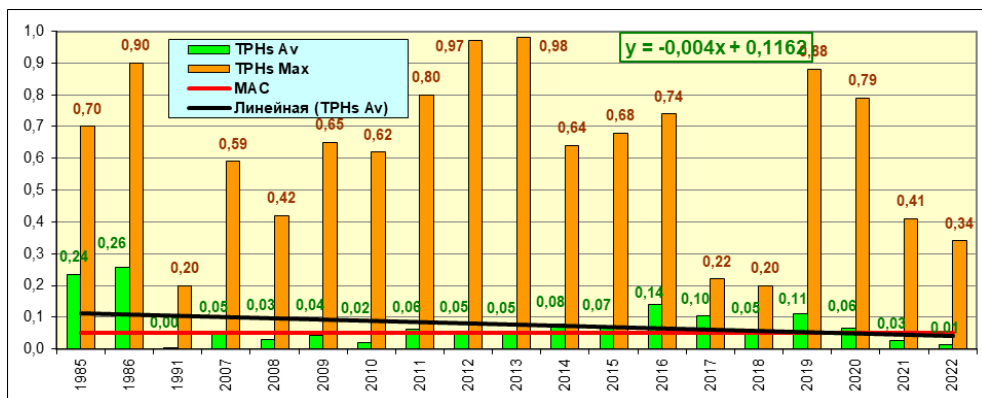


Рис. 9.3. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985–2022 гг.

Существенный ущерб экологическому состоянию Авачинской губы наносят аварийные разливы нефтепродуктов. В 2022 г. аварийный разлив нефтепродуктов произошел в районе улицы Озерновская коса. По информации, полученной от Дальневосточного межрегионального Управления Росприроднадзора, в пробах воды, отобранных и проанализированных 13 мая лабораторией ФГБУ «ЦЛАТИ по ДФО» – ЦЛАТИ по Камчатскому краю, были определены превышения ПДК: проба №1 – 19,0 мг/дм³ (380 ПДК), проба №2 – 12,2 мг/дм³ (244 ПДК). Визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности прилегающих морских акваторий проводились на пяти гидрометеорологических станциях ФГБУ «Камчатское УГМС»: МГ-1 Петропавловск-Камчатский, ОГМС Никольское, МГ-2 Озерная, МГ-2 Петропавловский Маяк и МГ-2 Оссора. В бухте Оссора на побережье Берингова моря нефтяная пленка отсутствовала. На ОГМС Никольское (о. Беринга, Тихий океан) практически во все месяцы (кроме марта и сентября), с повторяемостью от 1 до 9 дней, у пирса в районе стоянки и швартовки рыбопромысловых и транспортных судов эпизодически отмечались небольшие нефтяные пятна слабой интенсивности.

На ГМС Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности с покрытием 10% видимой акватории отмечалась особенно часто с марта по ноябрь – 41-93% (в зависимости

от количества наблюдаемых дней с хорошей видимостью), в декабре и январе фиксировалась в течение 3 и 4 дней соответственно, в феврале отсутствовала. С мая по сентябрь визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости.

Наиболее загрязнена нефтепродуктами, как и в предшествующие годы, Авачинская губа. Ежедневно при отсутствии льда на МГ-1 Петропавловск-Камчатский отмечалось покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности.

На западном побережье Камчатки (район поселка Озерновский, Охотское море) с января по март и с октября по декабрь нефтяная пленка отсутствовала. С мая по июль пленка слабой интенсивности (1 балл), покрывавшая 10% видимой поверхности моря, наблюдалась практически ежедневно. В апреле, августе и сентябре нефтяная пленка слабой интенсивности наблюдалась в течение 6-10 дней. Больше всего туманов приходилось на летний период, что ухудшало видимость и препятствовало проводить визуальные наблюдения. Дeterгенты поступают в Авачинскую губу с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками в составе моющих и чистящих средств, а также с речной водой.

На протяжении длительного ряда лет содержание детергентов (АСПАВ) в морских водах остается небольшим. В 2022 г. концентрация, превышающая предел обнаружения, была зафиксирована лишь один раз - в сентябре на поверхности в районе судоремонтного завода (ст.№49) и составила 140 мкг/дм³ (1,4 ПДК). В остальных пробах концентрация находилась ниже предела обнаружения (DL=50 мкг/дм³).

В 2022 г. загрязнение фенолами в среднем по толще вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива, уменьшилось в 2,3 раза в сравнении с 2021 г., и не превышало значений 1,0 ПДК. Повторяемость повышенных концентраций снизилась до 2,8% против 19% в 2021 году. Повышенные значения отмечались в единичных случаях: в мае на поверхностном горизонте в центральной части губы (ст.№2) – 1,4 ПДК, в июле на среднем горизонте у входа в бухту Крашенинникова (ст.№3) – 1,1 ПДК, в сентябре на придонном горизонте бухты Раковая (ст.№50) – 1,1 ПДК (рис. 9.4).

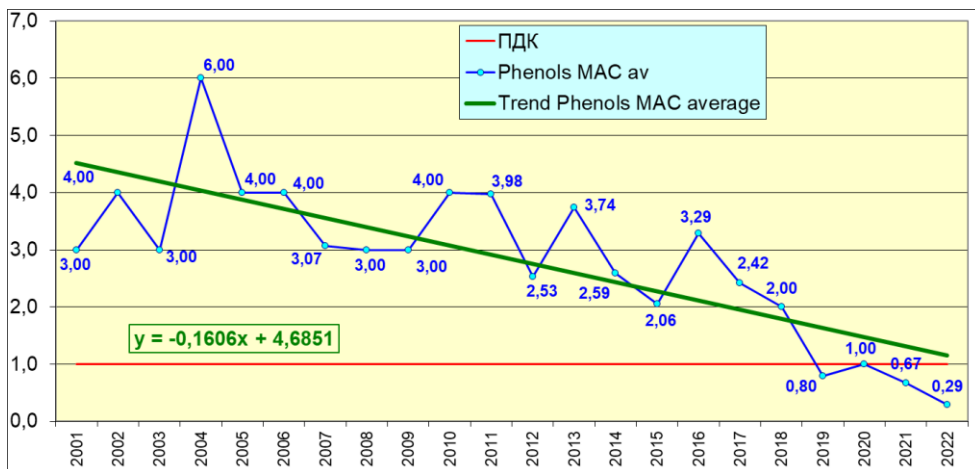


Рис. 9.4. Многолетняя динамика среднегодовой концентрации фенолов в единицах ПДК в Авачинской губе в 2007-2022 гг.

Биогенные элементы. Концентрация минерального **фосфора** изменялась в широком диапазоне от 2,10 до 110,70 мкг/дм³, общего фосфора от 2,74 до 141,0 мкг/дм³. Средние значения составили 28,85 и 47,48 мкг/дм³ соответственно, что немного ниже прошлогодних значений. По сравнению с предыдущим годом присутствие фосфатов и фосфора общего в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) уменьшилось на 25 и 19% соответственно. Максимальная концентрация общего фосфора была отмечена в мае в придонном слое в центре Авачинской губы. Наибольшее содержание фосфора минерального и фосфора общего фиксировалось в приустьевой зоне рек Авача и Паратунка, а также в центральном районе губы. С глубиной их величины, как правило, возрастают, что объясняется поступлением с поверхности губы и накоплением в придонном слое взвесей, содержащих фосфор, и дальнейшей их минерализацией.

По сравнению с предыдущим годом средняя концентрация нитритного **азота** в водах Авачинской губы незначительно снизилась, а максимальная возросла, достигнув 1,20 ПДК. Нитриты являются неустойчивыми соединениями и при наличии кислорода окисляются до нитратов, которые преобладают в морской воде как конечный продукт минерализации. Содержание нитратов в среднем по толще было выше прошлогоднего и составляло 136,15 мкг/дм³. Наибольшие величины в среднем по толще отмечались в приустьевой зоне реки Паратунка – 179,29 мкг/дм³, с максимумом в мае – 422,96 мкг/дм³. Среднее содержание аммонийного азота по сравнению с прошлогодними значениями снизилось в 1,4 раза до 42,89 мкг/дм³. Его концентрация во всех отобранных пробах была ниже ПДК. Как и ранее, в течение всего периода наблюдений, количество азота аммонийного в придонном слое Авачинской губы

превышало величины, отмеченные на поверхности. В мае (во время половодья на реках, впадающих в Авачинскую губу) количество аммонийного азота в морских водах было максимальным, и в среднем достигало 86,28 мкг/дм³. В это время отмечалась и самая высокая разовая концентрация данного вещества (313,4 мкг/дм³) на придонном горизонте центральной части губы.

В 2022 г. концентрация **силикатов** в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) варьировала в широком диапазоне 117363 мкг/дм³. Поскольку основным источником поступления кремния в Авачинскую губу является речной и термальный сток, поэтому среднее содержание кремния на поверхности обычно в несколько раз превышает его концентрацию у дна. По данным многолетних наблюдений повышенная концентрация силикатов отмечается в периоды половодья и дождевых паводков. В 2022 г. такие высокие значения (более 3000 мкг/дм³ – 18 проб) отмечались в поверхностном горизонте на входе в бухту Крашенинникова, в Моховой бухте и в эстуариях рек Авача и Паратунка. Максимальная разовая концентрация фиксировалась в мае на поверхностном горизонте в районе впадения реки Авача (станция № 4), а минимальная – в июле в Авачинском заливе в районе Халактырского пляжа (ст. №5). Вертикальному распределению кремния препятствует стратификация вод и плохое перемешивание, особенно в летний период, поэтому в придонных слоях величины кремния, как правило, ниже, чем на поверхности. Но в 2022 г. в августе и сентябре, в связи с небольшой водностью рек Авача и Паратунка, его поступление в поверхностный слой Авачинской губы было минимальным, а на придонном уровне привнесенный реками во время половодья кремний аккумулировался, вследствие чего концентрация на дне оказалась выше, чем на поверхности. В 2022 г. содержание кремния в целом по толще вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) по сравнению с прошлым годом, увеличилось на 16% и составило 1646 мкг/дм³.

Кислородный режим Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) в 2022 г. в целом был удовлетворительным. Сезонные изменения концентраций растворенного кислорода в морской воде определяются, с одной стороны, соотношением между процессами фотосинтеза и абсорбции его из атмосферы, с другой стороны – расходом на биохимическое разложение загрязняющих примесей и дыхание водных организмов. Содержание растворенного в воде кислорода в период наблюдений изменялось в пределах 5,47-14,63 (50,5-152,5% насыщения), составив в среднем 10,41 мгО₂/дм³ (102,7% насыщения) (табл. 9.3). Концентрация растворенного кислорода ниже норматива – 5,47 мгО₂/дм³ (51% насыщения) была определена только в одной пробе воды, отобранной в августе у входа в бухту Крашенинникова (станция № 3).

По многолетним наблюдениям в теплый период года пониженные величины растворенного кислорода обычно регистрируются повсеместно на придонном горизонте станций контроля, что обусловлено природными факторами, однако в 2022 г. дефицит кислорода был отмечен в единичном случае. (рис. 9.5).

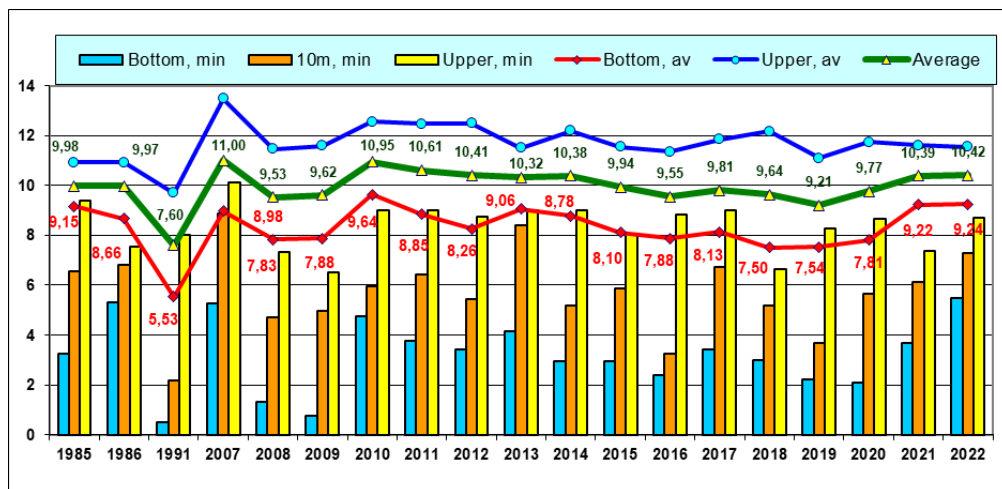


Рис. 9.5. Многолетняя динамика минимальных и средних значений растворенного кислорода (mgO_2/dm^3) в Авачинской губе в 1985-2022 гг. Примечания: Bottom, min – минимальное значение на придонном горизонте; 10 m, min – на глубине 10 м; Upper, min – в поверхностном слое; Bottom, av – среднее значение в придонном слое; Upper, av – в поверхностном слое.

Таблица 9.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Авачинская губа	НУ	0,064	1,28	0,026	0,52	0,013	0,26
		0,79	15,80	0,41	8,20	0,34	6,80
	Фенолы	0,56	0,56	0,67	0,67	0,29	0,29
		2,0	2,00	2,0	2,00	1,4	1,40
	СПАВ	0		6,23	0,06	0,97	0,01
		0		130	1,30	140	1,40
	Азот аммонийный N-NH ₄	54,0	0,02	59,47	0,03	42,89	0,02
		298	0,13	278,60	0,12	313,40	0,14
	Азот нитритный N-NO ₂	6,65	0,28	6,92	0,29	5,82	0,24
		47,3	1,97	22,38	0,93	28,75	1,20
Фосфор фосфатов P-PO ₄	37,46	0,75	38,33	0,77	28,85	0,58	
	221,65	4,43	152,79	3,04	110,70	2,21	

	Растворенный кислород	9,77		10,39		10,42	
	% насыщения	2,09	0,35	3,69	0,62	5,47	0,91
		96,7		101,5		102,7	
		19,5		33,6		50,5	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фенолов - в мкг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

Индекс загрязненности вод (ИЗВ), полученный на основе осредненной концентрации нефтяных углеводородов, фенолов, фосфатов и растворенного в воде кислорода для Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) соответствовал прошлогоднему уровню, 0,43, II класс, «чистые».

Таблица 9.4. Оценка качества вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2020-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	0,68	II	0,52	II	0,43	II	НУ 0,26; фенолы 0,29; PO ₄ 0,58; O ₂ 0,58

Примечание 1. Ранее фосфор фосфатов не учитывался при подсчете ИЗВ.

Выводы

Наибольший вклад в загрязнение морских вод Авачинской бухты по-прежнему вносят нефтяные углеводороды и фенолы. По сравнению с 2021 г. среднегодовое содержание НУ в водах уменьшилось в 2 раза и составило 0,3 ПДК. Повышенная концентрация отмечалась в 4% всех отобранных проб (в 2021 г. этот показатель составил 18,8%). Максимум был отмечен в мае на промежуточном горизонте приустьевой зоны р. Паратунка (6,8 ПДК). Содержание фенолов в целом по толще и на каждой станции составило менее 1,0 ПДК. Наибольшее значение (1,4 ПДК) было выявлено в июле на среднем горизонте у входа в бухту Крашенинникова. Повторяемость превышений ПДК за год составила 2,8% против 19% в 2021 г. За последние пять лет наблюдается стабильное снижение концентрации фенолов от 2,0 до 0,3 ПДК В 2022 г. концентрация детергентов (АСПАВ) превысила предел обнаружения методов анализа лишь в одной пробе - в сентябре на поверхностном горизонте в районе ПСРМЗ (1,4 ПДК). Повышенная концентрация азота нитритного (1,4 ПДК) была отмечена в августе у дна в центральной части Авачинской губы. Остальные биогенные элементы (азот нитратный, аммонийный и фосфор общий) находились в пределах

допустимых величин концентрации. За 2022 г. в целом по толще насыщение морских вод растворенным кислородом было достаточным – 102,7% при норме 70%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива ($<6,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) регистрировалась только в одной пробе воды, отобранной в августе на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова – $5,47 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (51% насыщения). Концентрация ниже $3,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$, соответствующая уровню высокого загрязнения (ВЗ) в 2022 г. отмечена не была. Согласно расчету индекса загрязненности, качество вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) остается прежним (ИЗВ=0,43, II класс качества вод, «чистые»).

Глава 10. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Щербаков К.А., Артамонова Е.М., Долгова А.О.

10.1. Общая характеристика

Охотское море является одним из наиболее крупных и глубоких морей мира. Его площадь равна 1603 тыс.км², объем – 1316 тыс.км³, средняя глубина -821 м, наибольшая глубина - 3521 м. Охотское море относится к окраинным морям смешанного материково-океанского типа. При большой протяженности береговая линия изрезана относительно слабо, обычно относительно пологие, но бывают скалы и обрывистые участки (рис. 10.1). Вместе с тем она образует несколько крупных заливов (Анива, Терпения, Сахалинский, Академии, Тугурский, Аян, Шелихова) и губ (Удская, Тауйская, Гижигинская и Пенжинская). Проливами Невельского, Татарским и Лаперуза оно сообщается с Японским морем, Курильскими проливами - с Тихим океаном (Залогин, 1999).

Проливы Невельского и Лаперуза сравнительно узки и мелководны. Ширина пролива Невельского всего около 7 км. Ширина пролива Лаперуза – 43-186 км, глубина - 53-118 м. Суммарная ширина Курильских проливов около 500 км, а максимальная глубина самого глубокого из них – пролива Буссоль – превышает 2300 м. Таким образом, возможность водообмена между Японским и Охотским морями несравненно меньшая, чем между Охотским морем и Тихим океаном. Рельеф дна северной части представляет собой материковую отмель (22% поверхности моря). Большая часть (70%) находится в пределах материкового склона (от 200 до 1500 м); остальная часть представляет собой участок ложа (Залогин, 1999).



Рис. 10.1. Побережье Охотского моря в окрестностях г. Магадан.

Охотское море расположено в зоне муссонного климата умеренных широт, на который существенно влияют физико-географические особенности моря. Так, его значительная часть на западе глубоко вдается в материк и лежит сравнительно близко от полюса холода азиатской суши, поэтому главный источник холода для Охотского моря находится на западе, а не на севере. Сравнительно высокие хребты Камчатки затрудняют проникновение теплого тихоокеанского воздуха. Только на юго-востоке и на юге море открыто к Тихому океану и Японскому морю, откуда в него поступает значительное количество тепла. Муссонный режим значительно сглаживает различия климата в разных частях большого моря (Добровольский, 1982).

Зимой в северной части моря температура воды составляет $-1,5^{\circ}\text{C}$ - $1,7^{\circ}\text{C}$. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой $-1,7^{\circ}\text{C}$. Толщина этого слоя составляет от нескольких десятков метров в юго-восточной части моря до 500-900 м в северо-западной и западной частях. Сезонное изменение температуры охватывает слой до горизонта 200-300 м. В южной части моря высокая температура воды на поверхности наблюдается на пути движения тихоокеанских вод с юго-востока на северо-запад. Зимой в районе Курильских островов температура воды на поверхности в среднем

составляет примерно $3,5^{\circ}\text{C}$, а летом - $7-14^{\circ}\text{C}$; с глубиной температура понижается до $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ на горизонте 400 м (Охотское море, 1992).

Распределение солености в Охотском море сравнительно мало изменяется по сезонам. Соленость повышается в восточной части, находящейся под воздействием тихоокеанских вод, и понижается в западной части, опресняемой материковым стоком. В западной части соленость на поверхности 28–31‰, а в восточной — 31–32‰ и более до 33‰ вблизи Курильской гряды. Вследствие опреснения в северо-западной части моря соленость на поверхности равна 25‰ и менее, а толщина опресненного слоя — около 30–40 м. С глубиной в Охотском море происходит увеличение солености. На горизонтах 300–400 м в западной части моря соленость равна 33,5‰, а в восточной — около 33,8‰. На горизонте 1000 м соленость равна 34‰ и далее к дну возрастает незначительно, всего на 0,5–0,6‰. В отдельных заливах и проливах величина солености, ее стратификация могут значительно отличаться от вод открытого моря в зависимости от местных условий (Охотское море, 1998, Залогин, 1999).

В Охотское море впадает довольно много преимущественно небольших рек, поэтому при столь значительном объеме его вод материковый сток относительно невелик. Он равен примерно $600 \text{ км}^3/\text{год}$, при этом около 65% дает Амур. Другие сравнительно крупные реки — Пенжина, Охота, Уда, Большая (на Камчатке) — приносят в море значительно меньше пресной воды. Она поступает главным образом весной и в начале лета. В это время наиболее ощутимо влияние материкового стока, в основном в прибрежной зоне, вблизи устьевых областей крупных рек (Добровольский, 1982).

В Охотском море наблюдается общая циклоническая циркуляция вод, сильно осложненная местными условиями. Эта циркуляция создается под воздействием двух основных факторов: преобладающего в среднем за год северо-западного направления ветра и компенсационного течения из океана. Характерные скорости течений составляют 5-10 см/с. В море выделяются следующие водные массы: собственно охотоморская (образуется в результате зимней конвекции и располагается в слое 0-200 м), промежуточная (образуется из-за приливной трансформации верхнего слоя тихоокеанских вод в Курильских проливах и располагается в слое от 200 до 500-800 м) и глубинная тихоокеанская (образуется теплыми водами Тихого океана).

Приливы преимущественно неправильные суточные (до 12,9 м у мыса Астрономического), хотя наблюдаются и смешанные. Вдали от берега скорости приливных течений невелики - 5-10 см/с, в проливах, заливах и у берегов значительно больше. В Курильских проливах скорости течений доходят до 2-4 м/с. С октября по июнь море покрыто

льдом, хотя в южной части моря лед держится не более трех месяцев в году, а крайняя южная часть никогда не замерзает. В зимнее время в Охотском море нет такого места, где полностью исключалось бы наличие льда. Осенью велика повторяемость штормов, сопровождающихся ветром, скорость которого достигает 30 м/с. Наблюдаются цунами, высота которых может достигать до 20 м при периоде 30-95 с, скорости распространения от 400 до 800 км/час и длине в несколько километров (Охотское море, 1992).

Растительность и животный мир отличаются большим разнообразием. По запасам промыслового краба море занимает первое место в мире. Большую ценность представляют лососевые рыбы: кета, горбуша, кижуч, чавыча, нерка — источники красной икры. Ведется интенсивный лов сельди, минтая, камбалы, трески, наваги, мойвы и других рыб. В море обитают киты, тюлени, сивучи, морские котики. Все больший интерес приобретает промысел моллюсков и морских ежей. На литорали повсеместно распространены различные водоросли. В связи со слабой освоенностью прилегающих территорий морской транспорт приобрел основное значение. Важные морские пути ведут к Корсакову на острове Сахалин, Магадану, Охотску и другим населенным пунктам (<http://geographyofrussia.com>).

С целью охраны прибрежных экосистем Охотского моря на различных участках побережья созданы участки ООПТ федерального уровня – Курильского, Магаданского, Поронайского, Джугджурского заповедников. Также природоохранные задачи выполняют ООПТ регионального уровня.

Охотское море омывает побережья Российской Федерации и Японии (о. Хоккайдо). На побережье Охотского моря выходят четыре субъекта Российской Федерации – Магаданская, Сахалинская области, Камчатский, Хабаровский края.

10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин

На шельфе о. Сахалин, в рамках программы регулярных наблюдений за состоянием морской среды, исследования проводились Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск). Отбор 72 проб воды с поверхностного горизонта выполнялся ежемесячно в безледовый период с мая по октябрь 2022 г. в районе села Стародубское Долинского городского округа Сахалинской области на одной фоновой станции; в заливе Анива в районе порта Пригородное Корсаковского городского округа (3 станции) и на акватории порта Корсаков (3 станции). В Татарском проливе на акватории Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский наблюдения проводились на 5 станциях (рис. 10.2). Результаты

мониторинга акватории Японского моря представлены в соответствующей главе настоящего ежегодника. Пробы донных отложений в 2022 г. были отобраны в количестве 60 единиц, вместо 72 запланированных, из-за отсутствия подхода к двум станциям в акватории порта г. Корсакова.

Шельфовая зона острова традиционно загрязняется отходами добывающих предприятий, муниципальными сточными водами коммунально-бытовых объектов, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток. В последние годы возросла антропогенная нагрузка на шельфовые районы моря в связи с разведкой и разработкой нефтегазовых месторождений. Освоение шельфа сопровождается интенсивным строительством и эксплуатацией трубопроводов, нефте- и газоналивных терминалов, портов, платформ для бурения скважин и иной обеспечивающей широкое развитие данной отрасли инфраструктуры.

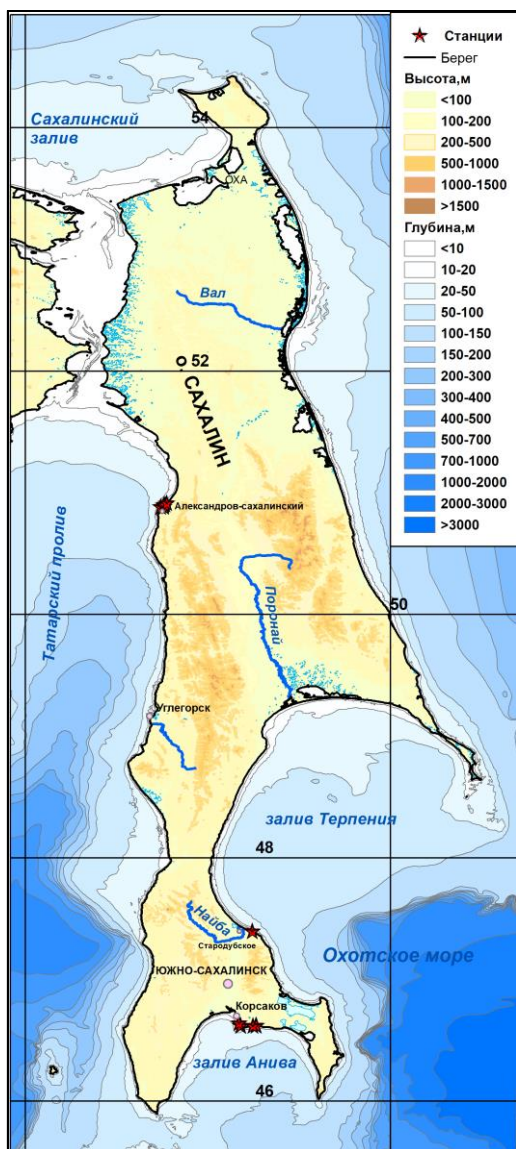


Рис. 10.2. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2022 г.

10.2.1. Район села Стародубское

На станции мониторинга в районе села Стародубское в 2022 г. было отобрано шесть проб воды с поверхностного горизонта и шесть проб донных осадков в интервале май-октябрь периодичностью раз в месяц. В периоды наблюдений температура поверхностного слоя воды в 2022 г. находилась в пределах от 7,0°C в начале июня до 20,1°C в второй половине августа; соленость была в диапазоне 28,85-30,91‰; хлорность морской воды 11,11-17,04‰; концентрация ионов водорода менялась в

диапазоне 7,44-8,04 ед.рН; значения щелочности варьировали от 2,152 до 2,520 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 44,9 до 3163,0 мг/дм³ (максимальное значение отмечено 12 октября 2022 г.; оно значительно превышает обычный уровень концентрации твердых взвешенных веществ), в среднем 579,4 мг/дм³ (57,9 ПДК, для расчета применяется ПДК для континентальной шельфовой зоны морей). Содержание легко окисляемого органического вещества по БПК₅ варьировало в пределах 2,6-5,2 мгО₂/дм³, в среднем 4,0 мгО₂/дм³ (1,9 ПДК), что превышает аналогичные показатели прошлого года (табл. 10.1). Концентрация различных форм азота была значительно ниже установленных нормативов ПДК (десятые доли ПДК). Содержание фосфатов в морских водах изменялось в очень широком диапазоне 14,6-2469 мкг/дм³, наибольшее значение было отмечено в октябрьской пробе; среднее значение составило 469 мкг/дм³ (9,5 ПДК; существенное превышение норматива). Концентрация кремния варьировала в шести пробах в диапазоне 142,4-764 мкг/дм³, в среднем 310,7 мкг/дм³.

Загрязнение акватории у села Стародубское **нефтяными углеводородами** в 2022 г. повысилось как по сравнению с предыдущим, так и с 2020 г. Содержание НУ в четырех пробах из шести было ниже предела обнаружения (DL=0,020 мг/дм³), а в двух составило в среднем 0,036 мг/дм³ (0,72 ПДК). Однако максимальное содержание НУ в водах отмечено 12 октября - 0,161 мг/дм³ (3,22 ПДК). Район села Стародубское из всех районов мониторинга шельфовой зоны о. Сахалин ранее был наименее загрязнен нефтяными углеводородами, но второй год подряд наблюдается кратное увеличение максимального содержания НУ в поверхностных водах. При этом среднее содержание НУ в воде осталось на уровне 2021 г.

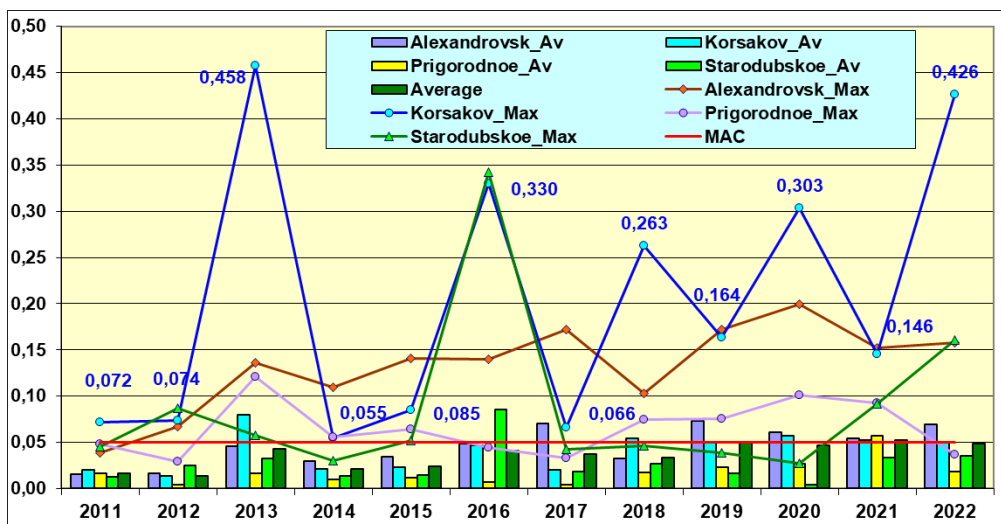


Рис. 10.3. Максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2011-2022 гг.

Концентрация тяжелых **металлов** (цинк, кадмий и свинец) в 2022 г. по сравнению с 2021 г. практически не изменилась. Содержание кадмия в воде района было выше предела обнаружения (DL=0,3 мкг/дм³) в двух пробах из шести (в среднем 0,2 мкг/дм³). Среднее значение концентрации цинка составило 7,7 мкг/дм³, а максимальное в августе – 11,2 мкг/дм³ (0,22 ПДК). Свинец отмечен в одной из шести проб в концентрации 4,5 мкг/дм³. Медь является одним из основных компонентов-загрязнителей морских вод у села Стародубское. Ее содержание в среднем составило 8,1 мкг/дм³ (1,61 ПДК), максимальный уровень отмечен в августе (15,1 мкг/дм³, 3,02 ПДК). За период два года по данным ежегодного мониторинга отмечается кратный рост максимальной концентрации меди с 0,6 ПДК в 2020 г. до 3,02 ПДК в 2022 г.

Концентрация растворенного в воде **кислорода** была схожа с показателями 2021 г., и была в диапазоне 4,69-6,91 мгО₂/дм³. Значения ниже нормы зафиксированы в двух пробах, отобранных в июне и октябре. Уровень насыщения вод кислородом во все месяцы был ниже нормы и составлял 54,79-90,88%, в среднем 70,51%.

Уровень загрязненности морских вод района села Стародубское по ИЗВ (1,31) по сравнению с прошлым годом значительно ухудшился, класс качества вод снизился на один пункт и находится в диапазоне значений для «загрязненных» вод (табл. 10.3). Расчет индекса выполнен по средним значениям концентрации НУ, органического вещества по БПК₅, меди и кислорода. В целом в 2022 г. в исследуемых водах отмечено повышение содержания нефтяных углеводородов, меди,

СПАВ, как и в 2021 г. Уровень содержания фенолов отмечен ниже пределов обнаружения. Средняя концентрация органических веществ по БПК₅ повысилась в 1,5 раза.

Загрязнение **донных отложений** нефтяными углеводородами в шельфовой зоне о. Сахалин в районе села Стародубское снизилась по сравнению с предыдущим годом до 0,65 ДК, а максимум достигал 1,7 ДК по сравнению с 2,1 ДК в 2021 г. (табл. 10.2). Концентрация меди (средняя концентрация 5,43 мкг/г, 0,16 ДК) и кадмия (средняя концентрация 0,04 мкг/г, 0,05 ДК) в донных отложениях в 2022 г. от предыдущих лет практически не отличалась, а цинк и свинец не обнаружены, как и двух предыдущих годах. Содержание фенолов незначительно повысилось (средняя концентрация 0,1 мкг/г).

10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В районе порта г. Корсакова мониторинг гидрохимического состояния морской среды проводился ежемесячно с мая по октябрь на трех станциях с поверхностного горизонта вод. На исследуемой акватории в период наблюдений было отобрано 18 проб воды. Температура воды была в диапазоне 8,5-19,4°C, соленость 16,78-32,28‰, хлорность морской воды 9,29-17,87‰, концентрация ионов водорода менялась в пределах 7,81-8,20 ед. рН; значения щелочности варьировали от 1,312 до 2,464 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от нуля (ниже предела обнаружения 2,5 мг/дм³) до 703 мг/дм³, в среднем 64 мг/дм³ (6,4 ПДК). Содержание легко окисляемого органического вещества по БПК₅ было в диапазоне от 1,2 до 6,2 мгО₂/дм³ (2,95 ПДК); в среднем 3,5 мгО₂/дм³ (1,67 ПДК) (табл. 10.1).

Концентрация **нефтяных углеводородов** в прибрежных водах залива в районе порта Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³, шесть проб из 18) до 0,426 мг/дм³ (8,52 ПДК, 19 сентября). При отборе пробы с максимальным загрязнением НУ был отмечен запах нефтепродуктов. По сравнению с 2021 годом максимальный уровень загрязнения повысился практически в три раза, и является значительным превышением допустимых параметров качества воды. Загрязнение акватории порта нефтяными углеводородами вызвано интенсивным портовым хозяйством, прежде всего операциями с топливом, промышленными и коммунальными сточными водами. Средняя за год величина НУ составила 0,05 мг/дм³ (1,0 ПДК), что сопоставимо с уровнем прошлого года. Необходимо отметить, что средние концентрации НУ в 2020–2022 г. сопоставимы (1,14/1,04/1,0 ПДК соответственно).

Содержание фенолов в водах порта в 2022 г. было отмечено в двух пробах (среднее содержание 0,4 мкг/дм³, максимальная концентрация 5,2 мкг/дм³, 0,4/5,2 ПДК). В 2020–2021 г. концентрации фенолов были ниже предела обнаружения (DL=2,0 мкг/дм³) во всех пробах.

Концентрация СПАВ отмечена в 2022 г. в четырех пробах, в остальных же была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³). Максимальная концентрация достигала 89 мкг/дм³ (0,89 ПДК); средняя 14,4 мкг/дм³ (0,14 ПДК). Средняя концентрация примерно в два раза ниже прошлогоднего значения, сопоставима с показателем 2020 г. Максимальная концентрация сопоставима с прошлогодним значением.

Концентрация **меди** в морской воде в районе порта Корсаков изменялась в диапазоне 2,3–9,5 мкг/дм³ (максимум 1,9 ПДК). Максимальное значение выше прошлогоднего; среднее значение увеличилось и составило 6,0 мкг/дм³ (1,2 ПДК).

Уровень содержания цинка сопоставим с показателями прошлого года. Средняя концентрация, как и в 2021 г. составила 6,9 мкг/дм³ (0,1 ПДК), максимальная – 10,8 мкг/дм³ (0,2 ПДК), что ниже максимальной концентрации в 2021 г. Концентрация свинца в пробах второй год подряд снижается и составила в 2022 г. 0,2 мкг/дм³ (0,02 ПДК)/2,2 мкг/дм³ (0,22 ПДК) (средняя/максимальная). Концентрация кадмия превысила предел обнаружения в девяти пробах из 18, однако оставалась незначительной (средняя 0,02 ПДК, максимальная 0,05 ПДК).

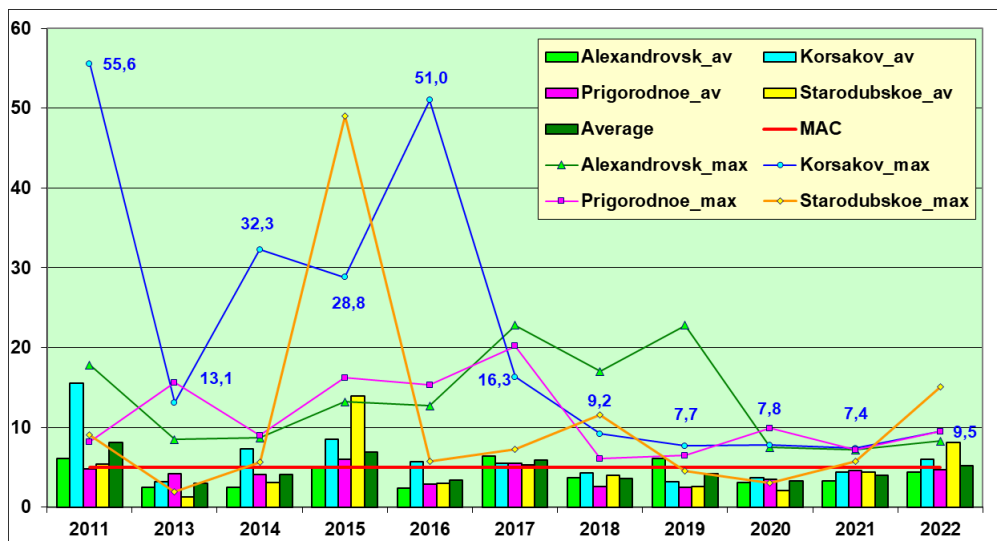


Рис. 10.4. Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³) в прибрежных водах Сахалина в 2011–2022 гг.

Концентрация различных форм **азота** в водах залива в районе порта Корсаков в 2022 г. была повышенной по сравнению со среднемноголетними показателями. Средняя концентрация аммонийного азота составила 58,1 мкг/дм³ (примерно в три раза выше прошлогодней, после снижения отмечается повышение), максимальная – 299,0 мкг/дм³, при этом в 6 пробах из 18 значения были ниже предела обнаружения (DL=20 мкг/дм³). Средняя концентрации нитритов – 7,4 мкг/дм³(0,31 ПДК); значительно повысилась максимальная концентрация – 59,2 мкг/дм³(2,47 ПДК). Показатели нитратов – 67/409 мкг/дм³. Концентрация фосфатов изменялась в пределах от 5,5 мкг/дм³ до 94,6 мкг/дм³, средняя величина была выше прошлогодней и составила 42,9 мкг/дм³ (0,8 ПДК). Концентрация кремния варьировала в широких пределах 96-2893 мкг/дм³, в среднем 533 мкг/дм³.

Кислородный режим в водах порта Корсаков в среднем был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного **кислорода** в период проведения наблюдений составило 6,74 мгО₂/дм³ (в прошлом году 7,05); диапазон концентрации 4,76-9,39 мгО₂/дм³. В семи пробах содержание кислорода было ниже норматива. Индекс загрязненности вод залива Анива в районе порта Корсаков в 2022 г. составил 1,2; воды относятся к III классу, "умеренно загрязненные" (табл. 10.3). По сравнению с предыдущим и позапрошлым годами показатель качества вод в районе порта практически не изменился (0,97 в 2021 г.; 1,07 в 2020 г.). Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, растворенные органические вещества по БПК₅ и медь.

В шести пробах **донных отложений** с одной станции из прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне от 155,3 мкг/г до 488 мкг/г, в среднем 263 мкг/г (5,26 ДК), что в 1,5 раза выше показателей предыдущего года. В 2021 г. концентрация НУ составляла 3,7 ДК, в 2020 – 14,3 ДК в 2019 - 9,5 ДК, в 2018 – 3,0 ДК; 2017 - 3,8 ДК, 2016 – 3,2 ДК, 2015 – 2,0 ДК. Средняя и максимальная концентрация НУ возросла почти в 4,5 раза за период 2018-2020 гг., но в 2021 г. снизилась. В 2022 г. отмечена тенденция к росту уровня загрязнения. Значения концентрации фенолов варьировали в пределах от 0 (ниже предела обнаружения DL=0,05 мкг/г) до 0,12 мкг/г, в среднем 0,07 мкг/г, что сопоставимо с прошлогодним уровнем. Содержание металлов в донных отложениях у порта Корсаков изменялось в следующих диапазонах: медь 6,6-8,8 мкг/г (среднее 7,55 мкг/г, 0,22 ДК, что сопоставимо с прошлогодним значением); цинк 91-115 мкг/г (среднее 98,2 мкг/г, 0,7 ДК). Концентрация кадмия и свинца варьировала в

пределах 0,06-0,08 мкг/г и 4,1-4,3 мкг/г, средние значения 0,07 и 4,2 мкг/г, что сопоставимо с прошлогодними показателями.

10.2.3. Залив Анива. Район порта Пригородное

На побережье залива Анива в окрестностях бывшего села Пригородное (ныне упразднено) к юго-востоку от города Корсаков в феврале 2009 г. был запущен первый в России завод СПГ в рамках проекта Сахалин-2 с проектной производственной мощностью до 9,6 млн. тонн сжиженного природного газа. Местность расположения завода получила название производственный комплекс «Пригородное». В комплекс построек завода входят портовые сооружения для перевалки продукции в морские суда. В прибрежных водах акватории порта Пригородное в 2022 г. в соответствии и с программой мониторинга было отобрано 18 проб воды и 18 проб донных отложений на трех станциях с мая по октябрь.

Температура поверхностного слоя вод в период наблюдений изменялась в диапазоне 9,0-19,3⁰С; соленость – 28,07-32,34‰; хлорность – 15,88-17,90‰; рН – 7,93-8,20; щелочность – 2,152-2,583 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 0 (ниже предела обнаружения DL=2,5 мг/дм³) до 125,6 мг/дм³ с максимумом в мае. Средняя концентрация составила 34,1 мг/дм³ (3,4 ПДК), что выше показателя прошлого года. Концентрация легко окисляемого органического вещества по БПК₅ изменялась от нуля в четырех пробах (DL=1,0 мгО₂/дм³) до 5,3 мгО₂/дм³ (2,5 ПДК) в среднем 2,3 мгО₂/дм³ (1,09 ПДК); что в два раза ниже значений прошлого года (2,24 ПДК).

Концентрация **нефтяных углеводородов** в поверхностном слое вод изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³) в семи пробах из 18, а в остальных достигала 0,037 мг/дм³ (0,74 ПДК) составив в среднем 0,018 мг/дм³ (0,36 ПДК). Средний уровень загрязнения НУ по сравнению с прошлогодними значениями значительно снизился (табл. 10.1).

Содержание фенолов было ниже предела обнаружения (DL=2 мкг/дм³) во всех пробах, как и в 2021 – 2020 гг.; СПАВ - ниже уровня определения в 12 из 18 проб, но в остальных достигало 72 мкг/дм³ (0,72 ПДК), в среднем 20,6 мкг/дм³, что соответствует прошлогоднему показателю.

Концентрация меди в морской воде в районе порта Пригородное изменялась в диапазоне 2,1-9,5 мкг/дм³, составив в среднем 4,7 мкг/дм³ (0,93 ПДК); цинка – 2,8-10,2/7,6 мкг/дм³ (0,15 ПДК). Концентрация свинца во всех пробах из 18 была ниже предела обнаружения (DL=0,3 мкг/дм³). Содержание кадмия осталось на уровне 2021 г.

Средняя концентрация составила 0,1 мкг/дм³ (0,01 ПДК), максимальная достигала 0,41 мкг/дм³ (0,04 ПДК). Свинец в воде в этом году не обнаружен.

Концентрация аммонийного **азота** в водах залива в районе порта Пригородное изменялась от аналитического нуля в шести пробах из 18 (DL=20 мкг/дм³) до 365 мкг/дм³ (0,13 ПДК) в мае, среднее значение составило 52,2 мкг/дм³; азот нитритов 0,63-31,45/6,7 мкг/дм³, максимум составил 1,31 ПДК; нитратов 5,0-64,7/32,5 мкг/дм³. Концентрация неорганического фосфора варьировала в диапазоне 5,39-429 мкг/дм³, средняя величина составила 89 мкг/дм³. Содержание силикатов изменялось, как и в другие периоды наблюдений, в очень широком диапазоне 154-3984 мкг/дм³, а среднее значение (599 мкг/дм³) ниже прошлогоднего.

Концентрация растворенного **кислорода** изменялась в диапазоне 5,34-9,47 мгО₂/дм³, в среднем 6,63 мгО₂/дм³. Содержание ниже норматива было отмечено в пяти пробах. ИЗВ (0,83) по сравнению с 2021 г. улучшился, прибрежные воды залива Анива в районе порта Пригородное в 2022 г. относятся к III классу, "умеренно загрязненные" (в 2020 г. воды были "чистые", в 2021 г – "загрязненные"). За минувший год класс качества вод повысился на один пункт (табл. 10.3). Приоритетными загрязняющими веществами и в этом году остаются нефтяные углеводороды, растворенные органические вещества (по БПК₅) и медь, доля НУ и растворенных органических веществ в этом году пошла на заметное снижение.

Донные отложения. Уровень содержания загрязняющих веществ в донных отложениях остается относительно стабильным в течение всего периода мониторинга. Концентрация нефтяных углеводородов по сравнению с прошлым годом не изменилась (средняя концентрация 9,4 мкг/г (0,19 ДК).

Содержание фенолов в четырех пробах было ниже аналитического нуля, среднегодовая концентрация составила 0,13 мкг/г. Концентрация меди незначительно понизилась по сравнению с прошлым годом. Кадмий в 2022 г в пробах не обнаружен. Содержание свинца в донных отложениях исследуемой акватории было также ниже предела обнаружения методики, как и в прошлые два года. Содержание цинка снизилось, в пробах он не отмечен. В целом концентрация тяжелых металлов в донных отложениях находится в пределах среднемноголетних значений.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах шельфа о. Сахалин в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
село Стародубское (6 проб в 2022 г.)	НУ	0,005	0,10	0,033	0,66	0,036	0,72
		0,027	0,54	0,092	1,84	0,161	3,22
	Фенолы	0,48	0,48	0		0	
		2,9	2,90	0		0	
	СПАВ	11,8	0,12	9,7	0,10	19,7	0,20
		34	0,34	45	0,45	62,0	0,62
	Кадмий	0		0,10	0,01	0,2	0,02
		0		0,6	0,06	0,56	0,06
	Медь	2,1	0,42	4,4	0,88	8,1	1,61
		3,0	0,60	5,8	1,16	15,1	3,02
	Цинк	4,3	0,09	7,0	0,14	7,7	0,15
		8,4	0,17	8,4	0,17	11,2	0,22
	Свинец	1,1	0,11	0,95	0,10	0,8	0,08
		1,8	0,18	2,8	0,28	4,5	0,45
	Аммонийный азот	108,3	0,05	18,1	<0,01	43,6	0,02
		330	0,15	44,4	0,02	90,0	0,03
	Нитритный азот	2,39	0,10	3,09	0,13	3,7	0,15
		4,37	0,18	6,82	0,28	5,87	0,24
	БПК ₅	2,95	1,40	2,38	1,13	4,0	1,90
		5,5	2,62	3,4	1,62	5,2	2,48
Кислород	9,59		6,83		6,02		
	8,12		5,35	0,89	4,69	0,78	
Залив Анива: порт г. Корсакова (18 проб в 2022 г.)	НУ	0,057	1,14	0,052	1,04	0,050	1,00
		0,303	6,06	0,146	2,92	0,426	8,52
	Фенолы	0		0		0,41	0,41
		0		0		5,2	5,20
	СПАВ	12,6	0,13	25	0,25	14,4	0,14
		46	0,46	75	0,75	89,0	0,89
	Кадмий	0		0,13	0,01	0,20	0,02
		0		0,6	0,06	0,54	0,05
	Медь	3,65	0,74	4,4	0,88	6,0	1,20
		7,8	1,56	7,4	1,48	9,5	1,90
	Цинк	7,36	0,15	6,9	0,14	6,9	0,14
		20,4	0,41	15,1	0,30	10,8	0,22
	Свинец	1,34	0,13	0,9	0,09	0,2	0,02
		4,3	0,43	4,0	0,40	2,2	0,22
	Аммонийный азот	31,5	0,01	21,1	<0,01	58,1	0,02
		97,4	0,04	130,4	0,06	299,0	0,10
	Нитритный азот	3,25	0,14	3,68	0,15	7,4	0,31
		11,36	0,47	16,41	0,68	59,2	2,47
	БПК ₅	3,44	1,64	2,37	1,10	3,5	1,67

		5,3	2,52	4,2	2,00	6,2	2,95
	Кислород	7,80		7,05		6,74	
		4,50	0,75	4,24	0,71	4,76	0,79
Залив Анива: порт Пригородное (18 проб в 2022 г.)	НУ	0,027	0,54	0,057	1,14	0,018	0,36
		0,101	2,02	0,093	1,86	0,037	0,74
	Фенолы	0		0		0	
		0		0		0	
	СПАВ	4,83	0,05	28	0,28	20,6	0,21
		20	0,20	167	1,67	72,0	0,72
	Кадмий	0		0,2	0,02	0,1	0,01
		0		0,6	0,06	0,41	0,04
	Медь	3,53	0,71	4,6	0,92	4,7	0,93
		9,9	1,98	7,2	1,44	9,5	1,90
	Цинк	5,54	0,11	6,3	0,13	7,6	0,15
		15,4	0,31	11,1	0,22	10,2	0,20
	Свинец	0,78	0,08	0,8	0,08	0	
		3,3	0,33	1,8	0,18	0	
	Аммонийный азот	13,3	<0,01	73,7	0,03	52,2	0,02
		81,9	0,04	419,2	0,19	365,0	0,13
	Нитритный азот	4,35	0,18	5,83	0,24	6,7	0,28
		28,05	1,17	51,77	2,16	31,45	1,31
	БПК ₅	1,60	0,76	4,70	2,24	2,3	1,09
		4,5	2,14	38,6	18,38	5,3	2,52
Кислород	8,05		6,60		6,63		
	6,62		4,45	0,74	5,34	0,89	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК₅ приведена в мг/дм³; СПАВ, фенолов, металлов, нитритного и аммонийного азота в мкг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

Таблица 10.2. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021г.		2022 г.	
		С*	ДК	С*	ДК	С*	ДК
село Стародубское (6 проб в 2022 г.)	НУ	26,3	0,5	49,5	0,99	32,4	0,65
		39,8	0,8	103,9	2,08	84,9	1,70
	Фенолы	0,51		0		0,10	
		1,59		0		0,23	
	Медь	4,4	0,1	4,83	0,14	5,43	0,16
		6,8	0,2	10,2	0,29	7,9	0,23

	Цинк	0		0		0	
		0		0		0	
	Кадмий	0,06	0,1	0,04	0,05	0,04	0,05
		0,09	0,1	0,08	0,10	0,05	0,06
Свинец	0		0		0		
	0		0		0		
порт г. Корсакова (6 проб в 2022 г.)	НУ	717	14,3	182,25	3,65	263,0	5,26
		2453	49,1	298	5,96	488	9,76
	Фенолы	0,93		0,02	0,41	0,07	
		1,7		0,1	1,26	0,12	
	Медь	18,5	0,5	7,7	0,22	7,55	0,22
		25,0	0,7	9,7	0,28	8,8	0,25
	Цинк	57	0,4	87	0,62	98,2	0,70
		70	0,5	104	0,74	115	0,82
	Кадмий	0,2	0,3	0,09	0,11	0,07	0,09
		0,37	0,5	0,14	0,18	0,08	0,10
	Свинец	6,6	0,1	4,2	0,05	4,2	0,05
		15,9	0,2	4,5	0,05	4,3	0,05
порт Пригородное (18 проб в 2022 г.)	НУ	5,9	0,1	10,0	0,20	9,4	0,19
		17,9	0,4	43,7	0,87	27,9	0,56
	Фенолы	0,6		0,01	0,19	0,13	
		1,6		0,22	0,71	0,67	
	Медь	4,7	0,1	3,9	0,11	2,62	0,07
		6,2	0,2	6,4	0,18	3,2	0,09
	Цинк	0		19	0,14	0	
		0		66	0,47	0	
	Кадмий	0,05	0,1	0,01	0,01		
		0,09	0,1	0,04	0,05	0	
	Свинец	0		0		0,0	
		0		0		0	

В донных отложениях концентрация НУ, фенолов и металлов приведена в мкг/г. Для донных отложений допустимый уровень концентрации ингредиента (ДК) приведен в табл. А.5.

Таблица 10.3. Оценка качества морских вод Охотского моря в прибрежной акватории о. Сахалин в 2020-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
село Стародубское	0,73	III	0,89	III	1,31	IV	БПК ₅ 1,90; Cu 1,61; НУ 0,72; O ₂ 1,00
порт Корсаков	1,07	III	0,97	III	1,19	III	БПК ₅ 1,67; Cu 1,20; НУ 1,00; O ₂ 0,89

порт Пригородное	0,69	II	1,30	IV	0,82	III	БПК ₅ 1,09; Cu 0,93; НУ 0,36; O ₂ 0,89
---------------------	------	----	------	----	------	-----	---

10.3. Выводы

По данным мониторинга в 2022 г. уровень загрязнения вод Охотского моря на трех прибрежных участках шельфа острова Сахалин оставался в пределах "умеренно загрязненных" за исключением акватории близ села Стародубское. Приоритетными загрязнителями являлись нефтяные углеводороды, медь и легко окисляемые органические вещества по БПК₅. Органическое загрязнение достигало 1,09-1,9 ПДК в трех контролируемых районах и было наибольшим у села Стародубское. Нефтяные углеводороды достигали 0,36-1 ПДК и были наибольшими у порта Корсаков. Медь встречалась в концентрации 0,93-1,61 ПДК с максимумом близ села Стародубское. В 2022 г. в прибрежных морских водах значение индекса ИЗВ составило 1,31; 1,19 и 0,82 у села Стародубское, в районе порта Корсаков и порта Пригородное соответственно. В районе порта Корсаков не отмечено изменений класса качества вод по сравнению с прошлым годом, хотя ИЗВ ухудшился. Воды здесь оцениваются как «умеренно загрязненные» (III класс качества). В акватории порта Пригородное морские воды в 2020 г. оценивались как «чистые» (II класс качества вод), однако в 2021 г. ИЗВ ухудшился на два пункта до «загрязненных» (IV класс качества). В 2022 г. качество вод улучшилось до «умеренно загрязненных» (III класс качества). В районе села Стародубское в 2022 г. класс качества вод снизился до «загрязненных» (IV класс качества). Снижение качества определено увеличением содержания меди и органического загрязнения в практически в два раза. По результатам регулярного мониторинга донные отложения близ порта Корсаков в 2022 г., как и в 2021 г. остаются наиболее загрязненными на шельфе о. Сахалин нефтяными углеводородами.

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Подкопаева В.В., Горлова В.А., Артамонова Е.М., Матвейчук И.Г.,
Долгова А.О., Кочетков В.В.

11.1. Общая характеристика

Японское море - полузамкнутое море Тихого океана. Проливами Татарским, Невельского и Лаперуза оно соединяется с Охотским морем, проливом Цугару (Сангарским) - с Тихим океаном, а Корейским проливом - с Восточно-Китайским и Желтым морями. Площадь моря составляет 1062 тыс.км², объем воды - 1715 тыс.км³, средняя глубина – 1750 м, наибольшая – 3720 м. Берега преимущественно гористые. Рельеф северной части (к северу от 44°с.ш.) представляет собой широкий желоб, постепенно сужающийся к северу. Центральная часть (между 40° и 44°с.ш.) находится в пределах глубокой замкнутой котловины. В южной части моря (к югу от 40°с.ш.) на подводном склоне Корейского п-ва между хребтами прослеживаются широкие подводные долины. Климат муссонный, резко выражен зимний муссон.

Температура воды на поверхности зимой изменяется от 0°С на севере до 12°С на юге, летом - от 17°С до 26°С соответственно. Изменчивость температуры по вертикали наиболее значительна в юго-восточной части моря, разность в среднем составляет 22°С. Зимой разность уменьшается до 10°С. В северной и в северо-западной частях моря зимой разность температур невелика (не превышает 1°С), а летом возрастает с северо-запада на юго-восток от 12°С до 22°С. В северной части моря сезонные изменения температуры отсутствуют уже на глубине 100-150 м, в южной и восточной частях они прослеживаются до глубины 200-250 м.

Соленость в западной части на поверхности составляет 32-33‰, а в центральной и восточной – 34,0-34,8‰. Зимой в связи с интенсивным охлаждением вод северо-западной части моря и района побережья Приморья интенсивно развивается вертикальная циркуляция, глубина распространения которой достигает 3000 м. Основной приток вод происходит через Корейский пролив - около 97% общего годового количества поступающей воды. Зимой устойчивый северо-западный муссон препятствует поступлению вод в море через пролив, вызывая ослабление циркуляции вод.

В Японском море наблюдается циклонический круговорот с центром в северо-западной части моря. Выделяют три водные массы: тихоокеанская и японская в поверхностной зоне и японская в глубинной. По происхождению все водные массы представляют собой результат трансформации поступающих в море тихоокеанских вод. Для моря характерны приливы всех основных видов: полусуточные,

суточные и смешанные. Максимальные приливные колебания уровня моря (до 2,3-2,8 м) наблюдаются в Татарском проливе. Во время зимнего муссона в результате сгонно-нагонных колебаний у западных берегов Японии уровень может повышаться на 20-25 см, а у материкового берега на столько же понижаться. Летом наблюдается обратное явление.

Ледообразование начинается уже в октябре, а последний лед задерживается на севере иногда до середины июня. На севере моря лед образуется ежегодно, а к югу от Татарского пролива устойчивое льдообразование ежегодно наблюдается только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля доходит до 1 м.

Циклоны в Японском море можно подразделить на два вида: тропические циклоны океанического происхождения (тайфуны), которые обычно наблюдаются в теплое время года, и континентальные циклоны в холодный период. Циклоны первого вида наблюдаются обычно в теплое время года, а циклоны второго вида - в холодное. Повторяемость континентальных циклонов составляет 50-55 случаев в год, а океанических тайфунов – около 25 случаев. Однако сила ветра и вызываемое волнение при тайфунах намного больше.

11.2. Источники загрязнения

Прибрежные районы залива Петра Великого Японского моря являются одним из самых густонаселенных мест Дальнего Востока. Хозяйственная деятельность приводит к интенсивному антропогенному воздействию на акваторию залива и бухты вдоль береговой полосы. Основными загрязнителями морских вод являются промышленные (предприятия электроэнергетики, судостроительной, химической и угольной промышленности, машиностроения и металлообработки, а также торговый, военный, рыболовецкий и маломерный флот) и бытовые муниципальные сточные воды (коммунальные сбросы жилых массивов), ливневый поверхностный сток с прилегающей загрязненной территории, сброс твердых отходов и мусора в море (Marine Litter), проведение строительных, дноуглубительных, взрывных и других работ на водных объектах. Основные источники загрязнения залива Петра Великого расположены в городах Владивосток, Находка, Артем, Уссурийск, Дальнегорск, Большой Камень, Фокино и муниципальных районов Шкотовского, Хасанского и Надеждинского. Нефтяное загрязнение прибрежной зоны моря происходит за счет сброса балластных и льяльных вод с судов в связи с отсутствием береговых нефтеочистных сооружений или недостаточной их мощностью. Существенный вклад в загрязнение прибрежной зоны залива вносят

реки Раздольная с притоками р. Комаровка и р. Раковка, Артёмовка, Партизанская, Рудная и Объяснения.

Поступающие в морскую среду загрязняющие вещества антропогенного происхождения, адсорбируясь на мелкодисперсных иловых частицах, в основной массе оседают на дно в местах осадконакопления и могут полностью или на длительный срок выйти из оборота элементов в морской среде. Однако при определенных гидрометеорологических условиях донные отложения могут взмучиваться и становиться источником вторичного загрязнения морских вод. Такое же негативное влияние оказывают дноуглубительные, строительные, взрывные работы и дампинг грунта. Отдельные районы залива Петра Великого испытывают неравномерную антропогенную нагрузку. Бухты Золотой Рог и Диомид, а также пролив Босфор Восточный наиболее интенсивно подвергаются влиянию городских стоков г. Владивостока. На их акваторию поступают сточные воды городской канализации; негативное воздействие оказывают городские порты и судоремонтные заводы, маломерный и крупнотоннажный флот.

Материалы о поступлении загрязняющих веществ в морскую воду залива Петра Великого предоставлены территориальным отделом Водных ресурсов по Приморскому краю на основании таблиц 2тп-водхоз. В Амурском заливе основными источниками загрязнения являются города Владивосток (603,5 тыс. жителей в 2021 г.) и Уссурийск (180,4 тыс.): значительная часть стоков западной части первого сбрасывается непосредственно в залив, а сточные воды второго выносятся р. Раздольной. В Уссурийский залив сбрасываются сточные воды г. Владивостока (северо-западное побережье залива), г. Артема (109,6 тыс.) - в бухту Муравьиную (через реки Шкотовка и Артемовка). Сточные воды населенных пунктов восточного побережья залива поступают в бухту Суходол (через реки Суходол, Петровка, Смолянинка), а также в бухты Андреева и Большой Камень. Кроме того, к источникам загрязнения морской среды Уссурийского залива относятся районы возможного паводкового смыва, сельскохозяйственные угодья, а также сточные воды и поверхностный сток с территорий военных ведомств. Река Раздольная с притоками Комаровка и Раковка является приемником недостаточно-очищенных и загрязненных сточных вод города Уссурийска и Октябрьского муниципального района. В водоток с очищенными и недостаточно-очищенными стоками МУП «Уссурийск-Водоканал» поступило аммоний-иона 27,972 т, железа 1,741 т, меди 21,054 кг, алюминия 147,3 кг, БПК_{полн.} 90,728 т, взвешенных веществ 127,951 т, Основным источником загрязнения залива Находка являются городские и

промышленные стоки города и порта Находка (139,9 тыс.) и г. Партизанска (33,8 тыс.т), а также сток реки Партизанская с притоками Сергеевка, Ратная, Мельники, Тигровая и Водопадная. В реку с загрязненными сточными водами в 2021 г. поступило аммоний-иона 8,56 т, БПК_{полн.} 18,872 т, взвешенных веществ 21147 т, железа 3,866 кг.

По состоянию на 1 января 2022 г. в Приморском крае учтено 282 водопользователя против 279 в прошлом году. Общий объем сбрасываемых в водные объекты края сточных вод уменьшился на 14,7% в 2021 г. и составил 359,76 против 421,67 млн.м³. Из суммарного объема загрязненные сточные воды составили 250,66 против 260,96 млн.м³ прошлого года (уменьшение на 3,95%). Степень очистки сточных вод составила: 1) сброшенных без очистки 211,7/217,58 млн.м³ (уменьшение на 2,7%); 2) недостаточно очищенных 38,95/43,38 млн.м³ (10,21%); 3) нормативно-очищенных 80,51/80,92 млн.м³ (0,51%); 4) нормативно чистых 28,59/79,79 млн.м³ (64,17%); 5) требующих очистки 331,17/341,88 млн.м³ (3,13%). Основной объем загрязненных сточных вод сбрасывают предприятия жилищно-коммунального хозяйства, объекты электроэнергетики, рыбной промышленности и цветной металлургии. Наибольший вклад в загрязнение морских вод вносит г. Владивосток (83,4%), сбрасывающий 247,1 млн.м³ загрязненных сточных вод в различные части акватории залива Петра Великого - бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный, Амурский и Уссурийский заливы. Основной вклад в загрязнение бухты Золотой Рог вносит река Обьяснения, которая является приемником сточных вод структурного подразделения Владивостокской ТЭЦ-2 филиала Приморская генерация АО "Дальневосточная генерирующая компания" (194,96 млн.м³). Краевым государственным унитарным предприятием "Приморский водоканал" сбрасывается 46,05 млн.м³ загрязненных сточных вод. Всего реками побережья Японского моря в воды бассейна Японского моря сбрасывается 22,476 т АСПАВ, 27,925 т нефтепродуктов, 2869,419 т взвешенных веществ, 483792,326 т сульфатов, 356,873 т сухого остатка, 3367364,375 т хлоридов, 166,032 т фосфора фосфатов, 2869 т БПК_{полное}, 577,318 т аммония, 284,885 т кальция, 2493,838 т нитратов, 31,141 т нитритов, 3,862 т НСПАВ, 11714 кг бора, 364,389 кг жиров природного происхождения, 24,192 т железа, 896,172 кг алюминия, 238,748 кг кадмия, 382,518 кг марганца, 580,231 кг меди, 396,331 кг никеля, 316,840 кг свинца, 552,089 кг хрома шестивалентного, 1395,710 кг цинка, 8981,580 кг таннидов и 979,762 кг фенолов.

В 2022 г. систематические исследования гидрохимического режима и качества вод прибрежной зоны Японского моря проводились лабораторией мониторинга загрязнения морских вод Приморского Центра по мониторингу окружающей среды ФГБУ «Приморское

УГМС» (г. Владивосток) с апреля по октябрь в шести прибрежных районах залива Петра Великого на 39 стандартных станциях. Работы осуществлялись в рамках программы Государственной наблюдательной сети (ГНС). Отбор проб проводился в июне, августе и октябре в бухтах Золотой Рог (5 станций), Диомид (1) и в проливе Босфор Восточный (3), заливе Находка (май, июль и сентябрь, 12 ст.), Амурском заливе (апрель и сентябрь, 9 ст.) и Уссурийском заливе (апрель, июль и октябрь, 9 ст.) на катере Nimbus ФГБУ «Приморское УГМС». В заливах Находка (июнь), Амурский (июнь) и Уссурийский (июнь и июль) отбор проб производился на э/с «Атлас» ДВНИГМИ. Пробы донных отложений на загрязнение и анализ гранулометрического состава отбирались два раза в год – в весной и осенью. Оценка степени загрязнения донных отложений выполняется на основе соответствия уровней содержания загрязняющих веществ по критериям экологической оценки загрязнённости грунтов по Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 (таблица А.4).

11.3. Бухта Золотой Рог

Бухта Золотой Рог – длинная узкая бухта к северу от пролива Босфор Восточный Японского моря. Она защищена от всех ветров, кроме штормовых и волнения, вдаётся в северный берег пролива Босфор Восточный между мысом Тигровый (43°06' с. ш. 131°53' в. д.) и находящимся в 1,2 морской мили к востоку-северо-востоку от него мысом Голдобина. Глубины во входе в бухту 20–27 м и далее к вершине они постепенно уменьшаются. Берег вершины бухты низкий; к нему выходит долина, по которой протекает чрезвычайно загрязненная речка Объяснения. С северо-запада бухта Золотой Рог ограничена полуостровом Шкота с холмистыми берегами, а в южной части они обрывистые и на всем протяжении приглубые. Северный, южный и восточный берега возвышенные, кое-где обрывистые и окаймлены узкой низкой прибрежной полосой, искусственно выровненной и местами расширенной для портовых сооружений. Они почти на всем протяжении укреплены стенками, оборудованы причалами и пирсами. На берегах бухты Золотой Рог расположен город Владивосток с торговым и рыбным портами, судоремонтными предприятиями, а также частями Тихоокеанского флота. Через бухту проложен вантовый Золотой мост. Площадь поверхности бухты – 4,44 км². Грунт в бухте илистый. Летом в бухте Золотой Рог преобладают южные и юго-восточные ветра, часты дожди и туманы. Осенью и зимой дуют преимущественно северные и северо-западные ветра, сопровождающиеся сухой и ясной погодой, значительным понижением температуры и повышением атмосферного давления. Зимние и осенние

ветра бывают продолжительными и достигают скорости 6-8 м/с и более. Весной и летом скорость ветра несколько меньше. Туманы в бухте Золотой Рог наблюдаются с апреля по август и наиболее часто они бывают в июне-июле. Обычно туманы появляются при юго-восточных ветрах, которые приносят их со стороны Уссурийского залива, а при штиле туманы бывают реже. Приливы в бухте Золотой Рог неправильные полусуточные. Даже в сильные морозы бухта остаётся незамёрзшей, так как ТЭЦ-2 сбрасывает в нее теплые воды.



Рис. 11.1. Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог и Диомид.

В 2022 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории бухты Золотой Рог проводились в июне, августе и октябре на 5 постоянных станциях мониторинга (рис. 11.1). В 39 пробах воды из бухты Золотой Рог значения **температуры** морской воды изменялись в период наблюдений от 8,20^oC в придонном слое в июне на ст.№12 до 34,00^oC в поверхностном слое в августе в вершине бухты на ст.№1. Среднегодовое значение составило 15,25^oC. Среднегодовой показатель солености в 2022 году составил 28,689‰. Соленость изменялась от 23,830‰ в поверхностном слое в августе на ст.№14 до 30,520‰ в придонном слое в июне на ст.№12. Значения водородного показателя изменялись от 7,30 в придонном и поверхностном горизонте в августе на ст.№1 до 8,27 в придонном слое ст.№14 в июне; среднегодовая величина составила 7,86 ед.рН. Средняя концентрация взвешенных

частиц в водах бухты Золотой Рог составила $7,43 \text{ мг/дм}^3$ (0,74 ПДК), что в 1,3 раза больше значения прошлого года (табл. 11.1). Максимум – $18,00 \text{ мг/дм}^3$ (1,8 ПДК) был зафиксирован в августе на промежуточном горизонте на ст.№12. Средняя концентрация твердых взвешенных частиц в водах бухты была ниже установленного норматива. Значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) в толще воды бухты изменялось в диапазоне $1,0\text{--}7,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$; максимум (3,33 ПДК) отмечен в августе на ст.№7 на поверхностном горизонте. Среднегодовое значение (1,20 ПДК) выше уровня предыдущего года (1,05 ПДК). Прозрачность вод бухты по диску Секки не превышала 4 м.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов (НУ)** в водах бухты Золотой Рог снизилось по сравнению с прошлогодним уровнем в 1,2 раза и составило 1,05 ПДК (табл. 11.1). Концентрация НУ превысила норматив в 30,8% проб. Максимальное значение (8,0 ПДК) зарегистрировано в октябре на ст.№11 в придонном слое. В 2022 г. среди всех контролируемых районов залива Петра Великого наибольшее значение средней концентрации нефтяных углеводородов было зафиксировано в соседних бухтах Золотой Рог и Диомид (рис. 11.2). Наиболее высокое максимальное значение НУ в морской воде, 8,0 ПДК зафиксировано именно в бухте Золотой Рог. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Золотой Рог покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

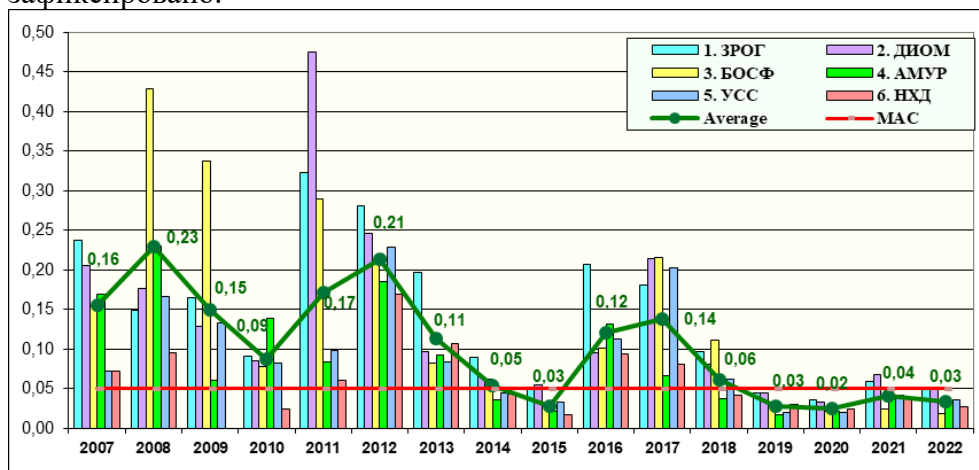


Рис. 11.2. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 – бухта Золотой Рог, 2 – бухта Диомид, 3 – пролив Босфор Восточный, 4 – Амурский залив, 5 – Уссурийский залив, 6 – залив Находка.

Среднегодовое содержание **фенолов** повысилось в 1,45 раза и составило 1,70 ПДК. Концентрация **фенолов** превысила предельно-допустимое значение в 100% проб. Максимальное значение (2 ПДК) было зарегистрировано 9 раз: в июне в поверхностном слое на станциях №7 и №11 и в придонном горизонте на станции №7, а в августе - в поверхностном и придонном горизонтах на станциях №1, №7 и №11.

Среднегодовое содержание АПАВ в водах бухты повысилось в 1,2 раза до 1,03 ПДК. Диапазон концентрации составил 12,00-198,00 мкг/дм³. Максимальное значение (1,98 ПДК) было отмечено в августе на выходе из бухты в поверхностном слое. Концентрация АПАВ превысила предельно допустимое значение в 51,3% проб по сравнению с 33,3% в прошлом году.

Среднегодовая концентрация всех определяемых тяжелых металлов, кроме цинка, в водах бухты Золотой Рог в 2022 г. не превышала предельно допустимых значений (табл. 11.2). Среднегодовая концентрация цинка превысила ПДК в 1,04 раза. Максимальная концентрация цинка (158,7 мг/дм³), превысившая ПДК в 3,17 раза, была зафиксирована в октябре на станции №11 в поверхностном горизонте. На ст.№11 в августе в поверхностном горизонте были зафиксированы максимальные концентрации никеля и железа, превысившие ПДК в 2,46 и 5,25 раза соответственно. Максимальная концентрация ртути, превысившая ПДК в 4,4 раза, была отмечена на станции №14 в июне в придонном слое. Среднее содержание меди, цинка, свинца, ртути повысилось по сравнению с прошлым годом, среднее содержание марганца и кадмия не изменилось.

Таблица 11.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах бухты Золотой Рог в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
Средняя	1,24	0,22	0,31	0,44	7,16	19,59	76,6	0,010
	0,80	0,21	0,23	0,37	6,03	5,77	28,23	0,001
	1,56	0,59	0,23	1,61	22,69	10,87	35,00	0,023
	1,60	0,24	0,19	0,78	19,12	5,67	33,90	0,026
	1,82	0,56	1,28	0,54	9,07	5,98	24,70	0,041
	1,64	0,32	0,84	0,79	17,04	2,04	55,66	0,035
	1,58	2,18	0,29	0,62	13,94	0,92	36,56	0,034
	0,66	0,03	0,01	0,37	3,65	1,55	25,55	0,034
	1,90	0,08	0,04	1,19	11,41	6,22	22,6	0,015
	1,11	0,20	0,05	0,53	4,43	3,42	-	0,015
	2,42	1,44	0,19	3,29	52,12	3,64	35,59	0,058

Максимальная	6,3	1,2	5,5	1,4	31	73	624	0,12
	2,3	0,7	1,9	1	55	29	220	0,01
	4,9	7,9	2,2	7,3	100	103	181	0,34
	6,1	2,1	0,7	6	61	33	99	0,09
	4,7	2,3	16	2,3	23	36	47	0,16
	3,9	3,2	3,5	1,5	112	12	214	0,1
	4,2	9,9	0,8	1,7	37,5	3,3	193	0,09
	2,1	0,3	0,1	2	9,6	35,5	142,6	0,06
	5,6	0,4	0,5	5,5	27,2	59,6	221,6	0,04
	1,9	0,8	1,4	5,8	12,8	32,7	-	0,06
	4,8	5,1	0,7	24,6	158,7	23,5	262,5	0,44
ПДК средняя	0,25	0,02	0,03	0,04	0,14	0,39	1,53	0,10
	0,16	0,02	0,02	0,04	0,12	0,12	0,56	0,01
	0,31	0,06	0,02	0,16	0,45	0,22	0,70	0,23
	0,32	0,02	0,02	0,08	0,38	0,11	0,68	0,26
	0,36	0,06	0,13	0,05	0,18	0,12	0,49	0,41
	0,33	0,03	0,08	0,08	0,34	0,04	1,11	0,35
	0,32	0,22	0,03	0,06	0,28	0,02	0,73	0,34
	0,13	0,00	<0,01	0,04	0,07	0,03	0,51	0,34
	0,38	0,01	<0,01	0,12	0,23	0,12	0,45	0,15
	0,22	0,02	0,01	0,05	0,09	0,07	-	0,15
	0,48	0,14	0,02	0,33	1,04	0,07	0,71	0,58
ПДК максимальная	1,26	0,12	0,55	0,14	0,62	1,46	12,48	1,20
	0,46	0,07	0,19	0,10	1,10	0,58	4,40	0,10
	0,98	0,79	0,22	0,73	2,00	2,06	3,62	3,40
	1,22	0,21	0,07	0,60	1,22	0,66	1,98	0,90
	0,94	0,23	1,60	0,23	0,46	0,72	0,94	1,60
	0,78	0,32	0,35	0,15	2,24	0,24	4,28	1,00
	0,84	0,99	0,08	0,17	0,75	0,07	3,86	0,90
	0,42	0,03	0,01	0,20	0,19	0,71	2,85	0,60
	1,12	0,04	0,05	0,55	0,54	1,19	4,43	0,40
	0,38	0,08	0,14	0,58	0,26	0,65	-	0,60
	0,96	0,51	0,07	2,46	3,17	0,47	5,25	4,40

Концентрация аммонийного азота в толще вод бухты Золотой Рог в целом была невысокой и достигала только 523,6 мкг/дм³ (0,18 ПДК) в августе в кутовой части бухты вблизи устья реки Объяснения в придонном слое. Только в шести поверхностных пробах из вершины бухты концентрация превышала 200 мкг/дм³, поэтому среднее

содержание аммонийного азота составило $123,71 \text{ мкг/дм}^3$ (0,04 ПДК) и по сравнению с прошлым годом оно практически не изменилось. Среднегодовая концентрация нитритного азота в толще вод бухты снизилась с 0,82 до 0,55 ПДК. Максимальная составила $37,2 \text{ мкг/дм}^3$ (1,55 ПДК) и была зафиксирована дважды: в июне и в августе на ст.№1 в придонном слое. Среднее содержание нитратов снизилось в 2,7 раза: с 42,4 до $15,77 \text{ мкг/дм}^3$. Максимум ($83,40 \text{ мкг/дм}^3$) был отмечен дважды: в июне и в августе на ст.№1 в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация общего азота снизилась по сравнению с прошлым годом с 799,00 до $617,13 \text{ мкг/дм}^3$; пределы изменений $224,0-1808,0 \text{ мкг/дм}^3$. Среднегодовая концентрация органического азота составила $455,0 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация органического азота варьировались от 0,0 до 1347 мкг/дм^3 .

В 2022 г. среднегодовая концентрация минерального (**фосфатов**) и общего фосфора в бухте Золотой Рог составила 18,38 (2021 г. - 22,7) и $27,32 \text{ мкг/дм}^3$ (34,5) соответственно. Максимальное содержание фосфатов ($133,4 \text{ мкг/дм}^3$) было зафиксировано в июне в вершине бухты у устья реки Объяснения; там же было отмечено наибольшее значение общего фосфора ($190,20 \text{ мкг/дм}^3$). Среднегодовая концентрация минерального фосфора снизилась в 1,2 раза, а общего фосфора - в 1,3 раза по сравнению с 2021 годом. Средняя концентрация кремния снизилась с 408,6 до $324,54 \text{ мкг/дм}^3$; в течение периода наблюдений значения изменялись в диапазоне $47-1934 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальная концентрация была зафиксирована в августе на ст.№14 в придонном слое.

Кислородный режим характеризуется как средним содержанием растворенного в воде **кислорода**, так и его минимумом (дефицитом). Нарушение кислородного режима наблюдается во всех прибрежных районах залива Петра Великого, как правило, в летнее время. Концентрация кислорода во время наблюдений в 2022 г. в бухте Золотой Рог изменялась в пределах $5,01-12,40 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в среднем составило $7,56 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Абсолютный минимум $5,01 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (61,9% насыщения, что ниже норматива в 1,2 раза) был зафиксирован в августе на ст.№12 в придонном слое (рис. 11.3). По сравнению с 2021 г. кислородный режим в бухте в среднем практически не изменился. Показатели в августе и октябре были ниже, чем в июне. За год отмечен 6 случаев, когда концентрация растворенного **кислорода** была ниже норматива (6 мг/дм^3). Кроме бухты Золотой Рог ситуация с нарушением кислородного режима очень напряженная в проливе Босфор Восточный и в Амурском заливе, в основном в районах вблизи г. Владивостока: дефицит кислорода наблюдается практически ежегодно. Чуть лучше ситуация в бухте Диомид и в заливах Уссурийском и Находка, где

ситуация относительно благополучная и случаи резкого дефицита кислорода отмечаются лишь периодически.

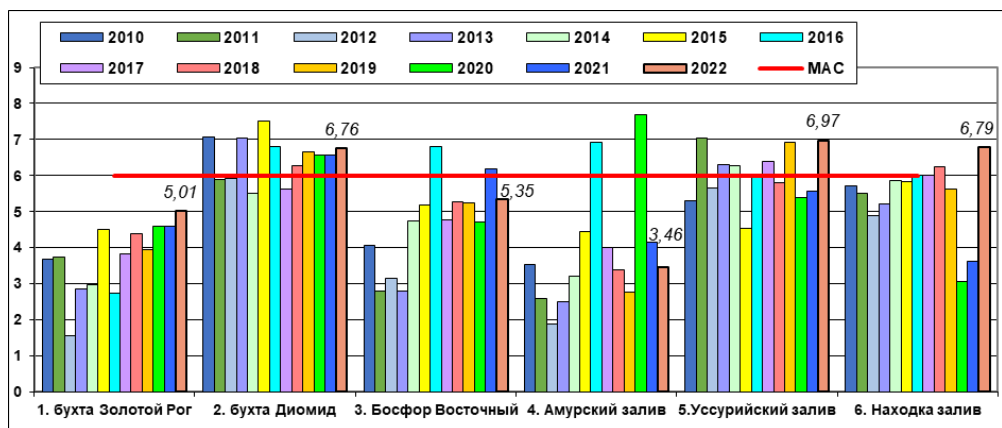


Рис. 11.3. Динамика минимальной концентрации растворенного в воде кислорода (mgO_2/dm^3) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2022 гг.

В 2022 г. качество вод бухты Золотой Рог по индексу **ИЗВ** (1,19) несколько улучшилось по сравнению с прошлым годом в пределах диапазона III класса, «умеренно загрязненные» (табл. 11.3, рис. 11.4). Общий линейный тренд значений индекса отсутствует, при этом наблюдаются очень значительные межгодовые вариации. Приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды, детергенты, фенолы и растворенное органическое вещество по БПК₅. Содержание основных определяемых металлов было относительно невысоким; максимальные значения были выше установленного норматива по железу (5,25), цинку (3,17) и ртути (4,40). Воды бухты также весьма мутные с высокой концентрацией взвешенных веществ. Содержание растворенного в воде кислорода в целом пониженное. По этой характеристике бухта наихудшая среди всех районов залива Петра Великого. Особенно сильно нарушенным кислородный режим был в кутовой части бухты вблизи устья реки Объяснения. Качество вод отдельных районов залива в последние годы в целом стабилизировалось на уровне III класса качества, «умеренно-загрязненные». А постепенное улучшение состояния вод бухты Золотой Рог позволило также отнести их к этому классу.

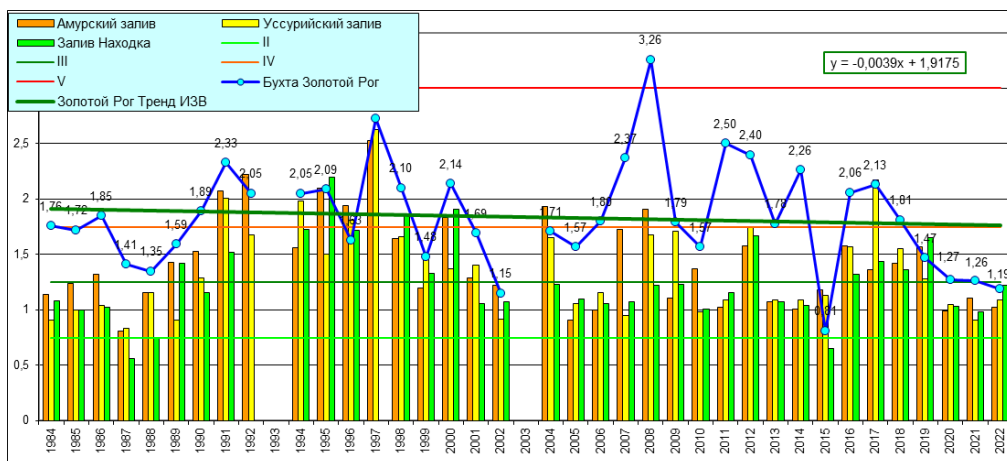


Рис. 11.4. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных частях залива Петра Великого и бухте Золотой Рог в 1984–2022 годах.

В 2022 г. в бухте Золотой Рог наблюдения за **донными отложениями** проводились в июне и октябре на всех пяти станциях в бухте; всего было отобрано 10 проб. Грунты в бухте почти на всех станциях илистые, с сильным запахом и маслянистыми вкраплениями нефтепродуктов. Летом гранулометрический состав донных отложений бухты был представлен частицами размером от 0,001 мм до 10,0 мм, а преобладали фракции 1,0-2,0 мм. Среднее содержание частиц размером 0,001-0,005 мм составило 0,22%; 0,005-0,01 мм - 9,5%; 0,01-0,05 мм - 20,64%; 0,05-0,1 мм - 18,02%; 0,1-0,2 мм - 23,20%; 0,2-0,5 мм - 20,02%; 0,5-1,0 мм - 6,71%; 1,0-2,0 мм - 0,73% и размером 2,0-5,0 мм составило 0,18%. Осенью гранулометрический состав донных отложений бухты Золотой Рог был составлен частицами размером 0,001 мм до 2,0 мм. Преобладают фракции с размером частиц от 0,1 мм до 0,2 мм. Среднее содержание частиц размером 0,001-0,005 мм составило 0,36%; 0,005-0,01 мм - 13,54%; 0,01-0,05 мм - 22,86%; 0,05-0,1 мм - 19,42%; 0,1-0,2 мм - 26,50%; 0,2-0,5 мм - 13,60%; 0,5-1,0 мм - 3,06% и размером 1,0-2,0 мм составило 0,66%.

Содержание **НУ** в пробах изменялось в пределах 1880-24580 мкг/г, составив в среднем 9037 мкг/г, что примерно в 1,1 раза ниже прошлогодней величины. Динамика средней концентрации НУ по годам: 2005 г. – 1440 мкг/г; 2006 - 12850; 2007 - 15447; 2008 - 3322; 2009 - 8147; 2010 - 8346; 2011 – 8928; 2012 – 6966; 2013 – 6136; 2014 -10524; 2015 – 13089; 2016 – 10084, 2017 – 12856; 2018 – 16728; 2019 – 14788; 2020 - 12790; 2021 – 9755 мкг/г. В 2021 г. средняя величина превышала допустимый уровень концентрации нефтяных углеводородов (ДК) в **180,74** раз (табл. А.4). Максимальное значение (**491,6 ДК**) было отмечено в июне в кутовой части бухты у устья реки Объяснение. Превышение допустимого уровня отмечалось в 100% проб.

Содержание фенолов в пробах изменялось в пределах 1,6–3,6 мкг/г, в среднем составило 3,02 мкг/г. По сравнению с прошлым годом снизилось в 2,2 раза: с 6,74 до 3,02 мкг/г. Максимум отмечен в июне на ст.№14 на выходе из бухты.

Концентрация α -ГХЦГ в отобранных пробах изменялась в диапазоне от 0,1 до 0,7 нг/г сухого вещества; в среднем – 0,25 нг/г, что в 2,5 раза выше уровня 2021 года (0,1 нг/г). Концентрация γ -ГХЦГ (линдан) изменялись в диапазоне 0,0–0,10 нг/г, среднее содержание составило 0,04 (0,8 ДК). Из 10 отобранных проб линдан был обнаружен в 4-х, концентрация его во всех пробах составила 2 ДК: в июне эта концентрация была зафиксирована на ст.№14 на выходе из бухты, в октябре – на станциях №№ 1, 11 и дважды на ст.№14.

Средняя и максимальная концентрация ХОП группы ДДТ в донных отложениях бухты Золотой Рог составила: ДДТ – 4,39 и 10,6 нг/г; ДДЭ – 8,66 и 21,10 нг/г; ДДД – 2,0 и 31,80 нг/г. Среднегодовая суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ составила в 27,39 нг/г (10,96 ДК). По сравнению с прошлогодним уровнем (8,8) этот показатель вырос в 1,25 раза.

Средняя концентрация альдрина составила 2,08 нг/г сухого остатка, что выше уровня прошлого года в 1,4 раза. В период наблюдений содержание этого пестицида варьировало в диапазоне 0,1–8,80 нг/г, а максимум был зафиксирован в октябре в районе ст.№1.

Среднегодовая концентрация полихлорбифенилов (ПХБ) в донных отложениях бухты составила 181,90 нг/г сухого остатка (9,10 ДК), что в 2,1 раза ниже прошлогоднего уровня; диапазон значений 64,5–428,3 нг/г. Максимум (21,40 ДК) был зафиксирован в октябре на ст.№7 в центральной части бухты.

В 2022 г. среднегодовое содержание кобальта, никеля и ртути снизилось (в пределах 1 ДК); практически не изменилось содержание свинца, кадмия, цинка и хрома; незначительно повысилось среднее содержание меди (с 3,09 до 3,25 ДК), (табл. 11.4). Среднегодовая концентрация меди, свинца, кадмия, цинка и ртути превышала норматив в 1,54–3,35 раза. Максимальные значения меди (7,8), свинца (3,1), кадмия (4,8), цинка (4,0) и ртути (9,5 ДК) были отмечены на ст.№7. В прошлом году наибольший уровень содержания этих металлов был зарегистрирован в осадках в центре бухты на ст.№1, а в 2020 – также на ст.№7 в центральной части бухты.

Таблица 11.4. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Золотой Рог в 2012–2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	133,10	133,30	1,61	4,87	13,40	326,30	216,50	33607	38,80	0,725
	132,80	142,20	1,91	4,45	15,20	339,40	189,80	32871	39,40	0,458
	121,53	120,73	2,07	4,07	13,95	292,73	111,57	25455	38,13	0,787
	149,90	195,30	3,74	6,05	20,90	380,50	199,50	28742	76,00	1,539
	89,80	92,40	1,90	4,14	11,52	285,30	199,60	25609	37,58	0,678
	145,80	168,10	2,81	4,32	12,63	382,70	185,40	25024	16,60	1,074
	191,74	199,70	2,22	5,05	13,44	474,05	220,09	24750	45,06	1,129
	168,83	175,90	1,50	4,40	33,36	495,74	202,12	28542	31,97	0,280
	132,38	147,18	2,47	5,17	14,12	344,99	171,82	25724	37,02	1,298
	108,00	129,73	1,91	4,57	14,77	272,69	127,59	20850	32,75	1,041
	113,64	130,85	1,86	3,70	10,62	266,35	129,30	14721	32,39	1,005
Максимальная	275,0	274,0	3,9	7,2	15,0	559,0	458,0	38760	59,0	1,32
	242,0	368,0	3,7	5,8	20,0	612,0	388,0	35957	68,0	1,84
	310,0	273,0	4,6	6,8	21,0	678,0	207,0	34982	59,0	1,50
	280,0	439,0	6,2	14,0	32,0	611,0	321,0	35161	130,0	5,27
	161,0	181,0	3,6	6,8	18,0	441,0	522,0	30735	87,0	1,84
	416,0	351,0	9,3	6,0	16,0	832,0	294,0	27690	25,0	2,07
	493,2	519,9	4,4	6,9	18,0	977,2	389,3	29162	74,0	2,69
	368,9	425,7	5,1	5,6	63,6	808,0	349,2	31555	48,4	0,60
	322,6	276,6	5,6	7,8	27,2	648,5	273,9	31985	62,0	2,90
	258,8	276,4	4,1	6,1	21,1	560,3	208,5	35708	50,9	2,23
	273,3	263,8	3,8	5,1	12,7	565,5	195,1	17226	51,3	2,85
ПДК средняя	3,80	1,57	2,01	0,24	0,38	2,33			0,39	2,42
	3,79	1,67	2,39	0,22	0,43	2,42			0,39	1,53
	3,47	1,42	2,58	0,20	0,40	2,09			0,38	2,62
	4,28	2,30	4,68	0,30	0,60	2,72			0,76	5,13
	2,57	1,09	2,38	0,21	0,33	2,04			0,38	2,26
	4,17	1,98	3,51	0,22	0,36	2,73			0,17	3,58
	5,48	2,35	2,78	0,25	0,38	3,39			0,45	3,76
	4,82	2,07	1,88	0,22	0,95	3,54			0,32	0,93
	3,78	1,73	3,09	0,26	0,40	2,46			0,37	4,33
	3,09	1,53	2,39	0,23	0,42	1,95			0,33	3,47
	3,25	1,54	2,33	0,19	0,30	1,90			0,32	3,35
ПДК максимальная	7,86	3,22	4,88	0,36	0,43	3,99			0,59	4,40
	6,91	4,33	4,63	0,29	0,57	4,37			0,68	6,13
	8,86	3,21	5,75	0,34	0,60	4,84			0,59	5,00
	8,00	5,16	7,75	0,70	0,91	4,36			1,30	17,57
	4,60	2,13	4,50	0,34	0,51	3,15			0,87	6,13
	11,89	4,13	11,63	0,30	0,46	5,94			0,25	6,90
	14,09	6,12	5,50	0,35	0,51	6,98			0,74	8,97
	10,54	5,01	6,38	0,28	1,82	5,77			0,48	2,00
	9,22	3,25	7,00	0,39	0,78	4,63			0,62	9,67
	7,39	3,25	5,13	0,31	0,60	4,00			0,51	7,43
	7,8	3,1	4,8	0,3	0,4	4,0			0,5	9,5

* выделенные значения выше ДК.

** пробы на содержание ртути в донных отложениях отбирались в мае и октябре.

11.4. Бухта Диомид

Бухта Диомид расположена на северном берегу залива Петра Великого в городе Владивостоке между мысом Голдобина и мысом Абросимова полуострова Черкавского. Бухта защищена от всех ветров, кроме юго-западных. Глубины во входе в бухту 22-26 м. Около юго-восточного берега находится отмель с глубинами менее 2 м. Грунт дна илистый. Зимой бухта не замерзает: образующийся ледяной покров разрушается судами. Северо-западный берег высокий, берег вершины низкий, юго-восточный берег по мере приближения к мысу Абросимова постепенно повышается и становится обрывистым. На берегах бухты Диомид расположены жилые дома и другие постройки, морская промзона и портовый пункт Диомид Владивостокского морского рыбного порта. На северо-западном берегу расположен портовый комплекс ООО «Востокморсервис» (три причала общей длиной 504 м, с глубинами до 9,5 м).

В 2022 г. гидрохимические наблюдения в бухте Диомид проводились в июне, августе и октябре на одной станции, всего отобрано 6 проб воды и 2 пробы грунта (рис.11.1). Значения **температуры** в летне-осенний период варьировали в интервале 10,00-25,10⁰С. Соленость изменялась от 24,10‰ в августе на поверхности до 29,93‰ в июне на глубине 13 м; среднее значение составило 28,067‰ (2016 - 32,053‰; 2017 - 29,625‰; 2018 - 31,64‰; 2019 - 28,98‰; 2020 - 29,21‰; 2021- 30,755‰). Водородный показатель **pH** варьировал в пределах 7,87-8,06; в среднем 7,94 ед. pH (в 2016 г. – 8,16; 2017 – 8,15; 2018 – 8,13; 2019 - 8,23; 2020 – 8,01; 2021 - 8,09). Содержание взвешенных в воде частиц изменялось в диапазоне 1,6-12,4 мг/дм³, в среднем – 7,30 (0,73 ПДК). Максимум отмечен в июне в поверхностном слое. По сравнению с прошлым годом средняя величина повысилась в 1,6 раза. Средний показатель биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) снизился 2,00 до 1,70 мгО₂/дм³; максимальное значение (1,90 ПДК) зарегистрировано в июне. Прозрачность воды бухты была не более 4 м.

Среднегодовое содержание **нефтяных углеводородов** в 2022 г. составило 0,052 мг/дм³, диапазон изменений 0,01-0,10 мг/дм³ (табл. 11.1). Средняя величина снизилась в 1,3 раза, максимальная концентрация (2,0 ПДК) зарегистрирована в октябре в придонном слое. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Диомид покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

Концентрация **фенолов** изменялась в пределах 1,5-1,9 мкг/дм³; среднее содержание составило 1,68 ПДК. Максимум (1,9) зафиксирован в июне в поверхностном слое. Уровень загрязненности морских вод фенолами повысился по сравнению с прошлым годом в 1,4 раза

(рис. 11.5). Превышение предельно-допустимой концентрации отмечено во всех пробах.

Концентрация **АПАВ** в шести отобранных для анализа пробах воды варьировала в диапазоне 24-143 мкг/дм³, максимум отмечен в октябре в придонном слое. Среднегодовая величина (0,84 ПДК) повысилась по сравнению с прошлым годом (в пределах 1 ПДК) в 1,4 раза. Превышение предельно допустимой концентрации отмечено в двух пробах.

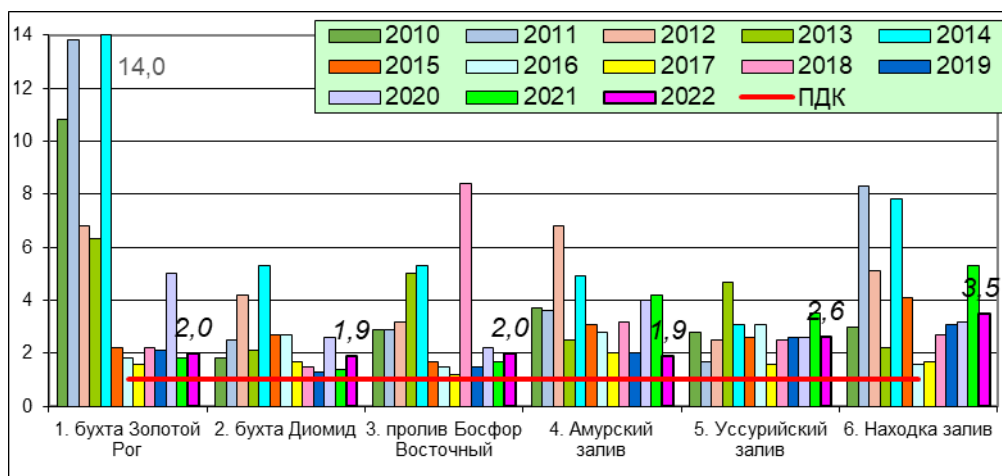


Рис. 11.5. Динамика максимальной концентрации фенолов (мкг/дм³) в водах отдельных районов залива Петра Великого Японского моря в 2010–2022 гг.

Максимальные показатели содержания фенолов в водах отдельных районов залива Петра Великого не имеют четкого тренда (рис. 11.5). За последний год максимумы по фенолам снизились в бухте Золотой Рог, бухте Диомид и проливе Босфор Восточный. В Амурском заливе изменений не произошло, а в Уссурийском заливе и заливе Находка произошел рост этого показателя.

Среднегодовая и максимальная концентрация исследуемых **тяжелых металлов**, за исключением цинка, в водах бухты не превышала предельно допустимых значений. Среднее содержание цинка повысилось в 15,6 раза: с 0,08 до 1,25 ПДК при диапазоне концентраций 2,40–161,50 мкг/л; максимум зафиксирован в октябре в придонном слое. Среднее и максимальные значения составили: для свинца 3,75/14,90; меди 2,57/3,90; кадмия 0,17/0,40; никеля 1,95/6,20; ртути 0,08/0,38 и марганца 1,60/3,20 мкг/дм³.

Содержание аммонийного **азота** в водах бухты изменялось в пределах 22,3–69,7 мкг/дм³; среднегодовая концентрация осталась (40,52–0,01 ПДК) на прошлогоднем уровне. Концентрация нитритов в

морской воде снизилась в 1,8 раза, а нитратов в 4,4 раза: 6,88 и 7,30 мг/дм³ соответственно. Среднее содержание общего азота снизилось с 609,0 до 384,0 мг/дм³ (максимум 562,0 мг/дм³). Среднегодовая концентрация органического азота снизилась с 516,0 до 329,0 мг/дм³, максимальная составила 489,0 мг/дм³.

В период проведения работ концентрация фосфатов была в диапазоне 8,0-23,9 мг/дм³, средняя концентрация составила 13,3 мг/дм³, что в 1,1 раза выше прошлогодней (11,95 мг/дм³); максимум был отмечен в июне в поверхностном слое. Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 12,6-34,2 мг/дм³, среднее - 19,98 мг/дм³ (в 2021 г. - 19,13 мг/дм³); максимум отмечен в июне в поверхностном слое.

Содержание кремния изменялось в пределах 83-330 мг/дм³, составив в среднем за год 201,17 мг/дм³ (в 2021 г. - 322,5 мг/дм³); максимум зафиксирован в августе в придонном слое. По сравнению с прошлым годом среднее содержание кремния снизилось в 1,6 раза.

Кислородный режим в водах бухты Диомид: среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** незначительно повысилась и составила 7,98 мгО₂/дм³ (94,2% насыщения) против прошлогодних 7,46 мгО₂/дм³ (96,3% насыщения). Минимальное значение (6,76 мгО₂/дм³) было отмечено в августе в придонном слое.

По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,18, III класс, «умеренно-загрязненные») качество вод бухты Диомид практически осталось на уровне прошлого года. По сравнению с 2021 г. повысилась концентрация фенолов и АПАВ в морской воде и снизилась концентрация НУ. Концентрация тяжелых металлов в водах бухты по-прежнему не превышала норматива, за резко повысившимся содержанием цинка.

В бухте Диомид в июне и октябре были отобраны две пробы **донных отложений**, в которых проводилось определение содержания нефтяных углеводородов, фенолов, тяжелых металлов и пестицидов.

Содержание НУ в июньской пробе составило 3580 мг/г сухого остатка (71,6 ДК), в октябрьской пробе – 3770 (75,4 ДК). По сравнению с предыдущим годом среднее содержание было ниже в 2,2 раза и составило 3675 (73,5 ДК), (рис 11.6). В последние годы этот показатель всегда был выше 100 ДК: в 2014 г. – 110 ДК; 2015 г. – 132 ДК; 2016 г. – 129 ДК; 2017 г. - 222 ДК; 2018 г. – 333 ДК; в 2019 г. – 196; 2020 - 206 ДК; и только в 2021 г. он снизился до - 92,3 ДК. В 2022 г. отмечено дальнейшее снижение: в 1,3 раза.

В заливе Петра Великого два прибрежных района резко выделяются среди других по уровню загрязненности донных отложений нефтяными углеводородами: это бухта Золотой Рог и бухта Диомид (рис. 11.6), где

среднее содержание НУ превышает этот показатель в других районах на порядок. Достаточно высок уровень загрязненности донных отложений НУ и в проливе Босфор Восточный. В заливах Амурском, Уссурийском и Находка ситуация значительно более спокойная: здесь в 2022 г. среднее содержание НУ в этих районах изменялось в диапазоне 1,8-3,7 ДК.

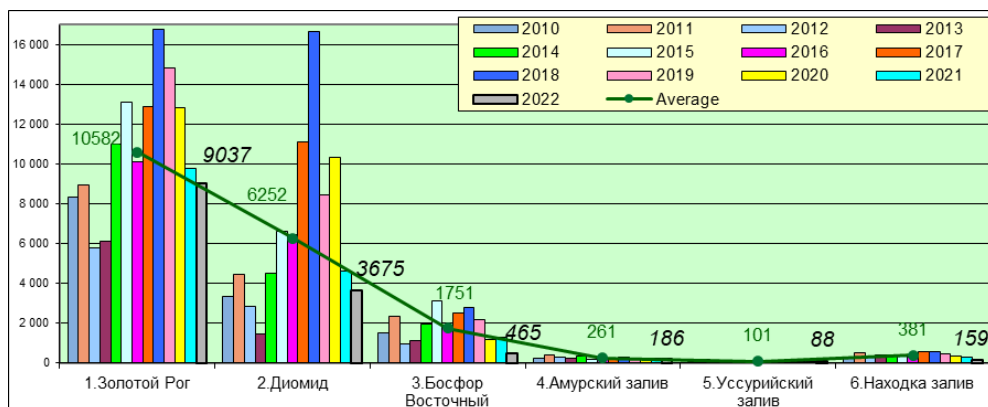


Рис. 11.6. Многолетние изменения средней концентрации нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2010–2022 гг.

Среднее содержание фенолов в донных отложениях составило в 2022 г. 3,45 мкг/г, что практически соответствует уровню 2021 года: 3,60 мкг/г.

Содержание α -ГХЦГ в донных отложениях бухты Диомид в двух пробах и в июне, и в октябре составило 0,2 нг/г. Концентрация γ -ГХЦГ в июне была ниже чувствительности метода определения, а в октябре составила 0,1 нг/г (2 ДК). Содержание ДДТ в донных отложениях летом составило 0,8 нг/г, в октябре 3,4 нг/г, в среднем – 2,10 нг/г; содержание ДДЭ - 8,3-21,9/15,15 нг/г; ДДД - 9,7-10,7/10,20 нг/г. Суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ в июне составила 18,8 нг/г (7,52 ДК), в октябре - 36,0 нг/г (14,4 ДК), что превышает прошлогодние показатели: 4,92 и 11,28 ДК соответственно по месяцам.

Содержание альдрина составило 1,1 нг/г в июне, 5,1 нг/г в октябре. Концентрация ПХБ в июне – 256,8 нг/г (12,84 ДК), в октябре – 765,5 нг/г (38,28 ДК).

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми металлами было традиционно высоким (табл. 11.5). Среднегодовое содержание большинства элементов многократно превышало ДК. Содержание меди и цинка повысилось в 1,1 и в 2,3 раза соответственно. Содержание свинца, кадмия, кобальта, никеля, хрома и ртути снизилось

по сравнению с 2021 г.; при этом содержание кобальта и никеля было по-прежнему ниже принятого норматива ДК.

Таблица 11.5. Средняя и максимальная концентрации тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	360,50	245,00	1,45	4,15	15,00	877,50	169,00	37401	194,50	0,320
	185,00	111,00	2,20	3,00	11,50	324,50	128,00	26080	76,00	0,150
	195,00	129,00	2,23	4,47	12,33	386,33	290,67	28869	54,00	0,433
	487,50	182,50	5,85	3,10	27,50	765,00	229,50	32195	313,00	1,120
	638,50	350,50	3,75	15,05	42,00	2202,00	860,00	37838	359,50	0,545
	1231,00	224,50	4,30	8,20	77,50	1367,50	337,00	35998	66,00	1,265
	546,20	323,95	4,90	5,65	19,70	1115,35	205,00	31535	27,35	1,225
	963,80	251,00	4,20	7,50	54,30	1543,75	392,70	42373	218,45	0,395
	461,55	260,90	5,05	5,15	20,30	638,50	185,10	40512	183,95	1,750
	446,40	249,45	3,90	6,10	20,75	334,95	165,35	32818	139,55	2,090
	511,05	214,40	3,30	4,75	19,35	776,20	205,00	14626	112,25	1,885
Максимальная	504,0	369,0	2,7	5,2	19,0	1422,0	211,0	48487	309,0	0,36
	278,0	150,0	3,4	3,9	13,0	458,0	136,0	30579	111,0	0,17
	402,0	270,0	4,1	8,5	14,0	800,0	761,0	35324	84,0	0,94
	678,0	186,0	6,4	5,2	30,0	1088,0	279,0	32766	521,0	1,39
	1098,0	487,0	4,2	22,0	49,0	2633,0	1427,0	54941	468,0	0,57
	1473,0	249,0	4,8	11,0	135,0	1705,0	424,0	39079	68,0	1,31
	733,7	364,3	5,3	6,3	22,3	1703,8	233,7	32447	31,7	1,24
	1266,5	258,2	4,3	7,8	68,3	2056,8	445,4	42479	228,5	0,68
	604,1	299,7	5,1	6,0	26,1	837,8	202,3	48706	209,6	1,76
	457,5	282,8	4,3	6,4	24,4	646,4	172,2	35425	187,1	2,1
	560,3	216,1	3,9	4,8	20,1	1119,0	258,6	18595	126,3	2,01
	10,30	2,88	1,81	0,21	0,43	6,27			1,95	1,07
	5,29	1,31	2,75	0,15	0,33	2,32			0,76	0,50
	5,57	1,52	2,79	0,22	0,35	2,76			0,54	1,44
13,93	2,15	7,31	0,16	0,79	5,46			3,13	3,73	
18,24	4,12	4,69	0,75	1,20	15,73			3,60	1,82	
35,17	2,64	5,38	0,41	2,21	9,77			0,66	4,22	
15,61	3,81	6,13	0,28	0,56	7,97			0,27	4,08	
27,54	2,95	5,25	0,38	1,55	11,03			2,18	1,32	
13,19	3,07	6,31	0,26	0,58	4,56			1,84	5,83	
12,75	2,93	4,88	0,31	0,59	2,39			1,40	6,97	

	14,60	2,52	4,13	0,24	0,55	5,54			1,12	6,28
ПДК максимальная	14,40	4,34	3,38	0,26	0,54	10,16			3,09	1,20
	7,94	1,76	4,25	0,20	0,37	3,27			1,11	0,57
	11,49	3,18	5,13	0,43	0,40	5,71			0,84	3,13
	19,37	2,19	8,00	0,26	0,86	7,77			5,21	4,63
	31,37	5,73	5,25	1,10	1,40	18,81			4,68	1,90
	42,09	2,93	6,00	0,55	3,86	12,18			0,68	4,37
	20,96	4,29	6,63	0,32	0,64	12,17			0,32	4,13
	36,19	3,04	5,38	0,39	1,95	14,69			2,29	2,27
	17,26	3,53	6,38	0,30	0,75	5,98			2,10	5,87
	13,07	3,33	5,38	0,32	0,70	4,62			1,87	7,00
	16,0	2,5	4,9	0,2	0,6	8,0			1,3	6,7

11.5. Пролив Босфор Восточный и бухта Улисс

Босфор Восточный - пролив в заливе Петра Великого Японского моря, соединяет Амурский и Уссурийский заливы и отделяет полуостров Муравьева-Амурского от островов Русского и Елены. Глубины в средней части пролива Босфор Восточный 26-38 м. По мере приближения к западному проходу пролива они постепенно увеличиваются до 50 м, а к восточному - до 42 м. Грунт в проливе Босфор Восточный преимущественно ил и песок. При свежих юго-восточных и восточных ветрах в пролив заходит крупная зыбь. Для якорной стоянки судов выставляются швартовные бочки. В проливе действуют постоянные поверхностные течения, идущие из Амурского залива в Уссурийский вдоль южного берега и из Уссурийского залива в Амурский вдоль северного берега. Средняя скорость этих течений в узостях пролива колеблется от 0,2 до 1,2 узлов. Приливные течения в проливе Босфор Восточный слабые. С конца декабря пролив и все бухты вдоль его берега, за исключением бухты Золотой Рог, покрываются льдом. Замерзанию восточной части пролива препятствуют непрекращающиеся всю зиму судоходство и ледакольные работы.

В 2022 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод и донных отложений в проливе Босфор Восточный (ст.№18,23) и бухте Улисс (ст.№19) проводились в июне, августе и октябре (рис. 11.1). Всего проанализировано 27 проб морской воды. В период наблюдений минимальная температура воды была зафиксирована в июне на ст.№23 у мыса Безымянного в придонном слое и составила 5,80⁰С, максимальная в августе там же на поверхности (24,90⁰С). Значения солености изменялись от 21,23‰ в августе в

поверхностном слое в бухте Улисс до 30,86‰ в июне в придонном слое там же. Среднегодовое значение солености составило 28,28‰. Значения водородного показателя рН варьировали от 7,71 (в августе на ст.№23 в придонном слое) до 8,26 (в октябре на ст.№18 в поверхностном слое); среднее значение составило 8,01 ед. рН.

Концентрация взвешенных частиц в воде была в диапазоне от 2,3-15,0 мг/дм³; среднее значение повысилось в 1,3 раза и составило 6,04 мг/дм³. Средняя концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ составила 1,74 мгО₂/дм³, что немного выше прошлогодней (1,81 мгО₂/дм³). Значения изменялись в диапазоне 1,0-3,0 мгО₂/дм³ (1,43 ПДК). Прозрачность морских вод в проливе Босфор Восточный была не более 3 м.

Концентрация **НУ** в воде пролива летом-осенью изменялась от аналитического нуля (в четырех пробах) до 0,05 мг/дм³ (1,0 ПДК). Среднее содержание несколько снизилось и составило 0,018 мг/дм³ (0,36 ПДК). Максимальная концентрация была отмечена в июне на ст.№19 в поверхностном слое. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод пролива Босфор Восточный покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано. В 96,3% проб концентрация НУ не превышала ПДК.

Концентрация фенолов в пробах воды варьировала в диапазоне 1,4-2,0 мкг/дм³; среднегодовое содержание составило 1,65 ПДК. Максимум отмечен дважды в июне в бухте Улисс: в придонном слое и на горизонте 10 м. По сравнению с 2021 г. среднее содержание фенолов повысилось в 1,25 раза. Превышение ПДК отмечено в 100% проб.

Концентрация АПАВ в морских водах была в пределах 24,0-202,0 мкг/дм³; а средняя концентрация составила 95,9 мкг/дм³ (0,96 ПДК), что соответствует уровню 2021 года (рис. 11.7). Концентрация АПАВ превышала ПДК в 44% проб.

По многолетним данным системы государственного мониторинга во всех прибрежных районах залива Петра Великого три года с 2016 г. наблюдался резкий рост уровня загрязненности морских вод поверхностно-активными веществами по сравнению со всеми предыдущими годами наблюдений (рис. 11.7). В 2020-2022 годах этот процесс остановился во всех районах, и среднегодовой показатель не превысил 1 ПДК, за исключением залива Находка (1,12 ПДК).

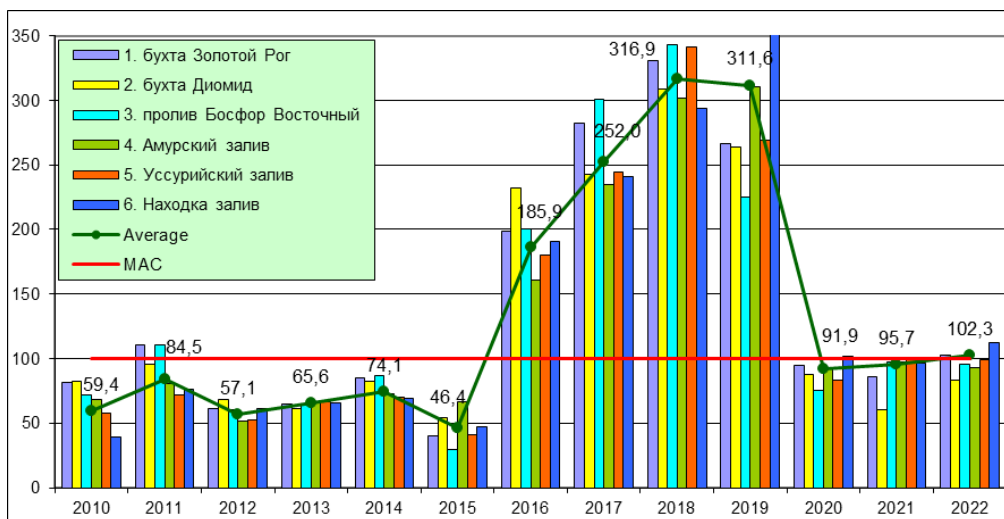


Рис. 11.7 Межгодовая динамика средней концентрации поверхностно-активных веществ (мкг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2022 гг.

Средняя за три теплых месяца концентрация всех определяемых тяжелых **металлов** в водах пролива Босфор Восточный не превышала установленный норматив за исключением железа (1,30 ПДК) (табл. 11.6). В октябре максимальная концентрация меди и ртути превысила ПДК в бухте Улисс в 4,12 и 3,2 раза соответственно; максимум по железу - 5,48 ПДК (ст.№23); максимальные концентрации цинка и никеля превысили ПДК в 2,47 и 1,28 раз (ст.№18) соответственно.

Таблица 11.6. Среднее и максимальное значение концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах пролива Босфор Восточный в 2012–2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
Средняя	0,79	0,12	0,13	0,31	7,31	19,59	84,1	0,001
	0,63	0,17	0,25	0,31	5,67	4,41	27,61	0,000
	1,36	0,29	0,12	1,02	11,75	5,27	26,59	0,027
	3,12	0,10	0,16	0,69	26,73	3,83	27,00	0,022
	1,99	0,64	0,78	0,67	9,62	4,96	26,86	0,041
	1,71	0,29	0,96	1,10	18,21	4,62	62,30	0,037
	1,43	2,02	0,19	0,99	18,73	2,14	33,14	0,023
	0,73	0,19	0,04	0,49	6,57	2,59	29,73	0,017
	2,80	0,18	0,07	2,64	18,24	9,83	7,6	0,037
	1,02	0,21	0,03	0,40	4,27	2,04		0,051
	3,66	1,85	0,12	2,28	36,16	2,50	29,90	0,045

Максимальная	2,30	0,40	0,50	0,70	113,00	111,00	711,00	0,02
	1,40	0,80	5,60	0,50	118,00	46,00	302,00	0,00
	3,70	1,00	0,40	2,90	38,00	31,00	91,00	0,40
	55,00	0,50	0,40	6,50	301,00	13,00	45,00	0,05
	3,30	2,90	6,60	1,40	27,00	23,00	81,00	0,28
	5,20	0,80	3,80	2,80	89,00	43,00	155,00	0,10
	5,10	12,50	0,40	3,10	63,70	17,70	87,00	0,07
	3,70	1,60	0,50	2,00	42,10	20,30	187,80	0,04
	14,50	0,70	0,20	18,00	79,20	49,50	27,20	0,16
	3,40	0,90	0,60	0,80	10,50	10,60		0,29
	20,6	5,3	0,4	12,8	123,5	14,6	273,9	0,32
ПДК средняя	0,16	0,01	0,01	0,03	0,15	0,39	1,70	0,01
	0,13	0,02	0,02	0,03	0,11	0,09	0,55	
	0,27	0,03	0,01	0,10	0,24	0,11	0,53	0,27
	0,62	0,01	0,02	0,07	0,53	0,08	0,54	0,22
	0,40	0,06	0,08	0,07	0,19	0,10	0,54	0,41
	0,34	0,03	0,10	0,11	0,36	0,09	1,25	0,37
	0,29	0,20	0,02	0,10	0,37	0,04	0,66	0,23
	0,15	0,02	<0,01	0,05	0,13	0,05	0,59	0,17
	0,56	0,02	<0,01	0,26	0,36	0,20	0,15	0,37
	0,20	0,02	<0,01	0,04	0,09	0,04		0,51
	0,73	0,19	0,01	0,23	0,72	0,05	0,60	0,45
ПДК максимальная	0,46	0,04	0,05	0,07	2,26	2,22	14,20	0,20
	0,28	0,08	0,56	0,05	2,36	0,92	6,04	
	0,74	0,10	0,04	0,29	0,76	0,62	1,82	4,00
	11,00	0,05	0,04	0,65	6,02	0,26	0,90	0,50
	0,66	0,29	0,66	0,14	0,54	0,46	1,62	2,80
	1,04	0,08	0,38	0,28	1,78	0,86	3,10	1,00
	1,02	1,25	0,04	0,31	1,27	0,35	1,74	0,70
	0,74	0,16	0,05	0,20	0,84	0,41	3,76	0,40
	2,90	0,07	0,02	1,80	1,58	0,99	0,54	1,60
	0,68	0,09	0,06	0,08	0,21	0,21		2,90
	4,12	0,53	0,04	1,28	2,47	0,29	5,48	3,20

Концентрация биогенных элементов в водах пролива и бухте Улисс в период проведения работ была в пределах естественных межгодовых изменений. Содержание аммонийного азота изменялось в диапазоне 19-301,5 мкг/дм³, а среднее было очень невысоким 53,9 (0,02 ПДК). Среднегодовая концентрация нитритов повысилась в 1,6 раза, а максимум (16,0 мкг/дм³, 0,67 ПДК) был отмечен дважды на ст.№18 в июне и августе в придонном слое. Диапазон значений нитратного азота был 2,6-24,9 мкг/дм³; максимальная концентрация была отмечена дважды в октябре: на ст.№19 на промежуточном горизонте и на ст.№23

– в придонном слое. Среднегодовая концентрация снизилась в 2,2 раза: с 21,07 до 9,60 мкг/дм³. Значения общего азота изменялись в диапазоне 211-755 мкг/дм³, составив в среднем 386,08 мкг/дм³, что в 1,4 раза меньше прошлогодних 555,86 мкг/дм³; максимум был зарегистрирован в бухте Улисс в августе на востоке в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация органического азота составила 283,0 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения 473,0 мкг/дм³ в 1,7 раза; содержание органического азота изменялось в пределах 175,0-373,0 мкг/дм³.

Среднегодовое содержание минерального фосфора практически не изменилось по сравнению с 2021 г. и составило 10,29 мкг/дм³. За наблюдаемый период концентрации в пробах воды изменялись от 5,2 до 17,3 мкг/дм³. Максимальная концентрация фосфатов была отмечена в июне на ст.№23 в придонном слое. Значения общего фосфора изменялись в пределах 8,2-24,8 мкг/дм³, максимум был зафиксирован в июне на ст.№23 в придонном слое. Средняя концентрация общего фосфора снизилась в 1,2 раза: с 18,20 до 15,58 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация органического фосфора в толще вод пролива снизилась в 1,9 раза и составила 5,3 мкг/дм³, диапазон 3,0-8,7 мкг/дм³.

Концентрация кремния изменялась в очень широком диапазоне 60-2173 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в августе на ст.№23 в придонном слое. Средняя концентрация составила 486,26 мкг/дм³, это в 1,3 раза выше уровня прошлого года (380,5 мкг/дм³).

В 2022 г. среднее содержание растворенного кислорода в водах пролива Босфор Восточный и бухты Улисс практически не изменилось и составило 8,09 мгО₂/дм³ (92,1% насыщения). Содержание кислорода в воде пролива изменялись от 5,35 до 9,26 мг/дм³. За год был зафиксирован 1 случай, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6,0 мг/дм³): в августе на ст.№18. По ИЗВ (1,04) качество вод пролива не изменилось и соответствовало III классу, «умеренно-загрязненные». Расчет выполнен по средней концентрации кислорода, фенолов, детергентов и органических веществ по БПК₅. Приоритетными ЗВ в этом районе акватории залива Петра Великого являются нефтяные углеводороды, АПАВ, фенолы, органическое вещество, ртуть, железо, цинк и медь.

В проливе Босфор Восточный и бухте Улисс в июне и октябре было отобрано шесть проб на содержание ЗВ в **донных отложениях**. Содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 360-630 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 465 мкг/г (9,3 ДК). Максимальная концентрация превысила ДК в 12,6 раза и была зафиксирована в июне на ст.№18. В предыдущие годы средняя

концентрация составила: в 2005 – 120; 2006 – 820; 2007 – 2560; 2008 – 1780; 2009 – 2690, 2010 – 1507, 2011 – 2343, 2012 – 902, 2013 – 1143, 2014 – 1625, 2015 – 3107, 2016 – 1842, 2017 – 2523, 2018 – 2800, 2019 – 2185, в 2020 – 1188, в 2021 г. 1296,7 мкг/г сухого остатка. Превышение допустимого уровня концентрации наблюдалось в 100% проб.

Среднее содержание фенолов в донных отложениях пролива снизилось в 1,2 раза с 3,6 до 2,92 мкг/г, при диапазоне концентрации 2,2-3,3 мкг/г. Максимальное значение зарегистрировано дважды в октябре: в бухте Улисс и на ст.№18. Содержание **пестицидов** группы ГХЦГ в пробах донных отложений находилось в пределах: α-ГХЦГ 0,1–0,3 нг/г, средняя концентрация – 0,2 нг/г. Максимальная концентрация α-ГХЦГ зафиксирована в июне на ст.№23. Концентрация γ-ГХЦГ изменялась в диапазоне 0,0-0,1 нг/г, концентрация 0,1 нг/г (2 ДК) отмечена в одной июньской пробе на ст.№23. В 2022 г. концентрация ДДТ была в диапазоне 1,1-9,8 нг/г, в среднем 4,8 нг/г; ДДЭ – 1,3-5,9/3,08 нг/г; ДДД – 1,60-26,90/8,77 нг/г. Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ составило в 2022 г. 16,65 нг/г (6,66 ДК), что в 7,2 раз выше уровня 2021 года (0,93 ДК). Содержание альдрина изменялось в диапазоне 0,1–1,3 нг/г, в среднем 0,55 нг/г. Концентрация ПХБ в донных отложениях изменялась от 52,7 до 197,8 нг/г, составив в среднем 83,23 (4,2 ДК), что в 1,6 раза выше прошлогоднего уровня (2,67 ДК).

Средняя концентрация большинства **тяжелых металлов** в шести пробах донных отложений пролива Босфор Восточный и бухты Улисс по сравнению с прошлым годом снизилась (табл. 11.7). Среднее содержание ртути также снизилось, но по-прежнему превышает допустимый уровень (1,43 ДК). Повысилось значение цинка. Максимальная концентрация меди 1,02 ДК, ртути 2,97 ДК.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	30,19	41,83	0,32	4,28	10,37	101,67	134,08	28593	23,67	0,940
	33,17	43,33	0,50	3,23	13,50	131,83	139,33	29525	27,67	0,182
	40,00	63,78	0,64	3,40	15,11	137,89	99,12	28094	29,22	0,296
	56,67	73,50	2,15	7,97	20,50	136,33	166,67	28822	67,17	0,697
	30,50	42,00	0,97	6,30	12,53	116,50	117,67	25852	27,83	0,233
	35,33	40,70	1,97	3,90	12,48	125,50	143,83	25229	12,83	0,475
	37,00	69,05	0,52	4,45	12,07	128,72	146,68	26767	28,43	0,425
	37,17	53,90	0,30	3,27	24,87	126,07	131,37	25213	22,17	0,185
	30,53	41,88	0,62	3,42	10,43	103,97	113,45	19018	21,97	0,287

	33,78	64,23	0,37	3,65	10,62	79,05	91,60	12062	20,47	0,668
	29,93	51,40	0,23	3,27	7,90	93,83	109,38	14274	19,93	0,430
Максимальная	64,0	71,0	0,8	5,2	14,0	179,0	177,0	34324	37,0	7,6
	54,0	55,0	0,8	3,7	17,0	224,0	174,0	31887	37,0	0,22
	54,0	167,0	0,8	6,0	20,0	231,0	184,0	49382	34,0	0,6
	79,0	125,0	3,4	14,0	27,0	200,0	194,0	36457	85,0	1,53
	51,0	65,0	1,3	11,0	17,0	170,0	161,0	29691	44,0	0,29
	51,0	57,0	7,4	4,8	16,0	146,0	183,0	28060	15,0	1,14
	59,1	114,5	0,8	4,9	14,0	169,4	174,0	34582	39,9	0,94
	56,9	87,8	0,6	3,7	49,5	160,0	163,7	28187	27,2	0,36
	46,1	62,3	1,1	4,9	13,1	136,1	134,0	23392	26,2	0,43
	52,1	128,5	0,7	4,6	12,0	113,5	113,2	19086	28,8	1,1
	35,7	61,8	0,4	3,6	9,8	124,1	135,3	16513	26,2	0,89
ДК средняя	0,86	0,49	0,40	0,21	0,30	0,73			0,24	3,13
	0,95	0,51	0,63	0,16	0,39	0,94			0,28	0,61
	1,14	0,75	0,81	0,17	0,43	0,98			0,29	0,99
	1,62	0,86	2,69	0,40	0,59	0,97			0,67	2,32
	0,87	0,49	1,21	0,32	0,36	0,83			0,28	0,78
	1,01	0,48	2,46	0,20	0,36	0,90			0,13	1,58
	1,06	0,81	0,65	0,22	0,34	0,92			0,28	1,42
	1,06	0,63	0,38	0,16	0,71	0,90			0,22	0,62
	0,87	0,49	0,77	0,17	0,30	0,74			0,22	0,96
	0,97	0,76	0,46	0,18	0,30	0,56			0,20	2,23
	0,86	0,60	0,29	0,16	0,23	0,67			0,20	1,43
ДК максимальная	1,83	0,84	1,00	0,26	0,40	1,28			0,37	25,33
	1,54	0,65	1,00	0,19	0,49	1,60			0,37	0,73
	1,54	1,96	1,00	0,30	0,57	1,65			0,34	2,00
	2,26	1,47	4,25	0,70	0,77	1,43			0,85	5,10
	1,46	0,76	1,63	0,55	0,49	1,21			0,44	0,97
	1,46	0,67	9,25	0,24	0,46	1,04			0,15	3,80
	1,69	1,35	1,00	0,25	0,40	1,21			0,40	3,13
	1,63	1,03	0,75	0,19	1,41	1,14			0,27	1,20
	1,32	0,73	1,38	0,25	0,37	0,97			0,26	1,43
	1,49	1,51	0,88	0,23	0,34	0,81			0,29	3,67
	1,02	0,73	0,50	0,18	0,28	0,89			0,26	2,97

11.6. Амурский залив

Амурский залив - внутренний залив у северо-западного берега залива Петра Великого. Длина около 65 км, ширина от 9 до 20 км, глубина до 50 м. Площадь поверхности 966 км². Амурский залив среди других акваторий Приморского края наиболее глубоко вдаётся в сушу и отличается значительной изрезанностью береговой линии. От открытого моря он отгорожен полуостровом Муравьёва-Амурского и

протяжённой цепью островов архипелага Евгении. Вследствие относительно континентального климата в заливе наблюдается наиболее раннее образование льда. Ледяной покров в заливе Угловом и бухте Новик появляется уже в конце ноября, а сходит только в конце марта - начале апреля. Тем не менее, уже в мае вода в этих заливах прогревается до $+14^{\circ}\text{C}$. Прочный припай, позволяющий безопасно передвигаться по льду, образуется в феврале и покрывает северную часть залива полностью. Максимальная граница распространения неподвижного льда обычно проходит восточнее линии мыс Песчаный - мыс Марковского (остров Попова). Рельеф дна сравнительно ровный. От берегов вершины залива в северной части простираются обширные отмели. На юго-запад, в сторону выхода из залива глубины постепенно нарастают. К северу от линии мыс Песчаный - Вторая Речка средние глубины составляют 10-20 м. Напротив Владивостока и острова Русский глубины 15-30 м, напротив островов Попова и Рейнеке уже более 30 м. Максимальная глубина 50 м находится на входной линии залива между мысом Брюса и островом Рикорда. На восточном берегу залива расположен порт и город Владивосток и посёлок Трудовое, а также большая курортная зона с пансионатами, санаториями и детскими лагерями.

В 2022 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива проводились в апреле и сентябре на 9 станциях. Всего было отобрано 48 проб воды и 18 проб донных отложений (рис. 11.8). В период наблюдений **температура** воды изменялась от $0,59^{\circ}\text{C}$ в апреле на ст.№37 в придонном слое до $21,51^{\circ}\text{C}$ в сентябре на ст.№12 на поверхностном горизонте, в среднем – $10,41^{\circ}\text{C}$. Соленость варьировала в широком диапазоне: от 23,24 в сентябре на ст.№12 в поверхностном слое до 33,90‰ (тоже в сентябре на ст.№37 в придонном слое на выходе из залива), составив в среднем 31,55‰. Значения рН изменялись в диапазоне 7,83-8,39; среднее 8,23 ед.рН. Среднегодовое содержание взвешенных веществ повысилось в 1,1 раза и составило $9,09 \text{ мг/дм}^3$ (0,9 ПДК), диапазон 2,7-20,8 мг/дм^3 , максимум был отмечен в апреле на ст.№52 в придонном слое. Содержание органических веществ по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ изменялось в диапазоне 1,0-4,0 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, составив в среднем $1,73 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (0,8 ПДК). Максимальное значение (1,9 ПДК) было зафиксировано в апреле на ст.№37 в придонном слое. Прозрачность вод в заливе достигала 8 метров, что несколько выше прошлогоднего уровня (7 метров).

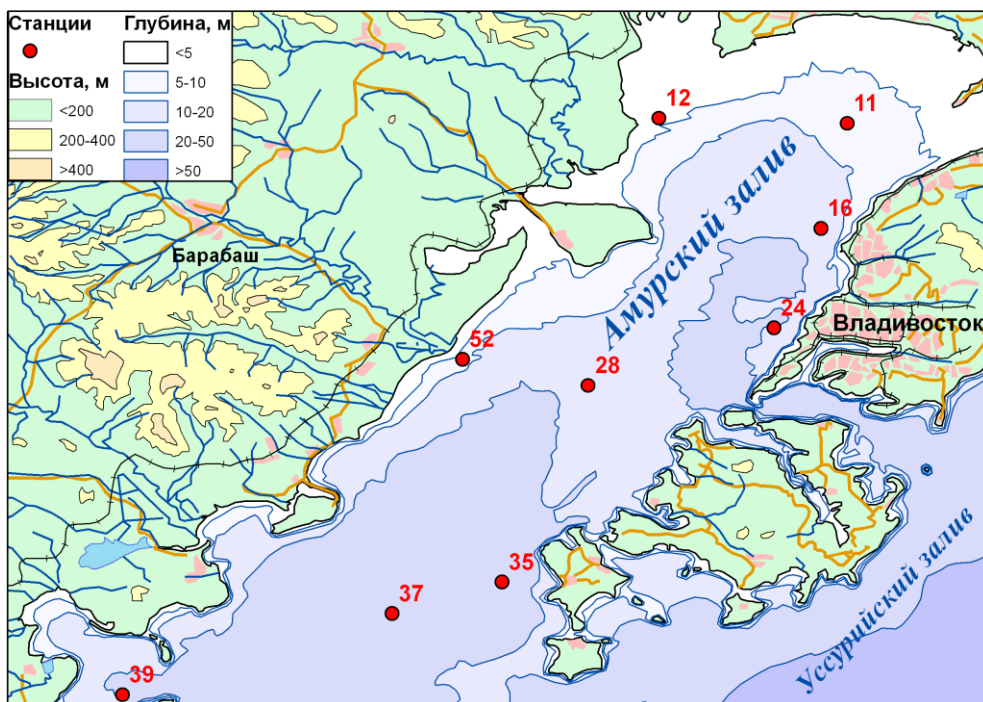


Рис. 11.8. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2022 г.

В период проведения наблюдений содержание **нефтяных углеводородов** в водах Амурского залива изменялось от 0,01 до 0,09 мг/дм³ (1,8 ПДК). Максимальное значение было зафиксировано в апреле на ст.№24 вблизи Владивостока в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация (0,033 мг/дм³, 0,65 ПДК) по сравнению с 2021 г. практически не изменилась. В Амурском заливе с 2017 г. отмечалось постепенное снижение среднегодовой концентрации НУ в морских водах, однако в последние годы отмечен некоторый рост этого показателя (рис. 11.2). В 2022 г. превышение ПДК было отмечено в 20,8% проб (в 2020 г. - 2,1%, в 2021 - 14,6%). По визуальным наблюдениям в июне за состоянием поверхности морских вод Амурского залива покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

Из шести прибрежных районов залива Петра Великого наиболее высокий уровень загрязненности морских вод нефтяными углеводородами наблюдался, как правило, в бухте Золотой Рог, бухте Диомид и проливе Босфор Восточный – в прибрежных водах вокруг Владивостока (рис. 11.9). В других районах редко наблюдалась критически высокая концентрация НУ. Везде в 2011-2012 и 2016-2017 годах был резкий всплеск содержания нефтяных углеводородов в водах залива Петра Великого. В последние три года ситуация улучшилась, и их средняя концентрация превышала норматив только в бухтах Золотой

Рог и Диомид, а во всех остальных районах она была ниже установленного предела.

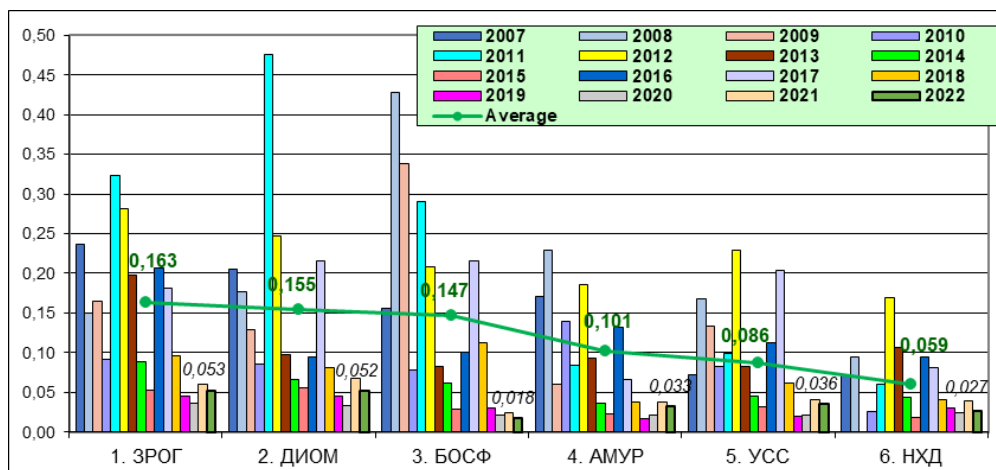


Рис. 11.9. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря: 1.ЗРОГ — бухта Золотой Рог, 2.ДИОМ — бухта Диомид, 3.БОСФ — пролив Босфор Восточный, 4.АМУР — Амурский залив, 5.УСС — Уссурийский залив, 6.НХД — залив Находка.

Уровень загрязненности морских вод **фенолами** повысился в среднем с 1,54 до 1,63 мкг/дм³ (1,63 ПДК). Диапазон значений 1,20-1,90 мкг/дм³; максимальная концентрация была зафиксирована дважды: в апреле на ст.№39 в поверхностном слое и в сентябре на ст.№12 также в поверхностном слое. В 100% случаев содержание фенолов в пробах превышала норматив.

Концентрация АПАВ была в широком диапазоне 12,0-216,0 мкг/дм³, составив в среднем 92,8 мкг/дм³ (0,93 ПДК). Максимальная (2,16 ПДК) была зафиксирована в апреле на ст.№37 в придонном слое. Уровень загрязненности морских вод детергентами в Амурском заливе по сравнению с прошлым годом практически не изменился (рис.11.7). В 33,3% случаев концентрация АПАВ в пробах превышала ПДК.

Средние показатели всех определяемых в морской воде **металлов** не превысили предельно допустимых значений (табл. 11.8). Максимальная концентрация железа превысила ПДК в 2,3 раза и была зафиксирована в сентябре на станции №16. Максимальная концентрация цинка превысила ПДК в 2,3 раза и была зафиксирована в апреле на станции №24. В апреле же на станции №28 на горизонте 10 м зафиксирована максимальная концентрация ртути, которая превысила ПДК 4,5 раза

(уровень ВЗ). По сравнению с 2021 годом повысился средний уровень загрязненности морских вод медью, цинком и ртутью.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Амурского залива в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
Средняя	0,90	0,15	1,01	0,53	8,41	3,84	80,70	0,001
	0,59	0,16	0,13	0,49	7,31	1,99	32,96	0,000
	1,87	0,29	0,30	2,20	15,01	3,97	31,81	0,014
	0,97	0,16	0,17	0,56	11,11	15,31	116,69	0,036
	1,34	2,30	1,22	0,79	15,76	10,96	74,95	0,030
	1,25	0,23	0,34	0,72	11,01	12,70	40,13	0,019
	1,30	1,55	0,19	1,01	19,57	5,17	43,91	0,032
	0,44	0,16	0,14	1,09	9,27	2,27	30,23	0,030
	1,21	0,35	0,05	0,81	7,75	3,13	18,4	0,032
	0,80	0,11	0,02	0,67	7,26	3,55		0,021
	1,81	0,91	0,14	1,09	33,64	2,95	18,20	0,055
Максимальная	4,6	1,2	29,0	5,4	353,0	62,0	535,0	0,02
	1,5	0,6	1,2	1,0	160,0	14,0	1085,0	0,01
	6,1	2,0	1,0	43,0	61,0	25,0	216,0	0,06
	1,7	0,8	0,9	1,5	31,0	174,0	1870,0	0,08
	5,8	9,1	31,0	3,7	80,0	103,0	539,0	0,06
	3,6	1,0	1,5	1,6	33,0	160,0	119,0	0,04
	5,5	12,1	0,7	7,7	59,0	27,2	627,4	0,24
	3,3	1,7	1,2	14,6	48,0	26,2	200,5	0,11
	2,6	6,2	0,5	3,8	34,9	10,1	138,9	0,14
	1,2	0,4	0,2	6,8	17,3	32,7		0,17
	3,7	7,0	0,3	4,1	115,2	12,8	115,3	0,45
ПДК средняя	0,18	0,01	0,10	0,05	0,17	0,08	1,60	0,01
	0,12	0,02	0,01	0,05	0,15	0,04	0,66	0,00
	0,37	0,03	0,03	0,22	0,30	0,08	0,64	0,14
	0,19	0,02	0,02	0,06	0,22	0,31	2,33	0,36
	0,27	0,23	0,12	0,08	0,32	0,22	1,50	0,30
	0,25	0,02	0,03	0,07	0,22	0,25	0,80	0,19
	0,26	0,15	0,02	0,10	0,39	0,10	0,88	0,32
	0,09	0,02	0,01	0,11	0,19	0,05	0,60	0,30
	0,24	0,03	<0,01	0,08	0,15	0,06	0,40	0,32
	0,16	0,01	<0,01	0,07	0,15	0,07		0,21
	0,36	0,09	0,01	0,11	0,67	0,06	0,36	0,55
ПДК максимальная	0,92	0,12	2,90	0,54	7,06	1,24	10,7	0,20
	0,30	0,06	0,12	0,10	3,20	0,28	21,70	0,10
	1,22	0,20	0,10	4,30	1,22	0,50	4,32	0,60
	0,34	0,08	0,09	0,15	0,62	3,48	37,40	0,80
	1,16	0,91	3,10	0,37	1,60	2,06	10,78	0,60

	0,72	0,10	0,15	0,16	0,66	3,20	2,38	0,40
	1,10	1,21	0,07	0,77	1,18	0,54	12,55	2,40
	0,60	0,17	0,12	1,46	0,96	0,52	4,01	1,10
	0,52	0,62	0,05	0,38	0,70	0,20	2,8	1,40
	0,24	0,04	0,02	0,68	0,35	0,65		1,70
	0,74	0,70	0,03	0,41	2,30	0,26	2,31	4,50

Концентрация аммонийного азота в водах Амурского залива изменялась в пределах 8,9-139,0 мкг/дм³, составив в среднем 0,01 ПДК; по сравнению с 2021 г. содержание аммония не изменилось. Содержание нитритов в морской воде изменялось в диапазоне 0,0-146,4 мкг/дм³, средняя величина (14,04 мкг/дм³, 0,59 ПДК) повысилась в 1,8 раза по сравнению с прошлогодней. Среднее содержание нитратов повысилось в 1,7 раза: с 31,30 до 54,04 мкг/дм³, при диапазоне значений 0,3-249,4 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота снизилось по сравнению с прошлым годом (532,27 мкг/дм³) в 1,2 раза, составив в 2022 г. 440,89 мкг/дм³; разброс величин 265,0-629,0 мкг/дм³. Среднегодовое значение органического азота снизилось в 1,3 раза и составило 351 мкг/дм³ (в 2021 г. – 456,0 мкг/дм³); максимальное значение 591,0 мкг/дм³.

Среднее содержание **фосфатов** (по фосфору) в водах Амурского залива снизилось в 1,6 раза: с 26,73 до 16,24 мкг/дм³; концентрация изменялась в диапазоне 4,7-48,1 мкг/дм³. Концентрация общего фосфора была в пределах 7,8-68,6 мкг/дм³; среднегодовой показатель по сравнению с прошлым годом снизился в 1,5 раза и составил 24,07 мкг/дм³. Максимальное значение обоих параметров отмечено в сентябре на ст.№16. Среднегодовая концентрация органического фосфора в толще вод залива составила 7,8 мкг/дм³, а диапазон в наблюдаемый период - 2,3-27,5 мкг/дм³.

Средняя концентрация кремния в водах Амурского залива повысилась в 1,1 раза: с 592,15 до 669,02 мкг/дм³; максимум (2025 мкг/дм³) был отмечен в сентябре в вершине залива на ст.№12 в поверхностном слое в распреснённой линзе с соленостью 23,24‰.

Содержание растворенного **кислорода** в водах Амурского залива изменялось в диапазоне 3,46-13,02 мгО₂/дм³, среднее составило 9,62 мгО₂/дм³, 103,27% насыщения. В период проведения наблюдений отмечено семь случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6 мг/дм³). Максимально низкое содержание в воде растворенного кислорода было зафиксировано в сентябре на станции №24 на горизонте 10 м и составило 3,46 мг/дм³ (41,3% насыщения), что ниже норматива в 1,7 раза. По сравнению с прошлым годом среднегодовой показатель повысился в 1,2 раза с 7,89 до 9,62 мгО₂/дм³.

Воды Амурского залива в 2022 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,00) по-прежнему соответствовали III классу и оценивались как «умеренно-загрязненные». Но качество вод незначительно улучшилось (в пределах одного класса) за счет снижения уровня загрязненности морских вод СПАВ и БПК₅ кислородного режима. В расчет индекса были включены фенолы, СПАВ и БПК₅. Загрязненность вод металлами в целом незначительна, однако наибольшая концентрация ртути доходила до 4,50 ПДК. Кислородный режим в заливе улучшился. В 14,6% проб концентрация кислорода была ниже норматива. Сезонное летне-осеннее снижение азрированности вод влияет на оценку качества морской среды.

В 2022 г. отбор проб **донных отложений** в Амурском заливе проводился в апреле и сентябре (18 проб). Среднее содержание НУ составило 186,11 мкг/г сухого остатка (3,72 ДК). Концентрация нефтяных углеводородов в пробах изменялась в диапазоне 30-960 мкг/г. Максимум (19,2 ДК) отмечен в апреле на ст.№24 вблизи Владивостока. По сравнению с 2021 годом среднее содержание снизилось в 1,1 раза.

Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 2,6-7,4, составив в среднем 4,58 мкг/г, максимум был отмечен в апреле на ст.№37. Среднее содержание снизилось в 1,2 раза

Суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ варьировала от 1,00 до 7,50 нг/г, а средняя составила 2,46 (0,99 ДК), что в 1,8 раза ниже значения прошлого года. Максимальная величина ДДТ достигала 3,1 нг/г, ДДЭ - 2,1 нг/г, а ДДД – 3,40 нг/г. Максимум ДДТ был зафиксирован на ст.№52 в сентябре, а максимумы по ДДД и ДДЭ на ст.№35 сентябре.

Средняя концентрация α -ГХЦГ в донных отложениях составила 0,06 нг/г; значения изменялись от аналитического нуля в девяти пробах до 0,30 нг/г; γ -ГХЦГ (линдан) – средняя составила 0,03 нг/г при диапазоне значений 0,0-0,1 нг/г. Максимальное содержание линдана (2 ДК) было зафиксировано дважды в апреле на ст.№№ 37 и 12 и трижды в сентябре на ст.№№ 11, 16 и 24. Альдрин был обнаружен в трех пробах (0,1 нг/г) в апреле и сентябре на ст.№№ 11, 16 и 24. Средняя концентрация ПХБ в донных отложениях Амурского залива составила 7,33 нг/г (0,37 ДК), максимальная – 35,0 нг/г (1,75 ДК).

Среднегодовые и максимальные значения всех определяемых тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива не превысили допустимого уровня (табл. 11.9). В 2022 году в донных отложениях Амурского залива среднегодовые концентрации всех определяемых металлов, кроме кадмия снизились в 1,2-2 раза. Концентрации кадмия снизилась в 4 раза.

Общий уровень загрязнения осадков Амурского залива ртутью существенно ниже, чем в бухте Золотой Рог и бухте Диомид (рис. 11.10) В меньшей степени, но тоже достаточно высоко, загрязнены донные отложения в проливе Босфор Восточный. Во всех остальных районах среднее содержание ртути не превышало допустимого уровня, а максимальные величины не превышали 2 ДК.

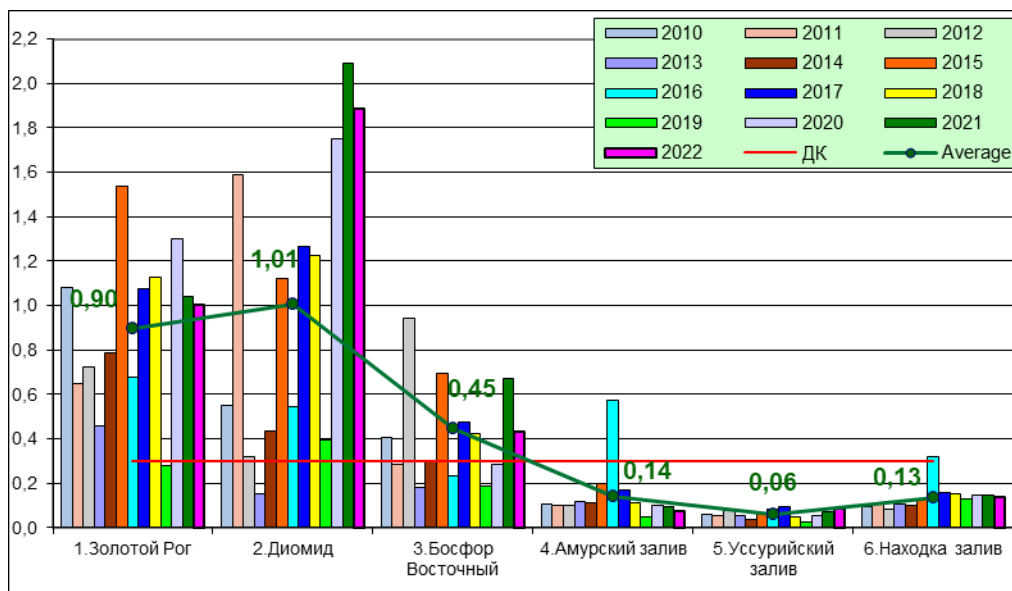


Рис. 11.10. Многолетние изменения средней концентрации ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2010–2021 гг. Значения в бухте Диомид в 2020-2022 гг. составили 1,75 и 2,09 мкг/г соответственно.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	12,69	13,93	0,27	4,23	11,05	85,56	108,72	25763	21,62	0,102
	13,10	10,72	0,87	5,11	14,66	63,06	116,06	30441	18,31	0,117
	13,13	19,61	0,51	4,47	16,17	65,37	139,19	26509	29,26	0,109
	16,19	16,11	1,67	3,73	18,14	68,56	151,44	25825	54,06	0,196
	11,98	11,46	1,11	4,86	17,43	61,50	122,56	23076	22,91	0,571
	13,72	12,58	0,67	6,06	12,55	60,76	109,44	24935	16,13	0,172
	13,78	14,57	0,39	4,93	13,38	71,43	141,43	22989	22,54	0,112
	14,68	17,31	0,09	4,21	13,05	75,11	136,41	23816	20,72	0,049
	13,58	24,27	0,39	4,24	31,36	59,21	109,31	22434	23,32	0,099
	12,20	16,65	0,41	6,54	20,20	55,11	130,16	17700	19,79	0,097

	9,92	11,08	0,05	4,09	10,27	36,43	95,53	11463	13,32	0,074
Максимальная	27,0	28,0	0,7	6,4	18,0	437,0	179,0	39040	39,0	0,25
	42,0	24,0	1,6	8,3	24,0	140,0	177,0	54655	36,0	0,29
	32,0	34,0	0,9	8,1	27,0	110,0	261,0	46272	37,0	0,42
	34,0	51,0	4,6	16,0	40,0	124,0	341,0	38839	71,0	0,93
	24,0	28,0	2,2	7,4	26,0	99,0	294,0	38331	42,0	2,32
	24,0	35,0	2,0	13,0	22,0	125,0	178,0	32390	26,0	0,78
	28,0	33,0	0,6	8,3	20,5	135,9	227,3	39882	33,8	0,32
	34,1	42,4	0,4	6,5	23,2	147,9	282,0	40964	35,6	0,15
	27,6	63,2	1,1	9,3	98,7	111,0	204,2	36617	36,8	0,38
	25,5	35,6	0,6	15,8	102,4	125,7	367,7	43211	35,1	0,31
20,9	26,5	0,2	6,6	17,6	61,0	186,4	18172	22,5	0,21	
ДК средняя	0,36	0,16	0,33	0,21	0,32	0,61			0,22	0,34
	0,37	0,13	1,09	0,26	0,42	0,45			0,18	0,39
	0,38	0,23	0,64	0,22	0,46	0,47			0,29	0,36
	0,46	0,19	2,08	0,19	0,52	0,49			0,54	0,65
	0,34	0,13	1,39	0,24	0,50	0,44			0,23	1,90
	0,39	0,15	0,84	0,30	0,36	0,43			0,16	0,57
	0,39	0,17	0,49	0,25	0,38	0,51			0,23	0,37
	0,42	0,20	0,11	0,21	0,37	0,54			0,21	0,16
	0,39	0,29	0,49	0,21	0,90	0,42			0,23	0,33
	0,35	0,20	0,51	0,33	0,58	0,39			0,20	0,32
0,28	0,13	0,06	0,20	0,29	0,26			0,13	0,25	
ДК максимальная	0,77	0,33	0,88	0,32	0,51	3,12			0,39	0,83
	1,20	0,28	2,00	0,42	0,69	1,00			0,36	0,97
	0,91	0,40	1,13	0,41	0,77	0,79			0,37	1,40
	0,97	0,60	5,75	0,80	1,14	0,89			0,71	3,10
	0,69	0,33	2,75	0,37	0,74	0,71			0,42	7,73
	0,69	0,41	2,50	0,65	0,63	0,89			0,26	2,60
	0,80	0,39	0,75	0,42	0,59	0,97			0,34	1,07
	0,97	0,50	0,50	0,33	0,66	1,06			0,36	0,50
	0,79	0,74	1,38	0,47	2,82	0,79			0,37	1,27
	0,73	0,42	0,75	0,79	2,93	0,90			0,35	1,03
0,60	0,31	0,25	0,33	0,50	0,44			0,23	0,70	

11.7. Уссурийский залив

Уссурийский залив - крупный внутренний залив у северного берега залива Петра Великого Японского моря. Входной на западе мыс Маячный на острове Шкота и мыс Сысоева (Шкотовский район) на востоке. Длина - 51 км, ширина у входа - 42 км, глубина - до 67 м. С декабря по март Уссурийский залив у северных берегов частично замерзает, ледяной покров незначителен. На берегу залива расположены города Владивосток и Большой Камень, посёлки Емар, Шкотово и

Подъяпольское. На западном побережье залива имеется большая курортная зона с пансионатами, санаториями и детскими лагерями. В бухте Лазурная (Шамора) расположен самый популярный и крупный пляж Владивостока. Считается более холодным по сравнению с соседним Амурским заливом.

В 2021 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Уссурийского залива проводились в апреле, июле и октябре на 9 станциях (рис. 11.11). Всего было отобрано 72 пробы воды, 18 проб донных отложений отбирались в апреле и октябре.

В период проведения работ **температура** воды изменялась от $-0,48^{\circ}\text{C}$ в апреле на ст.№117 на выходе из залива в придонном слое до $22,4^{\circ}\text{C}$ в июле на ст.№104 в вершине залива в поверхностном слое. Среднее значение составило $10,83^{\circ}\text{C}$. Значения солености изменялись от 23,94‰ в июле в вершине залива на поверхности до 33,99‰ в октябре на выходе из залива в придонном слое; средний показатель составил 33,02‰. Значения рН изменялись от 7,99 до 8,56, в среднем $-8,24$ ед.рН. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,0-20,5 мг/дм³, составив в среднем 6,48 мг/дм³; максимальное значение (2,1 ПДК) зарегистрировано в апреле на ст.№108 на промежуточном 10-метровом горизонте. По сравнению с 2021 г. среднее содержание взвешенных частиц возросло в 1,8 раза. Среднее значение биохимического потребления кислорода БПК₅ повысилось по сравнению с прошлым годом и составило 1,64 мгО₂/дм³ (2012 – 2,17; 2013 – 1,01; 2014 – 3,73, 2015 – 2,38; 2016 – 1,66; 2017 – 1,88; 2018 – 1,07; 2019 – 1,93; 2020 – 2,01; 2021 – 1,26 мгО₂/дм³). Максимальное значение (6,00 мгО₂/дм³, 2,9 ПДК) было зарегистрировано дважды в октябре: на ст.№108 (на выходе из залива) в придонном слое и на ст.№106 (в центральной части залива) в поверхностном. Прозрачность вод не превышала 12 метров.



Рис. 11.11. Станции отбора проб в Уссурийском заливе.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Уссурийского залива изменялась от величин ниже предела обнаружения в четырех пробах ($DL=0,01 \text{ мг/дм}^3$) до $0,12 \text{ мг/дм}^3$ (2,4 ПДК). Максимальное значение было зафиксировано в июле на ст.№103 (вблизи Владивостока) в придонном слое. По сравнению с 2021 г. среднегодовая концентрация НУ практически не изменилась и составила 0,7 ПДК (рис. 11.9). Содержание НУ в воде залива превышало ПДК в 25% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива случаев покрытия более 50% видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.

Содержание фенолов в пробах изменялось в диапазоне $1,6\text{--}2,6 \text{ мкг/дм}^3$; средняя концентрация повысилась в 1,75 раза и составила 1,96 ПДК. Максимальная концентрация фенолов в морской воде была зафиксирована в июле на ст.№104 на поверхности. Превышение ПДК наблюдалось в 100% проб. В 2010 г. - 51,4%; 2011 - 40,3%; 2012 - 51,4%; 2013 - 56,9%; 2014 - 86,2%; 2015 - 37,5%; 2016 - 25%; 2017 - 11,1%; 2018 - 34,7%; 2019 - 77,8%, 2020 и 2021гг. -75%.

Уровень загрязненности вод залива детергентами в среднем практически не изменился и составил 0,99 ПДК. Диапазон концентраций $16,0\text{--}253,0 \text{ мкг/дм}^3$, максимум был отмечен в апреле на ст.№100 вблизи Владивостока в придонном слое. В 42% проб концентрация **АПАВ** превышала предельно-допустимую концентрацию.

Воды Уссурийского залива относительно бухты Золотой Рог меньше загрязнены тяжелыми **металлами**, средняя концентрация определяемых металлов в период наблюдений не превышала половину норматива (табл. 11.10). Максимальная концентрация железа составила 3,41 ПДК и была зафиксирована в июле на ст.№208 в центральной части залива в поверхностном слое. Повысилась максимальная концентрация цинка (в 3,7 раза), свинца (в 20 раз, отмечена на ст.№117), никеля (в 3,4 раза) и ртути (в 1,6 раза). Максимальные концентрации остальных определяемых тяжелых металлов не превысили ПДК.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
Средняя	0,96	0,21	0,21	0,34	8,10	6,74	43,3	0,003
	0,46	0,15	0,21	0,49	4,37	2,52	41,21	0,0001
	1,12	0,32	0,24	0,63	12,58	12,25	58,33	0,033
	0,85	0,13	0,21	1,07	10,36	8,08	112,72	0,034
	1,74	0,61	1,02	0,66	12,50	3,22	53,03	0,045
	0,93	0,32	0,27	0,70	9,13	3,70	78,32	0,023
	0,75	0,53	0,15	0,80	13,44	2,04	36,89	0,033
	0,49	0,17	0,17	0,30	7,89	0,45	16,69	0,027
	1,06	0,11	0,06	1,09	8,56	0,96	17,80	0,014
	0,95	0,13	0,02	0,76	5,83	2,73		0,048
	1,97	1,34	0,21	2,91	19,99	1,41	34,40	0,054
Максимальная	8,0	1,9	3,2	3,8	91,0	35,0	309,0	0,04
	1,9	0,6	0,5	1,9	10,0	30,0	569,0	0,01
	2,4	1,4	0,9	4,1	50,0	91,0	275,0	0,20
	2,5	0,6	1,5	24,0	55,0	75,0	505,0	0,09
	22,0	2,8	12,0	2,0	53,0	21,0	377,0	0,17
	3,1	4,2	1,2	15,0	26,0	12,0	290,0	0,09
	2,6	3,8	1,2	12,3	47,7	8,2	289,5	0,31
	1,9	0,6	0,9	1,1	33,1	2,4	128,4	0,09
	4,1	0,7	1,0	14,9	34,9	4,2	63,9	0,09
	7,2	0,6	0,1	8,3	29,6	37,8		0,16
	4,9	12,4	3,0	28,0	109,0	5,7	170,7	0,26
ПДК средняя	0,19	0,02	0,02	0,03	0,16	0,13	0,87	0,03
	0,09	0,01	0,02	0,05	0,09	0,05	0,82	<0,01
	0,22	0,03	0,02	0,06	0,25	0,25	1,17	0,33
	0,17	0,01	0,02	0,11	0,21	0,16	2,25	0,34
	0,35	0,06	0,10	0,07	0,25	0,06	1,06	0,45
	0,19	0,03	0,03	0,07	0,18	0,07	1,57	0,23
	0,15	0,05	0,02	0,08	0,27	0,04	0,74	0,33
	0,10	0,02	0,02	0,03	0,16	0,01	0,33	0,27

	0,21	0,01	<0,01	0,11	0,17	0,02	0,40	0,14
	0,19	0,01	<0,01	0,08	0,12	0,05		0,48
	0,39	0,13	0,02	0,29	0,40	0,03	0,69	0,54
ПДК максимальная	1,60	0,19	0,32	0,38	1,82	0,70	6,20	0,40
	0,38	0,06	0,05	0,19	0,20	0,60	11,38	0,10
	0,48	0,14	0,09	0,41	1,00	1,82	5,50	2,00
	0,50	0,06	0,15	2,40	1,10	1,50	10,10	0,90
	4,40	0,28	1,20	0,20	1,06	0,42	7,54	1,70
	0,62	0,42	0,12	1,50	0,52	0,24	5,80	0,90
	0,52	0,38	0,12	1,23	0,95	0,16	5,79	3,10
	0,38	0,06	0,09	0,11	0,66	0,05	2,57	0,90
	0,82	0,07	0,10	1,49	0,70	0,08	1,30	0,90
	1,44	0,06	0,01	0,83	0,59	0,76		1,60
0,98	1,24	0,30	2,80	2,18	0,11	3,41	2,60	

Содержание биогенных элементов в водах Уссурийского залива в 2022 г. в целом соответствовало многолетней изменчивости. Средняя за период наблюдений концентрация аммонийного азота не превысила 0,2 ПДК, по сравнению с предыдущим годом возросла в 2,3раза. Значения изменялись в пределах 1,3-439,0 мкг/дм³. Среднегодовое содержание аммония во всех крупных районах залива Петра Великого остается примерно на одном уровне последние годы, при этом существенно уступает уровню загрязненности вод вблизи Владивостока (рис. 11.12). Концентрация нитритов повысилась в 2,1 раза и составила 0,26 ПДК при диапазоне значений 0,0-50,8 мкг/дм³. Максимум (2,12 ПДК) зарегистрирован в октябре в центральной части залива на ст.№117 в придонном слое. Средняя величина нитратов увеличилась в 1,2 раза и составила 27,06 мкг/дм³ при диапазоне значений 0,2-450,0 мкг/дм³; максимум отмечен в октябре на выходе из залива в придонном слое. Среднее содержание общего азота уменьшилось в 1,9 раза: с 606,0 до 316,06 мкг/дм³; диапазон значений 190,0-745,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация **органического азота** в толще составила 220 мкг/дм³. Концентрации изменялись от 0 мкг/дм³ до 698 мкг/дм³.

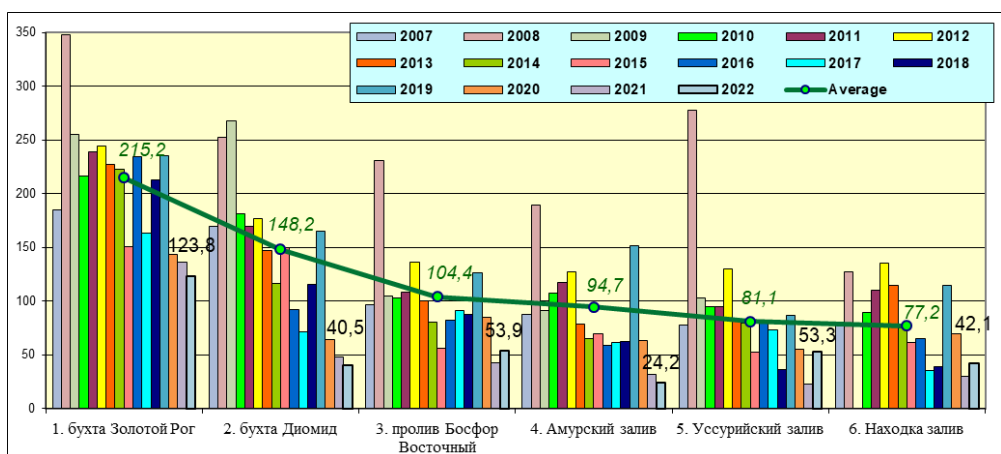


Рис. 11.12. Динамика средней концентрации аммонийного азота $N-NH_4$ ($мг/дм^3$) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2007–2022 гг.

Содержание **фосфатов** в водах Уссурийского залива изменялось в пределах $3,3-39,3$ $мг/дм^3$, составив в среднем $13,66$ $мг/дм^3$, что соответствует уровню 2022 года. Максимум был зарегистрирован в июле на выходе из залива в придонном слое. Среднее содержание общего фосфора по сравнению с предыдущим годом практически не изменилось и составило $18,65$ $мг/дм^3$; при диапазоне значений $4,5-55,3$ $мг/дм^3$. Максимум зарегистрирован в июле там же, где и максимальная концентрация фосфатов. Среднегодовая концентрация органического фосфора в толще составила $4,8$ $мг/дм^3$. Концентрации в пробах изменялись от $0,4$ $мг/дм^3$ до $15,9$ $мг/дм^3$. Средняя концентрация кремния в воде повысилась с $369,39$ до $494,10$ $мг/дм^3$; при диапазоне значений $94,0-2313,0$ $мг/дм^3$; максимум отмечен дважды в апреле и июле в вершине залива в поверхностном слое.

Среднее за период наблюдений содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива ($9,64$ $мгO_2/дм^3$), повысилось по сравнению с прошлым годом и соответствовало среднемуголетнему. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от $6,97$ до $13,30$ $мгO_2/дм^3$. В 2022 году на акватории Уссурийского залива не зафиксировано случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива ($6,0$ $мг/дм^3$).

Качество вод Уссурийского залива в 2022 г. по индексу загрязненности вод ИЗВ (1,09, III класс) оцениваются как «умеренно-загрязненные». По сравнению с 2021 г. класс качества не изменился. Расчет выполнен по средней концентрации фенолов, детергентов, БПК₅. Кроме трех расчетных ингредиентов к числу приоритетных загрязняющих веществ в водах залива также относятся металлы железа,

цинк, свинец и ртуть, максимальная концентрация которых достигала 3,41, 2,18, 1,24 и 2,60 ПДК соответственно. Кислородный режим в целом в период наблюдений был в пределах нормы.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах **донных отложений** Уссурийского залива изменялось от 30 до 500 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 87,78 мкг/г (1,75 ДК). Максимум (10 ДК) отмечен в октябре на ст.№105 вблизи пос. Большой Камень. По сравнению с прошлым годом среднее содержание НУ повысилось в 1,5 раза. Превышение допустимого уровня концентрации в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 72% проб. Концентрация фенолов в пробах была в диапазоне 1,1-6,1 мкг/г, а в среднем составила 2,85 мкг/г, что в 1,2 раза меньше, чем в 2021г. Максимум отмечен в октябре в том же районе, что и максимум содержания нефтяных углеводородов.

Из пестицидов концентрация конгенера α -ГХЦГ в осадках залива была незначительной и изменялась от аналитического нуля до 1,3 нг/г (в одной пробе); среднее значение - 0,10 нг/г; максимум был зафиксирован в октябре вблизи Владивостока. Содержание линдана изменялось в пределах от аналитического нуля до 0,1 нг/г (2 ПДК), в среднем - 0,01 нг/г (0,2 ПДК). Концентрация ДДТ в донных отложениях Уссурийского залива изменялась в диапазоне 0,0-5,7 нг/г, в среднем - 0,99 нг/г; концентрация ДДЭ - 0,0-6,2 нг/г, в среднем 0,97 нг/г; концентрация ДДД - 0,0-11,8 нг/г, в среднем - 1,40 нг/г. Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 3,36 нг/г (1,34 ДК), что в 1,2 раза выше уровня 2021 г. Максимальное значение суммы этой группы достигало 20,1 нг/г (8,0 ПДК) в октябре вблизи Владивостока на ст.№100. В осадках Уссурийского залива альдрин был обнаружен только в апреле в двух пробах: на ст.№104 в концентрации 0,1 нг/г и на ст.№100 вблизи Владивостока в концентрации 1,0 нг/г. Среднее содержание суммы полихлорбифенилов в донных отложениях составило 6,61 нг/г (0,3 ДК) при диапазоне 0,5-32,1 нг/г (1,6 ДК). Максимальная концентрация ПХБ была зафиксирована в апреле вблизи Владивостока на ст.№100.

Уровень загрязнённости донных отложений Уссурийского залива тяжелыми **металлами** в целом невысокий. Средние значения всех определяемых ТМ варьировали в пределах 0,07-0,39 ДК (табл. 11.11). Максимальное содержание меди в вершине залива на ст.№104 в апреле было выше ДК в 2,37 раза. Максимальное содержание кадмия снизилось с 0,75 до 0,38 ДК. Максимальные концентрации всех остальных металлов оставалось ниже норматива.

Загрязнение донных отложений ртутью в 2022 г в среднем практически не изменилось: концентрации изменялись в диапазоне 0,03 - 0,59 нг/г, составив в среднем 0,09 нг/г (0,29 ДК). Однако, максимальная концентрация, обнаруженная в апреле вблизи Владивостока на ст.№100, превысила норматив в 1,97 раза (это более, чем в 3 раза выше прошлогоднего максимума).

Таблица 11.11. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	8,92	12,33	0,14	2,11	5,92	49,22	92,89	16786	16,67	0,076
	7,89	12,88	0,62	3,43	10,78	41,33	93,56	18000	12,63	0,052
	8,42	11,45	0,42	3,12	8,34	47,74	70,74	16933	21,24	0,036
	11,44	11,78	1,49	4,59	8,59	37,89	104,61	14045	37,72	0,065
	9,43	11,17	0,74	3,77	10,38	37,56	77,78	13246	13,71	0,084
	12,47	11,96	0,61	3,83	7,87	18,00	89,89	18147	9,49	0,096
	7,94	11,58	0,30	2,26	6,19	34,07	84,23	13258	11,47	0,048
	7,26	11,61	0,19	2,61	12,50	32,38	59,59	12231	11,43	0,024
	7,33	11,29	0,47	3,83	14,78	30,12	82,17	11102	12,28	0,052
	9,72	18,04	0,34	5,22	16,69	47,13	118,16	14397	16,92	0,073
	13,60	9,52	0,13	2,74	6,12	36,56	61,17	8049	6,86	0,086
Максимальная	40,0	44,0	0,5	5,4	13,0	193,0	164,0	32529	30,0	0,31
	23,0	27,0	1,1	9,0	21,0	109,0	228,0	39543	38,0	0,16
	27,0	30,0	0,8	6,2	17,0	111,0	194,0	45842	39,0	0,08
	40,0	45,0	2,4	24,0	27,0	101,0	201,0	33553	64,0	0,34
	27,0	33,0	1,4	7,4	55,0	82,0	228,0	25019	35,0	0,23
	58,0	59,0	2,1	6,9	12,0	52,0	180,0	27398	18,0	0,48
	25,6	37,9	0,4	4,8	11,2	82,9	212,0	27657	19,9	0,16
	20,0	34,8	0,7	5,7	56,3	76,5	171,0	26622	20,7	0,07
	14,5	23,1	0,9	8,4	72,5	59,7	219,6	22954	24,4	0,1
	23,0	55,5	0,6	15,8	102,4	125,7	367,7	43211	35,1	0,19
	83,0	36,4	0,3	6,2	12,5	74,7	141,3	16571	14,5	0,59
ДК Средняя	0,25	0,15	0,17	0,11	0,17	0,35			0,17	0,25
	0,23	0,15	0,77	0,17	0,31	0,30			0,13	0,17
	0,24	0,13	0,52	0,16	0,24	0,34			0,21	0,12
	0,33	0,14	1,87	0,23	0,25	0,27			0,38	0,22
	0,27	0,13	0,92	0,19	0,30	0,27			0,14	0,28
	0,36	0,14	0,76	0,19	0,22	0,13			0,09	0,32
	0,23	0,14	0,38	0,11	0,18	0,24			0,11	0,16
	0,21	0,14	0,24	0,13	0,36	0,23			0,11	0,08
	0,21	0,13	0,59	0,19	0,42	0,22			0,12	0,17
	0,28	0,21	0,42	0,26	0,48	0,34			0,17	0,24

	0,39	0,11	0,16	0,14	0,17	0,26			0,07	0,29
ДК максимальная	1,14	0,52	0,63	0,27	0,37	1,38			0,30	1,03
	0,66	0,32	1,38	0,45	0,60	0,78			0,38	0,53
	0,77	0,35	1,00	0,31	0,49	0,79			0,39	0,27
	1,14	0,53	3,00	1,20	0,77	0,72			0,64	1,13
	0,77	0,39	1,75	0,37	1,57	0,59			0,35	0,77
	1,66	0,69	2,63	0,35	0,34	0,37			0,18	1,60
	0,73	0,45	0,50	0,24	0,32	0,59			0,20	0,53
	0,57	0,41	0,88	0,29	1,61	0,55			0,21	0,23
	0,41	0,27	1,13	0,42	2,07	0,43			0,24	0,33
	0,66	0,65	0,75	0,79	2,93	0,90			0,35	0,63
	2,37	0,43	0,38	0,31	0,36	0,53			0,15	1,97

11.8. Залив Находка

Залив Находка расположен на юге Приморского края, на востоке залива Петра Великого Японского моря. Площадь поверхности 140 км². Включает бухты Находка, Врангеля, Козьмина, Новицкого и небольшие другие. На берегу залива расположен город Находка. В заливе находятся 4 порта и 4 судоремонтных завода. Базовый порт для судов Приморского морского пароходства. Приливы в заливе незначительные, в среднем 16-17 см, максимум - 60 см. Остров Лисий защищает от морских волн западную часть залива. Акватория имеет мягкий ледовый режим, толщина льда не превышает 6-7 см. В течение зимы происходит 2-3 полных очищения бухты Находка ото льда, а бухта Врангеля вообще практически не замерзает. В северную часть залива впадает река Партизанская со среднегодовым расходом воды 36,9 м³/с.

На акватории залива Находка, включая центральную часть залива, бухты Находка, Козьмина и Врангеля, в 2022 г. гидрохимические наблюдения проводились в мае, июле и сентябре на 12 станциях было отобрано 96 проб воды и 24 пробы донных отложений (рис. 11.13). Анализ полученных результатов загрязнения залива Находка проводился с использованием наблюдений в бухтах Находка и Врангеля.

В период наблюдений температура воды изменялась в пределах 2,25-20,46⁰С, в среднем 10,40⁰С. Соленость варьировала от 12,37‰ вблизи устья реки Партизанская в мае на поверхности до 34,01‰ вблизи мыса Козьмина на в придонном слое. Среднегодовое значение составило 31,71‰. Значения рН изменялись от 8,12 до 8,55; в среднем - 8,28 ед. рН.

Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 3,4-19,2 мг/дм³, максимум (1,92 ПДК) отмечен в июле на ст.№7 в поверхностном слое. Средняя величина (10,14 мг/дм³) повысилась по сравнению с 2021 в 1,3 раза. Среднее значение биохимического потребления кислорода

(2,24 мгО₂/дм³, 1,07 ПДК) повысилось в 1,4 раза. Максимальное значение содержания органических веществ по БПК₅ составило 8,00 мгО₂/дм³ (3,8 ПДК) и было отмечено в июле в центральной части залива в поверхностном слое. Прозрачность воды не более 8 м.

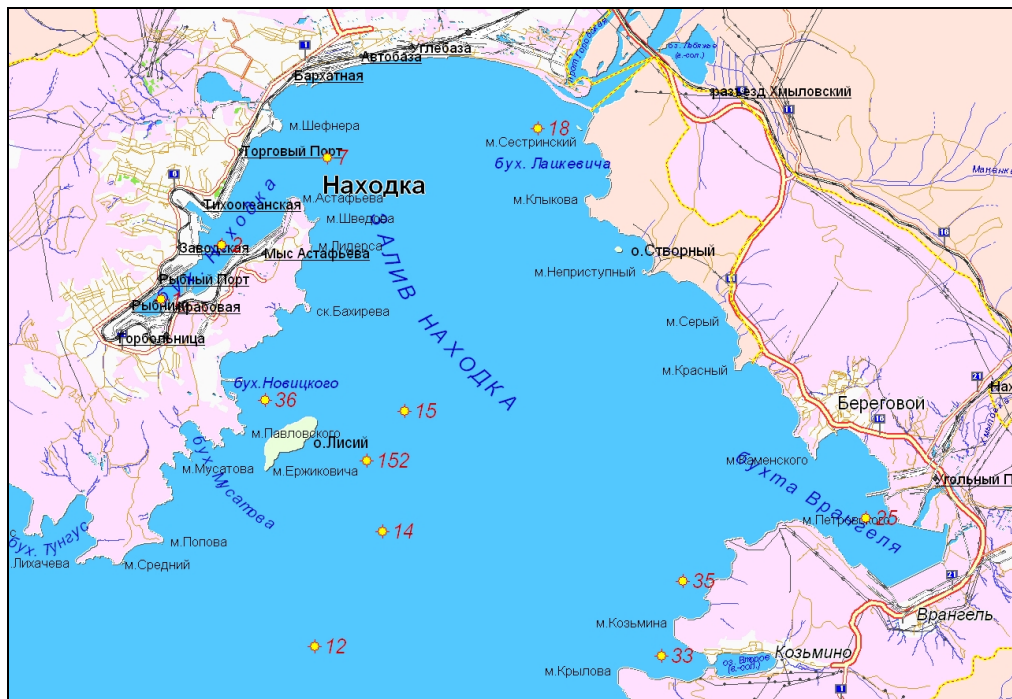


Рис. 11.13. Станции отбора проб в заливе Находка.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне от 0,01 до 0,07 мг/дм³, в среднем - 0,03 мг/дм³ (0,54 ПДК). В уровень загрязненности вод залива НУ понизился в 1,4 раза. Максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре в бухте Врангеля в поверхностном слое. В 7% из разных участков акватории залива концентрация НУ была выше норматива. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод залива Находка наблюдалось 2 случая покрытия более 50% видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов: в сентябре в районе станции №7 и в районе станции №2.

Концентрация фенолов изменялась в пределах 1,2-3,5 мкг/дм³, среднегодовой показатель 1,91 мкг/дм³ был в 1,4 раза выше прошлогоднего. Максимальная концентрация (3,5 ПДК) была зарегистрирована в июле на ст.№1 в бухте Находка в поверхностном слое. Во всех пробах концентрация фенолов была выше предельно допустимого значения.

Содержание АПАВ в водах залива Находка по сравнению с предыдущим годом повысилось в 1,2 раза: диапазон значений составил 20,0-284,0 мкг/дм³, в среднем - 112,1 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зарегистрирована в июле в бухте Врангеля в поверхностном слое. В 53% проб концентрация детергентов была выше предельно допустимого значения.

Средняя концентрация определяемых тяжелых металлов, кроме железа в водах залива Находка составляла десятые доли норматива (табл. 11.12). Среднее содержание железа превысило ПДК в 1,3 раза, максимум был отмечен в июле на ст.№152 вблизи о. Лисий в поверхностном слое. В наибольшей степени в морских водах был представлен медь (0,42 ПДК), цинк (0,38 ПДК) и ртуть (0,26 ПДК). При этом, максимальная концентрация меди дважды превысила установленный норматив в 1,3 раза (в мае в центре залива и в июле в бухте Находка), максимальная концентрация цинка зафиксирована в мае в бухте Врангеля в придонном слое, а максимум по ртути достигала 2,30 ПДК на 10-метровом горизонте в центральном районе залива, что в 2,3 раза больше, чем в 2021 г.

Таблица 11.12. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
Средняя	1,06	0,14	0,33	0,31	7,99	5,55	35,50	0,006
	0,53	0,12	0,09	0,33	5,73	3,47	18,05	0,000
	1,29	0,26	0,32	0,69	15,31	7,79	48,51	0,054
	0,63	0,09	0,19	0,42	9,67	3,71	24,20	0,043
	1,11	0,52	0,35	1,04	10,69	2,66	36,62	0,027
	0,90	0,24	0,40	0,64	12,13	8,94	53,93	0,026
	0,87	0,94	0,18	0,44	9,90	2,31	21,46	0,033
	0,94	0,22	0,07	0,91	7,73	0,94	16,58	0,032
	1,06	0,10	0,06	1,03	8,18	5,31	18,20	0,025
	0,88	0,18	0,05	2,24	5,83	2,84		0,014
2,09	1,21	0,10	1,56	18,77	1,13	64,94	0,026	
Максимальная	10,0	0,4	1,9	1,6	49,0	38,0	437,0	0,23
	1,4	0,4	0,5	0,7	109,0	23,0	43,0	0,00
	3,0	1,6	3,8	3,0	137,0	60,0	387,0	0,60
	1,8	0,6	1,1	2,3	53,0	19,0	170,0	0,15
	5,1	2,7	5,2	42,0	55,0	17,0	112,0	0,13
	6,3	2,8	1,6	3,2	52,0	122,0	176,0	0,09
	7,8	8,0	1,1	2,1	32,2	42,2	135,0	0,12

	5,5	2,1	0,3	17,1	20,5	13,9	117,3	0,12
	3,9	0,6	0,5	15,2	24,9	135,0	118,0	0,28
	2,0	0,5	0,6	29,8	20,1	17,7		0,10
	6,3	6,7	1,2	20,8	146,5	6,4	854,8	0,23
ПДК средняя	0,21	0,01	0,03	0,03	0,16	0,11	0,70	0,06
	0,11	0,01	0,01	0,03	0,11	0,07	0,36	
	0,26	0,03	0,03	0,07	0,31	0,16	0,97	0,54
	0,13	0,01	0,02	0,04	0,19	0,07	0,48	0,43
	0,22	0,05	0,04	0,10	0,21	0,05	0,73	0,27
	0,18	0,02	0,04	0,06	0,24	0,18	1,08	0,26
	0,17	0,09	0,02	0,04	0,20	0,05	0,43	0,33
	0,19	0,02	<0,01	0,09	0,15	0,02	0,33	0,32
	0,21	0,01	<0,01	0,10	0,16	0,11	0,36	0,25
	0,18	0,02	<0,01	0,22	0,12	0,06		0,14
	0,42	0,12	0,01	0,16	0,38	0,02	1,30	0,26
ПДК максимальная	2,00	0,04	0,19	0,16	0,98	0,76	8,70	2,30
	0,28	0,04	0,05	0,07	2,18	0,46	0,86	
	0,60	0,16	0,38	0,30	2,74	1,20	7,74	6,00
	0,36	0,06	0,11	0,23	1,06	0,38	3,40	1,50
	1,02	0,27	0,52	4,20	1,10	0,34	2,24	1,30
	1,26	0,28	0,16	0,32	1,04	2,44	3,52	0,90
	1,56	0,80	0,11	0,21	0,64	0,84	2,70	1,20
	1,10	0,21	0,03	1,71	0,41	0,28	2,35	1,20
	0,78	0,06	0,05	1,52	0,50	2,70	2,40	2,80
	0,40	0,05	0,06	2,98	0,40	0,35		1,00
	1,26	0,67	0,12	2,08	2,93	0,13	17,10	2,30

Концентрация аммонийного азота в водах залива изменялась в диапазоне 13,1-245,7 мкг/дм³, максимум был отмечен в июле на ст.№18 (вблизи устья р. Партизанская) в поверхностном слое. Среднее значение повысилось в 1,4 раза до 42,1 мкг/дм³. Содержание нитритов изменялось в диапазоне 2,4-153,1 мкг/дм³, максимальная величина была зафиксирована там же, где и максимум азота аммонийного, и снизилась в 1,3 раза по сравнению с 2021 г. Среднее значение (17,2 мкг/дм³) по сравнению с прошлым годом выросло в 1,4 раза (рис. 11.14).

Уровень загрязненности морских прибрежных вод залива Петра Великого нитритами в 2010-2021 гг. в целом соответствовал естественному режиму и редко превышал ПДК. Среднегодовые значения нитритов в морских водах превысили норматив в исследуемый период дважды: в бухте Золотой Рог (2019 г. – 1,43 ПДК) и в бухте Диомид (2020 г. – 1,21 ПДК). В 2022 г. продолжается повышение

содержания нитритов в морской воде в заливе Находка. Среднее значение за год выросло в 1,4 раз.

Концентрация нитратов была в диапазоне 0,5-266,2 мкг/дм³, среднее содержание снизилось с 31,6 до 25,99 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в сентябре на ст.№1 в бухте Находка в придонном слое. Среднее содержание общего азота немного снизилось с 574,6 до 437,65 мкг/дм³; диапазон значений 242-855 мкг/дм³, (в 2021 году было 325–1041 мкг/дм³). Средняя концентрация органического азота в толще воды составила 470,0 мкг/дм³ (в прошлом году 502,0 мкг/дм³) при диапазоне значений 211-729 мкг/дм³.

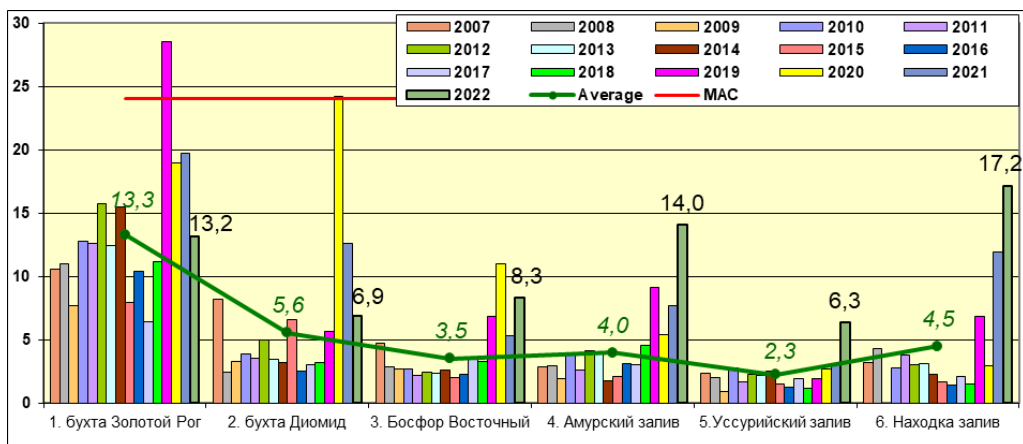


Рис. 11.14. Средние значения содержания нитритов (мкг/дм³) в районах залива Петра Великого Японского моря в 2007-2022 гг.

Содержание **фосфатов** в водах залива Находка изменялось в пределах 4,9-32,5 мкг/дм³, составив в среднем 14,89 мкг/дм³; максимальная концентрация была зарегистрирована в мае на ст.№36 в бухте Новицкого на 10-метровом горизонте. Однако наиболее загрязненным фосфатами районом залива остается бухта Находка – среднее содержание фосфатов здесь составило 16,55 мкг/дм³. Значения общего фосфора изменялись в диапазоне 6,7-46,2 мкг/дм³; средняя величина снизилась с 23,8 до 20,98 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 7,1 мкг/дм³, диапазон изменений 2,5-11,7 мкг/дм³. Среднее содержание кремния в водах залива Находка повысилось в 2 раза до 725,62 мкг/дм³ (в 2021г. - 364,0 мкг/дм³): диапазон 119-4575 мкг/дм³. В десяти пробах концентрация силикатов превышала 1000 мкг/дм³, а максимум был зафиксирован в середине сентября у устья реки Партизанская в поверхностном слое.

Кислородный режим залива Находка в теплый период года в целом улучшился. Средняя концентрация растворенного **кислорода** с 7,65 до 10,80 мгО₂/дм³ (116,71% насыщения). Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась в период проведения наблюдений от 6,79 до 14,56 мгО₂/дм³. Случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже допустимого норматива (6,0 мг/дм³) не отмечено.

По значению расчетного индекса **ИЗВ** (1,22, III класс, "умеренно загрязненные") в летне-осенний период наблюдений в 2022 г. качество вод в заливе Находка улучшилось в пределах одного класса за счет улучшения кислородного режима.

Концентрация легко окисляемых органических веществ, фенолов и АПАВ увеличилась до 1,07 ПДК, 1,91 ПДК и 1,12 ПДК соответственно. Было отмечено увеличение средней концентрации нитритов. Содержание тяжелых металлов, за исключением железа в целом было невысоким. Средняя концентрация ртути повысилась в 1,9 раза до 0,26 ПДК, а максимум достигал 2,30 ПДК.

В отдельных обычно наиболее загрязненных частях залива качество вод ухудшилось (в пределах одного класса) по сравнению с прошлым годом. В бухте Врангеля ИЗВ составил 1,23 (в 2021 г. – 1,01); в бухте Козьмина 1,15 (в 2021 г.– 0,92). В бухте Находка ИЗВ составил 1,41, IV класс, «загрязненные», в основном за счет повышения содержания нитритов, фенолов, в 2021 г. ИЗВ в бухте составлял 1,38 (IV класс).

В заливе Находка в мае и сентябре 2022 г. было отобрано 24 пробы **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов в целом по заливу варьировало в диапазоне 10-1020 мкг/г сухого грунта, составив в среднем 158,75 мкг/г (3,17 ДК), что в 2 раза меньше прошлогодних 6,9 ДК. Максимальное значение (29,4 ДК) зарегистрировано в мае на ст.№2 в бухте Находка. Превышение допустимого уровня концентрации в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 66,7% проб. Уровень загрязненности донных отложений залива Находка нефтяными углеводородами сильно различается в разных районах. Наибольшие значения традиционно отмечаются в пробах из бухты Находка, в остальных районах залива они меньше на порядок (табл. 11.13).

Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 2,1-8,0 мкг/г, среднее значение составило 4,06 мкг/г, что примерно в 1,2 ниже по сравнению с 2021 гг. (4,75 мкг/г). Максимальная концентрация отмечена в сентябре на ст.№1 в бухте Находка.

Таблица 11.13. Минимальная, максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях различных участков залива Находка в 2017-2022 гг.

Акватория	Кол-во проб 2022	Min	Max	Средняя
Залив Находка (центральная часть)	27	70/ 110/ 80/ 70/ 20 20	490/ 670/ 380/ 620/ 400 900	167/ 245/ 152,5/ 170/ 126,3 113,2
Бухта Врангеля	2	120/ 270/ 110/ 90/ 40 60	170/ 280/ 120/ 290/ 40 60	145/ 275/ 115/ 190/ 40 60,0
Бухта Находка	4	1720/ 1819/ 1700/ 910/ 540 500	3890/ 2580/ 2650/ 1870/ 2480 1020	2600/ 2195/ 2100/ 1222,5/ 1325 760,0
Бухта Козьмина	3	90/ 90/ 90/ 70/ 40 10	120/ 130/ 120/ 90/ 40 70	105/ 110/ 105/ 80/ 40 40,0

Средняя концентрация α -ГХЦГ в донных отложениях залива Находка (0,08 нг/г) практически не изменилась по сравнению с прошлым годом (0,07 нг/г), диапазон значений 0,0-0,3 нг/г; концентрация в шести пробах из 24 была ниже предела обнаружения. Линдан был обнаружен в восьми пробах. Среднее содержание γ -ГХЦГ составило 0,03 нг/г (0,6 ДК), по сравнению с 2021 г. оно снизилось более, чем в 7 раз (4,4 ДК). Максимальное значение (0,1 нг/г, 2 ДК) было зафиксировано восемь раз. В бухте Находка максимумы были отмечены на ст.№1 (в мае и в сентябре). В заливе Находка максимумы зафиксированы в сентябре на ст.№№ 25, 18, 7, 15, 152 и 14.

Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 5,8 (2,3 ДК), что примерно в 2,7 раза больше прошлогоднего значения

(0,9 ДК); диапазон 1,80-39,5 нг/г. Максимум зафиксирован в на ст.№12.

В целом в последнее десятилетие уровень загрязненности пестицидами донных отложений залива Находка сильно уступает прибрежным акваториям вокруг Владивостока (рис. 11.15). Пестицидами группы ДДТ загрязнены в той или иной степени все прибрежные районы залива Петра Великого. Самые напряженные районы расположены вокруг Владивостока - бухты Золотой Рог и Диомид, в меньшей степени пролив Босфор Восточный. Существенно ниже значения всех форм этой группы в крупных заливах Амурском, Уссурийском и Находка. В последние три года во всех районах залива Петра Великого отмечается тенденция к снижению содержания этой группы. В заливе Находка в 2022 г. содержание ДДТ в донных отложениях варьировало в диапазоне от 0,3 до 26,6 нг/г, был зафиксирован в сентябре на ст.№12. Средняя концентрация 2,47 нг/г почти в 9 раз выше прошлогодней 0,28 нг/г. Концентрации ДДЭ изменялись от 0,3 до 5,5 нг/г, составив в среднем 1,5 нг/г, что в 2,6 раз выше уровня 2021 г. (0,59 нг/г). Концентрации ДДД изменялись в диапазоне 0,10-7,40, в среднем – 1,83 нг/г (в 2021 г. - 1,30 нг/г). Концентрация ДДТ и его метаболитов повысилась по сравнению с прошлым годом. Альдрин в донных отложениях залива Находка присутствовал в незначительных концентрациях, диапазон значений составил 0,0-0,2 нг/г; среднее - 0,038 нг/г, что ниже уровня 2021 г. в 1,3 раза (0,05 нг/г).

Суммарное содержание ПХБ изменялось в диапазоне 0,6–172,5 нг/г, который значительно уступает прошлогоднему 3,1-345,3 нг/г. Среднее содержание снизилось в 4 раза: с 53,40 нг/г до 13,3 нг/г (0,7 ДК). Максимальное значение полихлорбифенилов (8,6 ДК) было зарегистрировано в бухте Находка на ст.№2.

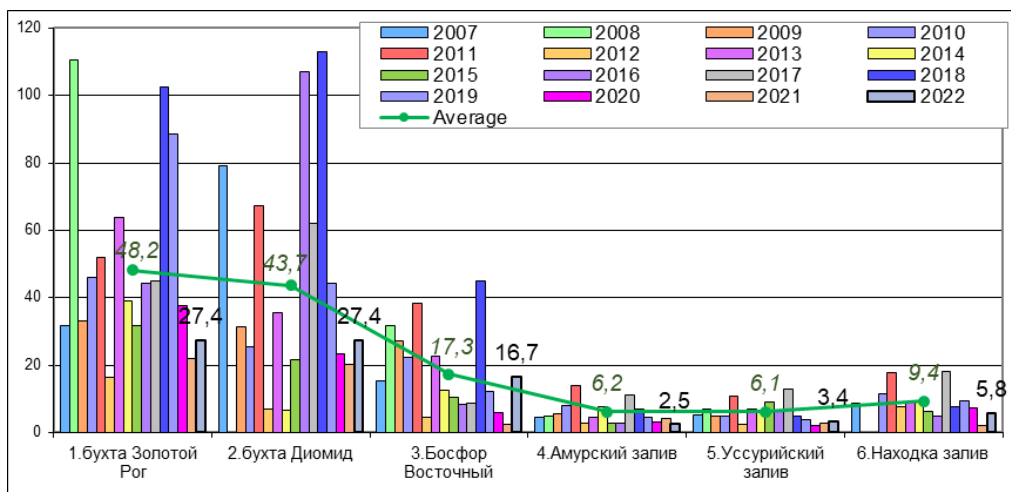


Рис. 11.15. Среднее содержание суммы ДДТ (нг/г) в донных отложениях различных районов Японского моря в 2007-2022 годах.

В июне и сентябре 2022 г. средняя концентрация всех определяемых **тяжелых** металлов в 24 пробах донных отложениях залива Находка не достигала условно допустимого уровня (табл. 11.14). Среднегодовое содержание большинства металлов практически не изменилось, за исключением свинца. Максимальная концентрация превысила ДК по меди (3,35 ДК), по свинцу (3,95 ДК) и по цинку (2,38 ДК). Наибольшие значения остальных определяемых тяжелых металлов в донных отложениях залива Находка не превысили допустимого уровня. Средняя величина содержания **ртути** практически не изменилась по сравнению с прошлым годом, а максимальная (1,30 ДК) немного снизилась.

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2012-2022 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	24,31	18,60	0,24	4,14	9,63	83,42	145,21	26340	23,28	0,082
	15,65	18,68	0,79	2,75	13,43	72,32	139,75	20935	12,66	0,106
	19,08	20,05	0,43	4,22	11,26	75,53	122,06	22406	22,94	0,099
	17,42	10,18	1,29	3,18	14,36	70,21	153,92	22495	33,75	0,127
	19,05	16,65	2,13	4,84	15,33	71,96	125,71	19810	16,95	0,316
	20,25	14,84	0,33	5,36	8,73	84,12	116,60	21823	38,80	0,156
	19,65	21,60	0,23	4,74	11,11	84,74	147,49	24102	19,04	0,154
	20,08	20,71	0,06	4,48	21,34	108,70	126,31	20493	17,36	0,127
	19,27	15,63	0,19	4,10	20,58	76,28	104,93	17303	10,64	0,144
	27,07	24,41	0,33	6,34	18,02	99,80	172,50	31460	18,96	0,146
	24,25	32,62	0,13	3,90	9,20	77,95	122,83	15993	11,08	0,135

Максимальная	177,0	134,0	1,1	7,3	15,0	408,0	232,0	44018	43,0	0,39
	71,0	107,0	2,3	6,0	22,0	288,0	345,0	39423	36,0	0,53
	95,0	74,0	1,0	7,1	19,0	260,0	191,0	36024	37,0	0,47
	65,0	45,0	3,6	5,6	31,0	212,0	251,0	35049	62,0	0,57
	132,0	73,0	21,0	8,6	33,0	301,0	260,0	30611	44,0	2,25
	117,0	56,0	1,6	8,3	16,0	310,0	210,0	41188	88,0	0,55
	110,6	114,9	0,7	7,8	19,6	308,0	296,0	34422	33,3	1,23
	82,3	65,1	0,4	7,2	75,5	292,5	189,0	39708	33,5	1,59
	92,8	61,6	0,7	11,6	76,6	302,2	144,4	28017	23,4	0,65
	112,2	87,1	0,9	14,9	57,7	382,4	573,0	74945	33,4	0,52
	123,7	336,0	0,5	7,1	16,2	333,3	227,2	30073	27,9	0,39
ДК средняя	0,69	0,22	0,30	0,21	0,28	0,60			0,23	0,27
	0,45	0,22	0,98	0,14	0,38	0,52			0,13	0,35
	0,55	0,24	0,54	0,21	0,32	0,54			0,23	0,33
	0,50	0,12	1,61	0,16	0,41	0,50			0,34	0,42
	0,54	0,20	2,66	0,24	0,44	0,51			0,17	1,05
	0,58	0,17	0,42	0,27	0,25	0,60			0,39	0,52
	0,56	0,25	0,29	0,24	0,32	0,61			0,19	0,51
	0,57	0,24	0,07	0,22	0,61	0,78			0,17	0,42
	0,55	0,18	0,23	0,21	0,59	0,54			0,11	0,48
	0,77	0,29	0,41	0,32	0,51	0,71			0,19	0,49
	0,69	0,38	0,16	0,20	0,26	0,56			0,11	0,45
ДК максимальная	5,06	1,58	1,38	0,37	0,43	2,91			0,43	1,30
	2,03	1,26	2,88	0,30	0,63	2,06			0,36	1,77
	2,71	0,87	1,25	0,36	0,54	1,86			0,37	1,57
	1,86	0,53	4,50	0,28	0,89	1,51			0,62	1,90
	3,77	0,86	26,25	0,43	0,94	2,15			0,44	7,50
	3,34	0,66	2,00	0,42	0,46	2,21			0,88	1,83
	3,16	1,35	0,88	0,39	0,56	2,20			0,33	4,10
	2,35	0,77	0,50	0,36	2,16	2,09			0,34	5,30
	2,65	0,72	0,88	0,58	2,19	2,16			0,23	2,17
	3,21	1,02	1,13	0,75	1,65	2,73			0,33	1,73
	3,53	3,95	0,63	0,36	0,46	2,38			0,28	1,30

11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

Основными источниками загрязнения прибрежной акватории Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский являются сбросы загрязненных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Основными загрязнителями являются предприятия коммунально-бытовых служб, нефтебаза и флот из-за неконтролируемого сброса льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов. В районе г. Александровска исследования состояния загрязнения морских

вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск).

В 2022 г. в период с мая по октябрь на 5 станциях было отобрано и обработано 30 проб воды и 30 донных отложений. В исследуемый теплый период времени года **температура** воды изменялась от $6,7^{\circ}\text{C}$ в мае до наибольшего прогрева ($19,68^{\circ}\text{C}$) в августе; среднегодовое значение - $19,89^{\circ}\text{C}$. Соленость варьировала в пределах 16,15-31,26‰, составив в среднем 28,66‰. Хлорность была в диапазоне 8,93-17,30‰, средняя - 15,86‰. Значения водородного показателя изменялись в диапазоне 7,12-8,17, среднее - 8,00 ед. рН. Щелочность была в пределах 1,285-2,583 мг-экв/дм³, в среднем за период наблюдений – 2,063 мг-экв/дм³. Концентрация взвешенных частиц в морской воде изменялась в диапазоне 12-288 мг/дм³, в среднем 68,47 (6,55 ПДК), что в 1,25 раза меньше прошлогоднего значения (8,57 ПДК). Максимум (28,8 ПДК) был зарегистрирован в мае на ст.№5 в поверхностном слое. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в среднем была 1,97 мгО₂/дм³ (0,94 ПДК, в прошлом году - 0,92 ПДК); максимальная величина (7,81 ПДК) была зафиксирована в мае, что почти в 4 раза выше прошлогоднего значения (2,0 ПДК).

В 2022 г. содержание **нефтяных углеводородов** в водах рейда порта г. Александровск изменялось от 0,025 до 0,158 мг/дм³ (3,16 ПДК). По сравнению с 2021 г. средняя концентрация НУ повысилась с 1,1 до 1,39 ПДК (табл. 11.15). Максимум был отмечен в июне на ст.№8 в поверхностном слое. В мае 2022 г. на станциях №5 и 6 в поверхностном слое были обнаружены фенолы в концентрации 5,9 и 4,0 ПДК соответственно. Во всех остальных пробах морской воды концентрация фенолов была ниже предела обнаружения DL=2,0 мкг/дм³. Уровень загрязненности морских вод СПАВ в пределах 1 ПДК в среднем снизился с 14,27 до 7,5 мкг/дм³, т.е. с 0,14 до 0,08 ПДК. Максимальная величина составила 68,0 мкг/дм³ (0,68 ПДК) и была зафиксирована в мае на ст.№5 в поверхностном слое.

Среднее содержание **меди** в 2022 г. несколько повысилось и составило 4,4 мкг/дм³ (0,89 ПДК). Максимум достигал 8,3 мкг/дм³ (1,66 ПДК) и был зафиксирован в мае на ст.№5 в поверхностном слое. Концентрация цинка не изменилась и составила 6,90 (0,14 ПДК). Свинец в период проведения наблюдений не был обнаружен. В период проведения работ содержание кадмия в водах района было очень незначительным. Концентрация кадмия была ниже предела обнаружения (DL=0,3 мкг/дм³) 28 пробах, а в двух достигала 0,47 и 0,60 мкг/дм³, составив в среднем 0,04 мкг/дм³ (<0,01 ПДК).

Концентрация **биогенных** элементов в исследуемый период была в пределах среднегодовых значений. Содержание аммонийного азота

было выше предела обнаружения ($DL=20 \text{ мкг/дм}^3$) в одиннадцати пробах ($20,0-331,0 \text{ мкг/дм}^3$), среднее значение - $30,47 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальная концентрация $0,11 \text{ ПДК}$ была отмечена в мае на ст.№5. Содержание нитратов изменялось от нулевых значений ($DL=5 \text{ мкг/дм}^3$) до $27,0 \text{ мкг/дм}^3$, среднее - $1,6 \text{ мкг/дм}^3$. Максимум был зафиксирован в июльской пробе на ст.№7.

В период проведения наблюдений в 7 пробах содержание минерального фосфора было ниже предела обнаружения $DL=5 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее содержание фосфатов в 2022 г. составило $94,03 \text{ мкг/дм}^3$ (в 2021 г. - $6,83 \text{ мкг/дм}^3$), что почти в 14 раз выше уровня 2021 г.; максимум был отмечен в мае на ст.№5 – $2211,00 \text{ мкг/дм}^3$.

Диапазон концентрации кремния составил $58,0-1632 \text{ мкг/дм}^3$; средняя концентрация ($398,8 \text{ мкг/дм}^3$) в 1,3 раза была выше прошлогодней ($307,97 \text{ мкг/дм}^3$). Максимум был отмечен в мае.

Кислородный режим в водах Татарского пролива в целом соответствовал многолетней норме: среднее содержание растворенного кислорода в воде составило $8,51$. Диапазон концентраций составил $3,07-10,65 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, абсолютный минимум был зафиксирован на ст.№5 в мае. Надо заметить, что практически все экстремумы в 2021 году фиксировались именно на этой станции в мае.

По значению индекса ИЗВ ($0,98$) качество вод Татарского пролива в 2022 г. несколько ухудшилось, но по-прежнему соответствовало III классу, "умеренно загрязненные" (табл. 11.14). Приоритетными загрязнителями были нефтяные углеводороды, органические вещества по БПК₅ и медь. Кислородный режим в целом соответствовал среднемноголетней норме.

Таблица 11.15. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Татарского пролива Японского моря у г. Александровск-Сахалинский в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Татарский пролив:	НУ	0,061	1,2	0,055	1,1	0,070	1,39
		0,199	3,98	0,152	3,04	0,158	3,16
Александровск-Сахалинский (30 проб)	СПАВ	13,2	0,13	14,3	0,14	7,5	0,08
		25	0,25	26	0,26	68,0	0,68
	Кадмий	0		0,12	0,01	0,04	<0,01
		0		0,8	0,08	0,6	0,06
Медь	3,06	0,61	3,29	0,66	4,4	0,89	
	7,5	1,5	7,2	1,44	8,3	1,66	

	Цинк	5,47 18,5	0,11 0,37	7,09 13,2	0,14 0,26	6,9 12,9	0,14 0,26
	Свинец	0,78 3	0,08 0,3	0,47 1,1	0,05 0,11	0,0 0	
	Аммонийны й азот	4,67 48	<0,01 0,021	3,23 31	<0,01 0,014	30,5 331,0	0,01 0,11
	Нитритный азот	0,27 2	0,01 0,08	0,43 2	0,02 0,08	1,5 27	0,06 1,13
	БПК ₅	1,66 3,2	0,79 1,52	1,94 4,2	0,92 2,0	2,0 16,4	0,94 7,81
	Кислород	8,84 7,26		8,35 7,21	8,79 7,55	8,51 3,07	0,51

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК₅ приведена в мг/дм³; СПАВ, тяжелых металлов, нитритного и аммонийного азота в мкг/дм³.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней – максимальное (для кислорода – минимальное) значение.

В пробах **донных отложений**, отбираемых ежемесячно с мая по октябрь, содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне 0,0-32,0 мкг/г, (0,64 ДК); среднее значение (9,9 мкг/г, 0,20 ДК) было в 2 раза ниже прошлогоднего (табл. 11.16).

Содержание фенолов в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,0–0,24 мкг/г; среднегодовая концентрация в 2022 г. равнялась 0,069 мкг/г, что значительно выше уровня 2021 года. Максимум зафиксирован на ст.№5. Среднее и максимальное содержание меди, цинка, кадмия и свинца и в осадках побережья о.Сахалин не изменилось: 0,11; 0,46; 0,03 и <0,1 ДК соответственно.

Таблица 11.16. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ (мкг/г) в донных отложениях Татарского пролива у г. Александровск-Сахалинский в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ДК	С*	ДК	С*	ДК
Татарский пролив:	НУ	13,06	0,26	20,42	0,41	9,9	0,20
		52,5	1,04	123,5	2,47	32	0,64
г. Александровск - Сахалинский	Фенолы	0,89		0,005		0,07	
		3,98		0,08		0,24	
	Медь	2,3	0,07	3,95	0,11	3,82	0,11

		3,3	0,09	15,2	0,43	4,9	0,14
	Цинк	42,4 111	0,3 0,79	56,78 102,3	0,41 0,73	64,9 105	0,46 0,75
	Кадмий	0,031 0,05	0,04 0,63	0,026 0,11	0,033 0,14	0,02 0,06	0,03 0,08
	Свинец	0,03 0,05	<0,01 <0,01	0,31 5,2	<0,01 0,06	0,1 4,1	<0,01 0,05

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2020-2022 гг.

Район	Ингредиент	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. бухта Золотой Рог (48 проб)	НУ	0,04	0,73	0,06	1,19	0,05	1,05
		0,09	1,80	0,35	7,00	0,4	8,00
	Фенолы	2,05	2,05	1,17	1,17	1,70	1,70
		5	5,00	1,8	1,80	2	2,00
	АПАВ	95	0,95	86	0,86	103	1,03
		274	2,74	243	2,43	198	1,98
	Аммонийный азот	144	0,05	137	0,05	124	0,04
		595	0,21	958	0,33	523,6	0,18
	Нитритный азот	19,0	0,79	19,7	0,82	13,2	0,55
		76,5	3,19	84,5	3,52	37,2	1,55
	Медь	1,9	0,38	1,1	0,22	2,4	0,48
		5,6	1,12	1,9	0,38	4,8	0,96
	Железо					35,6	0,71
						262,5	5,25
	Цинк	11,4	0,23	4,4	0,09	52,1	1,04
		27,2	0,54	12,8	0,26	158,7	3,17
	Свинец	0,1	0,01	0,20	0,020	1,4	0,14
0,4		0,04	0,8	0,08	5,1	0,51	
Марганец	6,2	0,12	3,4	0,07	3,6	0,07	
	59,6	1,19	32,7	0,65	23,5	0,47	
Кадмий	0,04	<0,1	0,05	<0,1	0,19	<0,1	
	0,5	<0,1	1,4	0,14	0,7	<0,1	
Ртуть	0,015	0,15	0,015	0,15	0,058	0,58	
	0,04	0,40	0,06	0,60	0,44	4,40	
БПК ₅	2,85	1,36	2,2	1,05	2,5	1,20	
	9,0	4,29	6	2,86	7	3,33	
Взвешенные вещества	7,4	0,74	5,5	0,55	7,4	0,74	
	14,2	1,42	8,9	0,89	18	1,80	
Кислород	8,60		7,37		7,56		
	4,61	0,77	4,61	0,77	5,01	0,84	

2. бухта Диомид (6 проб)	НУ	0,03 0,05	0,67 1,00	0,07 0,25	1,37 5,00	0,05 0,1	1,03 2,00
	Фенолы	1,87 2,6	1,87 2,60	1,17 1,4	1,17 1,40	1,68 1,9	1,68 1,90
	АПАВ	88 142	0,88 1,42	61 120	0,61 1,20	84 143	0,84 1,43
	Аммонийный азот	65 157	0,02 0,05	48 152	0,02 0,05	41 69,7	0,01 0,02
	Нитритный азот	24,2 79,3	1,01 3,30	12,6 29,8	0,52 1,24	6,9 7,7	0,29 0,32
	Медь	2,0 4,4	0,40 0,88	0,9 1,1	0,17 0,22	2,57 3,9	0,51 0,78
	Железо					21,1 51,9	0,42 1,04
	Цинк	12,7 18,3	0,25 0,37	4,0 6,3	0,08 0,13	62,7 161,5	1,25 3,23
	Свинец	0,3 1,2	0,03 0,12	0,17 0,4	0,02 0,04	3,75 14,9	0,38 1,49
	Марганец	2,6 4,6	0,05 0,09	2,0 4,5	0,04 0,09	1,6 3,2	0,03 0,06
	Кадмий	0,1 0,2	0,01 0,02	0,1 0,1	0,01 0,01	0,2 0,4	0,02 0,04
	Ртуть	0,023 0,06	0,23 0,60	0,015 0,04	0,15 0,40	0,077 0,38	0,77 3,80
	БПК ₅	2,2 6	1,03 2,86	2,0 4	0,95 1,90	1,7 4	0,79 1,90
	Взвешенные вещества	6,3 11,2	0,63 1,12	4,7 8,1	0,47 0,81	7,3 12,4	0,73 1,24
	Кислород	9,51 6,58		7,46 6,58		7,98 6,76	
3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс (27 проб)	НУ	0,021 0,05	0,42 1,00	0,025 0,06	0,50 1,20	0,018 0,05	0,36 1,00
	Фенолы	1,43 2,2	1,43 2,20	1,32 1,7	1,32 1,70	1,65 2	1,65 2,00
	АПАВ	76 282	0,76 2,82	97 255	0,97 2,55	96 202	0,96 2,02
	Аммонийный азот	85,5 166	0,04 0,07	43 133	0,01 0,05	53,9 301,5	0,02 0,10
	Нитритный азот	11,0 57,8	0,46 2,41	5,3 32,7	0,22 1,36	8,3 16	0,35 0,67
	Медь	2,8 14,5	0,56 2,90	1,0 3,4	0,20 0,68	3,7 20,6	0,73 4,12
	Железо					29,9 273,9	0,60 5,48

	Цинк	18,2 79,2	0,36 1,58	4,3 10,5	0,09 0,21	36,2 123,5	0,72 2,47
	Свинец	0,2 0,7	0,02 0,07	0,2 0,9	0,02 0,09	1,9 5,3	0,19 0,53
	Марганец	9,8 49,5	0,20 0,99	2,0 10,6	0,04 0,21	2,5 14,6	0,05 0,29
	Кадмий	0,07 0,20	<0,01 0,02	0,03 0,6	<0,01 0,06	0,12 0,40	0,012 0,04
	Ртуть	0,037 0,16	0,37 1,60	0,051 0,29	0,51 2,90	0,045 0,32	0,45 3,20
	БПК ₅	2,00 6,0	0,95 2,86	1,81 4,0	0,86 1,90	1,74 3,0	0,83 1,43
	Взвешенные вещества	8,20 55,0	0,82 5,50	4,5 9,0	0,45 0,90	6,04 15,0	0,60 1,50
	Кислород	8,96 4,72		8,00 6,19		8,09 5,35	
4. Амурский залив (48 проб)	НУ	0,02 0,07	0,44 1,40	0,04 0,12	0,75 2,40	0,03 0,09	0,65 1,80
	Фенолы	1,92 4	1,92 4,00	1,54 4,2	1,54 4,20	1,63 1,9	1,63 1,90
	АПАВ	93 266	0,93 2,66	98 250	0,98 2,50	93 216	0,93 2,16
	Аммонийный азот	64 147	0,02 0,05	32 139	0,01 0,05	24 139	0,01 0,05
	Нитритный азот	5,4 21,5	0,22 0,90	7,7 48,4	0,32 2,02	14,0 146,4	0,59 6,10
	Медь	1,2 2,6	0,24 0,52	0,8 1,2	0,16 0,24	1,8 3,7	0,36 0,74
	Железо					18,2 115,3	0,36 2,31
	Цинк	7,7 34,9	0,15 0,70	7,3 17,3	0,15 0,35	33,6 115,2	0,67 2,30
	Свинец	0,3 6,2	0,03 0,62	0,1 0,4	0,01 0,04	0,9 7	0,09 0,70
	Марганец	3,1 10,1	0,06 0,20	3,5 32,7	0,07 0,65	2,9 12,8	0,06 0,26
	Кадмий	0,1 0,5	0,01 0,05	0,02 0,2	<0,01 0,06	0,1 0,3	0,014 0,03
	Ртуть	0,032 0,14	0,32 1,40	0,02 0,17	0,21 1,70	0,055 0,45	0,55 4,50
	БПК ₅	1,0 2,0	0,48 0,95	2,5 5	1,2 2,4	1,73 4	0,8 1,9
	Взвешенные вещества	6,2 20	0,62 2,00	8,4 19,8	0,8 2,0	9,1 20,8	0,9 2,1

	Кислород	10,1 7,68		7,9 4,14	0,7	9,6 3,46	0,6
5. Уссурийский залив (72 пробы)	НУ	0,02 0,11	0,41 2,20	0,04 0,13	0,83 2,60	0,04 0,12	0,72 2,40
	Фенолы	1,71 2,6	1,71 2,60	1,12 3,5	1,12 3,50	1,96 2,6	1,96 2,60
	АПАВ	83 249	0,83 2,49	101 380	1,01 3,80	99 253	0,99 2,53
	Аммонийный азот	55 160	0,02 0,06	23 55	0,01 0,02	53 439	0,02 0,15
	Нитритный азот	2,7 40,7	0,11 1,70	3,1 29,2	0,13 1,22	6,3 50,8	0,26 2,12
	Медь	1,1 4,1	0,21 0,82	0,9 7,2	0,19 1,44	2,0 4,9	0,39 0,98
	Железо					34,4 170,7	0,69 3,41
	Цинк	8,6 34,9	0,17 0,70	5,8 29,6	0,12 0,59	20,0 109	0,40 2,18
	Свинец	0,1 0,7	0,01 0,07	0,1 0,6	0,01 0,06	1,3 12,4	0,13 1,24
	Марганец	1,0 4,2	0,02 0,08	2,7 37,8	0,05 0,76	1,4 5,7	0,03 0,11
	Кадмий	0,1 1,0	0,01 0,10	0,02 0,1	<0,01 0,01	0,2 3	0,02 0,30
	Ртуть	0,014 0,09	0,14 0,90	0,048 0,16	0,48 1,60	0,054 0,26	0,54 2,60
	БПК ₅	2,01 5,00	0,96 2,38	1,3 4	0,60 1,90	1,64 6,00	0,8 2,9
	Взвешенные вещества	4,13 12,60	0,41 1,26	5,7 11,7	0,57 1,17	6,48 20,50	0,6 2,1
	Кислород	8,79 5,39	0,90	8,7 5,57	0,93	9,64 6,97	
6. залив Находка (с бухтами) (96 проб)	НУ	0,025 0,15	0,50 3,00	0,04 0,23	0,78 4,60	0,03 0,07	0,54 1,40
	Фенолы	1,85 3,2	1,85 3,20	1,37 5,3	1,37 5,30	1,91 3,5	1,91 3,50
	АПАВ	102 482	1,02 4,82	96 223	0,96 2,23	112 284	1,12 2,84
	Аммонийный азот	69 443	0,02 0,15	30,1 186	0,01 0,06	42,1 245,7	0,01 0,08
	Нитритный азот	2,9 12,2	0,12 0,51	11,9 193,4	0,50 8,06	17,2 153,1	0,71 6,38
	Медь	1,1 3,9	0,21 0,78	0,9 2	0,18 0,40	2,1 6,3	0,42 1,26

	Железо					64,9 854,8	1,30 17,10
	Цинк	8,2 24,9	0,16 0,50	5,8 20,1	0,12 0,40	18,8 146,5	0,38 2,93
	Свинец	0,1 0,6	0,01 0,06	0,2 0,5	0,02 0,05	1,2 6,7	0,12 0,67
	Марганец	5,3 135	0,11 2,70	2,8 17,7	0,06 0,35	1,1 6,4	0,02 0,13
	Кадмий	0,64 0,50	0,06 0,05	0,05 0,6	<0,01 0,06	0,1 1,2	0,01 0,12
	Ртуть	0,025 0,28	0,25 2,80	0,014 0,1	0,14 1,00	0,026 0,23	0,26 2,30
	БПК ₅	1,07 2,00	0,51 0,95	1,6 4	0,74 1,90	2,2 8	1,07 3,81
	Взвешенные вещества	6,1 13,5	0,61 1,35	7,5 29,8	0,75 2,98	10,1 19,2	1,01 1,92
	Кислород	7,99 3,07		7,6 3,63		10,8 6,79	

Таблица 11.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2019-2022 гг.

Район	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Содержание ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. бухта Золотой Рог	1,26	IV	0,06	III	1,19	III	Фенолы 1,7; БПК ₅ 1,2; НУ 1,05; O ₂ 0,79
2. бухта Диомид	1,14	III	0,07	III	1,18	III	Фенолы 1,68; Цинк 1,25; НУ 1,03; O ₂ 0,75
3. пролив Босфор Восточный	0,95	III	0,98	III	1,04	III	Фенолы 1,65; СПАВ 0,96; БПК ₅ 0,83; O ₂ 0,74
4. Амурский залив	0,99	III	0,11	III	1,00	III	Фенолы 1,63; СПАВ 0,93; БПК ₅ 0,82; O ₂ 0,62
5. Уссурийский залив	1,04	III	0,91	III	1,09	III	Фенолы 1,96; СПАВ 0,99; БПК ₅ 0,78; O ₂ 0,62
6. залив Находка (с бухтами)	1,03	III	0,97	III	1,22	III	Фенолы 1,91; Fe 1,3; СПАВ 1,12; O ₂ 0,56
6.1. бухта Находка ст.1,2 (12 проб)	1,18	III	0,38	IV	1,41	IV	Фенолы 2,13; NO ₂ 1,87; БПК ₅ 1,11; O ₂ 0,52

6.2. бухта Врангеля ст.25 (9 проб)	0,99	Ш	,01	Ш	1,23	Ш	Фенолы 1,91; СПАВ 1,54; БПК ₅ 0,95; O ₂ 0,53
6.3. бухта Козьмина ст.33 (9 проб)	0,92	Ш	,92	Ш	1,15	Ш	Фенолы 1,9; СПАВ 1,12; БПК ₅ 1,01; O ₂ 0,56
Татарский пролив: Александровск - Сахалинский	0,82	Ш	,85	Ш	0,98	Ш	НУ 1,39; БПК ₅ 0,94; Cu 0,89; O ₂ 0,72

Глава 12. Выводы

12.1 Каспийское море

Приоритетными загрязняющими веществами в центральной и западной частях акватории Северного Каспия были нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества и нитриты, содержание которых оставалось ниже ПДК и соответствовало уровню 2021 г. Определение фенолов в 2022 г. не проводилось, что существенно затруднило комплексную оценку загрязнения по ИЗВ, поскольку по предыдущим наблюдениям фенолы вносили наиболее существенный вклад в значение индекса. Среднее содержание растворенного кислорода было ниже обычного, причем на разрезе IIIa в придонных слоях впервые за многие годы был отмечен дефицит кислорода по сравнению с нормативом. В то же время концентрация фосфатов была существенно (приблизительно – на порядок величины) ниже обычной для этой акватории.

На южной границе акватории Северного Каспия в 2022 г. приоритетными веществами оставались фенолы (при средней концентрации 2,8 ПДК), нефтяные углеводороды (около 1 ПДК) и аммонийный азот (0,6 ПДК). Содержание растворенного кислорода сохранялось на уровне выше норматива. Значение ИЗВ составило 1,29, что соответствует «загрязненным» водам, существенной динамики индекса за последние годы не отмечено.

На Дагестанском взморье приоритетным загрязнителем были фенолы, их средняя концентрация изменялась в пределах 2,75-3,76 ПДК. Средняя концентрация нефтяных углеводородов, аммонийного азота и меди сохранялась в пределах 1 ПДК. Значения ИЗВ на разных участках Дагестанского шельфа изменялись в диапазоне 1,32-1,58, «загрязненные» воды. В последние 2-3 года отмечается рост ИЗВ во всех районах взморья, однако за более продолжительный период с 2008 г. статистически значимого тренда не отмечено.

12.5. Белое море

В Двинском заливе в 2022 г., как и все предыдущие годы, выполнялись две гидрохимических съемки, летом и осенью, в этот год – в июле и ноябре. По сравнению с 2021 г. загрязнение НУ, нитратами и аммонийным азотом, медью осталось примерно на том же уровне. Значительно увеличилось загрязнение СПАВ, в среднем составив около 1,7 ПДК. Превышение норматива по НУ и свинцу отмечено лишь в одной пробе; во всех остальных случаях концентрация ЗВ была значительно ниже ПДК. В 2022 г. продолжилась тенденция улучшения

кислородного режима, содержание растворенного в воде кислорода менее установленного норматива не наблюдалось. Однако, высокое содержание СПАВ в этом году увеличило ИЗВ до 0,77, что соответствует III классу, «умеренные загрязненные», т.е. качество вод ухудшилось до следующей градации.

Загрязнение вод Кандалакшского залива в 2022 г. определялось в основном аммонийным азотом и фосфатами, причем в заливе систематически наблюдаются случаи экстремального загрязнения по этим показателям. Содержание тяжелых металлов повысилось (кроме железа), после перерыва с 2015г. обнаружен свинец, впервые после 2013г. – цинк. Загрязнение нефтяными углеводородами было выше уровня прошлого года. Содержание СПАВ было ненулевым (1,5 ПДК) в 1 пробе. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ остается относительно невысоким. Концентрация кислорода во всех пробах была выше установленного норматива и прошлогодних значений. Индекс загрязненности вод увеличился от 0,66 до 1,42 за счет высоких значений аммония и фосфатов. Воды залива соответствуют IV классу качества вод, «загрязненные», т.е. ухудшилось на 2 класса.

12.6 Баренцево море

Контроль качества вод Баренцева моря в 2022 г. по-прежнему проводился на одной станции в Кольском заливе на водпосту в торговом порту г. Мурманска (ВПМ) в период с января по декабрь, один раз в два месяца. В 2022 г. сохраняется тенденция улучшения качества вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск, начавшаяся в прошлом, 2021 г. Индекс загрязненности вод (ИЗВ=0,65) снизился в сравнении с прошлым годом, воды характеризуются как «чистые», II класс. Содержание фосфатов в 2022 г. снизилось более чем в 2 раза по сравнению с прошлым годом. Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды и медь. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2022 г вернулась к значению уровня ПДК и составила 0,051 мг/дм³. Максимальное значение выше ПДК было зафиксировано в марте и составило 1,3 ПДК. Концентрация меди понизилось в сравнении с прошлым годом, максимум составил 2,4, среднее за год – 1,2; впервые с 2015 г. нет превышений ПДК по данному тяжелому металлу. Железо в 2022 г. было впервые ниже этому обнаружения методики анализа. Содержание кислорода немного повысилось, среднегодовая концентрация составила 9,98 мгО₂/дм³. Сохранилась тенденция снижения концентрации биогенных элементов в воде вблизи водпоста в торговом порту г. Мурманска. Впервые, начиная с 2015 г., в 2022 году, в декабре, зафиксировано значение синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – 6,3 мкг/дм³, но без

превышения ПДК (0,06 ПДК). Также, впервые за 10 лет, были зафиксированы взвешенные вещества, их содержание было в диапазоне от нулевых значений до 7,3 мг/дм³, превышения ПДК не зафиксировано; последний раз взвешенные вещества в водах ст. ВПМ фиксировались в 2012 г.

12.7. Гренландское море (Шпицберген)

Концентрации большей части гидрохимических показателей в морских водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Гренландского и Норвежского морей. В летний период 2022 г. было зафиксировано содержание минерального фосфора в воде залива Гренфьорд, значения были в диапазоне 0-26,9, в среднем 7,17 мкг/дм³. В заливе Биллефьорд все значения минерального фосфора были ниже предела обнаружения методики. Содержание общего азота было ниже традиционных для данных акваторий значений. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод на всех станциях в июле варьировали в диапазоне 0,84–3,92 мгО₂/дм³ (1,9 ПДК), при среднем значении 2,66 мгО₂/дм³ (1,3 ПДК).

Содержание нефтяных углеводородов (НУ) в июле 2022 г. во всех пробах морской воды обследованных акваторий заливов Гренфьорд и Биллефьорд сильно снизилось. На большинстве станций в заливе Гренфьорд оно было ниже предела обнаружения. Только на трёх станциях были зафиксированы значения, немного превышающие ПДК: 0,06 и 0,07 в придонных и 0,06 мг/дм³ – в поверхностном. В заливе Биллефьорд все значения НУ были ниже предела обнаружения.

Среднее суммарное содержание приоритетных соединений группы ПАУ в водах в июне 2022 г. составило 19,75 нг/дм³, максимальное – 30,40 нг/дм³, что в 1,5 раза ниже максимального содержания суммарного ПАУ в 2021 г. Содержание ПАУ понизилось в основном из-за снижения бенз(а)пирена, дибенз(аh)антрацена и флуорена и аценафтена, которые были ниже предела обнаружения методики анализа. Содержание хлорорганических пестицидов группы ДДТ снизилось в 1,6 раз. Максимальная концентрация в заливе Гренфьорд составила 11,99 нг/дм³ (в прошлом году - 19,79). В заливе Биллефьорд наоборот произошло повышение – суммарная максимальная концентрация составила 5,89 в сравнении со значением 1,18 нг/дм³ в 2021 г. Концентрации суммы ПХБ в водах двух заливов в 2022 г. снова существенно повысилась, нарушив тенденцию снижения содержания этих ингредиентов в 2016-2021 гг. Максимальное

значение суммы ПХБ в заливе Гренфьорд составило 12,14, в заливе Биллефьорд – 11,80 нг/дм³. Содержание большинства определяемых тяжелых металлов в морской воде в водах двух заливов также увеличилось по сравнению с прошлым годом. Повышение концентрации зафиксировано для меди, кобальта, никеля и цинка. Наибольшая концентрация из всех ТМ сохраняется у цинка (6,0 ПДК) и меди (8,8 ПДК).

Литература

1. **Вековые разрезы 1961.** Гидрометеорологические станции и гидрологические разрезы, закрепленные для наблюдений над вековым ходом элементов гидрологического режима на морях, омывающих берега СССР. – ГИМИЭ, Гидрометеорологическое издательство (отделение), М., 1961, 41 с.

2. **Вековые разрезы 1976.** Положение о вековых гидрологических наблюдениях на морях, омывающих берега СССР, в устьях рек, впадающих в них. – ГОИН, Гидрометеоздат, Ленинград, 1976, 40 с.

3. **Ежегодник-2021.** Качество морских вод по гидрохимическим показателям: Ежегодник 2021 / Под общей ред. А.Н. Коршенко. – Москва: ФГБУ «ГОИН», 2023, 248 с.

4. **ПП-РФ 1425.** Постановление Правительства РФ от 15 ноября 1997 г. № 1425 "Об информационных услугах в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения окружающей природной среды".

5. **РД 52.04.567-2003.** Положение о государственной наблюдательной сети. - Гидрометеоздат, Санкт-Петербург, 2003, 50 с.

6. **Приказ 156.** О введение в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. - Приказ Руководителя Росгидромета №156 от 31.10.2000 г.

7. **РД 52.10.243-92.** Руководство по химическому анализу морских вод. / Под ред. С.Г. Орадовский, СПб, Гидрометеоздат, 1993, 264 с.

8. **РД 52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. / Под ред. С.Г. Орадовский, М, Гидрометеоздат, 1996, 50 с.

9. **ПДК-2016.** «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». - Приказ министра сельского хозяйства Российской Федерации А.Н. Ткачева от 13 декабря 2016 г., №552, 156 с.

10. **ПДК-2010.** Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. - Утвержден приказом Руководителя Федерального агентства по рыболовству А.А. Крайнего №20 от 18 января 2010 г., зарегистрировано Министерством юстиции 9 февраля 2010 г., №16326, 215 с.

11. **МУ-2011.** Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том

числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. / Под редакцией к.б.н. С.А. Соколовой - М.: Изд-во ВНИРО, 2011, 165 с.

12. **Приказ 536.** Приказ Минприроды России от 4 декабря 2014 г. №536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду".

13. **МР-1988.** Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.

14. Коршенко А.Н., Жохова Н.В. Кирьянов В.С. Оценка загрязненности морских вод. – Метеорология и гидрология, 2023, №5, С.75-85.

15. **ЭВЗ-2001.** Инструкция по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении". М.: ИГКЭ, 2001, 17 с.

16. **РД-2002.** РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – ГХИ, Ростов-на-Дону, Росгидромет, 2002, 21 стр.

17. **МУ-2014.** Приказ Минприроды России от 24.02.2014 №112 "Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов" (Зарегистрировано в Минюсте России 18.07.2014 N 33149).

18. **Guidance Document №25.** Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. European Union, 2010. ISBN 978-92-79-16224-4.

19. **ДК-2002.** Neue Niederlandische Liste. Warner H., van Dokkum R., Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95).

«Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» (1996).

20. **ПП-РФ 477.** Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды".

21. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. - Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.

22. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – Москва, МГУ, 1975, 272 с.
23. Крицкий С.К. Колебания уровня Каспийского моря. – Москва, Наука, 1975, с. 149-152.
24. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1962, 853 с.
25. Геология Азовского моря. – К: «Наукова думка», 1974, 246 с.
26. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том III Азовское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1986, 218 с.
27. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. – СПб: Гидрометеиздат, 1991, 236 с.
28. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. – СПб: Гидрометеиздат, 1991, 428 с.
29. Закономерности экосистемных процессов Азовского моря. – М: Наука, 2006, 304 с.
30. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н. и др. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1. Азовское море. – Севастополь: "Экоси-гидрофизика", 2009, 402 с.
31. Дьяков Н.Н., Белогудов А.А. Водообмен залива Сиваш с Азовским морем через пролив Генический (Тонкий). - Труды ГОИН, 2015, Вып. 216, с. 240-253.
32. Семенова Е.А. Исследование водообмена через мелководный пролив (на примере проливе Тонкого). - Сб. работ ГМО ЧАМ, 1962, Вып. 1, с. 53-63.
33. Слатинский Ю.Г. Водообмен Сиваша с Азовским морем. - Труды ГОИН, 1986, Вып. 176, с. 18-24.
34. Львова Е.А. Равнины Крыма. – Симферополь: Крым, 1982, 80 с.
35. Матишов Г.Г. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря. - Вестник Южного научного центра РАН, 2006, Т.2, №1, с. 44-48.
36. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. – Л: Гидрометеиздат, 1985, 270 с.
37. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. – М.: Гидрометеиздат, 1989, 326 с.
38. Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П. Береговая зона Азовского моря. – Издательство Ростовского университета, 1980, 172 с.
39. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвечинский А.С. и др. Современные гидрометеорологические условия формирования ветро-волновых, ледовых и других опасных явлений в Керченском проливе. – М: ООО «Принт», 2020, 365 с.
40. Игнатов Е.И., Чистов С.В. Эколого-геоморфологическая оценка побережья и дна Керченского пролива в связи с решением

транспортных проблем. - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, Севастополь, 2003, Вып. 8, с. 163-174.

41. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Мартынов Е.С. и др. Ветро-волновой режим Азовского моря. - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, 2010, Вып. 22, с. 228-239.

42. Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогудов А.А. и др. Атлас льдов Черного и Азовского морей. – Севастополь: Экокси-гидрофизика, 2016, 219 с.

43. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Д.Б., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. - Препринт, Севастополь, НАН України, МГИ, 2008, 42 с.

44. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. – Севастополь, МГИ, 2011, 212 с.

45. Зубов Н.Н. Основы учения о проливах Мирового океана. – М, Географгиз, 1956, 239 с.

46. Ильин Ю.П., Симов В.Г., Репетин Л.Н. Проблемы и перспективы мониторинга водного баланса Черного и Азовского морей. - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, Севастополь, 2010, Вып. 22, с. 171-181.

47. BLACK SEA STATE OF ENVIRONMENT REPORT 2009-2014/5. – Istanbul: Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 2019, 795 с.

48. Джоашвили Ш. Реки Черного моря. – Европейское агентство по охране окружающей среды, Технический отчет №71, 2003, 58 с.

49. Mikhailov V.N. and Mikhailova M.V. RiverMouths. In: A. Kostianoy and A. Kosarev (Eds). The Black Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 5, Part Q, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg, 2008, p. 91–134.

50. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2. Черное море. – Севастополь: Экокси-гидрофизика, 2012, 421 с.

51. Фащук Д.Я. Черное море: географо-экологический «портрет». – М., ГЕОС, 2019, 310 с.

52. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. - Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.

53. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. - UNEP, 2010, 9 p.

51. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Том III. Балтийское море. Выпуск I. Гидрометеорологические условия. – СПб, Гидрометеиздат, 1992, 451 стр.

52. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. - Под ред. Б.Х. Глуховского. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, 240 с.

53. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биопродуктивности. - Под ред. Б.М. Затучной, Д.Е. Гершановича. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, 192 с.

54. Лоция Белого моря. - СПб: Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства Обороны Российской Федерации, 2006, 411 с.

55. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007, 349 с.

56. Арктическая энциклопедия. - Москва, «Паулсен», т. 1, 2017, 688 с.

57. Баренцево море. - Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, т 1, вып. 1, 1990, 280 с.

58. Советская энциклопедия. - Большая советская энциклопедия в 30 т., гл. ред. А.М.Прохоров, 1969-1978, 1972, т. 7, 608 с.

59. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. – М, Мысль, 1999, 320 с.

60. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. - Издательство Московского университета, 1982, 270 с.

61. Охотское море. - Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрометеорологические условия. – Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 1, 1992, 318 стр.

62. Охотское море. - Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 2, 1998, 167 стр.

63. Гидрометеорология и гидрохимия морей России, Том 3, 1992.

СПИСОК

опубликованных Ежегодников

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1968, 161 с.

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. – А.С.Пахомова, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1969, 282 с.

Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1969, 257 с.

Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. – Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1970, 650 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год – С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1971, 64 с.

Обзор состояния загрязнения южных морей СССР в 1970 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1971.

Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. – А.С.Пахомова, С.К.Ревина, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1971, 87 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1972 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1973.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1973 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1974.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1974 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1975.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1975 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1976.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. – Н.А.Родионов, Н.А.Афанасьева,

Н.С.Езжалкина, Т.А.Бакум, А.Н.Зубакина, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1977, 120 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1977 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1978.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1978 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1979.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1979 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1980.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Т.А.Иноземцева, Н.А.Казакова, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, Е.Г.Седова, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1981, 166 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1982, 149 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1983, 132 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1985, 149 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1986, 177 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1987, 132 с.

Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986 - 1988 гг. - В.А.Михайлов, В.И.Михайлов, И.Г.Орлова, И.А.Писарева, Е.А.Собченко, А.В.Ткалин, под ред. А.И.Симонова и И.Г.Орловой. - Москва, 1989, 143 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова,

Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1988, 179 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1989, 208 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1990, 279 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1991, 277 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1992, 347 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1996, 247 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1996, 230 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1996, 126 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1996, 261 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. - Москва, 1997, 110 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. - Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2001, 80 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. – Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. - Гидрометеоиздат, 2002, 114 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. – И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко. - Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2005, 127 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. – А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2005, 111 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. – А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, В.С.Кириянов. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2006, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2008, 166 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. - Москва, Обнинск, «Артифекс», 2008, 146 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С. – Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. – Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 192 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. – Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2014, 208 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2015. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2016, 184 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2016. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2017, 220 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2017. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2018, 220 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2018. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2019, 224 с. ISBN 978-5-9500646-6-1

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2019. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2020, 232 с. ISBN 978-5-9500646-7-8

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2020. – под ред. А.Н. Коршенко. – Иваново: ПресСто, 2022, 240 с. ISBN 978-5-6045347-0-0.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям: Ежегодник 2021 / Под общей ред. А.Н. Коршенко. – Москва: ФГБУ «ГОИН», 2023, 248 с.

Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2022

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС, (АстрЦГМС, г. Астрахань), Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ): Дошахова Д.Г.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Османова С.Ш.

Азовское море

- 1). Донская устьевая гидрометеорологическая станция (МЗОС ДУС, г. Азов), ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС»: Сулименко Е.А., Хорошенькая Е.А.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Кравцова Е.Г., Кобец С.В.
- 3). Лаборатория мониторинга загрязнения среды г. Керчи ФГБУ «Крымское УГМС» (ЛМЗС, г. Керчь): Алексеенко А.И., Пискарева А.П., Полубинская Е.М., Тищенко Е.А.

Черное море

- 1). Севастопольское отделение ФГБУ «ГОИН» (Крым, г. Севастополь): Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Дьяков Н.Н.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта ФГБУ «Крымское УГМС» (ЛМЗС г. Ялта): Зайцева О.И., Фурник Д.В., Коберник Р.Е.
- 3). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Кравцова Е.Г., Кобец С.В.
- 4). Гидрометеобюро-1 Туапсе Краснодарского ЦГМС, Северо-Кавказское УГМС (г. Туапсе): Титов А.М., Томилко М.К., Балакирева А.С.
- 6). Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», г. Сочи): Калижникова Н.А., Лысак О.Б.

Балтийское море

- 1). ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (ФГБУ «СЗ УГМС», г. Санкт-Петербург), Отдел информации и методического руководства сетью (ОМС) Центра мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС), Гидрометцентр (ГМЦ): Ипатова С.В., Макаренко А.П., Лебедева Н.И., Мироничева Н.П.

Белое море

1). ФГБУ «Северное УГМС», Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Северное УГМС», информационно-аналитический отдел, ЛМЗПВ ЦМС (г. Архангельск): Красавина А.С., Плакуева М.В.

2). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, лаборатория ЛМВ (г. Мурманск): Чаус О.М., Устинова А.А., Ступак К.В.

Баренцево море

1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, лаборатория ЛМВ (г. Мурманск): Чаус О.М., Устинова А.А., Ступак К.В.

Гренландское море (Шпицберген)

1). Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демешкин А.С., Крутелев С.П.

Шельф Камчатки, Авачинская губа, Тихий океан

1). ФГБУ «Камчатское УГМС», Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС), Лаборатория информационно-аналитических ресурсов (ЛИАР), (г. Петропавловск-Камчатский): Копаница М.В., Бондаренко К.С., Лебедева Е.В., Полякова В.С.

Охотское море

1). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, Лаборатория мониторинга загрязнения морских и поверхностных вод суши (ЛМЗМПВС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Артамонова Е.М.

Японское море

1). Лаборатория мониторинга загрязнения морских вод Центра по мониторингу окружающей среды ФГБУ «Приморское УГМС» (г. Владивосток): Подкопаева В.В., Горлова В.А.

2). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, Лаборатория мониторинга загрязнения морских и поверхностных вод суши (ЛМЗМПВС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Артамонова Е.М.

РД Росгидромета: «Методические руководства по определению гидрохимических показателей и загрязняющих веществ в различных объектах морской среды»

Устаревшие нормативные документы

1. **РД 52.10.74-86.** Единые отраслевые нормы времени на работы по анализу морской воды и донных отложений по гидрохимическим показателям.
2. **РД 52.10.243-92.** Руководство по химическому анализу морских вод. (ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.)
3. **РД 52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. (ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеиздат, 1996, 50 с.)

Обновленные нормативные документы

http://ipk.meteor.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=282

1. **РД 52.10.728-2010.** Основные требования к компетентности лабораторий при проведении мониторинга состояния и загрязнения морской среды.
2. **РД 52.10.736–2010.** Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Растворенный кислород").
3. **РД 52.10.737–2010.** Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах в присутствии сероводорода. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Растворенный кислород в присутствии сероводорода").
4. **РД 52.10.738–2010.** Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Фосфаты").
5. **РД 52.10.739-2010.** Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Общий фосфор").
6. **РД 52.10.740–2010.** Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Нитриты").
7. **РД 52.10.777-2012.** Внутренний контроль качества информации о состоянии и загрязнении морской среды.
8. **РД 52.10.772-2013.** Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Аммонийный азот").

9. **РД 52.10.773-2013.** Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера.
10. **РД 52.10.774-2013.** Массовая доля ртути в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
11. **РД 52.10.775-2013.** Массовая доля металлов в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела "Следовые элементы (железо, марганец, хром, никель)").
12. **РД 52.10.778-2013.** Массовая концентрация растворенных форм железа, марганца и хрома в пробах морской воды. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
13. **РД 52.10.779-2013.** Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии.
14. **РД 52.10.803-2013.** Массовая доля нефтяных углеводородов в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 7).
15. **РД 52.10.804-2013.** Массовая доля анионных синтетических поверхностно-активных веществ в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии в режиме электротермической атомизации (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 6). **Изменение №1** к РД 52.10.804-2013 (*вводится в действие с 1 июля 2017 года*).
16. **РД 52.10.805-2013.** Массовая концентрация общего азота в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия.
17. **РД 52.10.806-2013.** Массовая концентрация хлоридов в пробах распресненных морских вод. Методика измерений аргентометрическим методом.
18. **РД 52.10.807-2013.** Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ в морских водах. Методика измерений экстракционно-фотометрическим методом с метиленовым голубым (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 6).
19. **РД 52.10.735-2018.** Водородный показатель морских вод. Методика измерений потенциометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Водородный показатель (pH)").
20. **РД 52.10.742-2018.** Объемная доля сероводорода в морской воде. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Сероводород").

21. **РД 52.10.743-2020.** Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом (взамен РД 52.10.743-2020 Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом).

22. **РД 52.10.744-2020.** Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдодокремневой кислоты (взамен РД 52.10.744-2010 Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдодокремневой кислоты).

23. **РД 52.10.745-2020.** Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редуторе (взамен РД 52.10.745-2010 Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редуторе).

CONTENTS

	ANNOTATION.....	
	ABSTRACT.....	
	INTRODUCTION.....	
Chapter A	Description of monitoring system	
	A.1. Monitoring stations.....	
	A.2. Methods of sampling and data treatment.....	
	A.3. Monitoring of marine environment at 2018.....	
Chapter 1.	Caspian Sea	
	1.1. General information.....	
	1.2. Discharge of the pollutants.....	
	1.3. Water conditions of the Northern Caspian.....	
	1.3.1. North-Western shallow part of the Caspian Sea (century transect III and IIIa).....	
	1.3.2. Southern border of the Northern Caspian (century transect IV)	
	1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area	
Chapter 2.	Azov Sea	
	2.1. General information.....	
	2.2. Taganrog Bay.....	
	2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay.....	
	2.2.2. Water pollution of the Don estuarine area.....	
	2.2.3. Bottom sediments pollution.....	
	2.3. Marine estuarian area and Delta of the Kuban River	
	2.3.1. Monitoring system of the Kuban River estuarian area.....	
	2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and Temruk Bay....	
	2.4. Kerch Strait. Northern narrow (transect port Crimea – port Caucasus).....	
Chapter 3.	Black Sea	
	3.1. General information.....	
	3.2. Expeditions in the open sea.....	
	3.3. Marine water pollution of the Crimean coast of the Black Sea.....	
	3.3.1. Eupatory city area (Donuzlav lake).....	

	3.3.2. Sevastopol Bight (MHI).....	
	3.3.2. Sevastopol Bight and sea-side (SB SOI).....	
	3.3.4. Pollution of atmospheric deposits (Sevastopol)...	
	3.3.5. Yalta port.....	
	3.3.6. Water quality of Crimean coastal waters.....	
	3.4. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area.....	
	3.5. Coastal area of Adler-Sochi.....	
Chapter 4.	Baltic Sea	
	4.1. General information.....	
	4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay.....	
	4.3. Hydrometeorological conditions.....	
	4.4. Central part of the Neva Bay.....	
	4.5. Northern resort of the Neva Bay.....	
	4.6. Southern resort of the Neva Bay.....	
	4.7. Marine Trade Port (MTP).....	
	4.8. Northern WWT plant.....	
	4.9. Resort area in the shallow-water Eastern part of the Finnish Gulf.....	
	4.10. Shallow-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf.....	
	4.11. Deep-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf.....	
	4.12. Koporsky Bay.....	
	4.13. Luzsky Bay.....	
Chapter 5.	White Sea	
	5.1. General information.....	
	5.2. Sources of pollution.....	
	5.3. Dvina Bay.....	
	5.4. Kandalaksha Bay.....	
Chapter 6.	Barents Sea	
	6.1. General information.....	
	6.2. Sources of pollution.....	
	6.3. Water pollution of the Kolsky Bay.....	
Chapter 7.	Greenland Sea (Spitsbergen)	
	7.1. General information.....	
	7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters.....	
	7.3. Hydrochemical parameters.....	
	7.4. Pollution.....	

Chapter 8.	Arctic Seas	
Chapter 9	Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
	9.1. General information.....	
	9.2. Sources of pollution.....	
	9.3. Water pollution in the Avacha Bay.....	
Chapter 10	Okhotsk Sea	
	10.1. General information.....	
	10.2. Pollution of the Sakhalin shelf.....	
	10.2.1. Area of village Starodubskoe.....	
	10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov.....	
	10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe.....	
	10.3. Visual observations.....	
	10.4. Results.....	
Chapter 11	Japan Sea	
	11.1. General information.....	
	11.2. Sources of pollution.....	
	11.3. Golden Horn Bay.....	
	11.4. Diomedea Bay.....	
	11.5. The Eastern Bosphorus Strait and Ulyss Bight...	
	11.6. Amur Bay.....	
	11.7. Ussuri Bay.....	
	11.8. Nakhodka Bay.....	
	11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait.....	
Chapter 12	Conclusions	
	Literature cited	
	Annex 1. The list of the published Annual Repots.....	
	Annex 2. The authors and owners of the data.....	
	Annex 3. Roshydromet Manuals on marine hydrochemistry	
	Annex 4. Order of Ministry of Natural Resources on Bottom Sediments	
	CONTENTS	
	CONTENTS (Russ)	

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
	АННОТАЦИЯ
	ABSTRACT
	ВВЕДЕНИЕ
A.	Характеристика системы наблюдений.....
	A.1. Станции мониторинга.....
	A.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений.
	A.3. Мониторинг морской среды в 2018 г.....
1.	Глава 1. Каспийское море
	1.1. Общая характеристика.....
	1.2. Поступление загрязняющих веществ.....
	1.3. Состояние вод Северного Каспия.....
	1.3.1. Северо-западная мелководная часть Каспия (разрезы III и IIIa).....
	1.3.2 Южная граница Северного Каспия (разрез IV).....
	1.4. Состояние вод Дагестанского побережья.....
2.	Глава 2. Азовское море
	2.1. Общая характеристика.....
	2.2. Таганрогский залив.....
	2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.....
	2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон.....
	2.2.3. Загрязнение донных отложений.....
	2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань.....
	2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань
	2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива
	2.4. Керченский пролив. Северная узость (разрез порт Крым – порт Кавказ).....
3.	Глава 3. Черное море
	3.1. Общая характеристика.....
	3.2. Экспедиционные исследования открытой части моря
	3.3. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря
	3.3.1. Евпаторийский район (озеро Донузлав)
	3.3.2. Севастопольская бухта (МГИ).....
	3.3.3. Севастопольская бухта и взморье (СО ГОИН).....
	3.3.4. Загрязнение атмосферных выпадений (г. Севастополь).....
	3.3.5. Порт Ялта.....

	3.3.6. Качество черноморских вод у берегов Крыма.....	
	3.4. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе.....	
	3.5. Прибрежный район Сочи-Адлер	
4.	Глава 4. Балтийское море	
	4.1. Общая характеристика.....	
	4.2. Мониторинг восточной части Финского залива и Невской губы.....	
	4.3. Характеристика гидрометеорологических условий...	
	4.4. Центральная часть Невской губы.....	
	4.5. Северный курортный район Невской губы.....	
	4.6. Южный курортный район Невской губы.....	
	4.7. Морской торговый порт (МТП).....	
	4.8. Северная станция аэрации.....	
	4.9. Курортный район мелководной зоны восточной части Финского залива	
	4.10. Мелководная зона восточной части Финского залива.....	
	4.11. Глубоководная зона Восточной части Финского залива.....	
	4.12. Копорская губа.....	
	4.13. Лужская губа.....	
5.	Глава 5. Белое море	
	5.1. Общая характеристика.....	
	5.2. Источники поступления загрязняющих веществ.....	
	5.3. Двинский залив.....	
	5.4. Кандалакшский залив.....	
6.	Глава 6. Баренцево море	
	6.1. Общая характеристика.....	
	6.2. Источники поступления загрязняющих веществ.....	
	6.3. Загрязнение вод Кольского залива.....	
7.	Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)	
	7.1 Общая характеристика.....	
	7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген.....	
	7.3. Гидрохимические показатели.....	
	7.4. Загрязняющие вещества.....	
8.	Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
9.	Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
	9.1. Общая характеристика.....	
	9.2. Источники поступления загрязняющих веществ.....	

	9.3. Загрязнение вод Авачинской губы.....	
10.	Глава 10. Охотское море	
	10.1. Общая характеристика.....	
	10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин.....	
	10.2.1. Район поселка Стародубское.....	
	10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова.....	
	10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное.....	
	10.3 Визуальные наблюдения.....	
	10.4 Выводы.....	
11.	Глава 11. Японское море	
	11.1. Общая характеристика.....	
	11.2. Источники загрязнения.....	
	11.3. Бухта Золотой Рог.....	
	11.4. Бухта Диомид.....	
	11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс)..	
	11.6. Амурский залив.....	
	11.7. Уссурийский залив.....	
	11.8. Залив Находка.....	
	11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив....	
	Глава 12. Выводы	
	Литература	
	Приложение №1. Список опубликованных Ежегодников	
	Приложение №2. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2018	
	Приложение №3. РД Росгидромета: «Методические руководства по определению гидрохимических показателей и загрязняющих веществ в различных объектах морской среды»	
	Приложение №4. Приказ Минприроды России от 24.02.2014 №112. Донные отложения	
	CONTENTS.....	
	СОДЕРЖАНИЕ.....	

Монография
Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2022.

Под редакцией А.Н. Коршенко

ISBN 978-5-6045347-3-1

© Коршенко А.Н., 2024

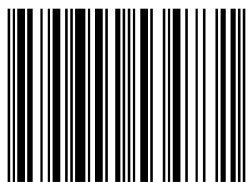
© ФГБУ «Государственный океанографический институт имени
Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2024

© Оформление. ООО «ПресСто», 2024

Подписано в печать
Формат 70x100 1/16. Условных п.л. 20,15.
Тираж 320 экз. Зак. №

ИПК «ПресСто», 153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 1
Тел.: +7-930-330-36-20, e-mail: presto@mail.ru

ISBN 978-5-6045347-3-1



9 785604 534731