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

ЕЖЕГОДНИК

2023

Москва 2025

АННОТАЦИЯ

В монографии Ежегодник-2023 приведены усредненные значения стандартных гидролого-гидрохимических характеристик, концентрации биогенных элементов и уровень загрязнения вод и донных отложений различными веществами в 60 локальных участках акваторий 10 морей Российской Федерации в 2023 г. Обобщенная информация базируется на результатах наблюдений государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета, включая Северо-Западный ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). подготовке Ежегодника выполнена в Отделе мониторинга морской среды океанографического Государственного института им. Росгидромета (ОММС ГОИН, г. Mockba, www.oceanography.ru, раздел «Загрязнение морей»).

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

Ежегодник-2023 предназначен для широкого спектра потребителей: региональных органов власти. федеральных И администраторов практической природоохранной деятельности, участников хозяйственнопроизводственного освоения шельфа морей, ученых-экологов, широкой российской и международной общественности и студентов различных образовательных учреждений. Оценка текущего гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских акваторий, а также выявленные многолетнего мониторинга тенденции использованы научных исследованиях при планировании В хозяйственных и/или природоохранных мероприятий.

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2023/ Под общей редакцией А.Н. Коршенко, 2025

ISBN 978-5-6045347-5-5

- © Коршенко А.Н., 2025
- © ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2025

ABSTRACT

The monography Annual Report 2023 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of ten Seas around Russian Federation in 2023. 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-2023 contains annual and/or seasonal average and maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawater at 60 local sites of Russian Seas. It also describes pollution of waters and bottom sediments with wide spectrum of natural and synthetic organic substances and trace metals. 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 2023 is intended for use by federal and regional administrations, managers of environment protection actions and offshore industry, ecologists, students and wide Russian and international public. 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 different activities of nature protection.

This Annual Report 2023 was compiled at the Department of Marine Environment Monitoring 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 2023 / Ed. A.N.Korshenko, 2025 **ISBN 978-5-6045347-5-5**

- © Korshenko A.N., 2025
- © State Oceanographic Institute (SOI), 2025

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 руководством Государственного научно-методическим океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава 1966 г. вол. a c 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 ГНС, 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 наблюдений исследований других организаций исследовательских институтов Росгидромета и Российской Академии Наук, данные международного обмена информацией, интернет-ресурсов, а также материалы отдельных экспедиционных морских исследований государственных и негосударственных организаций.

Ежегоднике настоящем характеристика приведена гидрохимического режима уровня загрязненности И прибрежных и эстуарных районов морей России в 2022 г. Основой для составления Ежегодника явились исходные постанционные данные и отчетные материалы 16 химических лабораторий территориальных Росгидромета, полученные в результате наблюдений регулярных 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

Состояние морских вод и донных отложений выполняются на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГНС). По составу и частоте наблюдений станции ГНС разделяются на три категории: станции I категории (единичные контрольные станции) предназначены оперативного контроля уровня загрязнения моря в особо важных или постоянно подверженных интенсивному загрязнению районах моря; станции II категории (единичные станции или разрезы) служат для получения систематической информации о сезонной и межгодовой изменчивости загрязнения морских и устьевых вод; они расположены на значительной части акватории моря и в устьях рек, в которые поступают сточные муниципальные или иные загрязненные воды. Станции III категории используются для получения информации о фоновом уровне загрязнения морской среды в относительно чистых участках акватории моря. Фоновые наблюдения представляют информацию о районах загрязняющих веществ (ЗВ) вследствие миграционных попадания глобального или регионального переноса. Категория наблюдений могут корректироваться местоположение станций зависимости от динамики уровня загрязнения морской среды или в связи с появлением новых морских объектов контроля.

По сокращенной программе пробы морской воды отбирают один раз в десять дней. Обычно в состав наблюдений входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), содержания растворенного кислорода, значений рН и концентрация одного-двух приоритетных для исследуемого района загрязняющих ингредиентов.

По полной программе пробы отбирают один раз в месяц. В состав наблюдений может входить определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района 3В; отдельных показателей морской среды — концентрации растворенного в воде кислорода (O_2), сероводорода (O_2), ионов водорода (O_3), аммонийного (O_3), аммонийного

азота (N-NH₄), общего азота (Ntotal), фосфатного фосфора (P-PO₄), общего фосфора (Ptotal), кремния (Si-SiO₃), а также элементов гидрометеорологического режима - солености и хлорности воды (S‰), температуры воды и воздуха (T^{O} С), скорости и направления течений и ветра, прозрачности по диску Секки и цветности воды, концентрации взвешенных веществ и некоторых других параметов морской среды.

Обычно 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 или постоянного скачка плотности из-за градиентов температуры и солености отбор проб проводится также на верхней границе пикноклина или уже в слое градиента. глубоководных максимального Ha станциях пробы отбираются гидрологических стандартных горизонтах. на экспедиционных исследованиях набор контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Принципы и методы химического анализа проб морской воды и донных отложений изложенны в давно разработанных в ГОИН руководящих документах Росгидромета: «Руководство по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243-92, 1993) и «Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (РД 1996). Методики проведения химического элементов или химических соединений в морской среде постоянно обновляются. В связи с этим в последние десятилетия в ГОИН был разработан и одобрен к применению на сети Росгидромета комплект из 25 РД, включающий в себя методики измерения основных гидрохимических показателей морской воды и целого ряда загрязняющих веществ в морской воде и донных отложениях (Приложение №3). Один из них регламентирует выполнение внутреннего лабораторного контроля (ВЛК) химическими лабораториями, устанавливает морскими другой требования к компетентности лаборатории мониторинга.

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингредиента) в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя (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 БПК $_5$ - 2,1 мг O_2 /дм 3 вместо ранее установленного 3,0 мг O_2 /дм 3 .

Поскольку в сводке ПДК-2016 для морских вод утверждено очень мало ингредиентов, допустимо использовать нормативы пресных вод для сравнительных оценочных характеристик многолетней контролируемых параметров, однако такой расчет очевидно не является 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 ориентировочных оценок текущего состояния морской среды или оценки многолетней/сезонной динамики форм азота и фосфора. Кроме того, поскольку в Перечне ПДК не указаны критерии оценки уровня трофности морских вод, в дальнейшем при расчетах для всех контролируемых акваторий было принято для фосфатов P-PO₄ значение ПДК=50 мкг/дм³ (мезотрофные воды). Также для оценок уровня загрязненности морских вод не рекомендуется использовать ПДК силикатов, поскольку это соединение не является опасным для морской биоты, строительным материалом клеточной стенки диатомовых водорослей. 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 качества вод отдельных морей в ближайшем будущем следует ожидать разработки региональных ПДК 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).

Биогенные вещества				
Ингредиент	Ингредиент CAS Обозначен ПДК, мг/дм ³			
(Класс опасности)		ие		
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		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;	80/ 24
			0,02 в пересчете на азот	
			нитритов	
Силикат калия (3)	1312-76-1	K_2SiO_3	для пресных вод - 2,0 или 1,0	2000 (1000)/
			по SiO ₃ ²⁻	368
Фосфат-ион (4э)	-	PO_4	0,05 олиготрофные водоемы	50/17
(по Р)				
	-	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/дм^3 , 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 подразделений Росгидромета нормы ПДК ДЛЯ сетевых скорректированы с учетом атомных весов составляющих соединение элементов: H-1, N-14, O-16, P-32, Si-28, K-39. Таким образом, ПДК аммония составляет 14/18 от первого приведенного в ПДК-2016 значения; нитритов 14/46; нитратов 14/62; силикатов SiO_3 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 занимающегося пресными водами Гидрохимического Института (ГХИ, Ростов-на-Дону, https://gidrohim.com/node/44) их концентрация выражена $M\Gamma/ДM^3$. метолических аналитических локументах ГОИН И (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	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм ³	мкг/дм 3
опасности				
Алюминий (4), все	7429-90-5	Al	0,04	40
растворимые в воде				
формы <1>*				
Алюминия оксихлорид /	1327-41-9	AlClO	для морских вод по иону	50
(гидроксихлорид), (3)		(AlCl(OH) ₂)	Al: 0,05; 0,04	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 -0.10	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	7439-96-5	Mn ²⁺	0,05	50
двухвалентный (4)				
		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	0,10
		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	

^{* -} норматив для морских вод

Органические загрязняющие вещества						
Ингредиент/ Класс	Ингредиент/ Класс CAS Обозначен ПДК, мг/дм ³				нг/дм ³	
опасности		ие		дм ³		
Нафталин (3)	91-20-3	$C_{10}H_{8}$	для пресных вод – 0,004	4		
Нефтепродукты	-	Total	морские воды - 0,05	50		
(нефтяные		Petroleum				
углеводороды, НУ),		Hydrocarbo				
(3)		ns (TPHs)				
Родамин-Б (Краситель	-	$C_{30}H_{34}N_2O_5$	0,05	50		
красный С-2108-Д), (4)						
	-		для пресных вод – 0,05	50		

Соевое масло (3)	8001-22-7	C57H98O6	морские воды -1,0		
Синтетические	-	Detergents		100	
поверхностно-			-,-		
активные вещества					
(СПАВ)***					
		Detergents	для пресных вод – 0,5	500	
Фенол/карболовая	108-95-2		фенол – 0,001	1,0	
кислота (3)		C ₆ H ₆ O	1 - 7	, -	
Хлорорганические	_		0,00001	0,01	10
токсиканты, ДДТ и его		Chlorobiph	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	- , -	
метаболиты, ПХБ,		enyls			
альдрин, линдан и др.		(PCBs),			
(1)**		Aldrin,			
		Lindan etc.			
Гексахлоран,	319-84-6	НСН,	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
гексахлорциклогексан		Group HCH			
(смесь стереоизомеров		with γ-HCH			
1,2,3,4,5,6-гексахлор-		(Lindane),			
циклогексана) (1)		C ₆ H ₆ Cl ₆			
ДДТ (1)	50-29-3	DDT,	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
		$C_{14}H_9Cl_5$			
Ацетон (3)	67-64-1	C ₃ H ₆ O	для пресных вод – 0,05	50	
Бензол (4)	71-43-2		для пресных вод – 0,5	500	
, ,		C_6H_6	-		
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).	_	C22H18Cl2F	для пресных вод –	0,0001	0,1
бетабайтроид			0,0000001	0,0001	0,1
2,4-Динитрофенол (2)	51-28-5	$C_6H_4N_2O_5$	для пресных вод – 0,0001	0,1	100
Дихлорбензол (2),	25321-22-	C ₆ H ₄ Cl ₂	для пресных вод – 0,001	1,0	
смесь изомеров	6		_		
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)			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	108-88-3	C ₇ H ₈	для пресных вод – 0,5	500	
(3)			=		
Тетрахлорметан	56-23-5	CCl ₄	для пресных вод – 0,001	1,0	
(четыреххлористый					
углерод), (2)					
Трибутиламин (1)	1120-24-7	C ₁₂ H ₂₇ N	для пресных вод – 0,00005	0,05	50
Трибутилоловохлорид (2), (ТВТ)	1461-22-9		для пресных вод – 0,00001		10
Трифенилоловохлорид (1)	639-58-7	C ₁₈ H ₁₅ ClSn	для пресных вод – 0,00001	0,01	10
Трихлорбензол (2),	87-61-6,	C ₆ H ₃ Cl ₃	для пресных вод – 0,001	1,0	
смесь изомеров	120-82-1	C0113C13	для преспых вод – 0,001	1,0	
смесь изомеров	120 02-1		l		

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	100	
			формальдегиду)		
			для пресных вод – 0,25	250	
Фталевые кислоты	-	-	2,0 (морские воды)		
(орто-, мета-, пара-),(4)					
Хлорбензол (3)	108-90-7	C_6H_5Cl	для пресных вод - 0,001	1,0	
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_6H_{12}	для пресных вод – 0,01	10	
Этиленгликоль (3)	107-21-1	$C_2H_6O_2$	0,5 (морские воды)	500	
			для пресных вод – 0,25	250	
Этиловый спирт (3)	64-17-5	C_2H_6O	для пресных вод – 0,01	10	

Показатели качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения высшей				
		и первой категории		
Растворенный кислород О ₂	Dissolved oxygen O ₂	- Содержание растворенного кислорода не должно опускаться ниже 6,0 мгО ₂ /дм ³ под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) Содержание растворенного кислорода в зимний (подледный) период не должно опускаться ниже 6,0 мг/дм ³ В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не менее 6,0 мгО ₂ /дм ³ .		
Водородный показатель (рН)	-	Должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения.		
Биохимическое потребление кислорода за 5 суток БПК₅		При температуре 20° С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать $2,1~{\rm MrO_2/дm^3}$.		
Биохимическое потребление кислорода БПК полн		При температуре 20° С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать $3,0~{\rm MrO_2/дm^3}$.		
Взвешенные вещества	d 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/дм³ (высшая и первая категории объекта рыбохозяйственного значения); 0,25 мг/дм³ – вторая категория		
Взвешенные вещества (4)		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-2916 приводится номер САS:

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, рН; 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 соответствии с приказом Минприроды России от 4 декабря 2014 г. №536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности среду" степени негативного воздействия на окружающую ПО (зарегистрировано Минюсте России 29 декабря 2015 г., В 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.

** Хлорорганические и фосфорорганические пестициды (ХОП, ФОП): 1) ДДТ и его метаболиты; 2) восемь стереизомеров гексахлорциклогексана (гексахлоран, ГХЦГ), включая линдан (ү-ГХЦГ); 3) другие ХОП - альдрин, дильдрин, эндрин, мирекс, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол и др.; 4) тиофос, метафос, карбофос, рогор 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 (концентрация) 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 одного или разных морей является использование расчетных безразмерных значений индекса загрязненности вод (ИЗВ), которые позволяют отнести воды исследуемого района к определенному классу качества (табл. A.2).

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

Класс качества во,	Диапазон значений ИЗВ	
Очень чистые	Очень чистые І	
Чистые	II	$0.25 < \text{M3B} \le 0.75$
Умеренно загрязненные	III	0,75 < ИЗВ ≤ 1,25
Загрязненные	IV	1,25 < H3B ≤ 1,75
Грязные	V	$1,75 < \text{M3B} \le 3,00$
Очень грязные	VI	$3,00 < \text{M3B} \le 5,00$
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), отдельные положения которого уточнены

авторами Ежегодника. Для морских вод при расчете индекса используют четыре параметра с обязательным включением в этот список растворенного кислорода. Формула расчета ИЗВ:



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 MTO_2/JM^3 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, выбранных станций сезон или год); ДЛЯ И периода 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 рассматриваемой «приоритетными» для анализируемый период времени; значения складываются; отдельное замечание: поскольку очевидных фактов «вредности» силикатов для морских организмов не выявлено, концентрация кремния не входит в расчет ИЗВ несмотря на наличие ПДК, 4) норматив для кислорода 6 мгO₂/дм³ надо разделить на среднее значение концентрации кислорода в $MrO_2/дм^3$; 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 ограниченным набором контролируемых параметров в большинстве районов морей и очень небольшим количеством установленных ПДК для морских вод. Поэтому рекомендуется использовать ИЗВ в основном с целью ориентировочного научно-методического описания текущего состояния морской среды в более-менее крупном районе моря, сравнения различных районов одного или разных морей и/или многолетней динамики качества вод, а также дополнять полученные результаты расчета ИЗВ другими методами оценки качества морских вод (Коршенко, 2023).

Для катастрофических ситуаций с очень высоким содержанием загрязняющих веществ в воде были установлены дополнительные оценочные 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 введение 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 km^2 :
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км^2 и более при его обозримой площади более 6 км^2 ;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше $40~{\rm MrO_2/\pi};$
- 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 мг O_2 /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 км^2 при его обозримой площади более 6 км^2 .

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	Высокое	Экстремально высокое
показатели	загрязнение (ВЗ)	загрязнение (ЭВЗ)
Абсолютное содержание	$2 < C \le 3$ мг/л	< 2,00 мг/л
растворённого кислорода		
Азот аммонийный	\geq 29,00 мг/л	≥ 145,00 мг/л
Азот нитритный	$\geq 0,80 \; { m M}{ m \Gamma}/{ m J}$	≥ 4,00 мг/л
Азот нитратный	≥ 400 мг/л	≥ 2000 мг/л
Фосфаты (для эвтрофных	\geq 2,0 M Γ/π	≥ 10,0 мг/л
водоемов)		
Фосфаты (для	≥ 1,5 мг/л	≥ 7,5 мг/л
мезотрофных водоемов)		
Нефтепродукты	≥ 1,5 мг/л	≥ 2,50 мг/л
СПАВ	$\geq 1,00~{ m M}{ m \Gamma}/{ m J}$	\geq 5,00 мг/л
ДДТ	$\geq 0.03 \; { m MK} { m \Gamma}/{ m J}$	\geq 0,05 мкг/л
ГХЦГ	\geq 0,03 мкг/л	\geq 0,05 мкг/л
Фенолы	≥0,03 мг/л	$\geq 0.05~{ m M}{ m \Gamma}/{ m J}$
Медь	$\geq 0.15~\mathrm{mg/m}$	$\geq 0,\!25$ мг/л
Марганец	$\geq 0,15 \; { m M}{ m \Gamma}/{ m J}$	≥ 0,25 мг/л
Свинец (морская вода)	$\geq 0.03 \; { m M}{ m \Gamma}/{ m J}$	$\geq 0.05~\mathrm{M}\mathrm{f}/\mathrm{j}$
Свинец (пресная вода)	\geq 0,018 мг/л	≥ 0,030 мг/л
Ртуть (морская вода)	$\geq 0,3{ m MK}\Gamma/{ m Л}$	≥ 0,5 мкг/л
Ртуть (пресная вода)	≥ 0,03 мкг/л	≥ 0,05 мкг/л
Кадмий	≥ 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. Большему 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. БПК $_5$ (по O_2), 3. ХПК, 4. Фенолы, 5.

Нефтепродукты, 6. Нитрит-ионы (NO_2^-) , 7. Нитрат-ионы (NO_3^-) , 8. Аммоний-ион (NH_4^+) , 9. Железо общее, 10. Медь (Cu^{2+}) , 11. Цинк (Zn^{2+}) , 12. Никель (Ni^{2+}) , 13. Марганец (Mn^{2+}) , 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 ПДК, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории; незначительная комплексность загрязненности воды водного объекта (K < 10%) и более высокая комплексность ($K \ge 10\%$).
- 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» Минприроды от 24.02.2014 №112), (МУ-2014). Они предназначены для использования территориальными органами Росгидромета, государственной Росводресурсов другими органами И осуществляющими мониторинг состояния водных объектов. определяют общие требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в д.о. водных объектов РФ. Хотя в качестве основного объекта исследований в МУ рассматриваются пресноводные водоемы, однако базовые положения применимы и к морским экосистемам. Практически все рекомендуемые методики оценки загрязненности опираются на наличие многолетних наблюдений в условиях постоянного антропогенного воздействия водоеме, 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. Эти матрицы интегрируют во времени и пространстве загрязнение в конкретном водоеме, а изменение загрязнения этих элементов водной экосистемы происходит медленнее по сравнению с водной толщей (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 существует нормативно настоящее время закрепленных характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих аналогично ПДК водной толще. Однако В существует возможность оценивать степень загрязнения д.о. в контролируемом районе моря на основе соответствия уровня содержания отдельных ЗВ экологической оценки загрязненности критериям грунтов ПО разработанным в других странах нормативным показателям, например по «голландским листам» (табл. А.4), (ДК-2002). Полученные единицы превышения установленных верхних допустимых границ («Допустимая Концентрация», ДК) не являются юридическим нормативным значением ни в европейских странах, ни в Российской Федерации. Эти величины только наглядно показывают насколько реальное содержание вредного вещества в пробе превышает некий относительно разумный предел. Они быть упрощенной сравнительной могут использованы ДЛЯ 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 определять общее содержание 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}). Нормируемая покажет реальное содержание ЗВ на мелкодисперсных величина сравнивать субстраты частичках позволит гранулометрическим составом.

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, Warmer H., van Dokkum R. (2002).

Металлы (мкг/г)	ДК	Органические ЗВ (нг/г)	ДК
Кадмий, Cd	0,8	Сумма 10 ПАУ	1000
Ртуть, Нд	0,3	Бенз(а)пирен	25
Медь, Си	35	Бензол	50
Никель, Ni	35	Толуол	50
Свинец, Рь	85	Ксилол	50
Цинк, Zn	140	Этилбензол	50
Хром, Сг	100	Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ	2,5
Мышьяк, As	29	ү-ГХЦГ (линдан)	0,05
		(γ-HCH, lindane)	
Кобальт, Со	20	Сумма 6 ПХБ	20
Молибден, Мо	10	Хлорбензолы	-
Олово, Sn	20	Хлорфенолы	-
Барий, Ва	200	НУ (TPHs), мкг/г	50

В исследованиях гидрохимического режима морской воды и содержания различных форм биогенных элементов часто используется единица измерений микромоль/л или микромоль/дм³ (мкмоль/дм³ или мкМ; μ mol/L = μ M или μ mol/dm³). Таблица пересчета единиц позволяет перевести концентрацию из микромолей в мкг/дм³ (табл. A.5).

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

Элемент/ Соединение	Коэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³	Элемент/ Соединение	Коэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³
Кислород, О2	мк $M * 32 = мкг$	Нитраты, NO₃	мк $M * 14 = мкг$
Сероводород, H_2S	* 34	Нитриты, NO_2	* 14
Метан, СН4	* 16	Аммоний, NH4	* 14
Кремний, Si	* 28	Общий азот, Ntot	* 14
Марганец, Мп	* 55	Фосфаты, РО4	* 31
Железо, Fe	* 56	Общий фосфор, Ptot	* 31

Для оценки состояния прибрежных вод и выработки политики в области охраны окружающей среды необходимы данные о поступлении загрязняющих веществ в морскую среду из наземных источников. Эти данные позволяют подготовить эффективные мероприятия по снижению поступающего с водосбора морей загрязнения. Оценка количества поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника - поступающие с контролируемыми реками

загрязнители (точечные источники), от неконтролируемых территорий (диффузные источники – ливневый сток, смыв с полей, атмосферные выпадения и т.д.) и от точечных источников, осуществляющих прямой сброс муниципальных или промышленных сточных вод в реку или море (труба). В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2ТП-Водхоз сведения об объеме поступающих в море с берега сточных вод, степени их очистки и поступлении отдельных видов ЗВ в тоннах за год. Данные о нагрузках от расположенных на водосборах рек диффузных источников, включая сельскохозяйственные предприятия, о поступлении веществ со стоками с неконтролируемых территорий, об удержании загрязняющих эстуарных районах веществ (маргинальный/дельтовый фильтр). как правило. отсутствуют. Дополнительными источниками загрязнения морских акваторий является пассажирского, торгового, нефтеналивного (суда рыболовного флотов), промышленные предприятия различных форм собственности, различные инженерные работы на шельфе и на берегу. Важным фактором загрязнения морской среды является 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 модельные оценки поступления веществ с осадками на территорию Восточной Европы и акваторию морей по тяжелым металлам и отдельным видам органических ЗВ, как минимум за период 1990-(Метеорологический Синтезирующий Центр-Восток МСЦ-В, (http://www.ru.msceast.org).

На федеральном уровне основным органом государственной власти в охраны и использования окружающей среды Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России, МПР, www.mnr.gov.ru), одной из функций которого является организация мониторинга окружающей природной загрязнения. Для осуществления государственного мониторинга водных объектов МПР устанавливает требования к проведению наблюдений за состоянием окружающей природной среды и загрязнением, сбору, обработке, хранению и распространению состоянии окружающей природной также к получению информационной загрязнении, 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 Федерального агентства ПО недропользованию. соответствии с Постановлением Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 осуществлении государственного мониторинга загрязнения окружающей среды" и прилагаемому к нему "Положению о

государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей Росгилромет выполняет формирование поддержку функционирования государственной сети наблюдений (ГНС), в том числе деятельности стационарных/подвижных организанию пунктов наблюдений и судовых экспедиционных исследований, т.е. осуществляет государственный мониторинг водных объектов (ПП-РФ 477). Вся первичная информация о результатах мониторинга гидрохимического состояния загрязненности вод направляется научноисследовательские институты Росгидромета, a также Елиный государственный фонд данных (ЕГФД) для хранения, обработки и дальнейшей подготовки различной информационной продукции.

А.З. Мониторинг морской среды в 2023 г.

В 2023 г. исследования гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды осуществлялись 16 химическими лабораториями региональных Управлений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также НИИ и СЗНПО «Тайфун» Росгидромета на 290 станциях, расположенных на 9 морях Российской Федерации и на острове Шпицберген (рис. А.1). Всего контроль состояния морской среды проводился в 58 локальных участках районов, наиболее подверженных прибрежных антропогенному воздействию. Основная часть станций расположена в проливах, заливах и бухтах, в эстуарных районах рек, вблизи крупных городов и на акватории портов. Большинство остальных станций относятся к постоянно действующей сети ГНС, обследуются ежегодно и только отдельные из них совпадают со станциями исторических вековых разрезов. Некоторая часть наблюдений на постоянных или временных станциях проводилась в хозрасчетных работ сетевых Управлений Росгидромета. Наибольшее количество станций по программе мониторинга было выполнено на Каспийском, Черном, Балтийском и Японском морях (рис. А.2).

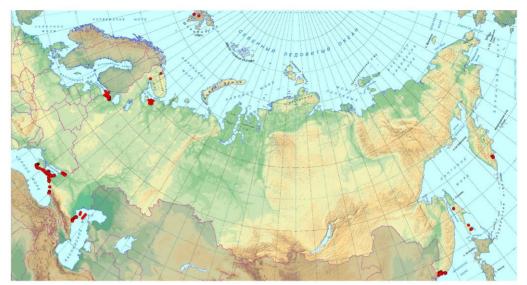


Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2023 г.

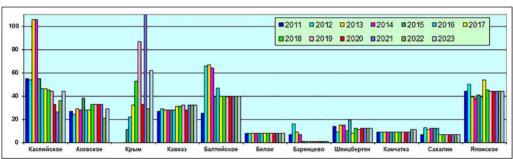


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды на контролируемых морях РФ в 2011-2023 гг.

течение 2023 г. всеми лабораториями было проанализировано 2080 проб воды и 162 пробы донных отложений (24 на Азовском море, 30 у побережья о. Сахалин и 108 в заливе Петра Великого Японского моря). Суммарное количество выполненных химических анализов составило 42026 измерений в морской воде (на 5 084 меньше прошлого года), а в донных отложениях 1320 (на 534 меньше), из которых 1296 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), содержание донных отложениях также В воде И загрязняющих рамках государственной программы веществ. мониторинга морской среды последняя группа обычно включает суммарное количество нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектрометрии и флуориметрии, фенолов, СПАВ, стойких органических

загрязнителей (СОЗ), главным образом пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, а тяжелых металлов (TM). Среди загрязняющих веществ многочисленные отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов и 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 ограниченному списку веществ, уровень концентрации которых может быть определен с достаточной точностью на оборудовании местной лаборатории. Обычно загрязнители эти приоритетными для исследуемой акватории. Аналитические возможности региональных химических лабораторий сильно отличаются, поэтому 2023 г. было выполненных анализов в неодинаковым в разных морях (рис. А.3).

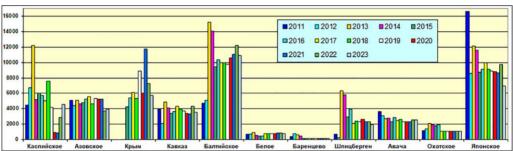


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы мониторинга морей РФ в 2011-2023 гг.

Государственный мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды в 2023 г., как и в предыдущие годы, главным был исследование образом ориентирован на гидрохимических параметров (11807 анализов из общего количества 42026), а также измерение концентрации биогенных веществ (12132 анализов) и растворенного в воде кислорода (1936), (рис. А.4). В структуре контролируемых загрязняющих веществ повышенным было количество выполненных химических анализов содержания тяжелых металлов (6549) и стойких органических загрязнителей (3676 анализов). При анализе этих классов веществ в одной пробе морской воды обычно анализируется до 11 разных металлов и большое количество различных органических В частности, хроматографический веществ. 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 конгенеров 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 нефтяных углеводородов, в основном методом инфракрасной спектрометрии, было проанализировано 1885 проб.

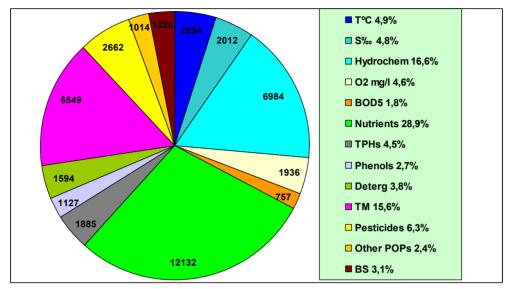


Рис. А.4. Структура и количество анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды в 2023 г.

T – температура, S – соленость; r/x – стандартные гидрохимические параметры; O_2 – концентрация растворенного в воде кислорода; $Б\Pi K_5$ – биохимическое потребление кислорода за 5 суток; Биогены – соединения азота, фосфора и кремния; HY – сумма нефтяных углеводородов, метод инфракрасной спектрометрии; Φ енол – сумма фенолов; $C\Pi AB$ – синтетические поверхностно-активные вещества; TM – тяжелые металлы; Π естициды – хлорорганические пестициды; другие CO3 – стойкие органические загрязнители кроме хлорорганических пестицидов (гербициды, полихлорированные бифенилы $\Pi X E$, полициклические ароматические углеводороды ΠAY , хлорфенолы); д.о. – донные отложения.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

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

1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей 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 обусловлены определяемой климатом увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. площадь Его обшая 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 o формировании здесь 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 практически всю акваторию моря, циркуляции, охватывающей 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 нуля. В летнее время при гидрометеорологических способствующих вертикальной стратификации вол. 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 высокой степенью промышленного р. Волги отличаются 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 коммунальными промышленными стоком. И и поселков, стоками вод с сельхозугодий, прибрежных городов атмосферными выпадениями, ветровым переносом с других территорий, газовыми и жидкими выделениями со дна моря. Существенный вклад в загрязнение морской акватории в последние десятилетия вносят судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем. Имеет значение также трансграничный перенос из сопредельных акваторий.

1.3. Состояние вод Северного Каспия

Мониторинг загрязнения Северного Каспия в 2023 г. выполнялся Северо-Кавказского Астраханского ШΓМС управления силами Росгидромета. На трех станциях разреза IIIа в западной части Северного Каспия были отобраны 8 проб на поверхностном и придонном горизонтах в мае и сентябре. На разрезе III в центральной части Северного Каспия наблюдения были проведены в апреле, июле и сентябре. На четырех станциях было отобрано 26 проб. На южной границе северо-каспийского мелководья на разрезе IV съемки выполнены в апреле и сентябре, отобрано 17 проб (рис. 1.1). Как и в прошлом году, определение концентрации металлов на разрезах III и IIIа не проводилось. При оценке качества вод с использованием значений фосфатов принималось, что воды района могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные. гидрохимических Определение стандартных параметров, концентрации биогенных загрязняющих веществ нефтяных И углеводородов (ИК-спекрометрия), фенолов (кроме разрезов III и IIIa) и СПАВ, проводилось в стационарной береговой лаборатории. Далее в тексте и таблицах концентрация биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов выражена в мкг/дм³, содержание кислорода - мгO₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял 0,02 мг/дм³.



Рис. 1.1. Станции отбора проб морской воды на акватории Северного Каспия в 2023 г.

1.3.1. Западная и центральные части акватории (разрезы Ша и Ш) На разрезе Ша в западной части Северного Каспия в мае **соленость** изменялась от 0,27‰ на ст.№1 вблизи устья Волги до 7,28‰ на удалении

от него, в среднем 3,78‰, а в сентябре соленость на удалении от устья реки возросла до 7,78‰. На разрезе III в центральной части акватории, где влияние пресноводного стока менее ощутимо, соленость изменялась в более узком диапазоне от 6,61% до 11,70%, в среднем 9,16%. В целом уровень солености в месяцы наблюдения соответствовал ее обычному годовому ходу в Северном Каспии (табл. 1.2). Температура варьировала в водородный 19.8-22.0°C: показатель 7.94-8.99 ед.рН. Щелочность варьировала в диапазоне 2,62-3,74 мг-экв/дм³. Прозрачность воды взморья была наименьшей (0,5-0,6 м) вблизи дельты Волги и повышалась до 0,8-2,5 м на удаленных станциях. Кислородный режим в 2023 г. вернулся к обычному, минимальное содержание кислорода в воде составило 8,59, а максимальное $11,69 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Это соответствующих значений прошлого года. Концентрация фосфатов также вернулась к характерным для этого района значениям и изменялась в пределах 9,00-41,00 при средних значениях 15,50 в западной и 19,08 мкг/дм³ в центральной частях акватории Северного Каспия. Если исключить аномально низкие значения содержания этого ингредиента в 2022 г., то можно предположить наличие тенденции к повышению концентрации фосфатов начиная с 2015 г. (рис. 1.2). Полтверлить или опровергнуть такое предположение можно будет только по данным новых наблюдений в последующие годы. Содержание аммонийного азота, хотя и повысилось более двух раз, однако оставалось далеким от норматива и в среднем составило около 0,1 ПДК. Концентрация нитритов, напротив, понизилась в несколько раз по сравнению с 2022 г. Уровень присутствия нитратов также был очень невысоким и не поднимался более 0,02 ПДК. Содержание силикатов в целом сохранялось в пределах обычной межгодовой изменчивости.

Таблица 1.2. Средние, минимальные и максимальные значения гидрохимических параметров вод на вековых разрезах Северного Каспия в 2023 г. Концентрация биогенных элементов в мкг/дм³.

Параметр	Разрез	s III (2	б проб)	Разрез	IIIa (8 1	троб)	Разрез 1	проб)	
	Среднее	Мин.	Макс.	Среднее	Мин.	Макс.	Среднее	Мин.	Макс.
Температура, ^о С	19,8	10,8	26,5	15,8	13,0	22,0	17,9	17,6	22,7
Соленость, ‰	9,16	6,61	11,70	3,78	0,27	7,78	9,82	9,45	11,80
O_2 , мг O_2 /дм ³	10,15	8,59	10,96	10,97	10,10	11,69	9,57	8,58	10,52
рН, ед.рН	8,29	7,94	8,90	8,62	8,30	8,99	8,20	8,27	8,40
Фосфаты Р-РО4	19,08	9,00	41,00	15,50	10,00	36,00	10,86	8,3	15,2
Общий фосфор P _{total}	-	-	ı	-	ı	-	15,41	12,3	17,6
Нитриты N-NO ₂	0,04	0,00	0,12	0,03	0,02	0,05	1,68	1,30	2,01
Нитраты N-NO ₃	0,04	0,02	0,107	0,03	0,02	0,06	14,96	11,4	17,8
Аммоний азот N-NH ₄	44,54	13,00	93,00	34,88	10,00	57,00	336	289	399

Общий азот N _{total}	ı	-	ı	ı	ı	-	374	320	454
Кремний Si	58,5	37,0	78,0	72,9	64,0	79,0	366	238	377

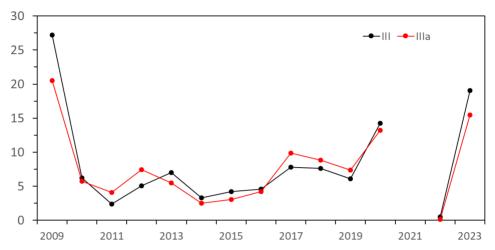


Рис. 1.2. Многолетняя динамика содержания фосфатов (мкг/дм 3) в водах центральной (разрез III) и западной (разрез IIIа) части акватории Северного Каспия в 2009-2023 гг. В 2021 г. наблюдения на разрезах III и IIIа не проводились.

Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах западного Каспия на разрезе IIIа составила для нефтяных углеводородов (НУ) — 0,70/1,00 ПДК, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) — 0,56/0,99 ПДК, аммонийного азота - 0,09/0,15 ПДК. В центральной части Северного Каспия на разрезе III эти величины составляли для НУ 0,74/1,14 ПДК, СПАВ 0,66/1,28 ПДК и аммонийного азота 0,11/0,24 ПДК. Такие значения были заметно выше прошлогодних. Содержание фенолов в водах Северного Каспия в этом году не определялось.

На разрезах III и IIIа значения ИЗВ, рассчитанные по средней концентрации НУ, СПАВ, аммонийного азота и кислорода в 2023 г., составили 0,53 и 0,47, соответственно. Годом ранее так же в условиях отсутствия определения фенолов значение ИЗВ на разрезах было 0,43 и 0,55. Таким образом, состояние вод центральной части акватории немного улучшилось, а в западной — ухудшилось. В связи с прекращением наблюдений за фенолами, вносящими наибольший вклад в уровень ИЗВ, приведенные выше значения могут использоваться для сравнения кчества вод в последние два года и не дают основания для определения тенденции. Ранее уже было показано насколько сильно может повлиять на оценку качества вод выпадение из листа наблюдений отдельных приоритетных для района загрязнителей (Коршенко, 2023).

Таблица 1.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного Каспия в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	1 г.	202	22 г.	2	023 г.
		C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
Разрез III	НУ	-	-	0,024	0,48	0,037	0,74
4 ст. 26 проб		-	-	0,03	0,60	0,057	1,14
	СПАВ	-	-	53,6	0,54	66	0,66
		-	-	76,6	0,77	128	1,28
	Азот	-	-	17,0	0,04	44,5	0,11
	аммонийный	-	-	22,0	0,06	93,0	0,24
	Азот	-	-	1,50	0,06	0,04	0,00
	нитритный	-	-	3,00	0,12	0,12	0,01
	Фосфаты	-	-	0,5	0,01	19,1	0,38
	_	-	-	1,0	0,02	41,0	0,82
	Кислород	-	-	9,00		10,15	
		-	-	8,67		8,59	
Разрез IIIa	НУ	-	-	0,044	0,88	0,035	0,70
4 ст., 8 проб		-	-	0,054	1,08	0,050	1,00
	СПАВ	-	-	52,4	0,52	56	0,56
			-	60,0	0,60	99	0,99
	Азот	-	-	22,5	0,06	34,9	0,09
	аммонийный	-	-	42,0	0,11	57,0	0,15
	Азот	-	-	1,83	0,08	0,03	0,00
	нитритный	-	-	2,00	0,08	0,05	0,00
	Фосфаты	-	-	0,15	0,00	15,5	0,31
		-	-	0,50	0,01	36	0,72
	Кислород	-		8,25		10,97	
		-		4,02	0,67	10,10	
Разрез IV	НУ	0,039	0,78	0,052	1,04	0,040	0,80
4 ст., 17 проб		0,05	1,00	0,06	1,20	0,070	1,40
	Фенолы	2,18	2,18	2,82	2,82	1,88	1,88
		3,0	3,00	4,00	4,00	3,0	3,00
	Азот	299	0,77	227	0,58	336	0,86
	аммонийный	338	0,87	319	0,82	399	1,03
	Азот	1,73	0,07	1,22	0,05	1,7	0,07
	нитритный	2,00	0,08	1,61	0,07	2,0	0,08
	Фосфаты	13,6	0,27	6,6	0,13	10,9	
		15,9	0,32	7,3	0,15	15,2	0,30
	Cu	-	-	2,55	0,51	2,73	0,55
		-	-	3,30	0,66	3,50	0,70
	Кислород	9,30		8,15		9,57	
		8,17		7,92		8,57	

Примечания:

- 1. Концентрация C^* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), аммонийного и нитритного азота и меди 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.
- 4. В последние 3 года в водах разрезов III и IIIа определение концентрации фенола и металлов не проводилось.

Таблица 1.4. Оценка качества вод Северного Каспия в 2021-2023 гг.

Район	202	21 г.	202	22 г.	202	3 г.	Содержание ЗВ в
	ИЗВ	Класс	ИЗВ*	Класс	ИЗВ*	Класс	2023 г. (в ПДК)
Section III	1,84	V	0,43	II	0,53	II	НУ 0,74; СПАВ 0,66;
							NH ₄ 0,11; O ₂ 0,59
Section	1,59	IV	0,55	II	0,47	II	НУ 0,68; СПАВ 0,56;
IIIa							NH ₄ 0,09; O ₂ 0,55

ИЗВ* - без учета фенолов

1.3.2. Южная граница Северного Каспия

На южной границе Северного Каспия (разрез IV, рис. 1.1) наблюдения проводились в апреле и сентябре 2023 г. на 4 станциях с глубинами 10-23 м на трех горизонтах - поверхностном, промежуточном и придонном. Всего было отобрано 17 проб.

Для разреза IV характерно возрастание солености в направлении от западного берега моря к восточному. что связано с потоком распресненной волжской воды, распространяющимся вдоль западного берега моря. В апреле соленость на поверхности моря изменялась от 9,45‰ на станции 1 около западного берега до 10,50‰ на станции 3 в центральной части моря. В сентябре соленость на тех же станциях составила 8,06‰ и 10,00‰. Температура была более однородной в пространстве – 12-13°C в апреле и 26,0°C на всех станциях разреза в сентябре. Величина водородного показателя вод (рН) находилась в пределах 7,76-8,33 в апреле и 8,37-8,41 ед.рН в сентябре. Показатели кислородного режима соответствовали норме: средняя и минимальная $8,52 \,\mathrm{MF} \,\mathrm{O}_2/\mathrm{дм}^3$, соответственно концентрация была равна 9,57 и (табл. 1.2).

Концентрация фосфатов на южной границе Северного Каспия в районе разреза IV составляла 8,3-15,2, что не превышало 0,3 ПДК. (табл. 1.2). Содержание общего фосфора варьировало в пределах 12,3-17,6 мкг/дм³. Таким образом, на органический фосфор приходилась приблизительно треть его общего содержания в воде. Содержание силикатов изменялось в диапазоне 238-377 при среднем 366 мкг/дм³.

Среднее/максимальное значения концентрации нитритов аммонийного азота составляли 0,07/0,08 ПДК И 0.86/1.03 ПДК, За десятилетия средняя годовая соответственно. последние два концентрация аммонийного азота на разрезе IV (Чечень-Мангышлак) выросла с 51-88 в 2000-2005 гг. до 237-336 мкг/дм³ в 2019-2023 гг. При этом в период 2013-2018 гг., напротив, наблюдались очень низкие значения содержания аммонийного азота - от 11 до 21 мкг/дм³. Размах

межгодовых колебаний содержания аммонийного азота в водах IV разреза в период 2007-2023 гг. значительно вырос по сравнению с более ранним периодом (рис. 1.3). В целом, по данным наблюдений в 2023 г. угроза эвтрофикации вод на южной границе Северного Каспия отсутствовала.

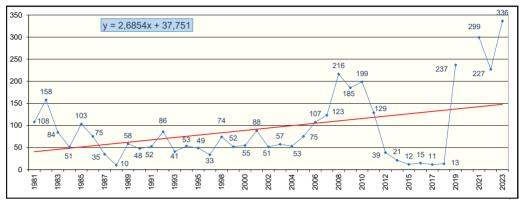


Рис. 1.3. Динамика средней годовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981–2023 гг.

Как и ранее, среди загрязняющих веществ в 2023 г. приоритетными оставались фенолы со средней годовой концентрацией 1,9 ПДК и максимальной 3 ПДК. Анализ межгодовой изменчивости концентрации фенолов за весь период наблюдений начиная с 1981 г. указывает на наличие отрицательного линейного тренда. Однако основное уменьшение концентрации фенолов приходилось на 1981-2003 гг. тогда как в более поздний период ее заметного систематического изменения не наблюдалось (рис. 1.4).

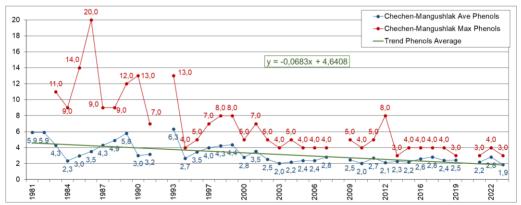


Рис. 1.4. Динамика максимальной и средней годовой концентрации фенолов (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981-2023 гг. Максимальные значения концентрации фенолов 54,0 и 29,0 мкг/дм³ в 1981-1982 гг. вынесены за поля графика.

Средняя концентрация нефтяных углеводородов (НУ) в 2023 г. составила 0,8 ПДК, а максимальная достигала 1,4 ПДК. Эти значения находятся 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 2000 - 2008 гг. В более поздний период содержание НУ в водах разреза стабилизировалось на уровне чуть менее 1 ПДК с небольшими вариациями. После 2012 г. размах максимальных годовых значений заметно уменьшился по сравнению с предыдущими годами. Межгодовая изменчивость средней концентрации НУ в районе разреза IV оставалась существенно ниже, чем на разрезах III и IIIа на более северных акваториях.

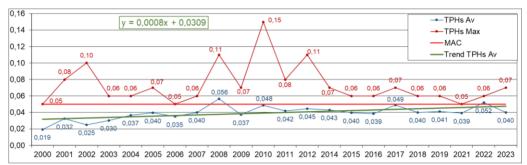


Рис. 1.5. Динамика максимальной и средней годовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм 3) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 2000—2023 гг.

Наблюдения за концентрацией меди были восстановлены на IV разрезе только в 2022 г., в связи с чем ее многолетнюю динамику выявить не удалось. Однако по данным 2022-2023 гг. ее средняя концентрация составляет 0,51-0,55 ПДК, так что ее вклад в общее загрязнение вод невелик по сравнению с вкладами других загрязнителей.

Значение ИЗВ на разрезе IV на южной границе Северного Каспия в 2023 г. составило 1,04. Тем самым состояния вод вновь стала соответствовать классу III («умеренно загрязненные»), что типично для этого района (табл. 1.4, рис. 1.6). Улучшение качества вод в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом было вызвано понижением концентрации фенолов и нефтяных углеводородов (рис. 1.7).

Таблица 1.4. Оценка качества морских вод на южной границе Северного Каспия (разрез IV) по ИЗВ в 2021-2023 гг.

Район	202	21 г.	202	22 г.			Среднее содержание
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	3В в 2023 г. (в ПДК)
Разрез IV	1,10	III	1,29	IV	1,04		Фенолы 1,88; NH4 0,86; НУ 0,8; O ₂ 0,63

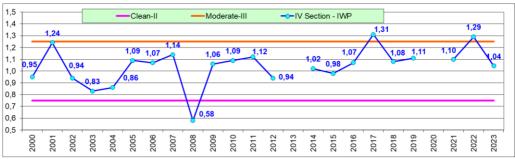


Рис. 1.6. Многолетняя динамика ИЗВ в водах станций IV разреза на южной границе Северного Каспия в период 2000-2023 гг.



Рис. 1.7. Динамика содержания фенолов, НУ и NH_4 в единицах ПДК в 2000-2023 гг. на южной границе Северного Каспия (разрез IV). В 2020 г. наблюдений в этом районе не проводилось.

1.4. Состояние вод Дагестанского взморья

Станции мониторинга морских вод на Дагестанском взморье расположены в 8 районах вблизи берега на мелководье, глубина на них варьирует от 3,3 до 21,0 м (рис.1.8). В 2023 г. наблюдения на них выполнялись дважды - в сентябре во всех районах, кроме Лопатина, и в октябре на участке от Лопатина до Каспийска. Всего на поверхностном и придонном горизонтах было отобрано 254 пробы. Далее в тексте концентрация биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов выражена в мкг/дм³, содержание кислорода - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов — мг/дм³. Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял 0,02 мг/дм³.

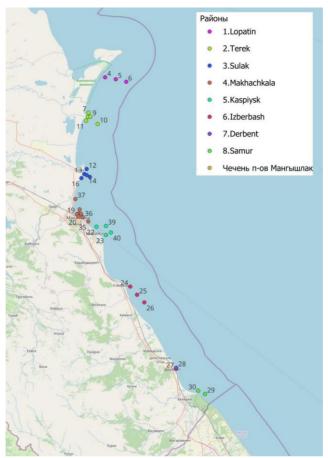


Рис. 1.8. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2023 г. Фиолетовая линия — морская граница территориальных вод Российской Федерации.

Как и в предыдущие годы, средняя соленость прибрежных вод Дагестанского побережья увеличивалась с севера на юг от 8,57% у п. Лопатин до 9,44% на взморье р. Самур (табл. 1.5). Это обусловлено распресняющим влиянием волжского стока, распространяющегося вдоль побережья Дагестана. Соленость во всех районах была меньше, чем в 2022 г. Это объясняется, по-видимому, различиями в объеме пресной воды, поступающей в разные годы на Дагестанское взморье с речным стоком.

Таблица 1.5. Среднее и максимальное значение гидрохимических

параметров вод Дагестанского побережья в 2023 г.

параметров вод дагестанского пооережья в 2023 г.											
Район	T ^o C	S ‰	O_2	pН	PO_4	P tot	NO_2	NO_3	NH ₄	N tot	Si
Лопатин	20,72	8,57	9,49	8,16	12,04	16,90	1,6	15,60	351,37	386,90	341,97
3 ст., 30 проб	26,8	10,4	8,58	8,59	19,8	26,9	2,21	20,1	409	442	442
Взморье р. Терек	20,51	8,72	9,59	8,24	10,70	14,94	1,5	14,43	332,40	382,98	368,44
5 ст., 50 проб	27,1	10,9	8,51	8,59	14,3	18,2	2	19,1	399	474	491
Взморье р. Сулак	20,44	8,75	9,61	8,34	11,59	14,70	1,5	14,94	331,64	374,30	372,26
5 ст., 50 проб	26	10,9	8,58	9,38	14,8	17,5	2,11	18,3	378	453	481

Махачкала	19,67	8,91	9,57	8,35	13,13	16,94	1,8	15,31	339,37	379,07	394,42
8 ст., 73 проб	26	10,9	8,58	8,46	18,7	22,1	2,31	17,8	395	481	480
Каспийск	17,91	8,49	9,62	8,31	12,74	18,48	1,5	14,52	366,63	378,71	373,29
4 ст., 24 проб	22,4	10	8,37	8,46	15,3	22,4	2	17,4	399	449	477
Избербаш	15,03	8,36	10,17	7,68	12,79	16,06	1,5	14,69	347,33	401,07	393,73
3 ст., 15 проб	23	11,1	8,94	8,43	16,7	19,4	1,91	17,3	392	461	465
Дербент	16,90	8,73	9,84	8,31	11,80	15,35	1,6	13,28	335,50	384,13	380,13
2 ст., 8 проб	22,18	10,4	8,58	8,46	16,3	19,4	2	17,1	389	449	431
Взморье р. Самур	19,00	9,44	9,36	8,39	11,90	13,85	1,1	12,20	323,50	358,00	401,00
2 ст., 4 проб	20	9,92	8,78	8,41	14	16,2	1,28	14,3	348	380	461

Примечание. Величина водородного показателя приведена в единицах pH, концентрация растворенного кислорода в $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, биогенных веществ в мкг/дм^3 .

Концентрация фосфатов по-прежнему оставалась предельно допустимой – не более 0,4 ПДК, максимальное значение было отмечено у п. Лопатин. Содержание общего фосфора было в разных районах на 14-27% больше минерального, средние значения варьировали от района к району в диапазоне 10,7-14,7 мкг/дм³. Средняя концентрация нитритов сохранялась в разных районах на уровне 1,1-1,8 мкг/дм³ (0,05-0,08 ПДК). Содержание аммонийного азота сохранилось на высоком уровне – в среднем от 0,83 на взморье р. Самур и 1,02 у г. Махачкала. Эти прошлогодних. немного Это свидетельствует о выше сохранении отмеченной ранее тенденции концентрации К росту аммонийного азота со скоростью 0,04-0,06 ПДК/год. Как и ранее отмечалась тенденция к убыванию среднего содержания нитратного азота с севера на юг - от 15,6 у п. Лопатин до 12,2 мкг/дм³ на взморье р. Самур. Разброс средних значений концентрации силикатов в разных районах Дагестанского взморья был относительно небольшим – 341-401, при этом значения средней концентрации силикатов во всех районах была несколько ниже прошлогодней. Таким образом, судя по приведенным значениям концентрации биогенных веществ, эвтрофикации вод на Дагестанском шельфе по-прежнему не отмечено. Одновременно отмечается рост концентрации аммонийного азота, которая вплотную приблизилась к ПДК, а на акватории Махачкалы даже немного превысила ее.

Концентрация **фенолов** на Дагестанском взморье по-прежнему заметно превосходила норматив – в среднем от 2,57 ПДК у п. Лопатин до 3,54 ПДК у г. Махачкала. При этом многолетний тренд концентрации фенолов по-прежнему отсутствовал, но ее межгодовые колебания были велики (рис.1.9).

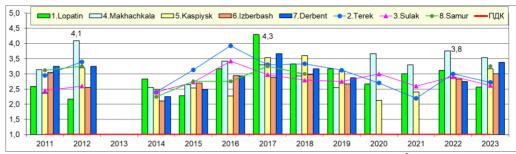


Рис. 1.9. Динамика средней концентрации фенолов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2011-2023 гг.

Уровень загрязнения вод нефтяными углеводородами соответствовал уровню предыдущих лет. Средняя годовая концентрация во всех районах варьировала около 0,88 ПДК у Каспийска до 1,01 ПДК у Махачкалы, а максимальная достигала 1,4 ПДК на взморье р. Сулак и у Махачкалы. В целом, в 2023 г. концентрация НУ оставалась на уровне 2015-2022 гг., какой-либо значимой тенденции в ее многолетней изменчивости не обнаружено (рис. 1.10).

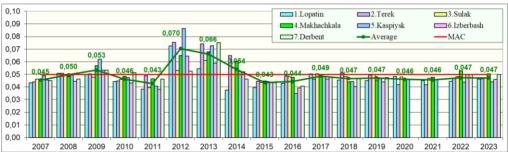


Рис. 1.10. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2007-2023 гг.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) измерялась в 6 районах из 8 (кроме Избербаша и взморья р. Самур). Среднее содержание СПАВ варьировало от района к району взморья в диапазоне 0,08-0,24 ПДК. Как и в прошлом году в районе г. Махачкала однократно (01.10.2023 г.) наблюдалось экстремально высокое значение концентрации СПАВ, достигавшее 1,8 ПДК.

Концентрация **меди** определялась только в трех районах - у п. Лопатин и на взморьях рек Терек и Сулак. Абсолютные значения концентрации меди в этих районах находились на уровне 0,56-0,69 ПДК; какой-либо тенденции к ее межгодовой изменчивости за последние шесть лет не обнаруживается.

Таблица 1.7. Многолетняя динамика концентрация меди (в ПДК) в водах Северного Каспия и Дагестанского шельфа в 2018-2023 гг.

	<i>I</i> 1	1
Год	Районы	

	Лопатин	Терек	Взморье	Центр	Запад	Южная граница
			р. Сулак	Северного	Северного	Северного Каспия
				Каспия	Каспия (разрез	(разрез IV)
				(разрез III)	IIIa)	
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
2023	0,69	0,56	0,57	_	_	0,54

Кислородный Дагестанского режим взморья оставался благоприятным. концентрация растворенного Средняя кислорода изменялась вдоль Дагестанского побережья в диапазоне от 9,36 мгO₂/дм³ взморье р. Самур до $10,17 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$ у п. Избербаш. Значения комплексного показателя загрязнения ИЗВ в большинстве районов мониторинга в 2023 г. составили 1,25-1,51 с максимумом в районе (табл. 1.8). соответствуют Махачкалы Bce ЭТИ значения ИЗВ «загрязненным» водам. В районах п. Лопатин, взморьях рек Терек и Сулак, а также г. Махачкала наблюдавшийся в 2020-2022 гг. рост прекратился и возобновилась раннее отмеченная тенденция к понижению ИЗВ. В районах гг. Каспийск и Дербент рост ИЗВ продолжился, а у п. Избербаш каких-либо изменений не произошло (рис. 1.11). При этом, как и ранее, и пространственные, и межгодовые изменения ИЗВ на Дагестанском взморье были вызваны преимущественно изменчивостью концентрации фенолов.

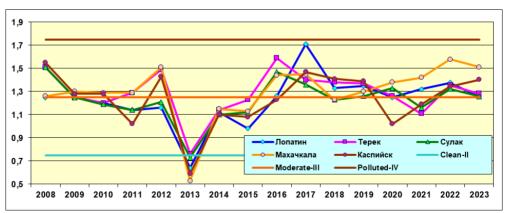


Рис. 1.11. Динамика ИЗВ на Дагестанском взморье 2008-2023 гг.

Таблица 1.6. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих и биогенных веществ в водах Дагестанского побережья в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	2021 г.		202	2 г.	2023 г.	
		C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
Лопатин	НУ	0,045	0,90	0,045	0,89	0,046	0,93

3 ст.,		0,05	1,00	0,06	1,20	0,06	1,20
30 проб	Фенолы	3,00	3,00	3,11	3,11	2,57	2,57
_		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	СПАВ	12	0,12	9,67	0,10	8,25	0,08
		69	0,69	12	0,12	12	0,12
	Cu	3,6	0,72	3,57	0,71	3,43	0,69
		4,7	0,94	4,6	0,92	4,6	0,92
	Zn	3,0	0,06	2,9	0,06	2,9	0,06
		3,7	0,07	3,3	0,07	3,2	0,06
	Азот	231,7	0,59	323	0,83	351	0,90
	аммонийный	265	0,68	386	0,99	409	1,05
	Азот	1,79	0,07	1,7	0,07	1,6	0,07
	нитритный	2,31	0,10	2,01	0,08	2,21	0,09
	Фосфор	10,9	0,21	10,17	0,20	12,04	0,24
	фосфатный	18,1	0,36	14,2	0,28	19,8	0,40
	Кислород	9,53		8,95		9,49	
		8,54		8,58		8,58	
Взморье	НУ	0,042	0,84	0,047	0,95	0,046	0,93
р. Терек		0,06	1,20	0,06	1,20	0,06	1,20
5 ст., 50	Фенолы	2,20	2,20	3,00	3,00	2,72	2,72
проб		3,00	3,00	5,00	5,00	4,00	4,00
	СПАВ	19,00	0,19	17,67	0,18	17,10	0,17
		23	0,23	21	0,21	21	0,21
	Cu	3,75	0,75	2,73	0,55	2,78	0,56
		4,7	0,94	3,3	0,66	3,2	0,64
	Zn	5,65	0,11	1,8	0,04	1,8	0,04
		5,9	0,12	1,9	0,04	2,1	0,04
	Азот	294,5	0,76	314	0,81	332	0,85
	аммонийный	335	0,86	364	0,94	399	1,03
	Азот	1,55	0,07	1,6	0,07	1,5	0,06
	нитритный	2,00	0,08	1,9	0,08	2	0,08
	Фосфор	13,2	0,26	10,78	0,22	10,70	0,21
	фосфатный	16,2 9,44	0,32	15,2 9,00	0,30	14,3 9,59	0,29
	Кислород			8,47			
Взморье	НУ	8,95 0,035	0,70	0,048	0,96	8,51 0,047	0,94
р. Сулак	113	0,033	0,70	0,048	1,40	0,047	1,40
р. Сулак 5 ст.,50	Фенолы	2,60	2,60	2,91	2,91	2,62	2,62
проб	ФСПОЛЫ	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00
pee	СПАВ	35	0,35	18,17	0,18	17,80	0,18
	CIMB	44	0,33	24	0,16	24	0,18
	Cu	3,59	0,72	2,89	0,58	2,83	0,57
		4,7	0,94	3,5	0,70	3,6	0,72
	Zn	3,9	0,08	1,6	0,03	1,6	0,03
		5,3	0,11	2	0,04	1,9	0,04
	Азот	277,2	0,63	292	0,75	332	0,85
	аммонийный	339	0,87	345	0,89	378	0,97
L			- , - ,	,	, - /	1	- 7- 1

	Азот	1,63	0,06	1,6	0,07	1,5	0,06
	нитритный	2,18	0,09	1,99	0,07	2,11	0,09
	Фосфор	13,1	0,09	11,62	0,08	11,59	0,03
	фосфатный	14,9	0,29	14,5	0,29	14,8	0,30
	Кислород	9,50	0,27	9,03	0,27	9,61	0,50
	кислород	8,94		8,13		8,58	
Махачкала	НУ	0,048	0,96	0,053	1,06	0,050	1,01
8 ст.,73	113	0,040	1,20	0,033	1,40	0,07	1,40
пробы	Фенолы	3,29	3,29	3,76	3,76	3,54	3,54
	4 CHOSIBI	4,00	4,00	6,00	6,00	7,00	7,00
	СПАВ	31,18	0,31	28,51	0,29	23,67	0,24
	CILID	38	0,38	180	1,80	180	1,80
	Азот	304,6	0,78	326	0,84	339	0,87
	аммонийный	350	0,90	399	1,03	395	1,02
	Азот	1,91	0,08	1,9	0,08	1,8	0,07
	нитритный	2,16	0,09	2,21	0,09	2,31	0,10
	Фосфор	12,6	0,25	12,27	0,25	13,13	0,26
	фосфатный	16,5	0,33	15,8	0,32	18,7	0,37
	Кислород	9,37	,	9,09	,	9,57	
	1 ,,	8,85		7,97		8,58	
Каспийск	НУ	0,046	0,92	0,044	0,88	0,044	0,88
4 ст., 24		0,06	1,20	0,05	1,00	0,05	1,00
пробы	Фенолы	2,40	2,40	2,88	2,88	3,17	3,17
		4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
	СПАВ	30	0,30	-	-	19,25	0,19
		37	0,37	-	-	22	0,22
	Азот	311,2	0,80	360	0,92	367	0,94
	аммонийный	343	0,88	394	1,01	399	1,03
	Азот	1,83	0,08	1,6	0,07	1,5	0,06
	нитритный	2,15	0,09	1,78	0,07	2	0,08
	Фосфор	11,6	0,23	12,90	0,26	12,74	0,25
	фосфатный	14,4	0,29	15,2	0,30	15,3	0,31
	Кислород	9,31		8,49		9,62	
		8,83		8,00		8,37	
Избербаш	НУ			0,050	1,00	0,046	0,92
3 ст., 15				0,06	1,20	0,06	1,20
проб	Фенолы			2,83	2,83	3,00	3,00
				4,00	4,00	5,00	5,00
	Азот			348	0,90	347	0,89
	аммонийный			398	1,02	392	1,01
	Азот			1,7	0,07	1,5	0,06
	нитритный			1,82	0,08	1,91	0,08
	Фосфор			12,17	0,24	12,79	0,26
	фосфатный			13,9	0,28	16,7	0,33
	Кислород			8,56		10,17	
				8,29		8,94	
Дербент	НУ			0,050	1,00	0,050	1,00

2 ст., 8		0,06	1,20	0,06	1,20
проб	Фенолы	2,75	2,75	3,38	3,38
		4,00	4,00	6,00	6,00
	Азот	342	0,88	336	0,86
	аммонийный	388	1,00	389	1,00
	Азот	1,4	0,06	1,6	0,07
	нитритный	1,56	0,07	2	0,08
	Фосфор	12,40	0,25	11,80	0,24
	фосфатный	14	0,28	16,3	0,33
	Кислород	8,54		9,84	
		8,29		8,58	
Взморье	НУ			0,048	0,95
р. Самур				0,06	1,20
2 ст., 4	Фенолы			3,25	3,25
пробы				4,00	4,00
	Азот			324	0,83
	аммонийный			348	0,89
	Азот			1,1	0,05
	нитритный			1,28	0,05
	Фосфор			11,90	0,24
	фосфатный			14	0,28
	Кислород			9,36	
				8,78	

Примечания:

- 1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; 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 $389~{\rm mkr/дm^3}.$

Таблица 1.8. Оценка качества морских вод Дагестанского побережья по ИЗВ в 2021-2023 гг.

Район	20	21 г.	202	2 г.	20	23 г.	Среднее содержание
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	3В в 2023 г. (ПДК)
Лопатин	1,31	IV	1,38	IV	1,25	IV	Фенолы 2,57; НУ 0,93;
							NH ₄ 0,9; O ₂ 0,63
Взморье	1,11	III	1,35	IV	1,28	IV	Фенолы 2,72; НУ 0,93;
р. Терек							NH ₄ 0,85; O ₂ 0,63
Взморье	1,16	III	1,32	IV	1,26	IV	Фенолы 2,62; НУ 0,94;
р. Сулак							NH ₄ 0,85; O ₂ 0,62
Махачкала	1,42	IV	1,58	IV	1,51	IV	Фенолы 3,54; НУ 1,01;
							NH ₄ 0,87; O ₂ 0,63

Каспийск	1,19	III	1,35	IV	1,40	IV	Фенолы 3,17; NH ₄ 0,94;
							НУ 0,88; О2 0,62
Избербаш	-	-	1,36	IV	1,35	IV	Фенолы 3; НУ 0,92;
							NH ₄ 0,89; O ₂ 0,59
Дербент	-	-	1,33	IV	1,46	IV	Фенолы 3,38; НУ 1,00;
-							NH ₄ 0,86; O ₂ 0,61
Взморье	-	-	-	-	1,42	IV	Фенолы 3,25; НУ 0,95;
р. Самур							NH ₄ 0,83; O ₂ 0,64

Выводы

В 2023 г. в центральной и западной частях Северного Каспия на разрезах III и IIIа в условиях отсутствия определения фенолов приоритетными имишонивкадав веществами были нефтяные углеводороды (средние значения концентрации 0,74 и 0,70 ПДК), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ, 0,56 ПДК) и аммонийный азот (0,11 и 0,09 ПДК). В связи с прекращением наблюдений за фенолами, вносящими по опыту предыдущих лет наибольший вклад в ИЗВ в Северном Каспии, приведенные выше значения могут использоваться только для сравнения условий за последние два года и не позволяют объективно определить класс качества вод. Сравнение значений ИЗВ, рассчитанных по данным о НУ, СПАВ и аммонийном азоте в 2022 и 2023 гг. показывает, что состояние вод центральной части акватории немного ухудшилось, а в западной улучшилось.

Ha акватории Северного южной границе Каспия 2023 г. приоритетными оставались фенолы вешествами (при средней 1,9 ПДК), концентрации нефтяные углеводороды (0,8 ПДК) аммонийный азот (0,9 ПДК). Содержание растворенного кислорода сохранялось на уровне выше норматива. Значение ИЗВ в 2023 г. по сравнению с 2022 г. понизилось (1,04 и 1,29, соответственно), воды вновь вернулись в класс «умеренно-загрязненные».

На Дагестанском взморье, как и ранее, главным приоритетным загрязнителем были фенолы; их средняя концентрация изменялась от 2,57 ПДК у п. Лопатин до 3,54 ПДК в водах у г. Махачкала. Средняя концентрация нефтяных углеводородов и аммонийного азота сохранялась на уровне 1 ПДК, а меди – 0,6-0,7 ПДК. При этом за последние годы отмечен рост концентрации аммонийного азота. Значения ИЗВ на разных участках Дагестанского шельфа изменялись от 1,25 до 1,51, что попрежнему соответствовало классу «загрязненных» воды. Наметившийся в 2020-2022 гг. рост ИЗВ в большинстве районов сменился понижением, исключение составили только районы гг. Каспийск и Дербент, а в районе п. Избербаш существенных изменений ИЗВ по сравнению с 2022 г. не произошло.

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

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

2.1. Общая характеристика

Азовское море относится К системе Средиземного 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 песчаноракушечными 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 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 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, гидростворе площадь вблизи мареографа морской сечения на

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 Промоина (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 юговостоке 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, проток 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 обоих 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 моря осуществляется Азовского через Должанский 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 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 km^2 , а объем воды в проливе – 4,56 km³. 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 вдается Керченская и Камыш-Бурунская бухты. Восточный берег Керченского пролива невысокий и малоизрезанный, в него врезается 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).

расположено южной Азовское части умеренного море В пояса и его климат формируется под влиянием климатического радиационного фактора и атмосферной циркуляции. Среднегодовая температура воздуха над Азовским морем возрастает от 9,3-9,5°C на севере-востоке моря до 11,3°C – на юге моря. Сезонные изменения формируются регионе Азовском под крупномасштабных синоптических процессов - Сибирского антициклона в осенне-зимнее время, средиземноморских циклонов в весенний сезон и Азорского антициклона с маловетренной, сухой и теплой погодой в июлеавгусте. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых, часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры характеризуются неустойчивы скоростям направлениям, И возможен полный незначительными скоростями, штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна 23-25°C (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 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°С/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 особенностями морфометрическими бассейна. Их конфигурация и количество определяются генеральным направлением ветра. Вдоль границ, разделяющих основные круговороты, происходит интегральной циркуляции. Здесь формируются vсиление 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 мягкие ЗИМЫ ледовый зимы. В покров не 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 сгоннонагонные 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 Геническ (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

Таганрогский залив является приемным бассейном для сточных вод различного происхождения, включая коммунально-бытовые стоки МП «Азовводоканал», отводимые с находящихся В бассейне орошаемых территорий дренажные воды, ливневые сточные воды, а также загрязнения от водного транспорта. В 2023 г. в устьевой области Таганрогском заливе гидрохимические наблюдения проводились силами Донской устьевой станцией (ДУС) с мотолодки «Русбот-47», а в заливе с борта маломерного НИС «Росгидромет-10». Отбор проб 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 количество растворенного кислорода, производилась фиксация проб на, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтяных углеводородов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Завершение определения содержания НУ с помощью ИКСметода, растворенных в воде соединений ртути с применением атомнометода и хлорорганических пестицидов абсорбционного хроматографии, газожидкостной производилось Ростовского ЦГМС. Одновременно с отбором проб воды, производился отбор донных отложений для определения содержания нефтяных углеводородов; всего было отобрано 12 проб. 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) фосфора фосфатов P-PO₄ составлял 5,0 мкг/дм³, общего фосфора Ptotal 5,0 мкг/дм³, силикатов SiO₃ 10 мкг/дм³, азота нитритов N-NO₂ 0,5 мкг/дм³, азота нитратов N-NO₃ 5,0 мкг/дм³, аммонийного азота N-NH₄ 5,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,01 мг/дм³ (0,2 ПДК), СПАВ 10,0 мкг/дм³, хлорорганических пестицидов (нг/дм³): ДДТ 20,0; ДДЭ 5,0; γ -ГХЦГ (линдан) 2,0; α -ГХЦГ 2,0 нг/дм³; ртути 0,01 мкг/дм³.



Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2023 г.

2.2.1. Устьевая область реки Дон

Важным показателем, характеризующим состояние вод, является среднегодовая **соленость** речного стока. Она в устьях рукавов р. Дон в среднем составила 0.58% и изменялась в пределах от 0.50% до 1.03% (рис. 2.2). Максимальное значение было зафиксировано в устье рукава Мертвый Донец 20 апреля. Необходимо отметить, что за последние тридцать лет соленость вод в устье реки систематически повышалась. При этом различия солености между протоками р. Дон незначительные. Хлорность варьировала в пределах 0.139-0.454%. Температура воды в период проведения наблюдений изменялась от 11.0° C до 25.3° C. Значения рН в устьях рукавов Дона изменялись в диапазоне от 7.90 до 8.79, среднегодовая составила 8.23 ед.рН. Щелочность изменялась в пределах 3.213-4.869 мг-экв/дм 3 , в среднем за год составила 3.812 мг-экв/дм 3 .

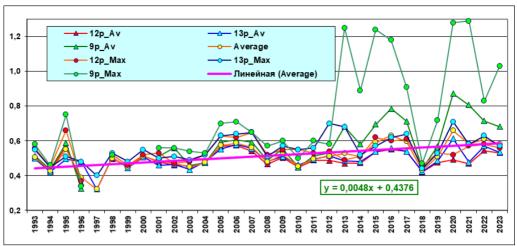


Рис. 2.2. Динамика среднегодового значения солености (‰) в эстуарных протоках р. Дон в 1993-2023 гг.

Биогенные элементы (мкг/дм³). В 2023 г. концентрация ионов аммонийного азота в устьевых протоках р. Дон изменялась от 8,4 до 262,3 мкг/дм³. Максимальное значение (0,67 ПДК) отмечено в середине октября в придонной пробе из рукава Мертвый Донец (табл. 2.1). Среднегодовая величина (92,79) снизилась по сравнению с прошлым годом (160,34). За весь период наблюдений с начала 1990-х до начала 2000-х годов наблюдалась стабильная тенденция снижения концентрации ионов аммония в водах дельты. В период с 2001 г. по 2018 г. наступила некоторая стабилизация и среднегодовая концентрация варьировала в пределах от 24 до 133 мкг/дм³. В 2019 г. было зафиксировано резкое повышение среднегодовой концентрации до 316 мкг/дм³ или 1,07ПДК и выраженной тенденцией к повышению по сравнению со средней многолетней (94,84 мкг/дм³) за период с 2001-2018 г. (рис. 2.3).

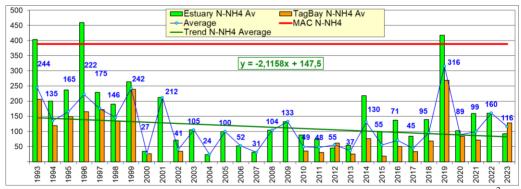


Рис. 2.3. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993-2023 гг.

Максимальное содержание нитритов (4,27 ПДК) было отмечено 16 октября в пробе, отобранной у поверхности в устье рукава Песчаный при

 $(14.0^{\circ}C)$ температуры содержании значениях максимальных $(8.82 \text{ M} \cdot \text{CO}_2/\text{д} \text{M}^3).$ Диапазон изменений растворенного кислорода концентрации нитратов в устье р. Дон был в пределах 14,4-102,4; среднегодовая составила 48,2. Среднегодовая концентрация (48,22 или 2,01 ПДК) превышала норматив, как и в предыдущие годы. В последние 10 лет среднегодовая концентрация нитритов в водах устьевой области р. Дон была относительно постоянной и ее значение было в узком диапазоне около установленного норматива, в то время как максимальная стабильно превышала ПДК в несколько раз. Начиная с 2000-х годов по настоящее время отмечается тенденция снижения концентрации нитратов в водах дельты р. Дон. Среднее (2,31 ПДК) и наибольшее (5,21 ПДК) содержание фосфатов в рукавах Дона, как и в предыдущие годы, значительно превышало норматив. При этом, как максимальная (260,6), так и среднегодовая (115,6) концентрация возросла по сравнению с прошлым годом (124,9 и 81,04 соответственно). Максимальная величина была отмечена на поверхности в устье рукава Мертвый Донец в середине июня в придонной пробе. Начиная с конца 1990-х годов среднегодовая концентрация фосфатов стабилизировалась и изменялась в достаточно узком диапазоне 80-120, а большинство максимальных варьировали в диапазоне 150-250. Тем не менее, в некоторых пробах были зафиксированы высокие значения, например, 400 в 2001 г. и 365 в 2018 г. Концентрация общего фосфора в устьевой области Дона в 2023 г. изменялась в диапазоне 76,1-407,8. Максимальное значение было отмечено на поверхности в устье рукава Переволока в середине октября в придонной пробе. Среднегодовая концентрация составила 200,1 (больше прошлогоднего значения 121,6). Среднегодовая концентрация силикатов составила 6335; минимальная (2962) зафиксирована в конце мая у дна в протоке Песчаный; максимальная (9805) была отмечена в середине июля в устье рукава Мертвый Донец у поверхности.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах устьевых протоков реки Дон остается повышенной. Среднегодовая концентрация составила 0,11, а максимальная 0,23 (табл. 2.1). В 22 из 24 проанализированных проб концентрация НУ превышала норматив. Наибольшее содержание НУ было отмечено в середине октября в придонном слое протоки Мертвый Донец (4,6 ПДК). В течение всего периода наблюдений уровень загрязнения устьевой области р. Дон остается стабильно высоким, а среднегодовая концентрация постоянно превышает ПДК (рис. 2.4). Исключением из этого правила стали 5 лет (2000, 2009, 2010, 2012 и 2013 гг.).

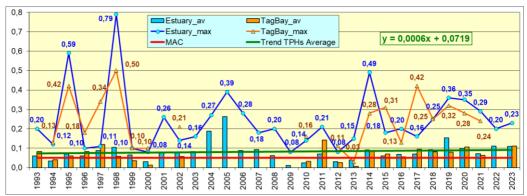


Рис. 2.4. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм 3) в водах устьевой области р. Дон в 1993-2023 гг.

В 11 из 12 отобранных проб в устьях рукавов дельты Дона была обнаружена растворенная **ртуть**. В восьми пробах ее содержание превышало ПДК. Среднегодовая концентрация составила 1,17 ПДК. Максимальное превышение (2,9 ПДК) было зафиксировано в рукаве Песчаный и в рукаве Мертвый Донец в конце мая, в обоих случаях на поверхности. Концентрация СПАВ в устьевых протоках была невысокой. При этом в 10 из отобранных 24 проб превышала DL. Максимальная концентрация достигала 0,24 ПДК и была зафиксирована в устье Переволоки в середине июля. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не обнаружены.

В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде кислорода изменялась в пределах 5,65-11,15, составив в среднем 8,32. Минимальное содержание, которое было ниже норматива на 6%, было отмечено в середине июля в поверхностном слое в рукаве Мертвый Донец. Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в устьевой области р. Дон остается достаточно стабильной в течение длительного периода времени. За последние десять лет среднегодовая величина и демонстрирует тенденцию к увеличению. В 2023 г. составила 8,68 в устьевых протоках р. Дон по показателю ИЗВ ухудшилось по сравнению с предыдущими годами. Численное значение (ИЗB=1.82),загрязненности вод рассчитанному индекса среднегодовым концентрациям нефтяных углеводородов, нитритов и ртути, увеличилось по сравнению с прошлым годом (ИЗВ=1,52), что привело к снижению качества вод по этому показателю до V класса, «грязные» (табл. 2.2).

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрации загрязняющих веществ в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 2021-2023 гг.

Ингредиент	2021	Γ.	202	22 г.	2023 г.	
	C*	пдк		пдк	C *	пдк

	Устьева	я області	ь реки До	Н		
НУ	0,072	1,44	0,111	2,23	0,110	2,19
	0,29	5,80	0,20	4,00	0,230	4,60
СПАВ	2,3	0,02	4,9	0,05	6,7	0,07
	19,8	0,20	28,0	0,28	24,1	0,24
Ртуть Нд	0,0173	1,73	0,0178	1,78	0,0170	1,70
	0,028	2,80	0,032	3,20	0,029	2,90
Азот аммонийный	158	0,40	160	0,41	93	0,24
N-NH ₄	322	0,81	323,8	0,83	262,3	0,67
Азот нитритный	39,8	1,56	59,3	2,47	48,2	2,01
N-NO ₂	59,9	2,50	143,4	5,98	102,4	4,27
Фосфор фосфатов	102,7	2,05	81,04	1,62	115,55	2,31
P-PO ₄	185,5	3,71	124,9	2,50	260,6	5,21
Растворенный	8,21		7,37		8,32	
кислород	4,31	0,72	4,88	0,81	5,65	0,94
% насыщения	87,8		81,0		86,8	
	53		51		69	
	Тага	нрогский	і́ залив			
НУ	0,064	1,28			0,082	1,65
	0,24	4,80			0,36	7,20
СПАВ	8,55	0,09			3,6	0,04
	38,8	0,39			26	0,26
Ртуть Нд	0,0195	1,95			0,0163	1,63
	0,029	2,90			0,026	2,60
Азот аммонийный	71,6	0,18			128	0,33
N-NH ₄	428	1,07			716,5	1,84
Нитритный азот	11,15	0,46			8,89	0,37
N-NO ₂	34,0	1,42			38,5	1,60
Фосфор фосфатов	11,7	0,23			13,24	0,26
P-PO ₄	50,4	1,01			68,5	1,37
Растворенный	8,31				10,5	
кислород	0,55	0,09			6,69	
% насыщения	93,5				117,9	
	7				83	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм 3 ; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфора фосфатов и ртути в мкг/дм 3 .

- 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.

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 120 мкг/г до 250 мкг/г (2,4-5,0 ДК). Максимум отмечен в последней декаде мая в устье рукава Переволока. Среднегодовое содержание НУ составило 169 мкг/г (3,4 ДК), что примерно на 28% выше прошлогоднего значения.

2.2.2. Таганрогский залив

В 2023 г. в период наблюдений с мая по октябрь температура вод залива изменялась в пределах 11,1-26,8°C. Речной сток оказывает существенное влияние на соленость вод залива вследствие его мелководности (Крутов, 2016). Соленость в значительной степени зависит от объема речного стока и в 2023 г. изменялась в широком диапазоне 0,50-5,13%, составив в среднем 1,71%. Значения меньше 1% фиксировалась только на станциях №№1-3 и 7, что очевидно связано со значительным влиянием пресного речного стока Дона. В западной части залива соленость больше 6‰ не была зафиксирована. Величина хлорности, щелочности и рН вод залива также зависит от величины речного стока. Хлорность изменялась в диапазоне 0,139-2,790%, средняя за год составила 0,851%; щелочность варьировала в широких пределах $2.043-4.130 \text{ мг-экв/дм}^3$ и в среднем за год составила $3.153 \text{ мг-экв/дм}^3$; значения рН были в диапазоне 8,05-9,17, среднегодовая величина составила 8,68 ед.рН, что близко к среднему многолетнему (8,75) за последние десять лет.

Биогенные элементы. Содержание фосфора фосфатов изменялось от 5 до 68,5. Максимальная концентрация составила 1,37 ПДК и была зафиксирована на ст.№2 у поверхности в конце июня. Среднегодовая концентрация составила 13,24 или 0,26 ПДК. Содержание общего фосфора изменялось от 11,3 до 115,3, среднегодовая концентрация составила 35,74. Аммонийный азота оказывает существенное влияние на Таганрогского залива. загрязнения вод Максимальная зафиксированная концентрация на акватории залива составила 1,84 ПДК; а средняя по всем отобранным пробам составила 128,14, что больше средней многолетней за последние 10 лет (76,51). Содержание нитритов в заливе изменялось в пределах 3,4-38,5. Средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 8,89, что более чем в 2 раза меньше среднегодового уровня за все время наблюдений в устьевых протоках Дона (рис. 2.5). Концентрация нитратов изменялась в пределах 6,8-137 мкгN/дм³. Максимальное значение зафиксировано в середине октября на ст.№4 на поверхности. Среднегодовая концентрация нитратов по всем отобранным пробам составила 17,32. Концентрация силикатов в водах пределах 744-8796, Таганрогского залива изменялась В средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 3427 мкг/дм³.

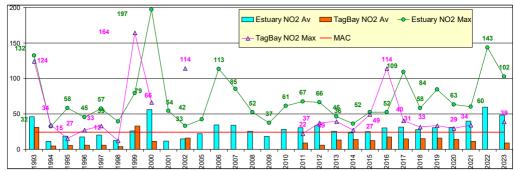


Рис. 2.5. Динамика средней и максимальной концентрации нитритного азота $(мкг/дм^3)$ в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993-2023 гг.

Нефтяные углеводороды. В 2023 г. концентрация НУ, которые традиционно являются одними из главных загрязнителей вод Таганрогского залива, изменялась от предела определения применяемого метода до 0,36 (7,20 ПДК); среднегодовая составила 1,65 ПДК, что близко к среднему (1,42) за последние 5 лет (рис. 2.6). В 2023 г. в 12 из 44 отобранных проб концентрация НУ превысила норматив.

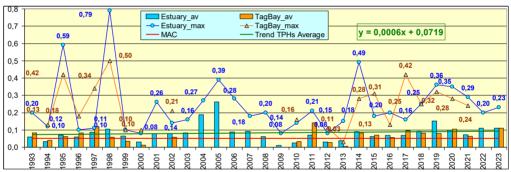


Рис. 2.6. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм 3) в водах восточной части Таганрогского залива в период 1993-2023 гг.

Концентрация СПАВ изменялась от аналитического нуля до 26; средняя по всем отобранным пробам составила 3,6 мкг/дм³ или 0,04 ПДК. Концентрация растворенной ртути была выше предела обнаружения во всех 12 обработанных пробах. Максимальное значение достигало 0,026, (2,6 ПДК). Среднегодовая концентрация оказалась равной 0,019 или 1,9 ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды обнаружены не были.

В течение всего года концентрация растворенного кислорода в водах залива изменялась в широком диапазоне 6,69-15,32, а среднегодовая составила 10,51. Содержание растворенного в воде кислорода было близко к своим многолетним значениям, а минимальное значение насыщения воды кислородом не опускалось ниже 83%. Расчет значения

индекса загрязненности (ИЗВ) производился по параметрам, внесшим наибольший вклад в загрязнение вод: нефтяные углеводороды, ртуть, нитриты и растворенный кислород. По численному значению индекса ИЗВ воды Таганрогского залива (1,20) в 2023 г. можно отнести к категории «умеренно загрязненные» (табл.2.2).

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон и восточной

части Таганрогского залива в 2021–2023 гг.

Район	2021 г.		2022 г.		2023 г.		Среднее содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон	1,52	IV	1,82	V	1,81	V	PO ₄ 2,31; HY 2,19; NO ₂ 2,01; O ₂ 0,72
Таганрогский залив	1,10	III	-	-	1,20		HY 2,22; Hg 1,63; NO ₂ 0,37; O ₂ 0,57

Выводы

Среднегодовая соленость речного стока в устьях рукавов реки Дон составила 0,58‰ и изменялась в пределах от 0,50‰ до 1,03‰. За последние тридцать лет соленость вод в устье реки существенно при незначительных различиях в солености протоками. Концентрация нефтяных углеводородов в 92% превышала ПДК. Среднегодовая концентрация в водах рукавов Мертвый Донец, Переволока и Песчаный составила 0,130; 0,108 и 0,091 мг/дм³ соответственно. Содержание СПАВ в целом было незначительным. Концентрация растворенной ртути в дельте р. Дон в 11 пробах из лвеналиати отобранных превышала ПЛК. а средняя $0.0170 \,\mathrm{MKF/дM}^3$ (1.70 ПДК). Содержание биогенных веществ было высоким. Концентрация аммонийного азота в водах устьевых протоков изменялась в диапазоне 8,4-262,3 мкг/дм³; среднегодовая составила 160,3 мкг/дм³ (0,4 ПДК). С начала 2000-х годов до 2017 г. в водах устьевых протоков р. Дон наблюдалась тенденция снижения концентрации аммонийного азота, однако в последние годы отмечена обратная тенденция. Содержание нитритов в водах устьевой области р. Дон было в пределах 14,4-102,4 (6,0 ПДК); средняя 48,2 мкг/дм³ (2,01 ПДК); нитратов 14,4-102,4/48,2 мкг/дм³. Концентрация фосфатов 9.3-260,6/115,6 мкг/дм³ $(1,6 \Pi Д K);$ обшего фосфора 76.1- $407.8/200.2 \text{ мкг/дм}^3$. В водах рукавов устьевой области концентрация растворённого в воде кислорода изменялась в пределах 5,65-11,15/, в среднем $8,32 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Минимальное содержание было ниже норматива более чем на 6%. Среднее процентное содержание растворенного кислорода в разных рукавах варьировало от 69% до 102% насыщения. В 2023 г. в устьевых протоках р. Дон значение ИЗВ, определенное по приоритетным загрязняющим веществам (нефтяные углеводороды, нитриты и ртуть) составило 1,81. По численному значению

ИЗВ воды устьевой области р. Дон могут быть отнесены к V классу, «грязные».

Среднегодовая соленость вод Таганрогского задива составила 1.71%. изменяясь в течение года в пределах 0,50-5,13%. Для контроля качества вод Таганрогского залива велся мониторинг концентрации НУ, в том числе в донных отложениях, растворенной ртути, фосфора, силикатов, СПАВ, пестицидов, а также биогенных элементов (аммонийного азота, нитритов и нитратов). Среднегодовая концентрация НУ составила 0.082 мкг/дм^3 (1.65 ПДК) и варьировала в пределах DL - 0.36 (7.20 ПДК); в донных отложениях среднегодовая концентрация составила 168,8 мкг/г (3,36 ДК). Концентрация растворенной ртути изменялась 0,026 мкг/дм³. Содержание СПАВ в воде было незначительным и в течение года не превышало 0,04 ПДК. Пестицидов обнаружено не было. Среднегодовая концентрация фосфора фосфатов составила 13,24 мкг/дм³. а общего фосфора – 35,74 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация аммонийного азота составила 128 мкг/дм^3 , нитритов -8.9 мкг/дм^3 . нитратов – 17,32 мкг/дм³. Содержание силикатов варьировало в пределах 744-8796 мкг/дм³, средняя по всем отобранным пробам составила 3427 мкг/дм^3 .

2.3. Устьевое взморье и дельта реки Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

Наблюдения за гидрохимических состоянием и уровнем загрязнения вод Темрюкского залива выполнены силами ГМС «У Кубанская», в апреле и июне, в устьевой области р. Кубань в апреле, июне, августе и октябре, в порту Темрюк и дельте р. Кубань в январе – декабре 2023 г. В Темрюкском заливе съемка выполнялась с помощью НИС «Росгидромет-17». В устьевой области р. Кубань отбор производился с помощью моторной лодки «Русбот». В порту Темрюк пробы отбирались на одной станции с двух горизонтов три раза в месяц (рис. 2.7). На месте отбора определялась величина водородного показателя концентрация растворенного кислорода, одновременно производилась фиксация проб для проведения в дальнейшем анализов на содержание аммонийного азот и ртути, a также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Всего в 2023 г. было отобрано и проанализировано 152 пробы. Гидрохимические анализы, а также определение концентрации биогенных элементов и веществ выполнялся Лаборатории загрязняющих 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.,

Гидрометеоиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДЛТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. Концентрация нефтяных углеводородов определялась с применением ИКС-метода. Концентрация растворенных в воде соединений ртути определялась с применением атомно-абсорбционного метода И хлорорганических пестинилов (газожидкостная хроматография) производилось лаборатории Ростовского ЦГМС. В тексте и таблицах в качестве единиц измерения для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется мкг/дм3, абсолютного содержания кислорода и $B\Pi K_5$ - мг $O_2/д M^3$, нефтяных углеводородов мг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфора фосфатов Р- PO_4 составлял 5,0 мкг/дм³, общего фосфора Ptotal 5,0 мкг/дм³, силикатов SiO_3 10 мкг/дм³, азота нитритов N-NO₂ 0,5 мкг/дм³, азота нитратов N-NO₃ аммонийного азота N-NH₄ 5.0 мкг/дм^3 . $0.01 \text{ MF/}\pi\text{M}^3$ (0.2 ПЛК). СПАВ 10.0 мкг/лм³. углеводородов хлорорганических пестицидов (нг/дм³): ДДТ 20,0; ДДЭ 5,0; у-ГХЦГ (линдан) 2,0; α -ГХЦГ 2,0 нг/дм³; ртути 0,01 мкг/дм³.

Основным источником загрязнений, поступающих Темрюкского залива, является сток р. Кубань, который содержит загрязненные дренажные воды, поступающие с орошаемых территорий, а также стоки химических, нефтеперерабатывающих промышленных предприятий. Кроме τογο, непосредственно Темрюкский залив осуществляется сброс сточных вод с очистных сооружений г. Темрюк.



Рис. 2.7. 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 (бу). Всего на этих двух станциях было отобрано 12 проб. Температура воды в рукаве Протока изменялась от 8,50°C в начале апреля (средняя за последние 10 лет в апреле составила 9.08°C) до 26.3°C в середине августа (средняя за последние 10 лет в августе - 26,62°C). В Петрушином рукаве температура воды была в диапазоне от 8,6°С в начале апреля (средняя за последние 10 лет в апреле - 11,2°C) и 26,3°C в начале августа (средняя за последние 10 лет в августе - 26,8°C). Соленость в устьях обоих рукавов Кубани изменялась в небольших пределах (0,23 – 29‰). Такая низкая соленость может быть объяснена преобладающим влиянием речного стока и отсутствием затока морских вод в дельту. В Петрушином рукаве в апреле в поверхностном слое была зафиксирована минимальная соленость (0.28%)(0,23%),максимальная отмечена августе поверхностном, так и в придонном слое (табл. 2.3). В рукаве Протока соленость варьировалась в диапазоне 0,25 - 0,29%. В последние три десятилетия динамика среднегодовой солености вод всего Темрюкского залива была разнонаправленной (рис. 2.8).

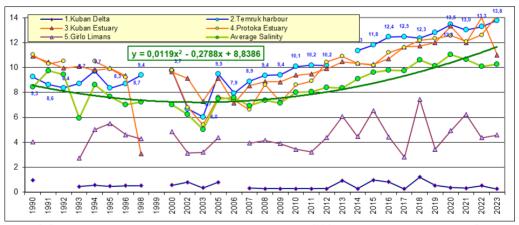


Рис. 2.8. Динамика среднегодовой солености (‰) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Среднее значение хлорности в рукавах р. Кубань составило 0,29% при средней за период наблюдений 0,19%. Водородный показатель pH, характеризующий кислотность вод, изменялся в пределах 7,89-8,38 составив в среднем 8,18 ед.рH; щелочность изменялась в пределах от 1,885 до 2,992 мг-экв/дм 3 , в среднегодовая составила 2,131 мг-экв/дм 3 .

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

р. Кубань в 2023 г.

р. кубань в 2023 г.															
Район		T ^o C	S ‰	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %*	pН	PO ₄	Робщ	NO_2	NO ₃	NH4	Nобщ	Si		
вчао	I		P	18,0	0,26	9,43	98	8,18	35,1	52,4	38,9	538	158		2449
1. Низовья	дельты	реки	Кубань	26,3	0,29	7,19	89	8,38	84,6	113	67,2	750	200		2739
2. Порт)K —	2 (cT.		13,6	13,77	9,58	98	8,17	12,4	27,2	13,2	107	169	653	821
	Темрюк	район	1)	27,5	15,76	5,53	72	8,46	34,9	55,7	23,1	197	281	1171	1459
орье		– 9	3 (cr.	16,2	11,00	9,31	101	8,14	13,3	26,0	9,9	134	135	682	1076
3. Взморье	реки	Кубань	район	23,5	15,89	8,02	93	8,43	41,7	48,2	26,6	424	151	1300	2540
	Взморье		į.	16,1	14,16	9,73	107	8,18	4,1	20,4	4,6	94	145	548	687
4,	Взм	рукава	Про	23,4	16,29	8,53	102	8,34	7,3	23,5	7,4	160	160	600	1984
•	ı	5 (cT.	, 10y,	18,5	4,59	9,31	100	8,28	10,6	22,3	14,3	232	191		1193
5, Гирла	лиманов	район	8y, 9y,	28,6	13,94	6,86	80	8,71	105	130	30,3	592	366		3313

^{*} средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в ${\rm MrO_2/дm^3}$ и % насыщения.

Биогенные вещества. В 12 отобранных пробах концентрация ионов аммония в устьях обоих рукавов р. Кубань изменялась от 110 до 200 (табл. 2.3). Наибольшие величины были зафиксированы в рукаве Протока во второй половине августа. За весь период наблюдений максимальная концентрация аммонийного азота показывала практически синхронную межгодовую изменчивость во всех выделенных районах акватории залива и значительную (рис. 2.9). Среднегодовая концентрация в устьях обоих рукавов 158 (0,41 ПДК для пресных вод). За период с 2000 г., здесь можно выделить три года с уровнем содержания аммония выше ПДК, а именно 2010, 2012 и 2014 гг. В другие годы за этот период концентрация ионов аммония не превышала ПДК. В 2023 г. среднегодовое содержание нитритов составило 38,9 (1,62 ПДК); нитратов - 538 (0,06 ПДК); фосфатов – 35,06 (0,70 ПДК); общего фосфора – 52,4; силикатов 2449 мкг/дм³.

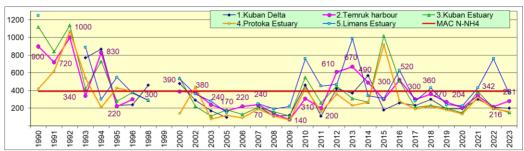


Рис. 2.9. Динамика максимальной концентрации аммонийного азота (мкг/дм 3) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях изменялась от $0.033 \, \mathrm{мг/дm^3}$ до максимальной $0.076 \, (1.52 \, \Pi \mathrm{ДK})$, зафиксированной в поверхностном слое в Петрушином рукаве в начале августа (рис. 2.10). Средняя годовая концентрация в обоих рукавах составила $0.058 \, (1.15 \, \Pi \mathrm{JK})$. Во всех отобранных пробах концентрация СПАВ, хлорорганических пестицидов γ -ГХЦГ и ДДТ, а также их изомеров и метаболитов была ниже предела обнаружения.

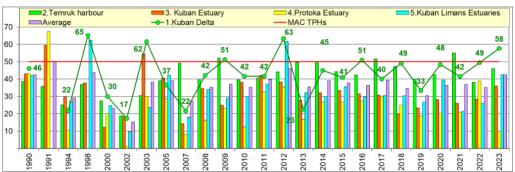


Рис. 2.10. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Насыщение речных вод растворенным кислородом в обоих рукавах было хорошим и не опускалось ниже $7,19 \,\mathrm{MrO}_2/\mathrm{дм}^3$ (89% насыщения), зафиксированное в Петрушином рукаве в начале августа в поверхностном слое). Среднегодовая концентрация в Петрушином рукаве составила 9,37, в Протоке - $9,55 \,\mathrm{MrO}_2/\mathrm{дm}^3$. Сероводород в пробах обнаружен не был. По ИЗВ (1,03), определенном по концентрации приоритетных загрязняющих веществ (нитриты, НУ, фосфаты и растворенный кислород), воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относятся к III классу качества вод, «умеренно загрязненные» (табл. 2.5).

Порт Темрюк – **район 2.** Отбор проб осуществлялся на одной станции в середине входного канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. Всего было отобрано и

проанализировано 72 пробы. Температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались ежедекадно. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов, нитратов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, сероводорода, СПАВ, пестицидов и ртути производились один раз в месяц. Начиная с минимума в 2003 г. наблюдается постепенное увеличение солености во всем районе устьевой области реки Кубань (рис. 2.8). Не стал исключением в этом ряду и 2023 г. Соленость воды в канале порта изменялась от 11,66‰ до 15,76‰; среднегодовая составила 13,77‰. Температура воды изменялась от 0,30°C в начале января до 27,5°C в начале августа. Хлорность была в диапазоне 6,38 – 8,67‰, среднегодовая составила 7,55‰; щелочность изменялась в пределах 1,879 – 2,599 мг-экв/дм³, а средняя за год составила 2,338 мг-экв/дм³; показатель рН изменялся в пределах от 7,80 до 8,45, среднегодовое значение составило 8,17 ед.рН.

Концентрация биогенных веществ (мкг/дм³) в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Содержание аммонийного азота изменялось от 127 до 281; максимум зафиксирован в начале августа у дна на глубине 5 м. Среднегодовая концентрация для 24 проанализированных проб составила 176 (0,45 ПДК). Содержание нитритов варьировалось в пределах 5,60 – 23,10. Максимум составил 23,1 (0,96 ПДК) и был отмечен в начале августа в поверхностном слое. Среднегодовое значение концентрации составило 13,19. Содержание нитратов изменялось в пределах 12,8 – 197; среднегодовая концентрация составила 106,7 (0,01 ПДК). Содержание общего азота в воде канала порта варьировало в пределах 373 – 1171. Среднегодовая концентрация составила 653. За время наблюдений с 1990 по 2023 гг. концентрация общего азота в водах Темрюкского залива имеет выраженную тенденцию к снижению. Среднегодовая концентрация снизилась за этот период более чем на 1000 мкг/дм³. Концентрация фосфатов изменялась от предела 34,9 (0,70 ПДК) обнаружения ДЛЯ мезотрофных Максимальное значение было отмечено в середине декабря у дна; средняя за год составила 12,38 (0,25 ПДК). Содержание общего фосфора 5.9 - 55.7, a изменялось диапазоне средняя составила Концентрация силикатов изменялась от 627 в середине января до 1459 в середине декабря; среднегодовая составила 841,0 мкг/дм³.

В 43 из 72 отобранных в течение года проб воды концентрация НУ была ниже предела обнаружения. В других 29 пробах она превышала ПДК. максимальное значение составило 2,20 ПДК и было отмечено в середине июля в придонном слое. Среднегодовая составила 0,046 или 0,92 ПДК (табл. 2.4). Значения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов за последние десять 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. Концентрация СПАВ во

всех 24 проанализированных пробах была ниже предела обнаружения применяемого метода. Концентрация хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода во всех пробах начиная с 2000 г., в том числе в 2023г..Только в одной пробе, отобранной 3 апреля 2002 г. содержание ДДЭ составило 13 нг/дм³ (1,3 ПДК). В 36 отобранных в течение года из поверхностного и придонного слоев пробах сероводород обнаружен не был. В четырех пробах из 12 отобранных концентрация растворенной ртути была ниже предела обнаружения применяемого метода. Максимальная концентрация составила 0,029 мкг/дм³ или 2,90 ПДК, а среднегодовая - 1,14 ПДК (рис. 2.11).

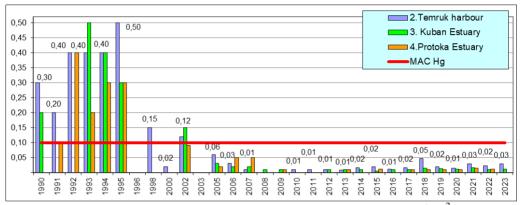


Рис. 2.11. Динамика среднегодовой концентрации ртути (мкг/дм 3) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

В трех пробах в начале, а также в середине августа при температуре воздуха 27,5 и 25,2°С концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива. В первом случае, в пробе отобранной из поверхностного – 5,94, а во втором у поверхности – 5,77, а у дна – 5,53 мгО₂/дм³. Среднегодовая концентрация составила 9,58. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 72 – 125%. В 2023 г. воды канала порта Темрюк по ИЗВ (0,63), рассчитанному по средней концентрации нефтяных углеводородов, ионов аммония, фосфатов и растворенного кислорода, относились ко II классу качества, «чистые». Состояние вод района ухудшилось на 9% по сравнению с предыдущим годом когда ИЗВ составлял 0,55.

Взморье реки Кубань – район 3. В 2023 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле и июне. Температура воды на взморье р. Кубань изменялась за время наблюдений в интервале от 9.0° С до 23.5° С. Соленость вод взморья р. Кубань в 28 отобранных пробах изменялась в диапазоне 4.39 - 15.89‰. Максимальная соленость была отмечена в конце апреля на ст.№10 в 4.8 км от края дельты, 2 км от приемного буя п. Темрюк как в придонном слое на глубине 7 м в море, так и у

поверхности. Средняя соленость воды на взморье р. Кубань составила 11,00%. Хлорность изменялась в пределах 2,38-8,74%, водородный показатель 7,97-8,43 ед.рH, щелочность была в диапазоне 2,054-2,322 мг-экв/дм 3 .

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота на взморье Кубани изменялась в диапазоне 112-151, максимум был отмечен на ст.№12 в 600 м от устья рукава Средний реки Кубань в конце июня у дна на глубине 3 м; средняя составила 135,43 или 0,35 ПДК. Концентрация нитритов варьировалась В диапазоне 1.1 - 26.6. Среднегодовая концентрация составила 9,9 или 0,31 ПДК). Концентрация нитратов изменялась от 59 до 424. Среднегодовая составила 133,97. Концентрация общего азота варьировалась в диапазоне 461 – 1300. Среднегодовая концентрация составила 681,5. Концентрация фосфора фосфатов в течение года изменялась от 1,80 до 41,70. Максимальная составила 0,83 ПДК для мезотрофных водоемов. Максимум зафиксирован на ст.№4 в море, в 7,0 км напротив гирла Пересыпское у дна на глубине 11 м в конце апреля. Среднегодовая величина составила 13,28 или 0,27 ПДК. Содержание общего фосфора варьировалось в 16,2 – 48,2, в среднем составило 26,04. Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах 231 – 2540 мкг/дм³; максимум был зафиксирован у дна на ст.№12 в 600 м от устья рукава Средний в конце июня.

Концентрация НУ изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода в 9 пробах до 0,10 или 2,0 ПДК. Наибольшее значение было зарегистрировано в конце июня в море в 600 м от устья рукава Средний. Среднегодовая концентрация составила 0,036 или 0,72 ПДК. Средняя годовая величина в водах взморья за последние 10 лет стабилизировалась около этого уровня (рис. 2.10). Растворенная ртуть была обнаружена в двух из четырех отобранных проб (0,010 и 0,011). СПАВ и хлорорганические пестициды в водах взморья обнаружены не были. Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в концентрации более 1 ПДК не наблюдалось в последние 20 лет (рис. 2.12).

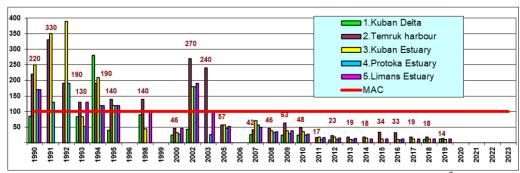


Рис. 2.12. Динамика максимальной концентрации СПАВ (мкг/дм 3) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация растворенного кислорода изменялась от 8,02 до $11,53~\rm MrO_2/\rm Zm^3$; среднегодовая составила $9,31,29~\rm MrO_2/\rm Zm^3$. Насыщение кислородом изменялось в пределах от 93% до 114%. Сероводород в 28 проанализированных пробах не был обнаружен. Расчет ИЗВ был выполнен по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, ионов аммония, фосфатов и растворенного кислорода. По индексу загрязненности ИЗВ (0,53) воды взморья Кубани в $2023~\rm r.$ относятся ко II классу, «чистые» (табл. 2.4).

Взморье рукава Протока – район 4. В 2023 г. наблюдения на взморье рукава Протока выполнялись 23 апреля и 21 июня на двух станциях №29 и №31 с глубинами 6 м и 10 м. Всего было отобрано 8 проб. Соленость вод взморья Протоки в обработанных пробах изменялась в пределах 9.82 - 16.29%, средняя по отобранным пробам — 14.16%. За последние 5 лет среднегодовая величина составила 12.59%. Хлорность изменялась в диапазоне 5.35 - 8.96%, средняя 7.78%. Температура воды за время исследований изменялась в диапазоне от 9.30 до 23.40°C, средняя составила 16.14°C; рН изменялся в диапазоне 8.06 - 8.34, при средней 8.18 ед.рН; щелочность 1.910 - 2.189, при средней 2.110 мг- $9кв/дм^3$.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота в водах взморья Протоки изменялась в узком диапазоне 130-160; максимальное значение (0,41 ПДК) зафиксировано в конце июня в поверхностном слое. Среднегодовая составила 144,75. Среднегодовая за последние 5 лет — 142,0 мг/дм³. Содержание нитритов изменялось в пределах 2,0-7,4, средняя концентрация составила 4,58 (0,19 ПДК) при средней за последние 5 лет — 6,28. Концентрация нитратов была в диапазоне 70,0-160 при средней за год — 94,0, что в 1,56 раза ниже среднегодовой за последние 5 лет (146,0). Содержание общего азота изменялось от 501 до 600. Концентрация фосфатов изменялась от пределов обнаружения применяемым методом анализа до 7,30; средняя за год составила 0,08 ПДК. На фоне межгодовых флуктуаций постоянного тренда концентрации фосфатов не наблюдается (рис. 2.13).

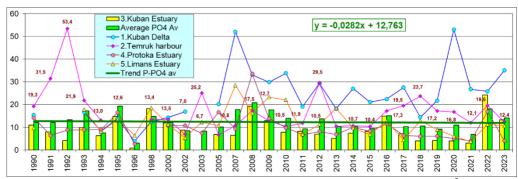


Рис. 2.13. Динамика среднегодовой концентрации фосфатов (мкг/дм 3) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Содержание общего фосфора изменялось в пределах 18,0-23,5 при средней за год 20,42 и средней за последние 5 лет -18,78. Концентрация кремния изменялась в диапазоне 389-1984, максимум отмечен в конце июня в поверхностном слое в 4,4 км от устья рукава Протока; среднегодовая составила 687,0 при средней за последние 5 лет -845,0 мг/дм 3 . Минимальная концентрация силикатов составила 389, максимальная 1984, а средняя за год -687. Среднегодовая концентрация силикатов в водах Темрюкского залива в 21 столетии имеет слабую тенденцию к снижению.

Содержание нефтяных углеводородов было ниже предела обнаружения применяемого метода в пяти из восьми отобранных проб. Максимальная концентрация составила 0,8 ПДК; средняя составила 0,010, что более чем в 2 раза меньше средней за последние 5 лет (0,021). В последние годы взморье Протоки было менее загрязненным НУ по сравнению с речным стоком, поступающим в дельту реки и качеством воды во входном канале порта Темрюк (рис. 2.10). Содержание СПАВ, хлорорганических пестицидов и растворенной ртути было ниже предела обнаружения применяемых методов химического анализа.

Содержание растворенного в воде кислорода на взморье Протоки в 2023 г. изменялось в диапазоне 8,53-11,19, составив в среднем 9,73 мг O_2 /дм³. Минимальное содержание кислорода соответствовало 105% насыщения, максимальное -108%, среднее -106,75%. Сероводород на взморье Протоки в отобранных в сентябре пробах обнаружен не был. По индексу загрязненности вод ИЗВ (034), рассчитанному по среднегодовым значениям концентрации нефтяных углеводородов, ионов аммония, фосфатов и кислорода, воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). Качество вод сохранилось на уровне прошлого года.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов) – район 5. Наблюдения в устьевой области реки были выполнены на 6 станциях в устьях гирл Пересыпское (лиман Ахтанизовский), Соловьевское (лиман Курчанский), Куликовское (лиман Куликовский), Сладковское (лиман Сладкий), Зозулиевское (лиман Зозулиевский) и Горькое (лиман Горький). Пробы воды отбирались в апреле, июне, августе и октябре. Всего было отобрано 32 пробы воды из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях с глубинами 2-4 м. Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне от 0,25% до 13,94%, что очевидно связано с гидрологическими и метеорологическими условиями. Средняя за год соленость составила 4,59%, что близко по своему значению к средней за последние 5 лет (4,71%). Хлорность вод в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0.02 - 7.65%. Средняя за год соленость составила 2,46‰, что близко по своему значению к средней за последние 5 лет (2,54%). Соленость и хлорность в значительной степени зависят от объема стока р. Кубань и

метеорологических характеристик. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от $8,6^{\circ}$ С в апреле до $28,6^{\circ}$ С в августе. Средняя за год температура воды составила $18,49^{\circ}$ С, что на $0,20^{\circ}$ С меньше средней за последние 10 лет ($18,69^{\circ}$ С). Водородный показатель изменялся в пределах 7,62-8,71, средняя за год величина составила 8,26 ед.рН, что очень близко к прошлогоднему значению (8,36). Общая щелочность изменялась в диапазоне 1,986-2,678, а средняя величина оказалась равной (2,336), что близко по своему значению к прошлогодней (2,508 мг-экв/дм 3).

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота в устьевой области р. Кубань была в диапазоне 94,4 – 366, среднегодовая (0,49 ПДК) была немного меньше прошлогодней (0,57 ПДК). Содержание нитритов варьировалось от 4,8 до 30,3 (1,26 ПДК), среднегодовая концентрация составила 14,31. Концентрация нитратов варьировалась в пределах 12,4-592 при средней за год -2232,16, что ниже средней (280) за все время наблюдений, начиная с 1990 г. Концентрация фосфатов изменялась от аналитического нуля в пяти пробах до 105,0 (2,10 ПДК), а средняя за год составила 10,65 (0,21 ПДК), что близко к прошлогодней (11,4). За последние три десятилетия хорошо выраженного тренда концентрации фосфатов в прибрежных водах Темрюкского залива выявлено не было, хотя межгодовые изменения были значительными (рис. 2.13). Содержание общего фосфора варьировалось в диапазоне 5,0 – 130,0; среднее значение составило 22,26 что на прошлогоднего (19,2). Содержание кремния изменялось в пределах 138 – 3313; среднегодовое значение составило 1192,72, что на 19% меньше прошлогоднего (1473 мкг/дм 3).

Концентрация НУ была ниже предела обнаружения в одной из 32 отобранных проб. Максимум (1,6 ПДК) был отмечен в начале августа на поверхности в устье гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. Среднегодовая концентрация (0,42 ПДК) была на 19% меньше прошлогодней (0,52 ПДК). Во всех отобранных пробах содержание СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения.

Содержание растворенного в воде кислорода в устьях лиманов изменялось в диапазоне 6,86-12,12, среднее значение составило $9,31~{\rm MrO_2/дm^3}$. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в пределах 80-130%, а среднее составило 99,56%. Наличие сероводорода в $16~{\rm поверх ност hix}$ и придонных пробах июня и августа не обнаружено. В $2023~{\rm r.}$ по ИЗВ (0,65) воды гирл лиманов относились ко II классу качества, «чистые». Расчет выполнен по средней концентрации нефтяных углеводородов, ионов аммония, NO_2 и растворенного кислорода. Состояние вод по сравнению с предыдущими годами осталось на прежнем уровне.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря,

устьевой области и дельте р. Кубань в 2021-2023 гг.

При п	Район	Имеродионт	2021 г.		2022	Γ.	2023 г.	
Кубань – район 1 (станции № 1 (станции № 2 (станци	гаион	Ингредиент	C*	ПДК	C*	пдк	C*	ПДК
1 (станции №№ 55, 6у)	1. Дельта реки	НУ	0,042	0,84	0,049	0,99	0,058	1,15
Бу, бу) P-PO4 48,9 0,98 44,1 0,88 84,6 1,69 Аммонийный азот N-NH4 302 0,76 210 0,54 200 0,51 Нитриты N-NO2 43,9 1,83 37,9 1,58 67,2 2,80 Растворенный кислород бизород	Кубань – район		0,079	1,58	0,091	1,82	0,076	1,52
Аммонийный азот N-NH4	1 (станции №№	Фосфаты	26,7	0,53	25,85	0,52	35,06	0,70
Ваот N-NH4	5y, 6y)	P-PO ₄	48,9	0,98	44,1	0,88	84,6	1,69
Нитриты 14,4 0,60 20,2 0,84 38,9 1,62		Аммонийный	198	0,50	175	0,45	158	0,41
N-NO2		азот N-NH4	302	0,76	210	0,54	200	0,51
Растворенный кислород 8,79 8,53 9,43 % насыщения 93 91 98 79 83 89 2. НУ 0,055 1,10 0,038 0,76 0,046 0,92 Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) 0,0113 0,11 0,0028 0,03 0,0114 0,11 2,20 Фосфаты Р-РО4 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 Аммонийный азот N-NH4 342 0,86 216 0,43 176 0,45 Нитриты N-NO2 15,3 0,64 8,5 0,33 13,2 0,55 N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород 5,86 0,98 3,06 0,51 5,53 0,92 % насыщения 98,58 95 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 9		Нитриты	14,4	0,60	20,2	0,84	38,9	1,62
кислород % насыщения 6,23 93 7,02 91 7,19 98 2. Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) HУ 0,055 0,230 1,10 4,60 0,038 0,038 0,76 0,046 0,046 0,92 2. Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) Ртуть Нд 0,0113 0,11 0,029 0,29 0,29 0,0230 0,230 0,0114 0,011 0,011 0,029 0,29 0,29 0,0230 0,230 0,0114 0,011 0,110 0,111 0,110 0,029 0,29 0,29 0,0230 0,230 0,029 0,29 0,290 0,29 0,290 0,29 0,29 0,29 0,029 0,29 0,29 0,29 0,029 0,29 0,29 0,29 0,029 0,29 0,29 0,29 0,29 0,29 0,029 0,29 0,29 0,29 0,023 0,023 0,023 0,023 0,023 0,023 0,023 0,029 0,029 0,029 0,29 0,0		$N-NO_2$	43,9	1,83	37,9	1,58	67,2	2,80
№ насыщения 93 91 98 2. НУ 0,055 1,10 0,038 0,76 0,046 0,92 Темрюкский залив: Ртуть Нд 0,013 0,111 0,0023 1,86 0,110 2,20 п. Темрюк – район 2 (станция №1) Фосфаты Р-РО4 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 (станция №1) Р-РО4 31,3 0,63 39,4 0,79 34,9 0,70 Аммонийный азот N-NH4 342 0,86 216 0,56 281 0,72 Нитриты 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород 7 5,86 0,98 3,06 0,51 5,53 0,92 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: взморье р. Кубань — район 3 (станции №2,4,4,10,12,15,16,18) 0,063 1,26 0,050		Растворенный	8,79		8,53		9,43	
№ насыщения 93 91 98 2. НУ 0,055 1,10 0,038 0,76 0,046 0,92 Темрюкский залив: Ртуть Нд 0,013 0,111 0,0023 1,86 0,110 2,20 п. Темрюк – район 2 (станция №1) Фосфаты Р-РО4 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 (станция №1) Р-РО4 31,3 0,63 39,4 0,79 34,9 0,70 Аммонийный азот N-NH4 342 0,86 216 0,56 281 0,72 Нитриты 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород 7 5,86 0,98 3,06 0,51 5,53 0,92 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: взморье р. Кубань — район 3 (станции №2,4,4,10,12,15,16,18) 0,063 1,26 0,050		кислород	6,23		7,02		7,19	
2. НУ 0,055 1,10 0,038 0,76 0,046 0,92 Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) 0,0113 0,11 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,11 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,011 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,011 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,011 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,011 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,011 0,0028 0,03 0,0114 0,11 0,012 0,029 0,0230 0,029 0,023 0,029 0,023		% насыщения	93		91			
Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) ———————————————————————————————————			79		83		89	
явлив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) Постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 19,4 0,49 166 0,43 176 0,45 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция № 10,82 постанция 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция 15,3 0,064 1,26 0,050 1,00 0,1	2.	НУ	0,055	1,10	0,038	0,76	0,046	0,92
явлив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) Постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 постанция №1) Регуть Нд фосфаты 19,4 0,49 166 0,43 176 0,45 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция №1 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция № 10,82 постанция 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 постанция 15,3 0,064 1,26 0,050 1,00 0,1	Темрюкский					1,86		2,20
п. Темрюк – район 2 (станция №1) Фосфаты Р-РО4 12,2 0,24 19,56 0,39 12,38 0,25 (станция №1) Р-РО4 31,3 0,63 39,4 0,79 34,9 0,70 Аммонийный азот N-NH4 194 0,49 166 0,43 176 0,45 Нитриты N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород % насыщения 98,58 95 98 98 78 41 72 0,063 1,26 0,55 0,03 0,05 0,92 9 насыщения 98,58 95 98 <	_	Ртуть Hg					+	
район 2 (станция №1) Р-РО4 Яммонийный азот N-NH4 Нитриты N-NO2 Растворенный кислород Взморье р. Кубань — район 3 (станции №2) Кубань — район 3 (станции №2	п. Темрюк –		0,029	0,29		0,23		0,29
Станция №1 Р-РО4 31,3 0,63 39,4 0,79 34,9 0,70 0,45	район 2	Фосфаты	12,2		19,56			
Аммонийный азот N-NH4 194 0,49 166 0,43 176 0,45 Нитриты N-NO2 15,3 0,64 8,5 0,35 13,2 0,55 N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород % насыщения 9,82 9,46 9,58 % насыщения 98,58 95 98 78 41 72 3. 1,26 0,050 1,00 0,100 2,00 взморье р. 0,063 1,26 0,050 1,00 0,010 2,00 Кубань — район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Фосфаты азот N-NH4 390 0,98 201 0,52 151 0,33 Нитриты холород % насыщения 8,2 0,34 5,0 0,21 9,9 0,41 N-NO2 Растворенный кислород % насыщения 10,3 0,21 38,1 0,76 41,7 0,83 4. Ну 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20	(станция №1)		31,3	0,63	39,4	0,79	34,9	0,70
Вазот N-NH4 342 0,86 216 0,56 281 0,72		Аммонийный	194					0,45
Нитриты N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород 5,86 0,98 3,06 0,51 5,53 0,92 % насыщения 98,58 95 98 41 72 33. Темрюкский залив: Взморье р. Кубань — район 3 (станции № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18)		азот N-NH4	342				281	
N-NO2 29,7 1,24 14,2 0,59 23,1 0,96 Растворенный кислород % насыщения 9,82 9,46 9,58 % насыщения 98,58 95 98 78 41 72 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 1 станцив момо 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Ртуть Нд 0,0063 0,06 0,0050 0,05 0,0053 0,05 1 станции мислород % насыщения 163 0,41 178 0,46 135 0,35 1 станции мислород % насыщения 9,08 10,29 9,31 0,41 178 0,46 135 0,35 1 станцин мислород % насыщения 9,08 10,29 9,31 0,41 178 0,46 135 0,35 1 станцин мислород % насыщения 16,36 0,70 8,0 0,33 26,6 1,11 Растворенный кислород % насыщения 103,5 128 101 101 101 101 4.		Нитриты						1
Растворенный кислород 9,82 9,46 9,58 % насыщения 98,58 3,06 0,51 5,53 0,92 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: Ртуть Нд 0,063 1,26 0,050 1,00 0,100 2,00 взморье р. Кубань – район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Р-РО4 10,3 0,21 38,1 0,76 41,7 0,83 Кубань – район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Нитриты (163) 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты (12, 15, 16, 18) 163 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты (16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16,		•						
кислород % насыщения 5,86 0,98 3,06 0,51 5,53 0,92 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: взморье р. Кубань — район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Ртуть Нд 0,0063 0,06 0,0050 0,05 0,0053 0,05 №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Нитриты кислород 163 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты кислород 8,2 0,34 5,0 0,21 9,9 0,41 Растворенный кислород 9,08 10,29 9,31 10,1 10,29 9,31 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		Растворенный	1		-	,		
№ насыщения 98,58 95 98 3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: Ртуть Нд 0,063 1,26 0,050 1,00 0,100 2,00 взморье р. Кубань — район 3 (станции №№ 2 , 4, 10, 12, 15, 16, 18) Фосфаты Аммонийный азот N-NH4 3,1 0,06 24,23 0,48 13,28 0,27 Аммонийный азот N-NH4 163 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты N-NO2 16,8 0,70 8,0 0,33 26,6 1,11 Растворенный кислород 6,36 8,45 8,02 % насыщения 103,5 128 101 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		•		0,98		0,51	+	0,92
3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: взморье р. Кубань — район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Фосфаты В Ну 0,0063 0,06 0,0050 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,0053 0,05 0,005 0,0053 0,05 0,005 0,0053 0,05 0,005		_						
3. НУ 0,026 0,52 0,028 0,57 0,036 0,72 Темрюкский залив: Ртуть Нд 0,063 1,26 0,050 1,00 0,100 2,00 взморье р. Кубань – район 3 (станции № № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Фосфаты Аммонийный азот N-NH4 3,1 0,06 24,23 0,48 13,28 0,27 Нитриты № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) 163 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты № 2, 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) 16,8 0,70 8,0 0,33 26,6 1,11 Растворенный кислород % насыщения 6,36 8,45 8,02 9,31 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		·			41		72	
Темрюкский залив:	3.	НУ	1	0,52	0,028	0,57	0,036	0,72
залив: Ртуть Нд 0,0063 0,06 0,0050 0,05 0,0053 0,05 Взморье р. Кубань – район 3 Фосфаты Р-РО4 3,1 0,06 24,23 0,48 13,28 0,27 район 3 Р-РО4 10,3 0,21 38,1 0,76 41,7 0,83 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Аммонийный азот N-NH4 163 0,41 178 0,46 135 0,35 Нитриты N-NO2 8,2 0,34 5,0 0,21 9,9 0,41 Растворенный кислород % насыщения 9,08 10,29 9,31 9,31 Кислород % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20	Темрюкский			1,26				
Взморье р. Кубань — район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Нитриты	-	Ртуть Нд						
Кубань – район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Фосфаты детверенный кислород базы и детверенн	взморье р.							<u> </u>
район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18)	Кубань –	Фосфаты				0,48		0,27
(станции № № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) Аммонийный азот N-NH4 163 0,41 178 0,46 135 0,35 0,39 0,98 201 0,52 151 0,39 0,98 201 0,52 151 0,39 0,98 0,00 0,98 201 0,52 151 0,39 0,41 0,50 0,21 0,99 0,41 0,50 0,50 0,21 0,99 0,41 0,50 0,50 0,21 0,99 0,41 0,50 0,50 0,21 0,99 0,41 0,20 0,33 26,6 1,11 0,29 0,31 кислород 6,36 8,45 8,02 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0	район 3							
№№ 2, 4, 10, азот N-NH4 390 0,98 201 0,52 151 0,39 Нитриты N-NO2 16,8 0,70 8,0 0,21 9,9 0,41 Растворенный кислород % насыщения 9,08 10,29 9,31 % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20			<u> </u>					<u> </u>
12, 15, 16, 18) Нитриты 8,2 0,34 5,0 0,21 9,9 0,41 N-NO2 16,8 0,70 8,0 0,33 26,6 1,11 Растворенный кислород 9,08 10,29 9,31 % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20								
N-NO2 16,8 0,70 8,0 0,33 26,6 1,11 Растворенный кислород 9,08 10,29 9,31 кислород 6,36 8,45 8,02 % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. HY 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20	12, 15, 16, 18)	Нитриты						
Растворенный 9,08 10,29 9,31 кислород 6,36 8,45 8,02 % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		_						
кислород 6,36 8,45 8,02 % насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. HY 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20				ĺ		,		
% насыщения 103,5 128 101 81 105 93 4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		-						
81 105 93 4. HY 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20		•						
4. НУ 0,021 0,42 0,039 0,78 0,010 0,20			-					
	4.	НУ		0,42		0,78	1	0,20
1 смрюкский	Темрюкский		0,053	1,06	0,066	1,32	0,040	0,80

залив:	Ртуть Нд	0,0063	0,06	0,0110	0,11	0,0	
взморье		0,015	0,15	0,0110	0,11	0,0	
рукав	Фосфаты	4,00	0,08	16,98	0,34	4,05	0,08
Протока –	P-PO ₄	7,2	0,14	22,6	0,45	7,3	0,15
район 4	Аммонийный	165,8	0,43	180	0,46	145	0,37
(станции	азот N-NH4	321	0,80	196	0,50	160	0,41
№№ 29, 31)	Нитриты	8,0	0,33	4,1	0,17	4,6	0,19
	$N-NO_2$	12,3	0,51	5,1	0,21	7,4	0,31
	Растворенный	9,39		9,20		9,73	
	кислород	7,60		8,15		8,53	
	% насыщения	108,4		114		107	
		95		98		102	
5. Устьевая	НУ	0,022	0,44	0,026	0,52	0,042	0,84
обл. р.		0,085	1,70	0,110	2,20	0,080	1,60
Кубань:	Фосфаты	3,8	0,08	11,40	0,23	10,65	0,21
гирла	P-PO ₄	17,4	0,35	31,8	0,64	105	2,10
лиманов —	Аммонийный	214,8	0,55	223	0,57	191	0,49
район 5	азот N-NH ₄	430	1,08	760	1,95	366	0,94
(станции	Нитриты	13,2	0,55	10,2	0,43	14,3	0,60
№№ 8y, 9y,	$N-NO_2$	52,5	2,19	31,1	1,30	30,3	1,26
10y, 11y, 17y,	Растворенный	8,62		8,35		9,31	
18y)	кислород	5,97	0,94	6,06		6,86	
	% насыщения	92,0		91		100	
		77		74		80	

Примечания: 1. Концентрация (C)* 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 (DL=2-5 нг/дм³).

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2021-2023 гг.

Район	2021 г.		2022 г.		2023 г.		Среднее содержание				
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ЗВ в 2023 г. (в ПДК)				
	Дельта реки Кубань										
1. Дельта – район 1	0,66	66 II 0,76 III		1,03	III	NO ₂ 1,62; HY 1,15; PO ₄ 0,7; O ₂ 0,64					
Темрюкский залив											
2. Порт Темрюк– район 2	0,71	II	0,55	II	0,63	II	HУ 0,92; NO ₂ 0,55; NH ₄ 0,43; O ₂ 0,63				

3. Взморье рукава Кубань – район 3	0,48	II	0,52	II	0,53	II	HY 0,72; NO ₂ 0,41; NH ₄ 0,35; O ₂ 0,64	
4. Взморье рукава Протока – район 4	0,46	II	0,56	II		0,34	NH ₄ 0,37; HY 0,2; NO ₂ 0,19; O ₂ 0,62	
Устьевая область реки Кубань – гирла лиманов								
5. Гирла лиманов — район 5	0,56	II	0,56	II	0,65	II	HY 0,85; NO ₂ 0,6; NH ₄ 0,49; O ₂ 0,64	

Выволы

Факторами, определяющими качество вод Темрюкского залива, являются сток реки Кубань, хозяйственная деятельность в ее бассейне и морское судоходство, в особенности в районе морского порта Темрюк. Среднегодовая соленость вод в рукавах дельты реки Кубань в среднем составила 0,26%, в канале порта Темрюк 13,77%, а на остальной варьировались значения диапазоне 4.59-14.16%. акватории В Концентрация ионов аммония во всех районах залива изменялась от предела определения применяемым методом до 366, 163,62 мкг/дм³; нитритов 1,1-67,2/15,02 (средняя концентрация составила 0,42 ПДК, наибольшая – 2,80 ПДК); нитратов 12,4-750/201,38; общего 373-1300, средняя – 647,44 мкг/дм³. Содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 105,0 (2,10 ПДК), средняя оказалась равной 14,06; общего фосфора 5,0-130,0 средняя за год -27,79; силикатов 138-3313, среднегодовая — 1187 мкг/дм^3 .

Содержание нефтяных углеводородов было наибольшим в рукавах реки Кубань. Так, среднегодовое содержание составило 0,058 (1,16 ПДК), а максимальное $0.076 \,\mathrm{Mr/дm^3}$ (1,52 ПДК); в канале порта Темрюк концентрация НУ изменялась от аналитического нуля до 0,11, в среднем 0,046 мг/дм³; а на остальной акватории Темрюкского залива от аналитического нуля до 0,10 мг/дм³. Максимальное значение (2,2 ПДК) зафиксировано в конце июня в море, 600 м от устья р. Кубань, рукав всем районам составило 0,039 мг/дм³. среднее ПО Концентрация СПАВ и хлорорганических пестицидов (α-ΓΧЦΓ, γ-ΓΧЦΓ, ДДТ и ДДЭ) не превышала предела обнаружения использованного метода анализа (DL=2-5 нг/дм³). Растворенная ртуть в водах залива обнаружена в 10 пробах из 15 в концентрации от 0,010 до 0,029 мкг/дм³ (0,29 ПДК), максимум отмечен в подходном канале порта Темрюк в середине ноября в поверхностном слое.

В низовьях дельты р. Кубань насыщение речных вод растворенным кислородом в обоих рукавах было высоким. Концентрация кислорода варьировалась в диапазоне 7,19-11,66, в среднем $-9,43~\rm MrO_2/\rm дm^3$. На акватории Темрюкского залива концентрация кислорода изменялась в диапазоне $5,53-12,7~\rm MrO_2/\rm дm^3$ и была ниже норматива всего в трех пробах;

средняя составила $9,58 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Процент насыщения вод кислородом был в диапазоне 72-125%.

По ИЗВ (1,03) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукаве Протока, определенные по срелнеголовой рукава концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, фосфатов и кислорода Ачуево относились к III классу качества - «умеренно загрязненные». В остальных районах на акватории Темрюкского залива ИЗВ был в пределах 0,53 – 0,65, что позволило отнести их ко II классу, «чистые». Приоритетными имишоннекралае веществами нефтяные углеводороды, аммонийный азот, нитриты и фосфаты. 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. 2.15). В остальных районах также наблюдается ухудшение качества вод при значительной флуктуации годовых значений ИЗВ.

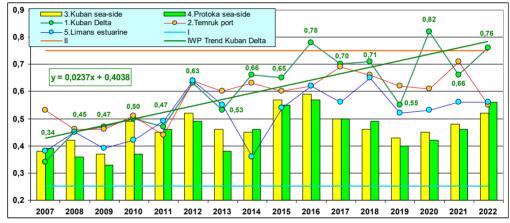


Рис. 2.15. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах отдельных районов Темрюкского залива в 2007-2023 гг.

2.4. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ

В 2023 г. мониторинг состояния морских вод в северной узости Керченского пролива проводился лаборатории мониторинга окружающей среды (ЛМЗОС) г. Керчи с мая по август на 4 станциях разреза между портом Крым и портом Кавказ с глубинами от 5 до 7 м (рис. 2.16). Всего отобрано и обработано 88 проб воды из поверхностного и придонного 1864 измерения. Для выполнено определения использовался фотометрический метод, изложенный в «Руководстве по методам химического анализа морских вод», (Гидрометеоиздат, 1977). Отбор и подготовка экстрактов на содержание ХОП производилась в ЛМЗОС г. Керчи, а окончательный газохроматографический анализ осуществлялся в ЛМЗОС г. Ялта. В тексте и таблицах для концентрации биогенных СПАВ используется единица элементов И

абсолютного содержания кислорода ${\rm MrO_2/дm^3}$, нефтяных углеводородов ${\rm Mr/дm^3}$, хлорированных пестицидов ${\rm Hr/дm^3}$.

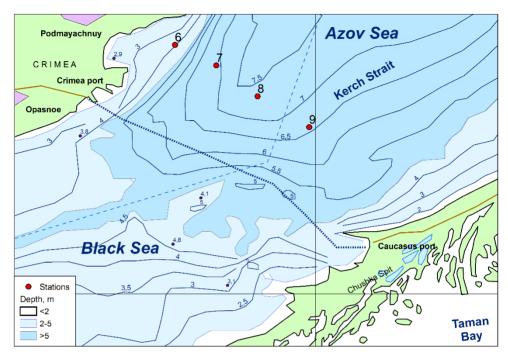


Рис. 2.16. Станции мониторинга в северной узости Керченского пролива в 2023 г.

В мае-августе 2023 г. средние значения стандартных гидрохимических параметров и разброс их значений в водах пролива составили: температура от 13,00 до 26,7°С; щелочность 2,592↑-2,985↓ (средняя $2,769\downarrow \text{ мг-экв/дм}^3$); водородный показатель 8,04↑-8,48↑/8,29↑ ед.рН. Соленость вод северной узости пролива в 2023 году изменялась в диапазоне 13,99↑-17,57↓‰. Среднее значение по сравнению с прошлым годом снизилось на 1,03‰ и составило 15,12↓‰, став вторым по величине за весь период систематических наблюдений, уступив только прошлогоднему. В течение последних трёх лет соленость в целом возрастала от береговой зоны пролива к его центру: ст.№6 – 15,306‰, ст.№7 – 15,433; ст.№8 – 15,621 и ст.№9 – 15,730‰ (рис. 2.17). Вероятно это связано со стоком распресненных азовских вод ближе к крымскому берегу.

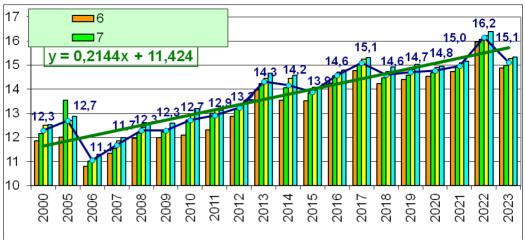


Рис. 2.17. Многолетняя динамика солености (‰) на станциях разреза Крым-Кавказ в 2000-2023 гг.

Диапазон концентрации общего азота в водах северной узости Керченского пролива находился в пределах 530-990 мкг/дм³, и в среднем за период наблюдений составила 727, продолжив устоявшуюся в течение многих лет тенденцию к увеличению. Доля минеральных форм азота не 5-7% среднемесячного количества превышала OT Максимальное содержание нитратной и аммонийной форм азота (25 и 32 мкг/дм^3 соответственно) было существенно ниже ПДК (табл. 2.6). Максимальная концентрация нитритной формы азота достигала 11 (0,4 ПДК) в июле. Среднее содержание минеральных форм азота за период наблюдений составило соответственно 16,0; 22,7 и 7,2, что сопоставимо с аналогичными периодами предыдущих лет. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 13-45/23, а фосфатного фосфора 4,5-15,9/8,4 мкг/дм³ (0,17 ПДК). Сезонное распределение средней концентрации различных форм биогенных элементов было относительно однородным, резких различий между месяцами замечено не было (рис. 2.18).

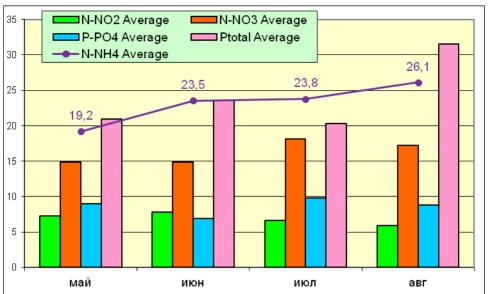


Рис. 2.18. Сезонные изменения содержания биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Керченского пролива в 2023 г.

Содержание **кремния** в водах северной части пролива было достаточно однородно распределено по глубине, изменяясь от 140 до 540 мкг/дм³ у поверхности и в придонном слое. Наибольшее содержание наблюдалось в июле и августе, когда средние значения концентрации составили 430 на поверхности и 434 у дна, а в мае-июне они не превышали 298-306 соответственно (рис. 2.19).

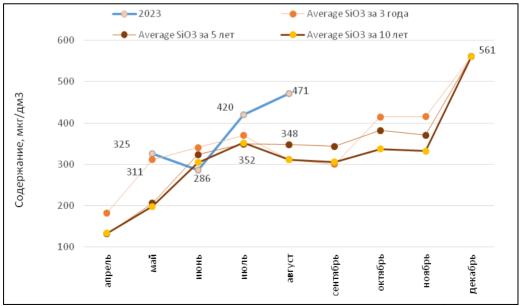


Рис. 2.19. Сезонные изменения содержания кремния (мкг/дм 3) в водах Керченского пролива.

Содержание основного загрязнителя вол северной **V3ОСТИ** Керченского пролива – нефтяных углеводородов - резко выросло по сравнению с предыдущим годом (рис. 2.18). Высокое содержание НУ в водах пролива фиксировалось в каждом месяце. В целом за период наблюдений 58% отобранных проб содержали нефтяные углеводороды в концентрации, достигавшей или превышавшей предельно допустимую (0.050 мг/дм^3) . Это почти вдвое выше таковых в предыдущем году (31%) и сопоставимо с уровнем позапрошлого года. Максимальное загрязнение вод (0,35-0,57; 7,0-11,4 ПДК) наблюдалось на обоих горизонтах в июне, среднемесячное содержание НУ тогда достигло 0,13 (2,6 ПДК). Среднее за период наблюдений значение содержания НУ в столбе воды составило (0,087), что в 1,7 раз превысило установленный предел допустимых значений. Средняя загрязненность поверхностного слоя воды (0,096) на 23% превышала загрязнённость придонного слоя (0,078). Средние за месяц значения концентрации НУ изменялись в широком диапазоне 0,72-2,56 ПДК, при этом различия между месяцами продолжали быть существенными (рис. 2.20).

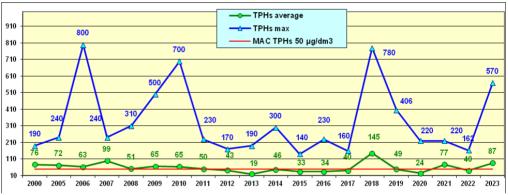


Рис. 2.20. Многолетняя изменчивость содержания нефтяных углеводородов $(MK\Gamma/дM^3)$ в водах Керченского пролива.

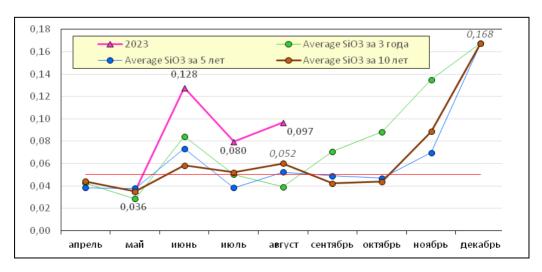


Рис. 2.21. Сезонные изменения содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива.

Содержание АПАВ в северной части Керченского пролива было незначительным. Даже максимальная концентрация не превышала 15 мкг/дм^3 (0,15 ПДК) в поверхностных водах и 16 (0,16 ПДК) в придонных. Среднее содержание (10 мкг/дм³) было минимальным с Концентрация 2017 г. суммы фенолов была ниже прелела количественного определения. Из анализируемых хлорорганических пестицидов (ХОП) присутствие γ -ГХЦГ (альдрин) (0,67 нг/дм³) было зафиксировано только в июне в единичной пробе поверхностных вод. Метаболит ДДД определен на одной станции на поверхности и у дна (0,79 и 1,02 нг/дм³ соответственно). Присутствие ПХБ в водах пролива не зафиксировано.

Аэрация вод северной части пролива была в пределах нормы и в среднем в слое поверхность-дно составила 104% насыщения. Из 88 отобранных и проанализированных проб только 25% содержали растворенный **кислород** менее величины теоретической растворимости газа. Дефицит растворенного кислорода при наименьшем насыщении вод не превышал 6%, а наибольшее насыщение вод достигало 114-115%. Концентрация растворенного кислорода в абсолютных величинах изменялась от 7,10-7,12 до 10,30-10,39 мг O_2 /дм 3 , и в толще вод в среднем составило 8,54 мг O_2 /дм 3 , что практически равно прошлогодней величине.

Таблица 2.6. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в водах Керченского пролива в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	1 г.	202	22 г.	2023 г.	
		C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
Керченск	НУ	0,077	1,54	0,040	0,79	0,087	1,73
ий		0,22	4,40	0,162	3,24	0,570	11,40
пролив	СПАВ	22,0	0,22	12,1	0,12	10,1	0,10
Азовског		112,6	1,13	17,0	0,17	16,0	0,16
о моря	ДДТ	0,09	<0,01	0,14	0,01	0,00	
189 проб		0,75	0,08	2,21	0,22	0,00	
	ДДЭ	0,13	0,01	0,24	0,02	0,00	
		2,37	0,24	5,52	0,55	0,00	
	ДДД	1,95	0,20	4,07	0,41	0,08	0,01
		10,9	1,09	19,84	1,98	1,02	0,10
	Аммонийный	28,4	0,07	24,0	0,06	22,7	0,06
	азот N-NH ₄	120,8	0,31	39	0,10	32	0,08
	Нитритный азот	7,8	0,33	7,2	0,30	7,2	0,30
	$N-NO_2$	16,0	0,67	13,0	0,54	11,0	0,46
	Фосфатный	7,7	0,15	7,5	0,15	8,4	0,17
	фосфор Р-РО4	37,9	0,76	15,8	0,32	15,9	0,32
	Растворенный	8,28		8,46		8,54	

кислород	5,79	0,97	6,35	7,10	
% насыщения	98,0		105,1	104,0	
	79		89	94	

Выводы

По результатам расчета индекса загрязненности вод ИЗВ (0,73) качество вод северной узости Керченского пролива существенно ухудшилось по сравнению с 2022 г. Хотя характеристика II класса, «чистая» (табл. 2.7) для вод пролива сохранилась, значение вплотную приблизилось к границе класса «загрязненная» (0,75), и стало худшим за предыдущие 5 лет. Для расчета индекса была использована среднегодовая концентрация НУ, нитритов, фосфатов и растворенного кислорода. обусловлено Ухудшение качества вол пролива значительным увеличением нефтяного загрязнения. Стандартные гидрохимические показатели были в пределах естественной межгодовой изменчивости. Значение солености вод пролива, хотя и было ниже прошлогоднего, тем не менее превышало остальные значения за весь период систематических наблюдений, в среднем превысив отметку в 15,1%. Максимальная концентрация биогенных веществ не превышала 0,5 ПДК. Скольконибудь существенного загрязнения вод пролива хлорорганическими пестицидами и другими стойкими органическими загрязнителями не фиксировалось.

Таблица 2.7. Оценка качества вод Керченского пролива в 2021-2023 гг.

Район		21 г.	1	22 г.	202	3 г.	Среднее содержание
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	3В в 2023 г. (в ПДК)
Керченский	0,70	II	0,55	II	0,73	II	HУ 1,73; NO ₂ 0,30;
пролив							PO ₄ 0,17; O ₂ 0,70

3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н, 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 соединяется Атлантическим море c океаном через Средиземное море проливами Босфор, Дарданеллы и 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. Кобулети в Грузии. Граница Черного моря с Мраморным морем проходит в северной части пролива Босфор по линии между мысами Румели и Анадолу. 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 северозападную 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 структур, 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 поступает морской воздух Атлантического обусловливая 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, Фащук, 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°C/м, средняя величина -1°C/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°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 (17,85‰) почти меньше, влвое чем 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 квазистационарные антициклонические 100 м: прибрежной зоне – Батумский, Севастопольский, Кавказский, Сакарья, др. Основные циклонические круговороты квазистационарные антициклонические вихри прослеживаются до глубин. Ветер и пространственно-временные 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 развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40-50 см (Суховей В.Ф., 1986, Мее 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 Очаковом на дней может появиться припай, толщина которого не превышает 10 см. В умеренные зимы в январе-феврале преобладает плавучий крупно мелкобитый белый лед, который 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 СЗЧ наблюдаться южнее Констаниы границы Максимальная толщина ледовых полей в открытых районах моря составляет 20-30 см (Гидрометеорологические условия, 2012, Дьяков, 2016, Фащук, 2019).

3.2. Западный Крым

В июне-октябре 2023 г. в рамках кризисного мониторинга качества морских вод северо-западного шельфа Черного моря после прорыва дамбы Каховского водохранилища и паводка р. Днепр Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» было выполнено шесть прибрежных и две морских гидролого-гидрохимических съемки у западного побережья Крымского полуострова. Отбор проб проводился на 5-11 станциях в Каркинитского залива прибрежных водах м. Тарханкут Красноперекопска и 3 станциях у юго-западного побережья от Евпатории до м. Тарханкут (рис. 3.2). В Каркинитском заливе 1 и 3 июля 2023 г. на 6 станциях (№№9-14, рис. 3.1) с глубинами 7-22 м были отобраны пробы с поверхностного и придонного горизонтов, В остальной анализировались только поверхностные воды. Всего обработано 72 проба-комплекса, выполнено 1155 анализов.

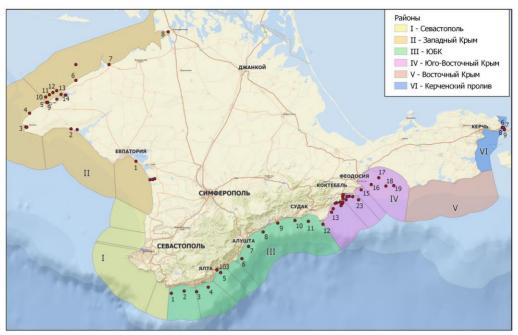


Рис. 3.1. Гидрохимические станции на западном и южном взморье Крыма в сентябре и ноябре 2023 г.

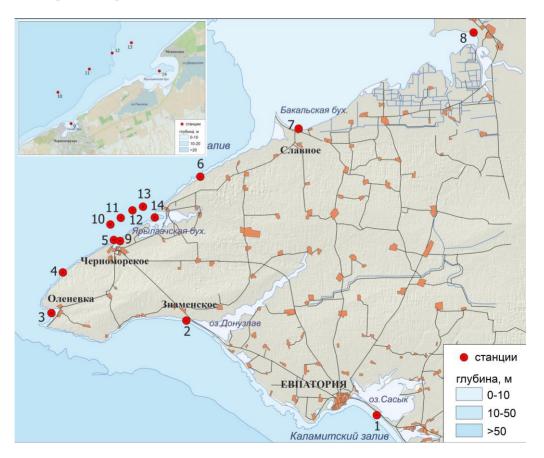


Рис. 3.2. Станции отбора гидрохимических проб на западном взморье Крыма в июне-октябре $2023~\Gamma$.

В наблюдений состав вошло определение стандартных гидрологических параметров (температура, соленость, водородный показатель рН, щелочность), 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) и детергентов. Концентрация НУ и микроэлементов (медь, железо, свинец, марганец и хром) на всех станциях была определена только в поверхностном слое.

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 Ptotal 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).

3.2.1. Северо-западное побережье Крыма

В период исследований температура поверхностных морских вод изменялась в соответствии с сезонностью от 30,6°С в июле до 15,2°С в октябре. Минимальная (12,1-13,1°С) фиксировалась 3 июня на глубинах 20-22 м. На 10 станциях Каркинитского залива значения солености варьировали в пределах 16,24-19,23‰ и в среднем составили 18,42‰. Значительно отличалась соленость вод в кутовой части залива в районе Красноперекопска (ст.8), изменяясь в большом диапазоне 17,54-84,67‰ (средняя 34,05‰). Щелочность варьировала от 0,370 до 7,050 мг-экв/дм³, средняя величина составила 3,658 мг-экв/дм³. Водородный показатель укладывался в узкий диапазон 8,01-8,93 ед.рН, при среднем значении 8,36 ед.рН. Далее ввиду высокого загрязнения вод восточной части залива в районе Красноперекопска данные по ст.8 будут указываться отдельно от остальной акватории.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация фосфатного и общего фосфора в прибрежных водах Каркинитского залива изменялась в диапазонах 1,6-32,7 и 9,1-80,1 соответственно, равномерно распределяясь в слое поверхность-дно. Рост содержания наблюдался в летний период с последующим снижением в сентябре-октябре (рис. 3.3). Отдельно следует отметить загрязнение вод в районе ст.8, где их максимальная концентрация соответственно достигала 77,3 (1,5 ПДК) и 288,8. Среднее за период наблюдения содержание в районе указанной станции составило 24,0 фосфатного фосфора и 145,8 общего фосфора, а на остальной акватории 7,2 и 53,0 соответственно.

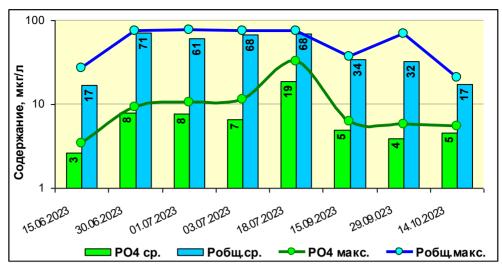


Рис. 3.3. Изменение содержания общего и фосфатного фосфора в водах Каркинитского залива в 2023 г.

Содержание нитритного и аммонийного азота в водах залива изменялось в диапазонах 0.5-7.5 и 1.2-50.2 соответственно, за единичным исключением в июне, когда в акватории б.Большой Кастель (ст.4) концентрация аммония превысила 160. В восточной части залива (ст.8) концентрация нитритов и аммония достигала 75,2 (3,1 ПДК) и 493,1 и в среднем за период наблюдения показала 19,0 и 143,0 соответственно. Среднее содержание указанных комплексов для остальной Каркинитского залива составило 1,7 и 23,2. Содержание нитратов в период наблюдений распределялось крайне не равномерно: в районе Красноперекопска (ст.8) изменялось от 6,4 до 180,3, в акватории б.Большой Кастель (ст.4) – от 80.5 до 428.0, на остальных станциях – от 0,7 до 65,9. Концентрация общего азота варьировала в диапазонах: 479-6371 в восточной части залива (ст.8), 895-3145 в акватории б.Большой Кастель (ст.4) и 214-959 на остальных станциях. Среднее содержание нитратного и общего азота для указанных районов соответственно составило 41,7 и 2249, 227,3 и 1572, 8,8 и 522. Анализ данных за 1, 3 июня (станции 9-14) показал, что поверхностные воды содержали азота в 1,3 раза больше чем придонные.

Концентрация кремния в районе Красноперекопска (ст.8) в среднем за период составила 1506. Наблюдался рост от 45 в июне до 4350 в июле с последующим снижением до 168в октябре. На остальных станциях Каркинитского залива среднее содержание кремния составило 146(192), изменяясь в диапазоне 8-473, и только в акватории б.Узкая в июле и б.Большой Кастель в октябре максимальная концентрация силикатов достигала 1294 и 995 соответственно.

Нефтяное загрязнение поверхностных вод в прибрежной зоне Каркинитского залива было значительным. В 88% отобранных проб концентрация НУ достигала и превышала ПДК. Среднее за период

наблюдения содержание их составило 0,08 (1,6 ПДК) при диапазоне концентраций 0,02-0,12 (2,4 ПДК). При оценке среднего содержания не учитывались два максимума: 0,36 (7,2 ПДК) и 2,26 (45,2 ПДК) зафиксированные соответственно в начале июля на морской ст.11 и в средине сентября на ст.5 (б.Узкая). Загрязнение вод **АПАВ** не превышало ПДК, изменяясь от 11,6 до 86,6. Среднее содержание токсиканта в районе Красноперекопска (ст.8) составило 56,8, на остальных станциях наблюдения – 27,8.

Определение содержания **микроэлементов** (мкг/дм³) проводилось в июне-июле. Превышение нормативов по их содержанию также не было зафиксировано. Концентрация меди изменялась от «не обнаружено» до 4,9, средняя составила 1,8. Повышенные значения отмечены в районе Красноперекопска (ст.8) в конце июня (4,9) и на станциях 9 и 11 в начале июля (4,4-4,8). Содержание железа изменялось в кутовой части залива (ст.8) в диапазоне 5,1-43,3, на остальных станциях – от «не обнаружено» до 22,9 (рис.3.4). Среднее за период значение для указанных районов составило соответственно 19,1 и 7,1. Присутствие свинца фиксировалось только 30 июня на ст.8 (2,3) и с 1 по 18 июля на станциях 6, 11 и 4 (2,0-2,5). От «не обнаружено» до 12,4 варьировала концентрация марганца. Повышенное загрязнение вод отмечено в районе Красноперекопска (ст.8), где среднее за период содержание составило 4,5 против 1,9 на остальных станциях наблюдения. Распределение хрома в концентрации 1,1-3,1 было достаточно равномерным и в среднем составило 1,9.

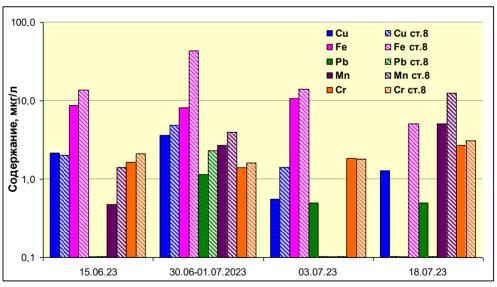


Рис. 3.4. Изменение содержания микроэлементов на ст.8 (пунктирная заливка) и остальных станциях (сплошной цвет) Каркинитского залива в 2023 г.

3.2.2. Побережье Крыма от м. Тарханкут до г. Евпатория

В период исследований температура поверхностных морских вод изменялась в соответствии с сезонностью в диапазоне 17,3-25,1°С. Значения солености и водородного показателя варьировали в узких диапазонах 18,18-18,84‰ и 7,98-8,82 ед.рН соответственно, при среднем значении 18,51‰ и 8,41 ед.рН. Щелочность изменялась от 1,076 до 4,620 мг-экв/дм³, средняя величина составила 3,160 мг-экв/дм³.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатного и общего фосфора в среднем составило соответственно 7,4 и 44,0, изменяясь в диапазонах 2,5-17,0 и 9,3-81,7. Повышенная концентрация наблюдалась с 30 июня по 18 июля (рис. 3.5). Концентрация нитритного азота не превышала 16,1, нитратного и аммонийного азота 50,6 и 91,5 соответственно. Содержание общего азота изменялось в широком диапазоне 208-1456, максимальная концентрация зафиксирована в средине июня. Среднее содержание тогда составило 960 и постепенно снизилось к октябрю до 266 (рис. 3.5). Следует отметить повышенное на фоне сопредельных районов содержание азота в средине сентября на ст.2 (у косы Беляус), где были зафиксированы максимумы для нитритов и нитратов, а концентрация аммонийного и общего азота достигала 81,0 и 950 соответственно. Среднее за период наблюдения содержание нитритов составило 2,1, нитратов -10,1, аммония -35,2 и общего азота -609. Концентрация кремния в среднем за период показала 127, изменяясь от 8 до 375. Максимум (375 и 362) фиксировался в июле на ст.2.

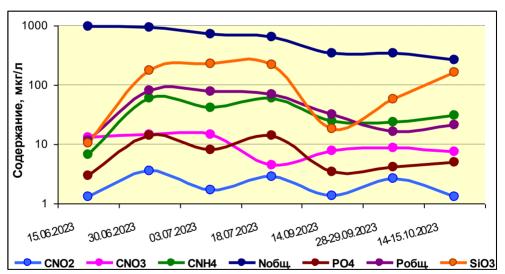


Рис. 3.5. Изменение содержания биогенных комплексов у юго-западного побережья Крыма в 2023 г.

Нефтяное загрязнение поверхностных вод на трех станциях южнее м.Тарханкут в среднем составило 0,07 (1,4 ПДК). В 68% отобранных проб концентрация НУ достигала и превышала ПДК. Повышенная гидродинамическая активность на траверзе пгт Оленевка (ст.3) очевидно

определяет более низкое среднее содержание НУ (0,9 ПДК) относительно загрязненных вод ст.1 и 2 (1,5 ПДК). Особо следует отметить единичное высокое загрязнения вод 14.09.2023 г., когда концентрация НУ достигла 1,85 (37 ПДК), 1,30 (26 ПДК) и 0,10 (2 ПДК) на станциях 1, 2 и 3 соответственно. В остальных пробах максимальная концентрация не превышаля 0,09 на ст.1, 0,16 на ст.2 и 0,05 на ст.3. Загрязнение вод **АПАВ** в целом было менее ПДК, изменяясь относительно равномерно от 15,5 до 40,7, но также за единичным исключением 14.09.2023 г., когда на ст.3 было зафиксировано 149,2 (1,5 ПДК). Среднее содержание токсиканта составило 29,2.

Определение содержания **микроэлементов** (мкг/дм³) проводилось в июне-июле. Превышение соответствующих ПДК не зафиксировано. Концентрация меди изменялась от «не обнаружено» до 4,8 (ПДК_{Си}=5,0), средняя составила 1,8. Повышенные значения (4,8-3,8) наблюдались на трех станциях 30.06.2023 г. (рис. 3.6), а в остальной период не превышали 2,4. Повышенное содержание железа (19,7-35,3) фиксировалось 30.06 и 3.07.2023 г. В остальной период изменялось в диапазоне 3,0-11,3 и в среднем составило 17,3. Присутствие свинца фиксировалось только на ст.3 30 июня (2,0) и 3 июля (2,2). От «не обнаружено» до 6,3 варьировала концентрация марганца, средняя составила 2,4. Распределение хрома в концентрации 1,5-3,3 было достаточно равномерным и в среднем составило 2,4.

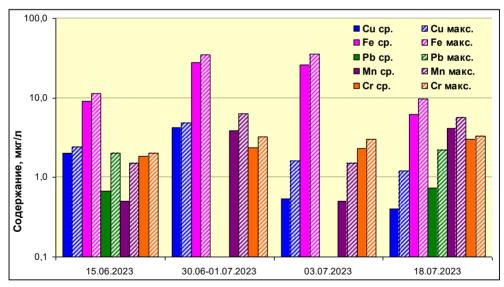


Рис. 3.6. Изменение среднего и мексимального содержания микроэлементов у юго-западного побережья Крыма в 2023 г.

Аэрация вод в зоне исследования была достаточной. Относительное содержание растворенного кислорода только в конце октября снижалось до 94-95% насыщения. По средним значениям для каждой экспедиции содержание варьировало в интервале 102-120% насыщения. По

абсолютным значениям (мг O_2 /дм³) концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах 7,28-10,14. Среднее за период наблюдения содержание растворенного кислорода составило 8,77 (111% насыщения). Величина БПК₅ изменялась от 2,15 (1,0 ПДК) до 8,70 (4,1 ПДК), и в среднем составила 5,02 (2,4 ПДК).

3.3. Прибрежные воды Крыма. Порт Ялта

В 2023 г. гидрохимические исследования на акватории порта Ялта выполнялись лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта (ЛМЗОС, ФГБУ «Крымское УГМС») на морском гидрологическом посту г. Ялта на акватории морского пассажирского порта у основания волнолома в течение всего года с января по декабрь каждые десять дней. Глубина в точке отбора проб составляет 10 м. Всего отобрано и обработано 72 пробы морской воды из поверхностного и придонного слоев, выполнено 952 анализа.

В период исследований температура морских вод изменялась в соответствии с сезонностью от 8,5°C в феврале до 25,6°C в августе. Под воздействием северо-западного ветра до 15 м/с 28 июля у берегов Ялты наблюдался апвеллинг глубинных холодных вод. Температура воды понизилась за 6 часов на 6,6 градуса с 21,4°C до 14,8°C, а в следующий день выросла на 9,6 градусов до 24,0°C. Соленость поверхностного слоя в акватории морского пассажирского порта зависит от объема пресной воды, поступающей со стоком реки Дерекойка в кутовую часть порта. Значения солености в поверхностном слое варьировали в пределах 10,01-19,10‰ и в среднем были на 3,09‰ ниже солености придонных вод (рис. 3.7). Соленость придонных вод изменялась в узком диапазоне (17,48-19,10%) и только в декабре снижалась до 14,92%. Средняя за год составила 18,42‰. В сравнении с 2022 г. соленость поверхностных вод возросла на 0,91‰, а придонных вод снизилась на 0,3‰. Щелочность расширила диапазон до 3,051-4,303 мг-экв/дм³, а средняя величина продолжила рост до 3,511 мг-экв/дм³. Водородный показатель, как и в предыдущие годы, укладывался в узкий диапазон 7,88-8,25 ед.рН, в среднем показав минимальное значение (8,10 ед.рН) за последние 15 лет.

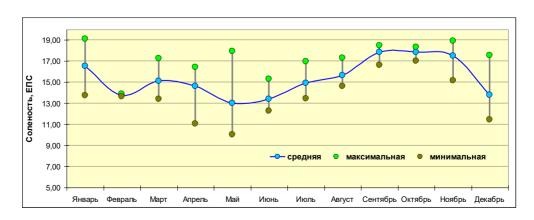


Рис. 3.7. Сезонное изменение среднемесячного и экстремального значения солености поверхностных вод акватории порта Ялта в 2023 г.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация фосфатного фосфора в акватории порта Ялта была максимальной в первом полугодии достигнув в июне 24 в поверхностных водах и 15 в придонных, а к ноябрю снизилась до 3-4 (рис. 3.8). Содержание общего фосфора показало максимум в поверхностных водах в июне (120), августе (125) и сентябре (136). В придонных водах наибольшее значение концентрации (74) зафиксировано в июне, в остальной период не превышая 55-56. В целом поверхностные воды содержали фосфатного и общего фосфора больше придонных в 1,6 и 1,9 раза соответственно. Средняя за год концентрация фосфатов в поверхностных и придонных водах составила 13,1 и 8,0, а во всем столбе воды 10,5 мкг/дм³, снизившись на треть в сравнении с предыдущим годом (рис. 3.9, табл. 3.1). Среднегодовое содержание общего фосфора (62,4; 81,5 у поверхности и 43,3 мкг/дм³ у дна) осталось на прошлогоднем уровне.

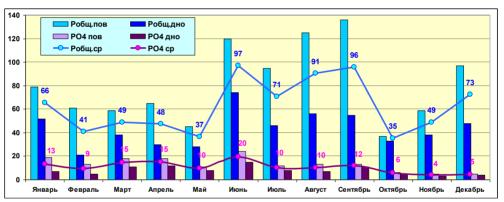


Рис. 3.8. Внутригодовое изменение содержания общего и фосфатного фосфора $(MK\Gamma/ДM^3)$ в водах порта Ялта в 2023 г.

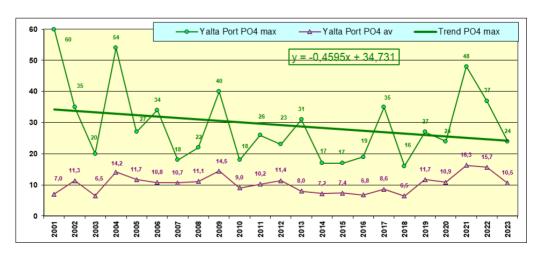


Рис. 3.9. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм 3) в водах порта Ялта в 2001-2023 гг.

Содержание минерального и общего азота в поверхностных водах было в 1,5-2,1 раза больше придонных, а для нитратов превышало в 6 раз. Максимальная концентрация наблюдалась в январе в поверхностном слое воды и достигала для общего азота 3678, нитратов 564, аммония 30 (рис. 3.10). В остальное время содержание общего азота изменялось в диапазоне 885-3678 в поверхностных водах и 216-2302 в придонных. В целом среднее за год содержание общего азота продолжило начатую в 2019 г. (610) тенденцию роста достигнув 1470. Для аммония оно осталось на прежнем уровне (12), лишь увеличив разницу между поверхностными (16) и придонными (9) водами. Концентрация нитритов не превышала 7-8 (среднегодовая снизилась до 4,2). Содержание нитратов в среднем за год для поверхностных вод составило 276, для придонных (где максимальное не превышало 110) — 46, среднегодовое снизилось до 160 мкг/дм³ с 230 в 2022 г.

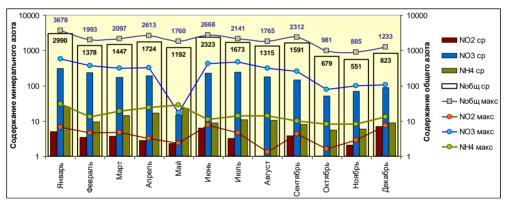


Рис. 3.10. Внутригодовое распределение концентрации различных форм азота $(MK\Gamma/дm^3)$ в поверхностных и придонных водах акватории порта Ялта в 2023 г.

В акватории порта Ялта поверхностные воды традиционно содержали в 2-6 раз больше кремния, чем придонные (рис. 3.11). В 2023 г. разница была минимальной, среднегодовое содержание в поверхностных и придонных водах составило 620 и 290 соответственно. Средняя за год концентрация кремния в слое поверхность-дно достигала 454 и была максимальной с 2018 г. В течение года концентрация его изменялась в диапазоне 167-1060 у поверхности и 23-579 мкг/дм³у дна, наибольшие значения фиксировались соответственно в июне и декабре, минимальные – в марте. Отмечено значительное повышение силикатов в придонных водах с мая, а в поверхностных водах с июня.

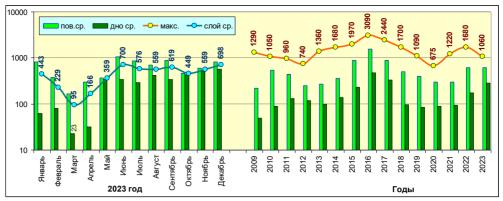


Рис. 3.11. Сезонное в 2023 г. и многолетнее распределение концентрации кремния (мкг/дм 3) в водах акватории порта Ялта.

Нефтяное загрязнение вод акватории п. Ялта, как и в предыдущие годы, было незначительным. Присутствие НУ зафиксировано в 12 из 72 отобранных проб, в восьми из которых наблюдалось превышение допустимого уровня. В январе содержание их превысило ПДК в 2,3 раза, в марте и октябре – в 4,9-5,2 раза, в ноябре – в 8,2-8,6 раза. В конце года высокое загрязнение фиксировалось на обоих горизонтах. Среднее значение стало наибольшим с 2009 г. и достигало 0.37 мг/дм³ (рис. 3.12). Загрязнение вод акватории порта Ялта АПАВ фиксировалось на протяжении всего года, но было невысоким. Максимальная концентрация придонных водах (0,30 ПДК) была достигнута январе, поверхностных водах (0,14-0,15 ПДК) – в марте-мае. Среднее за год содержание составило 10 мкг/дм³. Концентрация суммы фенолов, как и в предыдущие годы, была ниже предела количественного определения.

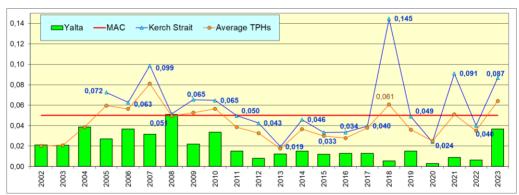


Рис. 3.12. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Ялтя и Керченского пролива.

Хлорорганические пестициды (ХОП, нг/дм³). Присутствие в акватории порта ГПХ и метаболитов ДДТ (ДДД и ДДЭ) отмечалось в течение всего года. ГПХ в концентрации до 3,5-3,6 фиксировались в 79% от общего количества определений. Среднегодовое содержание

(1.35)осталось на уровне предыдущего фиксировался только в январе (1,3) и марте (0,6), а его производные – ДДД и ДДЭ были выявлены в 79 и 75% отобранных проб соответственно (рис. 3.13). Максимальная концентрация ДДД (8,9 в январе и 10,3 в марте) была отмечена в придонных водах, а в поверхностных водах она не превышала 4,2. Снижение загрязненности поверхностных вод определило понижение среднегодового содержания ДДД (2,2) в слое поверхность-дно в 1,7 раза в сравнении с предыдущим годом. Максимальная концентрация ДДЭ в придонных водах (2,3) зафиксирована в марте, в поверхностных водах (1,8) – в октябре. Среднее за год содержание составило 0,7. Присутствие у-ГХЦГ зафиксировано только в двух пробах: 0,7 в марте у дна и 1,34 в ноябре у поверхности. Содержание α-ГХЦГ и альдрина было ниже предела количественного определения. Присутствие ПХБ, как и в предыдущие годы, не зафиксировано.

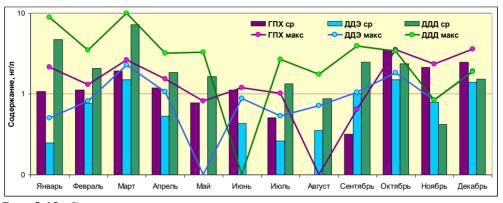


Рис. 3.13. Сезонное изменение среднемесячного и экстремального содержания ГПХ, ДДЭ и ДДД в поверхностных водах акватории порта Ялта в 2023 г.

Аэрация вод акватории порта Ялта, как и в предыдущие годы, была недостаточной. Дефицит растворенного кислорода по-прежнему был более выражен в поверхностном слое, где среднее за год значение уровня составило 87% против 91% у лна. Нелонасышение кислородом поверхностных вод в течение года достигало 27% (август), придонных вод – 18% (ноябрь). По среднемесячным значениям в слое поверхность-дно дефицит кислорода варьировал в интервале 5-15% насыщения (рис. 3.14). По абсолютным значениям ($MrO_2/дм^3$) его содержание варьировало в пределах 5,52-9,95 на поверхности и 6,46-9,89 у дна. Минимум фиксировался в августе и сентябре соответственно. Среднегодовое содержание растворенного кислорода (8,16) осталось на уровне предыдущего года.

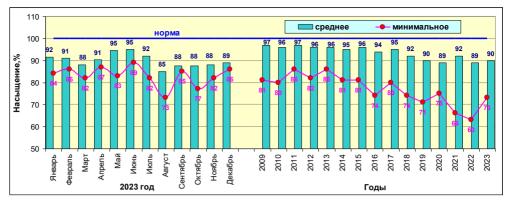


Рис. 3.14. Сезонное и межгодовое изменение среднего и минимального относительного содержания растворенного кислорода в водах акватории порта Ялта.

Таблица 3.1. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в прибрежных водах Крыма в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент		1 г.	202	2 г.	20	23 г.
		C *	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
	НУ	0,009	0,18	0,006	0,12	0,037	0,74
		0,350	7,00	0,11	2,20	0,432	8,64
	СПАВ	10	0,10	8,6	0,09	10	0,10
		94	0,94	43	0,43	30	0,30
	Фенол	0		0		0	
		0		0		0	
	ү-ГХЦГ	0,86	0,09	0,04	<0,01	0,08	0,01
	(линдан)	20,74	2,07	0,53	0,05	1,34	0,13
	α-ΓΧЦΓ	0,33	0,03	0,29	0,03	0	
a		1,75	0,18	2,02	0,20	0	
Акватория порта Ялта (72 пробы)	ДДТ	0,10	0,01	0,14	0,01	0,10	0,01
ra 5		0,92	0,09	1,33	0,13	1,26	0,13
op: obs	ДДЭ	0,84	0,08	0,78	0,08	0,74	0,07
ирс		3,37	0,34	3,83	0,38	2,29	0,23
ория порта (72 пробы)	ДДД	2,44	0,24	3,83	0,38	2,2	0,22
атс ("		12,61	1,26	13,79	1,38	10,34	1,03
KB	Альдрин	0		0		0	
А		0		0		0	
	Гептахлор	2,14	0,21	1,30	0,13	1,35	0,14
		4,02	0,40	4,31	0,43	3,57	0,36
	ПХБ	1,44	0,14	0		0	
		19,20	1,92	0		0	
	Аммонийный	9,0	<0,01	19,8	<0,01	12,4	<0,01
	азот N-NH ₄	16,0	<0,01	190	0,08	30	0,01
	Нитритный	4,7	0,20	5,5	0,23	4	0,17
	азот N-NO ₂	11,9	0,50	12,8	0,53	8	0,33
	Фосфаты	16,3	0,32	15,7	0,31	10,5	0,22

P-PO ₄	48,0	0,96	37	0,74	24	0,48
Растворенный	8,38		8,16		8,16	
кислород	5,29	0,88	6,14		5,52	0,92

Примечание. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значение. Выделены значения выше ПДК.

3.4. Качество черноморских вод у берегов Крыма

загрязненности индекса (M3B=0.48).Результаты расчета вол полученные на основе средних и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, характеризуют воды акватории порта Ялта в 2023 г. как «чистые», II класс, (табл. 3.2). Приоритетными загрязняющими веществами были углеводороды, фосфаты и ДДД, очевидно поступающими с водами двух горных речек. Традиционно значительное влияние на величину индекса оказывает кислородный режим акватории, вклад которого в значение 2018-2023 гг. изменялся в диапазоне $0.72-0.78 \text{ мг/дм}^3$. Дополнительную нагрузку на акваторию порта оказывали такие ХОП, как ГПХ (до 0,36 ПДК), ДДТ и у-ГХЦГ (до 0,13 ПДК). Среднее за год содержание СПАВ составило 0,10 ПДК, нитритов 0,17 ПДК.

Таблица 3.2. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2021-2023 гг.

Район	202	21 г.	202	22 г.	202	3 г.	Среднее содержание
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	3В в 2022 г. (в ПДК)
Акватория	0,37	II	0,42	II	0,48	II	НУ 0,74; ДДД 0,22;
п. Ялта							PO ₄ 0,22;O ₂ 0,74

3.6. Северное прибрежье Кавказа

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГНС) мониторинг водной среды на прибрежных участках шельфа в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и осуществлялся Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк) (рис. 3.15). Всего было выполнено четыре съемки в апреле, июне, августе и октябре и отобрано 75 проб. Кроме того, на штормовой станции №2 в порту Туапсе ежедекадно Туапсинское ГМБ выполнило отбор 39 проб в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя станциях с использованием маломерного прибрежных «Росгидромет-17» (проект NS18 RGM, длина 18 м, грузоподъемность наблюдений входило определение стандартных состав гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость Ѕ‰, хлорность, водородный показатель рН, растворенный кислород О2 методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота NH₄, нитритов NO₂ и силикатов SiO₃)

и загрязняющих веществ - НУ, СПАВ, пестицидов и растворенной в воде ртути. Концентрация нефтяных углеводородов определялась методом Определение инфракрасной спектрометрии. концентрации произволилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. В тексте и таблицах для концентрации биогенных $MK\Gamma/дM^3$, используется единица СПАВ содержания кислорода и БПК₅ - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородовмг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO₄ составлял 1,5 мкг/дм³. 10 мкг/дм³, нитритов 0.5 мкг/дм^3 , нитратов 5.0 мкг/дм^3 , аммонийного азота 10,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм³ (0.4 ПДК), СПАВ 100 мкг/дм³ (1.0 ПДК), ртути 0.01 мкг/дм^3 (0.1 ПДК) и хлорорганических пестицидов α-ГХЦГ, у-ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ (0,002- 0.02 Hг/дм^3).

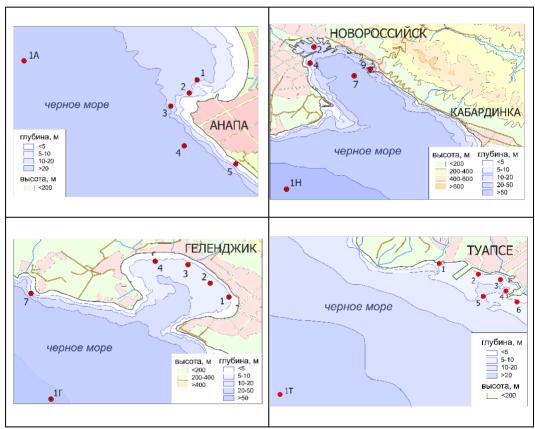


Рис. 3.15. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2023 г. (У Кубанская).

Новороссийск. В 2023 г. в Цемесской бухте было проведены исследования на четырех станциях (2, 4, 7, 9) с глубинами 7-13 м и на одной фоновой станции (1H) на траверзе бухты с глубиной 55 м. На всех станциях пробы вод были отобраны четыре раза за год в один срок — в

марте, мае, июле и сентябре — из поверхностного слоя. Всего был проведен анализ 20 проб.

Основные гидролого-гидрохимические параметры изменялись согласно сезонной ритмике и межгодовым колебаниям (табл. 3.3). Температура воды варьировала от $8,0^{\circ}$ С в марте до $25,2^{\circ}$ С в сентябре; соленость изменялась от 17,880% до 18,950%; водородный показатель был в пределах 8,15-8,38 ед.рH; общая щелочность — 2,720-3,410 мг-9кв/дм³. В последние годы отмечается ежегодное повышение солености вод в районе Новороссийска: среднее значение в 2020 г. — 17,33 ‰, в 2021 г. — 17,69%, в 2022 г. — 18,01%, в 2023 г. — 18,37 ‰.

Таблица 3.3. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2023 г.

Район	S, ‰	Щелочность,	O_2^* ,	рĤ	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂
		мг-экв/дм ³	$M\Gamma/дM^3$					
A	18,627	3,050	9,52	8,26	4,54	120	101,82	4,6
Анапа	18,950	3,481	7,53	8,35	12,50	169	119,00	7,3
Новоро	18,372	3,123	9,42	8,29	6,37	127	117,58	6,1
ссийск	18,950	3,405	7,05	8,38	14,40	204	150,00	9,7
Геленд	18,365	3,173	9,43	8,30	7,10	151	104,56	6,1
жик	18,950	3,594	7,69	8,37	15,70	205	118,00	9,6
Т	17,177	2,568	10,25	8,20	22,87	187	87,82	7,7
Туапсе	18,810	3,444	7,39	8,74	124,20	1011	269,20	19,8

 O_2^* – средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфора фосфатов варьировало от 3,2 до 14,4. В последние несколько лет оно неуклонно увеличивается, но остается в целом незначительным в пределах допустимой нормы (табл. 3.4), (рис. 3.16-3.17).

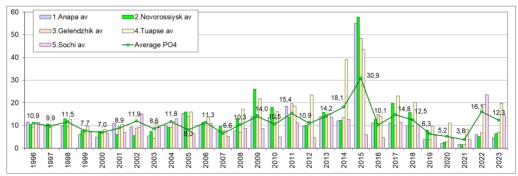


Рис. 3.16. Средняя концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996—2023 гг.

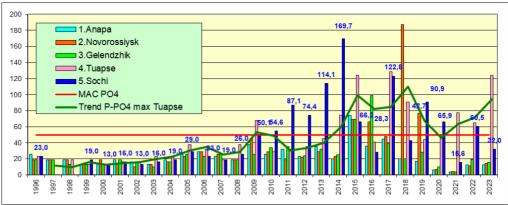


Рис. 3.17. Максимальная концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996–2023 гг.

Концентрация силикатов (рис. 3.18-3.19), после некоторого роста в 2021–2022 г., несколько сократилась и составила в среднем по участку – 127. Максимальное значение силикатов (204) отмечено в пробах самой удаленной ст.№2 от основной акватории моря в кутовой части бухты в ковше порта.

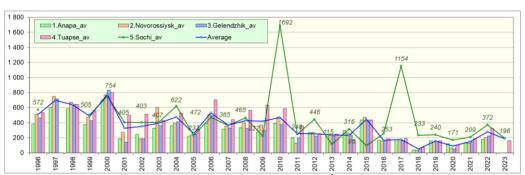


Рис. 3.18. Средняя концентрация кремния (мкг/дм³) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996–2023 гг.

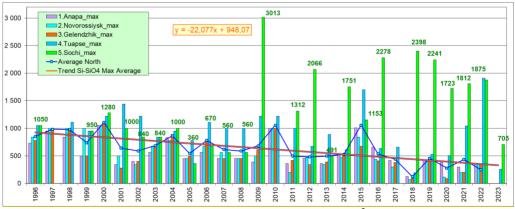
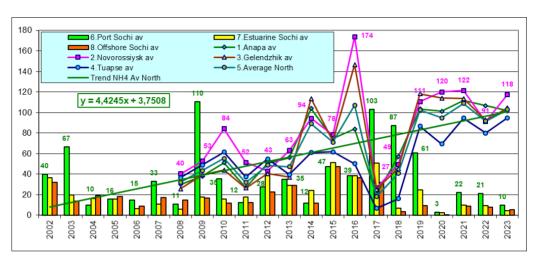


Рис. 3.19. Максимальная концентрация кремния (мкг/дм³) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996–2023 гг.

Экстремальные значения 2010 и 2017 гг. в районе Адлер-Сочи — 11264 и 9540 мкг/дм³, соответственно, вынесены за рамки рисунка.

Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 87-150 и была в пределах ПДК (табл. 3.5, рис. 3.20). Среднее максимальное значение за период наблюдений (примерно 123) отмечено на ст.№2 в кутовой части бухты, а среднее минимальное (107) на фоновой станции вдали от берега.



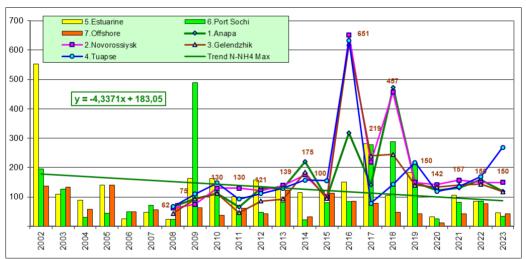
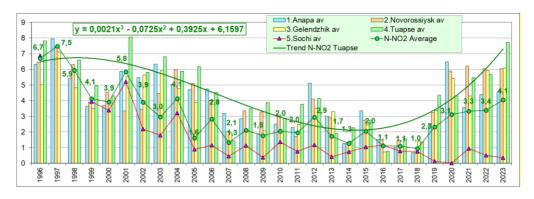


Рис. 3.20. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 2002-2023 гг.

Концентрация нитритов в целом по району сохранилась на прежнем уровне и не превышала ПДК: значения варьировали в диапазоне 4,1-9,7 (рис. 3.21). Стоит отметить, что максимальное и среднее максимальное содержание нитритов в 2023 г. было зафиксировано на фоновой станции. Содержание нитратов в 2023 г. на фоновой станции несколько снизилось

в сравнении с 2022 г. и составило: максимальное -57,1 мкг/дм³ (в 2022 г. -87,1 мкг/дм³), среднее -35,1 мкг/дм³ (47,5 мкг/дм³).



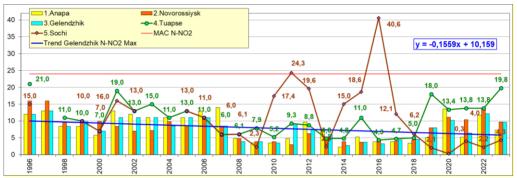


Рис. 3.21. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нитритного азота N- NO_2 (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996—2023 гг.

Органические загрязняющие вещества. Содержание окисляемых органических веществ по БПК5 в пробах с фоновой станции изменялось в узком диапазоне 1,36-1,72 мгO₂/дм³, что находится в пределах допустимых нормативов и близко к предыдущим значениям. Содержание СПАВ было ниже предела определения во всех пробах. обнаружены Хлорорганические пестициды не были. углеводороды были обнаружены в 13 пробах из 20 на всех станциях, фоновую. Среднее значение содержания НУ в Новороссийска составило 0,44 ПДК; максимальное (0,98 ПДК) было зафиксировано в районе порта (табл. 3.4). В целом загрязнение вод НУ осталось на уровне прошлого периода наблюдений.

Металлы. Содержание железа исследовалось в пробах фоновой станции. Среднее и максимальное значения чуть повысились, но остались в пределах ПДК. Содержание ртути определялось на ст.№2 в ковше порта. Средняя и максимальная концентрация осталась на уровне прошлого года и не превышала допустимого норматива.

Таблица 3.4. Среднегодовая И максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах Черного моря в районе между Анапой и Туапсе в 2021–2023 гг.

Do Ho	Инто	202	1 г.	202	2 г.	202	3 г.
Район	Ингредиент	C*	пдк	C*	пдк	C*	пдк
	1137	0,034	0,69	0,017	0,34	0,023	0,45
	НУ	0,096	1,92	0,064	1,28	0,066	1,32
	Аммонийный азот	111,71	0,05	106,79	0,05	101,82	0,05
	N-NH ₄	131,00	0,06	158	0,07	119	0,05
	Нитритный азот	3,56	0,15	4,40	0,18	4,58	0,19
	N-NO ₂	5,20	0,22	11,7	0,49	7,3	0,30
	Фосфатный фосфор	1,80	0,04	6,10	0,12	4,54	0,09
(H	P-PO ₄	3,60	0,07	12,3	0,25	12,5	0,25
Анапа (24 пробы)	Железо	35,50	0,71	38,00	0,76	38,00	0,76
Ан 4 пј	железо	42,00	0,84	44,00	0,88	47,00	0,94
\mathcal{G}	Down II.o	0,013	0,13	0,0118	0,12	0,0183	0,18
	Ртуть Нд	0,016	0,16	0,0260	0,26	0,0490	0,49
	БПК5	1,45	0,69	1,58	0,75		
	$M\Gamma O_2/дM^3$	1,73	0,82	1,94	0,92		
	Кислород	9,36		8,86		9,52	
	$M\Gamma O_2/дM^3$	7,10		7,53		7,53	
	0/	109,4		110,1		108,8	
	% насыщения	91,00		91		92	
	1137	0,038	0,76	0,020	0,41	0,022	0,44
	НУ	0,068	1,36	0,062	1,24	0,049	0,98
	Аммонийный азот	121,54	0,05	91,09	0,04	117,58	0,05
	N-NH ₄	157,00	0,07	150	0,07	150	0,07
	Нитритный азот	6,22	0,26	6,05	0,25	6,05	0,25
	N-NO ₂	10,40	0,43	13,8	0,58	9,7	0,40
CK	Фосфатный фосфор	1,55	0,03	5,19	0,10	6,37	0,13
эссийск 1роб)	P-PO ₄	4,40	0,09	11,2	0,22	14,4	0,29
poc III	Жанара	38,25	0,77	35,00	0,70	40,25	0,81
Новоро (20 п	Железо	46,00	0,92	43,00	0,86	48,00	0,96
H	Down II.o	0,003	0,03	0,0113	0,11	0,0120	0,12
	Ртуть Нд	0,011	0,11	0,0210	0,21	0,0200	0,20
	БПК5	1,45	0,69	1,53	0,73		
	$M\Gamma O_2/д M^3$	1,69	0,80	1,7	0,81		
	Кислород	9,24		9,49		9,42	
	$M\Gamma O_2/дM^3$	7,73		8,07		7,05	
	% насыщения	110,2		115,3		108,4	

НУ
НУ
Аммонийный азот N-NH4
N-NH4
Нитритный азот N-NO2
Убор Насыщения 1,760 6,40 0,27 12,2 0,51 9,6 0,40 Фосфатный фосфор Р-РО4 1,80 0,04 6,78 0,14 7,10 0,14 Мелезо 3,60 0,07 19,4 0,39 15,7 0,31 Железо 33,75 0,68 39,00 0,78 37,25 0,75 41,00 0,82 47,00 0,94 47,00 0,94 Ртуть Нд 0,012 0,12 0,0107 0,11 0,0133 0,13 0,015 0,15 0,0170 0,17 0,0220 0,22 БПК5 мгО2/дм³ 1,76 0,84 1,78 0,85 1 Кислород мгО2/дм³ 7,50 7,52 7,69 9 % насыщения 108,8 112,5 109,8 99,00 92 НУ 0,032 0,64 0,048 0,96 0,050 1,00 0,102 2,04 0,67 13,40 0,64 4,19 84
УМЕНЬ ОДИНИИ В ВЕНЬ В
Р-РО4 3,60 0,07 19,4 0,39 15,7 0,31 Железо 33,75 0,68 39,00 0,78 37,25 0,75 41,00 0,82 47,00 0,94 47,00 0,94 Ртуть Нд 0,012 0,12 0,0107 0,11 0,0133 0,13 БПК ₅ мгО ₂ /дм³ 1,48 0,70 1,61 0,77 0,0220 0,22 Кислород мгО ₂ /дм³ 9,05 9,21 9,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,04 0,048 0,96 0,050 0,33 7,0 0,00
Ртуть Hg
Ртуть Hg
Ртуть Hg
БПК5 мгО2/дм³ 1,48 0,70 1,61 0,77 1,60,0220 0,222 Кислород мгО2/дм³ 1,76 0,84 1,78 0,85 Кислород мгО2/дм³ 9,05 7,50 7,52 7,69 % насыщения 108,8 99,00 90 92 НУ 0,032 0,64 0,048 0,96 0,33 7,0 0,033 7,0 0,002 0,102 2,04 0,67 13,40 4,19 84 СПАВ 170 1,70 0,17 0,00 0,4 87,82 0,04 Аммонийный азот 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
$^{\mathrm{MrO}_2/\mathrm{дм}^3}$ 1,76 0,84 1,78 0,85 $^{\mathrm{Kucnopod}}$ 9,05 9,21 9,43 $^{\mathrm{MrO}_2/\mathrm{дм}^3}$ 7,50 7,52 7,69 $^{\mathrm{Hachimehum}}$ 108,8 112,5 109,8 $^{\mathrm{99,00}}$ 90 92 $^{\mathrm{Hachimehum}}$ 0,032 0,64 0,048 0,96 0,050 1,00 0,102 2,04 0,67 13,40 0,64 4,19 84 $^{\mathrm{CIIAB}}$ 3 0,03 0 0,00 $^{\mathrm{CIIAB}}$ 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
Кислород мг O_2 /дм 3
$^{\mathrm{MfO}_2/\mathrm{ДM}^3}$ 7,50 7,52 7,69 $^{\mathrm{H}_3}$ 108,8 112,5 109,8 $^{\mathrm{H}_3}$ 99,00 90 92 $^{\mathrm{H}_3}$ $^{\mathrm{H}_3}$ 0,032 0,64 0,048 0,96 0,050 1,00 0,33 7,0 $^{\mathrm{H}_3}$ 0,102 2,04 0,67 13,40 0,64 4,19 84 $^{\mathrm{H}_3}$ $^{\mathrm$
% насыщения
9% насыщения 99,00 90 92 НУ 0,032 0,64 0,048 0,96 0,050 0,33 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0
НУ 99,00 90 92 0,032 0,64 0,048 0,96 0,050 0,33 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0 7,0
НУ 0,032 0,04 0,048 0,96 0,33 7,0 0,102 2,04 0,67 13,40 0,64 12,80 4,19 84 СПАВ 3 0,03 0 0,00 170 1,70 0,17 0,00 Аммонийный азот 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
0,102 2,04 0,67 13,40 0,64 4,19 12,80 84 СПАВ 3 0,03 0 0,00 170 1,70 0,17 0,00 Аммонийный азот 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
СПАВ 3 0,03 0 0,00 170 1,70 0,17 0,00 Аммонийный азот 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
Аммонийный азот 104,86 0,05 80,13 0,04 87,82 0,04
N-NH ₄ 135,00 0,06 169,7 0,08 269,2 0,12
Нитритный азот 5,27 0,22 5,69 0,24 7,72 0,32
N-NO ₂ 13,80 0,58 13,8 0,58 19,8 0,83
Фосфатный фосфор 2,80 0,06 19,25 0,39 22,87 0,46
Неговария Фосфатный фосфор P-PO4 2,80 0,06 19,25 0,39 22,87 0,46 12,40 0,25 64,7 1,29 124,2 2,48
Железо 42,00 0,84 43,00 0,86 47,00 0,94
Ртуть Нд
0,025 0,25 0,0290 0,29 0,0290 0,29
БПК ₅ 1,49 0,71 1,58 0,75
$M \Gamma O_2 / д M^3$ 1,78 0,85 1,78 0,85
Кислород 9,15 10,70 10,25
$MrO_2/дм^3$ 7,12 6,59 7,39
1,12

94,00 91 86,68

Кислородный режим соответствовал пределам нормы. Диапазон значений концентрации составил 7,05-11,52, средняя $9,42 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 92-123% насыщения. Это меньше уровня последних лет (табл. 3.4). Незначительный дефицит растворенного наблюдался в пробах с фоновой станции в марте и сентябре. Индекс загрязненности вод для района Новороссийска в 2023 г. рассчитывался на средних значений концентрации нефтяных основании железа, углеводородов, нитритов и кислорода. Значение (ИЗВ=0,53) меньше показателей последних лет и соответствует II классу качества вод, «чистые» (табл. 3.8).

Геленджик. Исследования проводились на пяти станциях в бухте (1, 2, 3, 4, 7) с глубинами 3-6 м, а также на фоновой станции (1 Γ) с глубиной 50 м. Всего было отобрано 24 пробы из поверхностного слоя в марте, мае, июле и сентябре. Температура изменялась от 8,0 $^{\circ}$ С в марте до 25,0 $^{\circ}$ С в сентябре. Средняя температура для каждой станции, в том числе для фоновой, составила порядка 18 $^{\circ}$ С. Среднее значение составило 18,37‰. Максимальная соленость — 18,95‰ — зафиксирована в марте на фоновой станции, минимальная в мае — 17,63‰ — в прибрежных водах. Значения водородного показателя находились в пределах от 8,17 до 8,37 ед.рН; общей щелочности — от 2,802 до 3,594 мг-экв/дм³. **Биогенные вещества (мкг/дм³).** Содержание фосфатов в водах

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатов в водах бухты по средним и максимальным значениям сохранилось на уровне в 2022 г. и составило 0,14 и 0,31 ПДК. Максимальное содержание фосфатов наблюдалось на станциях (1, 2) в южном секторе бухты, минимальное — на фоновой станции. Содержание силикатов также близко к значениям прошлого года, варьировало в диапазоне 106-205; среднее значение составило 205, что выражено больше, чем в период 2020—2021 гг., но попрежнему в пределах норматива. Среднее содержание аммонийного азота в водах бухты — 0,05 ПДК; после некоторого снижения в прошлом году, вернулось к значениям 2021 г., при этом максимальное зафиксированное оказалось ниже. Пиков в концентрациях аммонийного азота не выявлено. Среднее содержанием нитритов — 0,25 ПДК — осталось на уровне 2022 г. при снижении максимального зафиксированного — до 0,4 ПДК. Среднее годовое содержание нитратов в пробах фоновой станции (1Г) оказалось почти 2 раза меньше, чем в прошлом году, — 28,9 мкг/дм³ (в 2022 г. – 57,0 мкг/дм³).

Органические загрязняющие вещества. В пробах с морской глубокой станции содержание легко окисляемых органических веществ по БПК $_5$ изменялось в пределах 1,19-1,63 мгО $_2$ /дм 3 , то есть несколько снизилось относительно показателей прошлого года. Среднее значение составило 0,67 ПДК. Содержание СПАВ и хлоорганических пестицидов

было ниже DL во всех пробах. Нефтяные углеводороды обнаружены в 11 пробах из 24, превышение ПДК установлено в 1 пробе. В пробах морской станции (1 Γ) загрязняющее вещество отсутствовало, в прибрежных водах определялось преимущественно в марте и мае. В сравнении с прошлым годом среднее содержание нефтяных углеводородов увеличилось почти в 2 раза и составило 0,29 ПДК, максимальное значение выросло в 1,5 раза и превысило норматив – 1,06 ПДК.

Металлы. Концентрация железа на фоновой станции осталось примерно на уровне последних лет: среднее значение - 0,75 ПДК, наибольшее - 0,94 ПДК. Содержание ртути на станции (1) в южном секторе бухты было зафиксировано во всех пробах. Среднее и максимальное значения, 0,13 ПДК и 0,22 ПДК, несколько возросли относительно прошлых лет.

Кислородный режим, в целом, был в пределах среднемноголетней нормы. Дефицита растворенного кислорода не наблюдалось ни в одной пробе. Минимальная концентрация составила $7,69 \,\mathrm{mrO_2/дm^3}$. Относительное содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 92-124%. Индекс загрязненности вод для района Геленджика в $2023 \,\mathrm{r.}$ рассчитанный на основании средних значений концентраций железа, нефтяных углеводородов, нитритов и кислорода, незначительно снизился в сравнении с прошлым периодом и составил -0,48. Качество вод Геленджикской бухты соответствует II классу, «чистые».

Туапсе. В 2023 г. наблюдения проводились на 7 станциях (рис. 3.13): одна станция I категории (2) в порту, пять прибрежных станций (1, 3, 4, 5, 6) на акватории с глубинами 4-12 м и одна фоновая морская станция (1Г) в районе глубиной 75 м. На всех станциях пробы вод отбирались в один срок четыре раза – в марте, апреле, июле и сентябре. На станции І категории (2) пробы отбирались в течение всего года три раза в месяц помимо единого срока. Всего был проведен анализ 64 проб. В целом диапазон изменения основных гидролого-гидрохимических параметров соответствует сезонной ритмике и межгодовым колебаниям. Средняя температура воды за год на станциях составила от 17.6° С до 20.2° С. Минимальное и максимальное значения, 7,9°C и 28,1°C, соответственно, зафиксированы на станции I категории (2) в марте и сентябре. Соленость варьировала в пределах 14,60-18,81%; средняя соленость за год по всем станциям – 17,18‰ (табл. 3.4). Значения водородного показателя изменялось в пределах 7,35-8,77 ед.рН, общей щелочности – 2,568- $3,444 \text{ мг-экв/дм}^3$.

Биогенные вещества (мкг/дм³). В водах района у Туапсе последние три года растет концентрация фосфатов: среднее значение увеличилось незначительно — до 0,46 ПДК; максимальное значение 2023 г., зафиксированное в районе порта на станции I категории в сентябре, почти в 2 раза превысило прошлогоднее — 2,48 ПДК. Среднее количество силикатов, которое постепенно снижалось последние десятилетия, но

после минимума в 2018 г. стало увеличиваться, вернулось к значению 2021 г. и составило в среднем по участку 187. Стоит обратить внимание на существенный разброс средних годовых значений по акватории: среднее годовое значение на морской станции (1Г) – 47, на станции в районе порта (2) – 182, на станции в районе выноса вод р. Туапсе (6) – 557, на иных станциях – в пределах 112-154. В содержании других биогенных элементов особых изменений не отмечено. Аммонийный азот в течение последних лет остается на низком уровне: при незначительном росте максимального значения до 0,12 ПДК, зафиксированного на сентябре, штормовой станции В среднее значение соответствует данным прошлого года – 0,04 ПДК. Концентрация нитритов несколько увеличилась (рис. 3.18): среднее 0,32 ПДК, максимальное – 0,83. Содержание нитратов в пробах фоновой станции (1Г), в сравнении с незначительным количеством в прошлом году, снизилось почти в 2 раза и составило 49,1 мкг/дм³.

загрязняющие Органические вещества. Солержание окисляемых органических веществ по БПК5 в пробах с фоновой станции изменялось в пределах 1,35-1,73 мгO₂/дм³, что чуть меньше значений двух предыдущих лет. Содержание СПАВ обнаружено в каждой пятой пробе со станции в порту. Хлорорганические пестициды обнаружены не были. Нефтяные углеводороды обнаружены в 69% проб, превышение ПДК установлено в 25% проб. При этом из 40 проб станции в районе порта (2), загрязняющее вещество зафиксировано в 38, в половине (45%) которых установлено превышение ПДК. В пробах морской станции (1Г) загрязняющее вещество отсутствовало. Среднее значение содержания нефтяных углеводородов по участку «Туапсе», без учета однократных проб с высокой концентрацией загрязняющего вещества, составило 1 ПДК, с учетом абсолютного количества проб – 7 ПДК, в водах в районе порта – 10 ПДК. Максимальное зафиксированное значение в районе порта в июле – 84 ПДК.

Металлы. Содержание железа определялось лишь в пробах из поверхностного слоя морской станции. Среднее и максимальное значения чуть повысились, но остались в пределах ПДК. Содержание ртути определялось исключительно на станции I категории в порту. Среднее и максимальное значения, остались на уровне прошлого года.

Кислородный режим был удовлетворительным, находился в пределах нормы. Концентрация кислорода варьировала в пределах 7,39-15,24 мкг/дм³. Наименьшие значения, установлены в прибрежных пробах в июле и в пробах морской станции в сентябре. Относительное содержание растворенного в воде кислорода составило 86,7-130%; среднее значение по участку – 97,5%, что заметно ниже предыдущих двух лет. Индекс загрязненности вод для района Туапсе в 2023 г. рассчитывался на основании средних значений концентраций железа, нефтяных углеводородов, фосфатов и кислорода и составил – 0,70, что по прежнему позволяет отнести воды к классу «чистые», не смотря на

увеличение концентраций отдельных, преимущественно нефтяных углеводородов.

3.7. Прибрежные воды района Сочи-Адлер

В 2023 г. Лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды специализированного гидрометеорологии центра ПО 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 1 февраля, 28 мая, 4 июля и 18 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. 3.19). 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 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).

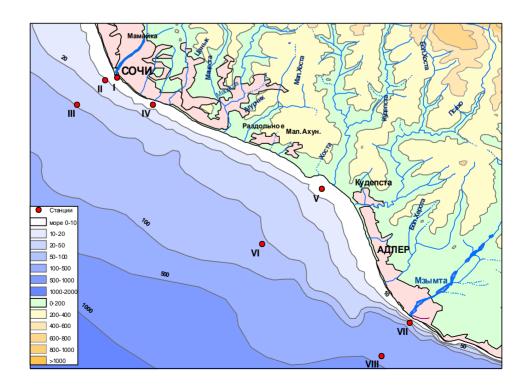


Рис. 3.19. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2023 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

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 нефтяных углеводородов борту судна производилась экстракция четырёххлористым углеродом и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение металлов – свинца, ртути и железа, а также подготовка проб на определение легко окисляемых органических веществ по БПК₅. Последующий химический анализ отобранных проб проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2023 г. было отобрано 88 проб воды: в районе Адлера - 24 пробы, у Хосты (24) и Сочи (40); было выполнено 1700 анализов. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и металлов используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов- мг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO_4 составлял 2,5 мкг/дм³, силикатов 10 мкг/дм³, нитритов 0,3 мкг/дм³. 2.0 мкг/дм^3 , аммонийного азота 10.0 мкг/дм^3 , нефтяных углеводородов 0.02 мг/дм^3 (0.4 ПДК), СПАВ 50 мкг/дм³ (0.5 ПДК), ртути 0.01 мкг/дм^3 ($0.1 \Pi \text{ДK}$), свинца 0.02 мкг/дм^3 ($0.002 \Pi \text{ДK}$) и железа $1,0 \text{ мкг/дм}^3 (0,02 \Pi \Pi K).$

Диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров составили: температура $8,9\uparrow-28,2\uparrow^{O}C$; соленость $13,87\downarrow$ -27,21↑‰, в среднем 23,53↑‰, значения ниже 15‰ были отмечены в двух пробах из устья рек Мзымта и Хоста в мае и октябре; водородный 7,00-8,90/8,31↑ ед.рН; щелочность 1,81↓-3,18↓/2,84↓ мгэкв/дм 3 ; биогенные элементы (мкг/дм 3): фосфаты P-PO₄ 0-40,50/4,53 \downarrow ; общий фосфор P_{total} 0-73,91/21,81[†]; силикаты 0-1223/132[↓]; аммонийный азот N-NH₄ 0-46,55/4,43 \, аналитический ноль был зафиксирован в 32 пробах из 64; нитритный азот N-NO₂ 0-11,83/1,84[†]; нитратный азот N- NO_3 0-283/17,55 \uparrow мкг/дм³ (табл. 3.6). Гидрохимические параметры и содержание биогенных элементов находилось в пределах изменчивости последних лет.

Таблица 3.6. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2023 г.

Район	S, ‰	Alk	$\mathbf{O_2}^*$	pН	Ptotal	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Ntotal
порт	19,55/	3,033/	10,37/	8,29/	13,6/	14,1/	126/	9,8/	2,3/	35,5/	563/
Сочи	24,6	3,21	9,51	8,94	23,3	24,5	304	34,4	4,3	64,3	859
Эстуари	19,47/	2,945/	9,96/	8,13/	16,6/	15,8/	167/	4,3/	0,2/	26,2/	715/
и рек	24,6	3,28	8,97	8,6	34,5	32	660	46,6	0,7	173,7	2084
Открыт	19,76/	3,025/	10,03/	8,34/	14,8/	13,5/	217/	5,3/	0/0	20,6/	192/
ые воды	26,98	3,35	9,2	9,69	32,3	24,5	838	42,8		78,2	731
Суммар	19,63/	2,997/	10,04/	8,26/	15,5/	14,7/	181/	5,3/	0,4/	25,3/	500/
ю район	26,98	3,35	8,97	9,69	34,5	32	838	46,6	4,3	173,7	2084

 $Alk - M\Gamma$ -экв/дм³; $O_2 - M\Gamma O_2$ /дм³; биогенные элементы – MKГ/дм³.

 ${
m O_2}^*-$ средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.

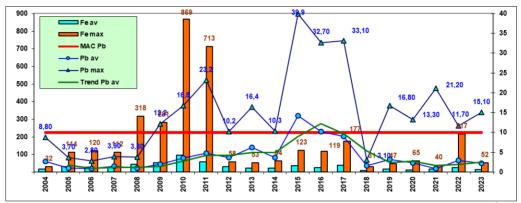


Рис. 3.22. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2004-2023 гг. Сокращения: Fe av средняя концентрация железа; Fe max — максимальная концентрация железа; MAC Pb — ПДК свинца; Pb av — средняя концентрация свинца; Pb max — максимальная концентрация 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 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	1 г.	202	22 г.	2023 г.		
		C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК	
Сочи -	НУ	0,0265	0,53	0,003	0,06	0,000		
Адлер		0,212	4,24	0,067	1,34	0,000		
(88)	СПАВ	0,132	1,32	0,0170	0,17	0,0075	0,08	
проб)		0,48	4,8	0,180	1,80	0,070	0,70	
	Аммонийный азот*	10,88	<0,01	10,3	<0,01	5,3	<0,01	
	N-NH ₄	106,28	0,05	85,6	0,04	46,6	0,02	
	Нитритный азот	0,96	0,04	0,5	0,02	0,4	0,02	
	$N-NO_2$	4,03	0,17	2,22	0,09	4,34	0,18	
	Фосфаты	3,83	0,08	23,51	0,47	14,70	0,29	
	P-PO ₄	15,58	0,31	60,47	1,21	32,02	0,64	
	Железо Fe	17,5	0,35	24,8	0,50	15,3	0,31	
		40	0,8	217	4,34	52	1,04	

Свинец Pb	0,91	0,09	2,97	0,30	2,20	0,22
	21,2	2,12	11,7	1,17	15,1	1,51
БПК5	1,88	0,9	1,4	0,65	1,9	0,92
$M\Gamma O_2/дM^3$	4,6	2,19	3,6	1,71	2,9	1,38
Взвешенные	1,93	0,19	1,99	0,20	1,13	0,11
вещества	35	3,5	9	0,90	9	0,90
Кислород ${ m MrO_2/дm^3}$	7,92		8,3		10,0	
$M\Gamma O_2/дM^3$	6,1		6,1		8,97	

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/дм^3) .

Таблица 3.8. Оценка качества вод Кавказского прибрежья Черного моря в 2021-2023 гг.

n v	2021	г.*	2022 г	`.	2023	г.	Среднее значение
Районы и подрайоны	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ЗВ в 2022 г. (в ПДК)
1. Анапа	0,68	II	0,63	II	0,51	II	Fe 0,76; НУ 0,45; NO ₂ 0,19; O ₂ 0,63
2. Новороссийск	0,72	II	0,62	II	0,53	П	Fe 0,81; HY 0,44; NO ₂ 0,25; O ₂ 0,64
3. Геленджик	0,64	II	0,61	II	0,48	П	Fe 0,75; HY 0,29; NO ₂ 0,25; O ₂ 0,64
4. Туапсе	0,68	II	0,75	II	2,33	V	НУ 7,57; Fe 0,76; PO ₄ 0,4; O ₂ 0,59
5. Район Сочи – Адлер	0,88	III	0,59	II	0,53	II	БПК ₅ 0,92; Fe 0,31; PO ₄ 0,29; O ₂ 0,6
5.1. Акватория порта Сочи	0,95	III	0,80	III	0,61	II	БПК ₅ 0,97; Fe 0,55; Pb 0,37; O ₂ 0,58
5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,84	III	0,57	II	0,53	II	БПК ₅ 0,94; PO ₄ 0,32; Fe 0,28; O ₂ 0,6
5.3. Открытое море	0,91	III	0,54	II	0,50	II	БПК ₅ 0,87; PO ₄ 0,27; Fe 0,26; O ₂ 0,6

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

Выводы Воды района Адлер-Сочи



Рис. 3.23. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2007-2023 гг.

Глава 4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

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

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 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 играет важнейшую роль формировании морями особенностей гидрологического режима. 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 2023 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург) на 40 станциях сети ГНС. На акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) до устья реки Нева станции мониторинга расположены: на акватории Морского Торгового Порта (МТП) - 1 станция в течение всего года, в открытой части губы на 17 станциях в течение всего года; в районе пос. Ольгино на 1 станции (С2) 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 мае, июле и сентябре в курортном районе мелководной части Финского залива на 2 станциях, в мелководной зоне залива на 6 станциях, в Лужской и Копорской губе на 4 станциях и в глубоководном районе на 4 станциях центрального разреза (рис. 4.4). Наблюдения в навигационный период с мая по октябрь осуществлялись с использованием маломерного научноисследовательского судна «Бриз» (используется для съемки Невской

губы, поскольку не имеет морского регистра, водоизмещение 26 тонн), в зимний период (феврале) со льда, а на курортных станциях с берега.



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. 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 и должно рассматриваться, в основном, для анализа многолетней линамики.

Вышеперечисленные показатели определялись в соответствии с современными утвержденными методиками. Химические выполнялись в Аналитической лаборатории ФГБУ «Северо-Западное аккредитованной техническую УГМС \gg , на компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре с номером POCC-RU.0007.510422. Содержание нефтяных углеводородов определялось флуориметрическим методом; фенола СПАВ хроматографическим; (для Невской губы) методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицилов газохроматографическим; металлов – методом атомно-абсорбционной спектрометрии фильтрованных проб воды. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК5 - мг O_2 /дм³, нефтяных углеводородов - мг/дм³. Предел обнаружения (DL, мкг/дм³) фосфатов PO4 составлял 5,0, общего фосфора Ptotal 5,0, азота нитритов N-NO2 0,5, азота нитратов N-NO3 5,0, аммонийного азота N-NH4 20,0, фенола 0,1 мкг/дм³, СПАВ 100 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,005 мг/дм³ (0,1 ПДК, флуориметрический метод) и тяжелых металлов (мкг/дм³): свинец 3,0; кадмий 0,1; медь, никель, кобальт и хром 1,0; марганец и цинк 5,0, железо 50,0 и алюминий 10,0 мкг/дм³.

4.3. Центральная часть Невской губы

Гидрохимические съемки проводились ежемесячно в январе-марте со льда, а с мая по октябрь с борта маломерного судна из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. При оценке качества вод Невской губы были использованы значения ПДК для вол. Диапазон гидрохимических показателей в поверхность-дно составил: температура 0,0-21,0°С; соленость 0,05-0.48-1.19/0.56 ммоль/дм³; 3,1/0,09%; щелочность водородный показатель 7,03-8,07/7,55 ед.рН (табл. 4.1). Кислородный режим в целом **У**ДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫМ (среднее содержание растворенного кислорода $9.89 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, насыщение вод 93.38%), за исключением отобранных в августе-сентябре семи проб; минимум составлял $4,54 \text{ мгO}_2/дм^3$.

Таблица 4.1. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Центральной части Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	12,91/	13,57	14,13/	13,12/	13,36/	13,5/
(°C)	20,82	19,27	20,79	24,98	24,66	20,98
Соленость	0,06/	0,06/	0,07/	0,15/	0,07/	0,09/
(‰)	0,31	0,24	0,43	3,70	0,510	3,05
Кислород *	10,08/	9,86/	9,55/	9,95/	9,97/	9,89/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	7,96	7,92	6,27	6,40	5,13	4,54
Кислород	94,06/	93,14/	91,7/	92,71/	93,76/	93,38/
(%)	113,40	122,60	122,60	115,50	121,60	128
pН	7,14/	7,12/	7,12/	7,16/	7,27/	7,55/
	7,68	7,94	8,20	8,69	8,0	8,07
Щелочность	0,52/	0,55/	0,56/	0,57/	0,54/	0,56/
(ммоль/дм ³)	1,01	0,78	1,58	1,53	1,43	1,19

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

Диапазон концентрации биогенных веществ (мкг/дм³) в слое поверхность-дно составил: аммонийный азот NH₄ 0-1619 (4,1 ПДК), в среднем 91,24, это максимальное значение с 1999 г.; азот нитритов N-NO₂ 0-69,9 (2,9 ПДК)/13,3; азот нитратов N-NO₃ 35-663/240,7; фосфатный фосфор P-PO₄ 0-97,2 (1,9 ПДК)/6,0. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ была очень высокой в отдельных пробах: 0-8,9 (4,2 ПДК)/1,77 мгO₂/дм³. В целом, содержание биогенных и органических веществ в водах губы было выше средних многолетних значений (рис. 4.2, табл. 4.2).

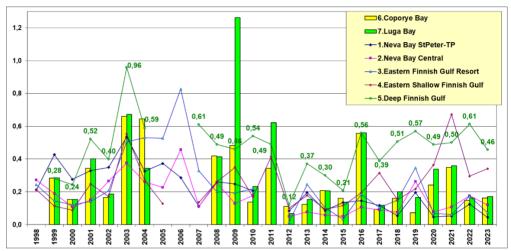


Рис. 4.2. Многолетняя динамика средней концентрации фосфатного фосфора (в ПДК) в различных районах восточной части Финского залива.

Таблица 4.2. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный N- NH ₄ мкгN/дм ³	44,97/ 485,0	68,17/ 937,0	52,41/ 862,0	64,28/ 1162,0	85,35/ 1022,0	91,24/ 1619	389
Азот нитритов N-NO $_2$ мкг N /дм 3	9,16/ 54,0	10,29/ 42,0	11,47/ 55,0	11,82/ 86,9	15,05/ 82,4	13,3/ 69,9	24
Азот нитратов N-NO $_3$ мкгN/дм 3	215,15/ 619,0	230,41/ 670,0	221,20/ 921,0	225,36/ 694,0	250,20/ 664,0	240,65/ 663	032
Общий азот N _{total} мкгNдм ³	636,02/ 1232,0	646,54/ 1759,0	636,67/ 2114,0	710,17/ 2506,0	766,14/ 2136	782,53/ 3215	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	3,75/ 54,0	13,14/ 84,0	3,83/ 100,0	5,34/ 124,6	8,81/ 85,6	6,0/ 97,2	50

Общий фосфор P_{total} мкг P /дм 3	9,64/ 63,0	18,10/ 89,0	11,16/ 124,0	13,39/ 159,4	16,02/ 103,1	15,13/ 137,4	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,37/ 3,70	1,46/ 5,60	1,35/ 8,20	1,82/ 7,60	1,7/ 4,5	1,77/ 8,9	2,1
Нефтяные углеводороды TPHs мг/дм ³	,	0,0014/ 0,197	0,0001/ 0,006	0,0003/ 0,02	0,0001/ 0,01	0/ 0,01	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0/	0,011/ 0,60	0,003/ 0,10	0/	0/	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0/ 0	1,11/ 188,0	3,48/ 116,0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	100

Во всей Невской губе нефтяные углеводороды зафиксированы только в пяти пробах в концентрации до 6 мкг/дм 3 , а содержание СПАВ и фенолов во всех пробах было ниже предела обнаружения использованной методики анализа (табл. 4.2).

Содержание металлов в водах центральной части губы находилось в диапазоне (мкг/дм³): Си 0-27,5 (27,5 ПДК), в среднем 8,81 (8,8 ПДК); Zn 0-60,5 (6,1 ПДК)/13,47 (1,3 ПДК); Mn 0-59,8 (6,0 ПДК)/5,8; Fe 0-185 (1,9 ПДК)/67,27; Al 0-85,2 (2,1 ПДК)/27,91 мкг/дм³. Содержание металлов находилось на среднем многолетнем уровне за исключением меди, средняя и максимальная концентрация которой показали абсолютный максимум за весь период наблюдений (рис. 4.2, табл. 4.3). Основной вклад в загрязнение вод центральной части Невской губы вносили медь, цинк и легкоокисляемые органические вещества по БПК $_5$. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) в 2023 г. составил 2,9, что относится к V классу загрязнения и определяет воды как «грязные». Это худший показатель за последние пять лет.

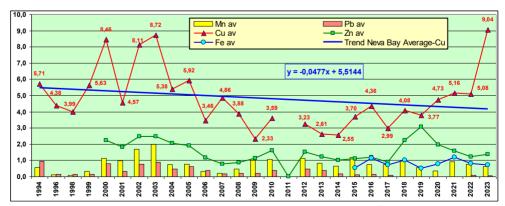


Рис. 4.3. Динамика средней концентрации меди (мкг/дм 3) в водах Невской губы в 1994-2023 гг. Av – средняя концентрация, Trend Neva Bay Average Cu – тренд средней концентрации меди в Невской губе.

Таблица 4.3. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³)

в водах Центральной части Невской губы в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Си,	2,83/	3,73/	3,39/	4,81/	5,17/	8,81/	1
мкг/дм ³	9,5	10,6	7,5	20,0	17,8	27,5	
Zn,	8,33/	21,38/	32,58/	19,71/	16,22/	13,47/	10
мкг/дм ³	30,8	88,0	97,0	77,0	83,0	60,5	
Mn,	6,54/	9,6/	4,49/	3,24/	8,52/	5,81/	10
мкг/дм ³	212,0	140,0	100,0	46,0	120,0	59,8	
Fe,	68,85/	96,79/	46,20/	78,71/	57,57/	67,27/	100
мкг/дм³	358,0	210,0	190,0	450,0	240,0	185	
Al,	23,25/	25,34/	22,18/	28,62/	24,60/	27,91/	40
мкг/дм ³	47,0	54,0	59,0	78,0	88,0	85,2	
Рb,	0,43/	0,0/	0,02/	0,07/	0,06/	0,3/	6
мкг/дм³	2,20	0,0	4,6	4,2	3,8	5,2	

4.4. Северный и Южный курортные районы

Наблюдения выполнялись в поверхностном слое с мая по октябрь. Средняя температура воды $(18,8^{\circ}\text{C})$ показала максимальное значение за последние десять лет. Диапазон солености составил 0,06-0,08%, в среднем 0,07%; водородного показателя 7,2-9,01/7,84 ед.рН. Среднее содержание кислорода $(12,37\ \text{мгO}_2/\text{дм}^3)$ и среднее насыщение кислородом (134,88%) показали максимальное значение за последние десять лет, как и рН. Среднее значение щелочности соответствовало многолетнему уровню (табл.4.4).

Таблица 4.4а. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Северного курортного района Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	14,65/	16,33/	17,1/	16,78/	18,6/	18,78/
(°C)	20,6	23,5	20,7	24,0	32,0	25,8
Соленость	0,06/	0,06/	0,06/	0,12/	0,08/	0,07/
(‰)	0,07	0,07	0,07	0,36	0,11	0,08
Кислород*	11,00/	10,23/	11,43/	10,89/	11,34/	12,37/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	9,16	8,39	9,22	9,50	9,23	9,63
Кислород (%)	108,18/	104,08/	118,67/	112,12/	120,53/	134,88/
	132,2	140,7	151,4	140,4	153,6	191,4
pН	7,34/	7,05/	7,33/	7,71/	7,37/	7,84/
	8,17	7,37	7,68	8,7	8,07	9,01
Щелочность	0,67/	0,61/	0,63/	0,72/	0,78/	0,65/
(ммоль/дм ³)	0,77	0,71	0,67	0,887	0,99	0,78

Южный курортный район

Таблица 4.4b. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Южного курортного района Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	15,91/	17,02/	16,08/	16,21/	16,55/	16,03/
(°C)	23,1	22,9	20,90	25,1	28,2	19,7
Соленость (‰)	0,11/	0,08	0,08/	0,08/	0,08/	0,11/
	0,35	0,12	0,13	0,14	0,16	0,21
Кислород*	10,24/	9,95/	9,73/	9,90/	10,66/	10,09/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	7,45	7,82	7,86	6,67	8,87	7,59
Кислород (%)	103,05/	103,02/	98,2/	98,9/	109,62/	101,82/
	129,9	136,4	111,7	129,5	157,1	141,6
pН	7,20/	7,57/	7,30/	7,22/	7,32/	7,74/
	7,85	8,84	8,17	8,04	8,54	8,71
Щелочность	0,93/	1,04/	0,92/	1,00/	1,16/	0,98/
$(ммоль/дм^3)$	2,21	2,54	1,33	2,13	3,33	2,03

Содержание биогенных веществ составило (мкг/дм³): N-NH₄ 0-107/21,5 (минимальное значение с 2014 г.); N-NO₂ 2,5-34,9/16,22; N-NO₃ 13-415/110,83; P-PO₄ 0-16,5/6,15 мг/дм³ (минимальное значение с 2017 г.), (табл. 4.5).

Таблица 4.5а. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм 3) в водах Северного курортного района Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный N- NH ₄ мкгN/дм ³	45,5/ 138,0	62,0/ 173,0	22,0/ 99,0	54,0/ 230,0	134,83/ 507,0	21,5/ 107	389
Азот нитритов N-NO $_2$ мкг N /дм 3	9,17/ 22,0	12,63/ 23,0	12,82/ 33,0	12,87/ 24,7	24,33/ 56,4	16,22/ 34,9	24
Азот нитратов N-NO $_3$ мкгN/дм 3	96,17/ 358,0	152,5/ 386,0	136,83/ 515,0	154,5/ 372,0	265,83/ 680,0	110,83/ 415	032
Общий азот N _{total} мкгNдм ³	618.83/ 1101,0	733,83/ 893,0	828,0/ 1336,0	949,5/ 1541,0	906,67/ 1055	1044,67/ 1506	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	8,68/ 16,0	20,67/ 34,0	7,47/ 28,0	7,63/ 15,6	16,23/ 28,8	6,15/ 16,5	50
Общий фосфор P_{total} мкг P /дм 3	24,5/ 33,0	32,17/ 40,0	19,48/ 37,0	23,08/ 32,2	32,4/ 46,4	25,83/ 36,6	

БПК $_{5}$ мг O_{2} /дм 3	2,93/ 4,40	3,58/ 7,50	3,27/ 8,20	5,67/ 9,8	3,8/ 7,5	6,6/ 10,8	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНѕ мкг/дм ³	0/	0/	0,01/ 0,06	0/	0/	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0/	0/	0/	0/	0/	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0/	17,17/ 103,0	50,83/ 105,0	0/	0/	0/	100

Таблица 4.5b. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Южного курортного района Невской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Азот аммонийный $N-NH_4$ мкг $N/дм^3$	54,72/ 188,0	55,82/ 222,0	31,44/ 97,0	63,83/ 196,0	70,72/ 489,0	47,83/ 141	389
Азот нитритов $N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	10,38/ 21,0	7,98/ 13,0	10,7/ 34,0	8,19/ 20,8	13,72/ 46,3	15,51/ 71,1	24
Азот нитратов $N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	91,28/ 323,0	120,82/ 366,0	91,69/ 204,0	133,78/ 427,0	213,22/ 607,0	122/ 351	9032
Общий азот N_{total} мкг N /дм 3	649,05/ 1180,0	606,35/ 932,0	581,5/ 770,0	797,83/ 1187,0	713,17/ 968,0	762,22/ 1103	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	13,33/ 40,0	20,97/ 93,0	3,5/ 21,0	5,19/ 37,2	9,0/ 43,2	1,48/ 9,3	50
Общий фосфор P _{total} мкгР/дм ³	23,21/ 66,0	25,61/ 102,0	11,83/ 28,0	16,6/ 52,0	20,34/ 54,1	13,68/ 24,5	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	2,56/ 4,4	2,43/ 3,70	2,13/ 3,6	3,06/ 5,6	2,9/ 6,4	3,01/ 4,6	2,1
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0/	0,013/ 0,02	0,0003/ 0,005	0/	0/	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0/	0,006/ 0,1	0,006/ 0,1	0/ 0	0/	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0/	38,53/ 153,0	19,69/ 110,0	0/ 0	0/	0/ 0	100

Содержание органических веществ по БПК5 было очень высоким и максимальным десятилетие: последнее 1,9-10,8 за $(5,1 \text{ ПДК})/6,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3 (3,1 \text{ ПДК})$. Содержание металлов в водах района диапазоне/средняя $(MK\Gamma/дM^3)$: находилось 8,8-16,0 меди $(16,0 \Pi ДК)/11,92$ (11,9 ПДК), что является максимальным десятилетие и почти в два раза превышало среднее многолетнее значение; цинка 8,2-46,5 (4,7 ПДК)/24,5 (2,5 ПДК); марганца 1,5-37,7 $(3,8\ \Pi \ \ \)/13,0$ $(1,3\ \Pi \ \ \ \)$ Существенно выше среднемноголетней); железа 0-198 $(2,0\ \Pi \ \)/116,7$ $(1,2\ \Pi \ \ \ \)$ алюминия 13,8-102,5 $(2,6\ \Pi \ \ \)/60,5$ $(1,5\ \Pi \ \ \ \ \)$ Существенно выше среднемноголетней);

Таблица 4.6а. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2018-2023 гг

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Cu,	6,37/	5,8/	4,13/	4,75/	6,15/	11,92/	1
$MK\Gamma/дM^3$	11,3	16,9	5,4	7,0	8,6	16	
Zn,	16,11/	19,52/	23,50/	11,65/	5,58/	24,25/	10
$MK\Gamma/дM^3$	59,0	34,0	45,0	21,40	13,6	46,5	
Mn,	6,37/	15,27/	3,8/	3,53/	9,8/	12,98/	10
$MK\Gamma/дM^3$	19,0	39,0	10,8	8,50	19,6	37,7	
Fe,	168,0/	71,5/	92,5/	80,67/	92,67/	116,67	100
$MK\Gamma/дM^3$	340,0	100,0	240,0	310,0	291	/198	
Al,	53,0/	47,83/	29,5/	19,68	35,68/	60,5/	40
$MK\Gamma/дM^3$	120,0	86,0	46,0	33,0	50,7	102,5	
Pb,	0/	0/	0/	0/	0,62/	0/	6
$MK\Gamma/дM^3$	0	0	0	0	3,7	0	

Таблица 4.6b. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Южного Курортного района Невской губы в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Си,	5,62/	5,99/	4,44/	5,49/	5,36/	10,47/	1
мкг/дм ³	12,3	9,0	7,2	8,9	9,5	18,9	
Zn,	31,8/	16,72/	22,74/	7,5/	8,47/	13,14/	10
мкг/дм ³	140,0	27,9	66,0	18,3	20,4	58,9	
Мп,	3,57/	6,75/	2,14/	23,16/	12,28/	3,02/	10
мкг/дм ³	17,9	45,0	5,1	216,0	51,0	12,6	
Fe, мкг/дм ³	74,5/ 150,0	28,71/ 68,0	40,19/ 98,0	66,44/ 230,0	106,72/ 241,0	71,17/ 153	100
Al,	25,89/	23,35/	20,88/	20,26/	22,17/	26,42/	40
мкг/дм ³	52,0	46,0	36,0	46,0	38,9	45,2	
Рb, мкг/дм³	0/	0/	0/	0/	0,43/ 4,6	0,46/ 5	6

Основной вклад в загрязнение вод Северного Курортного района Невской губы вносили медь, легкоокисляемые органические вещества по БПК $_5$ и цинк. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) составил 4,49 (VI класс, «очень грязные»). Это худший показатель за последние десять лет среди всех районов Балтийского моря. В Южном курортном районе

показатели стандартной гидрохимии и концентрации биогенных были близкими веществ К значениям северного прибрежья. Кислородный режим был удовлетворительный, случаев дефицита кислорода отмечено не было. Воды южного побережья не загрязнены НУ, фенолами и СПАВ. Концентрация меди стала максимальной с 2003 г., а цинка вернулась в диапазон средних многолетних значений показателей. Основной экстремально высоких загрязнение вод Южного района вносили медь, органические вещества по БПК₅ и цинк. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) в 2023 году составил 3,45 (VI класс, «очень грязные»). Это худший показатель для района за весь период наблюдений.

4.5. Морской торговый порт СПб

Морской торговый порт. В Морском торговом порту Санкт-Петербурга на одной станции с глубиной 12 м ежемесячно было отобрано 18 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Стандартные гидрохимические параметры вод порта находились на уровне прошлогодних значений. Кислородный режим удовлетворительный и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Морского торгового порта в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	10,14/	10,39/	10,92/	10,04/	10,37/	10,13/
(°C)	19,94	18,4	19,52	22,32	22,5	19,8
Соленость	0,08/	0,07/	0,07/	0,11/	0,09/	0,09/
(‰)	0,2	0,1	0,08	0,28	0,3	0,29
Кислород*	10,59/	10,29/	10,13/	10,53/	10,38/	10,64/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	7,87	7,67	7,76	6,34	7,8	7,55
Кислород	90,67/	88,69/	88,8/	89,67/	89,79/	91,61/
(%)	110,30	102,8	94,5	101,5	98,1	111,9
pН	7,12/	7,22/	7,09/	7,07/	7,26/	7,53/
	7,49	7,53	7,54	7,25	7,65	7,92
Щелочность	0,55/	0,57/	0,58/	0,58/	0,54/	0,56/
$(ммоль/дм^3)$	0,68	0,64	0,63	0,65	0,61	0,62

Превышение ПДК по биогенным и органическим загрязняющим веществам было зарегистрировано в июле и августе: диапазон значений азота нитритов N-NO₂ составил 2,2-50,1 (2,1 ПДК)/среднее $16,17 \text{ мкг/дм}^3$; БПК₅ 0,5-3,2 (1,5 ПДК)/1,47 мгО₂/дм³. В остальных случаях содержание биогенных элементов находились на уровне

прошлых лет, превышения ПДК не отмечено (табл. 4.8). Концентрация органических ЗВ была ниже предела обнаружения.

Таблица 4.8. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	55,67/ 102,0	65,72/ 120,0	59,17/ 102,0	55,67/ 87,0	68,5/ 212,0	52,83/ 118	389
Азот нитритов $N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	8,22/ 16,0	8,10/ 13,0	12,05/ 27,0	10,06/ 22,6	14,71 66,7	16,17/ 50,1	24
Азот нитратов $N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	205,56/ 330,0	232,0/ 339,0	248,24/ 351,0	265,72/ 413,0	277,5/ 513,0	267,39/ 470	9032
Общий азот N_{total} мкг N м 3	648,83/ 842,0	618,72/ 797,0	660,71/ 841,0	692,39/ 806,0	739,89/ 886,0	694,83/ 853	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	2,71/ 9,3	9,77/ 17,0	2,35/ 9,4	2,61/ 8,4	6,21/ 22,4	2,21/ 12,1	50
Общий фосфор P_{total} мкг $P/дм^3$	8,06 15,0	13,63/ 24,0	9,09/ 13,0	9,43/ 12,5	13,04/ 27,7	10,13/ 19,1	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,3/ 2,4	1,4/ 3,1	1,1/ 2,3	1,5/ 3,4	1,45/ 2,4	1,47/ 3,2	2,1
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,004/ 0,04	0,019/ 0,028	0,001/ 0,019	0,0/ 0,0	0/	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,089/ 0,9	0,1/ 0,8	0,012/ 0,1	0,0/ 0,0	0/	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,611/ 11,00	7,059/ 120,00	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/	0/	100

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне $(мкг/дм^3)$: 4,3-19,7 (19,7 ПДК)/9,74 Zn Cu (9,7 ПДК); 0-29.7 $(3,0 \Pi \Pi K)/11,9 (1,2 \Pi \Pi K);$ Mn 0-16,5 $(1,7 \Pi K)/6,64;$ Fe 56,0-187,0 $(1.9 \Pi \text{ДK})/93.0 \text{ мкг/дм}^3$ $(0.9 \Pi \text{ДK})$. В водах порта значительно увеличилось содержание меди, концентрация стала максимальной с 2003 г., а алюминия с 2015 г. Содержание Zn, Mn и Fe было ниже средних многолетних (табл. 4.9). Основной вклад в загрязнение вод Морского порта Невской губы вносили медь, цинк и алюминий. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) составил 3,17 (VI класс, «очень грязные»). Это худший показатель с 2004 г.

Таблица 4.9. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2018-2023 гг.

	Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
--	---------	------	------	------	------	------	------	-----

· •	*	4,8/ 18,1	4,26/ 6,9	4,53/ 8,1	5,26/ 12,6	9,74/ 19,7	1
Zn,	24,79	27,19/	16,39/	15,86/	10,93/	11,91/	10
_{мкг/дм³}	54,0	62,0	30,0	30,5	28,6	29,7	
Mn,	13,76/	7,59/	6,67/	6,03/	7,5/	6,64/	10
_{мкг/дм} ³	47,0	71,0	27,6	23,2	57,8	16,5	
He MKC/HM	129,33/ 260,0	102,05/ 460,0	80,71/ 180,0	71,39/ 140,0	85,2/ 143,0	93/ 187	100
Al,	35,33/	34,11/	41,24/	25,51/	27,0/	47,11/	40
мкг/дм ³	58,0	78,0	110,0	47,0	38,8	292	
Рb, _{мкг} /дм ³	0,17/ 3,1	0/	0,19/ 3,2	0,17/ 3,1	0,46/ 4,8	0,54/ 3,6	6

4.6. Северная станция аэрации

На станции вблизи оголовка трубы сброса вод с Северной станции аэрации наблюдения проводились в феврале и с мая по октябрь. Всего было отобрано 14 проб с поверхности и у дна на глубине 4 м. Стандартные гидрохимические параметры вод Северной станции аэрации находились на уровне прошлогодних значений. Кислородный режим удовлетворительный и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было. Значение водородного показателя (7,43 ед.рН) и щелочности (0,61 ммоль/дм³) немного превысили средние значения за последние пять лет (табл. 4.10).

Таблица 4.10. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	12,52/	13,27/	13,32/	12,50/	13,14/	12,97/
(°C)	19,23	18,92	18,0	22,63	24,71	19,9
Соленость	0,06/	0,06/	0,06/	0,06/	0,06/	0,06/
(‰)	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08
Кислород*	10,00	9,08/	9,61/	9,81/	9,32/	9,51/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	8,09	5,93	8,36	5,87	6,53	7,04
Кислород (%)	91,80/	84,31/	90,66/	89,4/	86,82/	87,96/
	97,30	96,2	98,6	101,7	115,7	100
pН	7,34/	7,03/	6,99/	7,12/	7,11/	7,43/
	7,64	7,34	7,31	7,46	7,43	7,65
Щелочность	0,55/	0,55/	0,54/	0,55/	0,53/	0,61/
(ммоль/дм ³)	0,63	0,71	0,61	0,68	0,65	0,71

Традиционно воды у оголовка Северной станции аэрации загрязнены биогенными элементами. Диапазон концентрации составил (мкг/дм³): аммонийный азот N-NH₄ 29,0-1263 (3,2 ПДК)/746,9 (1,9 ПДК);

азота нитритов N-NO₂ 2,8-109,6 (4,6 ПДК)/42,1 (1,8 ПДК); азота нитратов N-NO₃ 131,0-919/364,14 мг/дм³, фосфор фосфатов P-PO₄ 0-52,4 (1,1 ПДК)/27,82 (0,6 ПДК); органические вещества по БПК₅ 1,5-6,9 (3,3 ПДК)/4,33 мгО₂/дм³ (2,1 ПДК). Концентрация аммонийного азота показала максимальное значение за весь период наблюдений, а азота нитритов с 2014 г. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ показало абсолютный максимум за весь период наблюдений (табл. 4.11). Содержание СПАВ, фенолов и нефтяных углеводородов было ниже предела определения.

Таблица 4.11. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2018-2023 гг.

Ингредиент О	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	329,71/ 775,0	316,93/ 1347,0	148,71/ 510,0	231,5/ 830,0	459,6/ 938,0	746,93/ 1263	389
Азот нитритов $N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	24,32 47,0	35,79/ 61,0	25,37/ 50,0	37,91/ 94,3	48,87/ 82,0	42,1/ 109,6	24
Азот нитратов $N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	283,57/ 513,0	559,64/ 973,0	284,71/ 517,0	371,79/ 873,0	465,86/ 985,0	364,14/ 919	9032
Общий азот N_{total} мкг $N/дм^3$	1116,7/ 1835,0	1317,9/ 2423,0	879,71/ 1442,0	1009,7/ 1781,0	1579,5/ 2516,0	1665,29/ 2433	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	20,54/ 60,0	66,0/ 135,0	11,50/ 55,0	13,79/ 63,7	48,96/ 93,3	27,82/ 52,4	50
Общий фосфор P_{total} мкг P /дм 3	34,23/ 94,0	76,21/ 145,0	21,29/ 70,0	22,29/ 80,9	65,96/ 126,8	43,87/ 77	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,92/ 2,6	3,29/ 7,5	2,08/ 2,9	2,7/ 6,0	3,49/ 6,4	4,33/ 6,9	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНѕ мкг/дм ³	0,006/ 0,04	0,018/ 0,032	0,0/	0,0/ 0,0	0,001/ 0,017	0,001/ 0,005	0,05
Фенолы, мкг/дм 3	0,0/ 0,0	0,007/ 0,1	0,007/ 0,1	0,0/ 0,0	0/	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	16,67/ 100,0	0,0/ 0,0	0/	0/	100

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне $(MK\Gamma/дM^3)$: Cu 2.0-17.5 (17.5 ПДК)/8.76(8.8 ПДК): Zn 0-40.4(4,0 ПДК)/16,89 (1,7 ПДК); Мп 0-40,0 (4,0 ПДК)/13,7 (1,4 ПДК); Fe 68,0-138,0 $(1,4 \Pi \Pi K)/93,0;$ Al 18,5-54,0 $(1,4 \Pi \Pi K)/31,37 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация меди и алюминия показала абсолютный максимум за весь период наблюдений в этом районе, а цинка, марганца и железа было на уровне средних многолетних значений (табл. 4.12).

Таблица 4.12. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм 3) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Cu,	4,08/	4,61/	4,59/	5,59/	4,1/	8,76/	1
$MK\Gamma/дM^3$	9,6	24,0	6,3	7,7	5,4	17,5	1
Zn,	25,16	26,96/	16,30	18,65/	12,44/	16,89/	10
$MK\Gamma/дM^3$	62,0	53,0	35,0	77,0	22,5	40,4	10
Mn,	18,37/	13,85/	4,11/	5,76/	5,54/	13,7/	10
$MK\Gamma/дM^3$	37,0	65,0	22,5	20,7	31,8	40	10
Fe, мкг/дм ³	125,79/	60,5/	78,79/	68,14/	89,64/	89,21/	100
ге, мкі/дм	180,0	110,0	99,0	110,0	132,0	138	100
Al,	27,78/	21,36/	22,07/	24,36/	22,66/	31,37/	40
$MK\Gamma/дM^3$	36,0	36,0	34,0	38,0	36,0	54	40
Pb,	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0,81/	0,24/	6
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	3,3	6

Выводы

Основной вклад в загрязнение вод вблизи точки сброса Северной станции аэрации вносили медь, органические вещества по БПК₅ и аммонийный азот. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) составил 3,34 (VI класс, «очень грязные»). Это худший показатель за весь период наблюдений.

В целом, 2023 г. характеризуется повышенными показателями ИЗВ, что говорит об ухудшении экологического состояния Невской губы. Основным загрязняющим элементом стала медь, концентрация которой более чем в 10 раз превышала ПДК. Также существенный вклад внесли легкоокисляемые органические вещества по БПК $_5$ и цинк. Рассчитанный для всей акватории индекс загрязненности вод Невской губы ИЗВ=3,0 (V класс, «грязные»), (табл. 4.13).

Таблица 4.13. Оценка качества вод Невской губы Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2019-2023 гг.

	2019	2020	2021	2022	2023	Содержание ЗВ в
Район	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	2023 г.
	класс	класс	класс	класс	класс	(в ПДК)
Центральная	1,99/	2,05/	2,07/	1,93/	2,90	Cu 8,81; Zn 1,35;
часть Невской	V	V	V	V	V	БПК ₅ 0,84; О ₂
губы						0,61
Северный	2,50/	2,15/	2,29/	2,37/	4,49	Си 11,92; БПК ₅
курортный р-н	V	V	V	V	VI	3,14; Zn 2,43; O ₂
						0,49
Южный	2,36/	2,09/	2,48	2,13	3,45	Cu 10,47; БПК ₅
курортный р-н	V	V	V	V	VI	1,43; Zn 1,31; O ₂
						0,59

Морской	2,28/	1,88/	1,85/	1,95	3,17	Cu 9,74; Zn 1,19;
торговый порт	V	V	V	V	VI	Al 1,18; O ₂ 0,56
Северная	2,38/	1,97/	2,41	2,11	3,34	Си 8,76; БПК5
станция аэрации	V	V	V	V	VI	2,06; NH ₄ 1,92; O ₂
_						0,63
Невская губа	2,3/	2,03/	2,22	2,1	3,00	Cu 9,04; Zn 1,38;
	V	V	V	V	V	БПК ₅ 1,00; О ₂
						0,60

Восточная часть Финского залива 4.7. Курортный район мелководной зоны



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

Таблица 4.14. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура (^о С)	16,40/	16,75/	15,54/	17,62/	16,62/	16,87/
	21,7	20,7	19,5	29,4	25,0	20,7
Соленость (‰)	0,43/	0,60/	0,46/	0,54/	0,77/	0,34/
, ,	0,88	1,96	0,79	1,35	2,49	0,83
Кислород*	10,01/	9,39/	9,8/	10,51/	10,94/	10,18/
$(M\Gamma O_2/дм^3)$	8,55	6,07	8,86	9,20	8,10	8,76
Кислород (%)	102,26/	96,48/	99,31/	109,4/	113,91/	105,12/
	135,7	114,9	117,4	138,9	198,3	138,4
рН	7,11/	7,16/	7,29/	7,31/	7,33/	7,58/
	7,35	7,59	7,95	8,64	8,64	7,95
Щелочность	0,60/	0,66/	0,69/	0,66/	0,69/	0,63/
(ммоль/дм ³)	0,71	0,91	0,78	0,85	0,98	0,69

Органические загрязняющие вещества

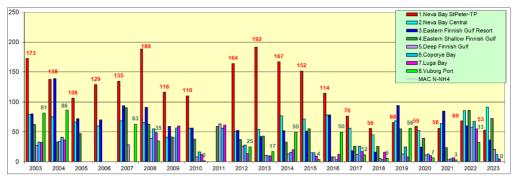


Рис. 4.5. Многолетняя динамика средней концентрации аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в водах различных районов Невской губы и восточной части Финского залива.

Таблица 4.15. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	16,08/ 59,0	94,17/ 260,0	24,18/ 59,0	84,83/ 540,0	59,92/ 360,0	36,67/ 123	389
Азот нитритов $N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	8,28/ 20,0	9,38/ 21,0	9,27/ 16,0	6,76/ 14,3	11,73/ 22,1	13,06/ 31	24
Азот нитратов $N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	113,75/ 314,0	208,83/ 481,0	158,55/ 389,0	129,17/ 428,0	206,08/ 435,0	203,83/ 472	9032
Общий азот N_{total} мкг $N/дм^3$	741,98/ 1261,80	742,33/ 1068,0	718,64/ 983,0	833,25/ 1512,0	805,92/ 1036,0	866,17/ 1436	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄ мкгР/дм ³	6,69/ 33,06	17,32/ 40,0	3,41/ 13,0	3,06/ 13,5	8,75/ 17,7	3,63/ 14,6	50
Общий фосфор P_{total} мкг $P/дм^3$	14,27/ 43,80	28,75/ 47,0	11,82/ 18,0	15,8/ 38,2	21,83/ 40,0	14,88/ 27,3	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	2,0/ 3,8	2,93/ 4,8	2,34/ 3,8	3,83/ 8,9	3,81/ 8,8	2,81/ 4,8	2,1
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,011/ 0,019	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0013/ 0,015	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,017/ 0,1	0,009/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/ 0	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	8,58/ 103,0	0,02/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/	100

Металлы

Таблица 4.16. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Cu,	11,38/	6,33/	3,96/	7,17/	6,18/	11,38/	5
$MK\Gamma/дM^3$	30,0	16,5	7,6	25,0	10,2	20,1	
Zn,	24,68/	18,18/	20,15/	8,44/	14,94/	14,27/	50
$MK\Gamma/дM^3$	74,0	31,0	52,0	17,3	54,0	52,6	
Mn,	11,93/	23,85/	11,92/	4,6/	20,52/	8,18/	50
$MK\Gamma/дM^3$	36,0	170,0	56,0	25,7	84,0	48,7	
Fe, мкг/дм 3	146,3/	79,67/	214,09/	121,42/	265,5/	139,75/	50
	400,0	280,0	820,0	570,0	775,0	548	
Al,	28,7/	23,67/	20,55/	24,85/	18,19/	26,65/	40
$MK\Gamma/дM^3$	51,0	65,0	37,0	79,0	41,6	59,3	
Pb,	0/	0/	0/	0/	0,98/	1,07/	10
$MK\Gamma/дM^3$	0	0	0	0	5,1	5	

4.8. Мелководная зона восточной части Финского залива

Таблица 4.17. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура (^о С)	19,82/	17,63/	15,41/	11,22/	13,55/	17,02/
	20,24	18,2	18,6	18,23	24,6	22,9
Соленость (‰)	1,28/	1,35/	1,58/	1,24/	1,43/	1,0/
	2,58	3,86	3,98	4,44	5,79	3,66
Кислород*	8,31/	8,19/	7,71/	10,55/	8,76/	7,85/
$(M \Gamma O_2 / д M^3)$	5,72	4,52	2,47	6,96	3,63	1,44
Кислород (%)	91,55/	86,38/	77,40/	94,09/	88,62/	81,72/
	111,2	100,0	108,7	111,1	140,3	137,9
pН	6,85/	7,95/	7,74/	7,90/	7,38/	8,07/
	7,41	8,26	8,18	8,63	8,24	9,41
Щелочность	0,79/	0,79/	0,88/	0,82/	0,78/	0,79/
(ммоль/дм ³)	1,03	1,19	1,34	1,311	1,405	1,27

Биогенные вещества

Таблица 4.18. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм 3) и загрязняющих веществ в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Азот аммонийный $N-NH_4$ мкг $N/дм^3$	· ·	55,2/ 236,0	1	· ·	86,11/ 644,0	72,52/ 191	389
Азот нитритов N- NO_2 мкг $N/дм^3$	*	11,49/ 48,0	7,73/ 16,0	1	7,07/ 14,8	12,79/ 48,9	24
Азот нитратов N- NO_3 мкг $N/дм^3$	46,6/ 140,0	58,87/ 131,0	111,57/ 304,0	,	124,07/ 319,0	125,93/ 375	9032
Общий азот N _{total}	525,73/ 730,0	565,8/ 755,0	578,13/ 1369,0		587,68/ 846,0	593,17/ 1399	

Фосфатный фосфор Р-РО ₄	7,61/ 33,00	10,87/ 43,0	18,20/ 60,0	33,61/ 141,7	14,78/ 62,4	17,08 /62,8	50
Общий фосфор P_{total}	19,67/ 54,0	19,79/ 62,0	27,97/ 74,0	47,07/ 152,4	26,79/ 76,9	28,42/ 76,1	
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	2,1
Нефтяные углеводороды ТРНѕ мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,008/ 0,009	*		0,0002/ 0,011	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,008/ 0,1			0,0/ 0,0	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0		0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0/ 0	100

Металлы

Таблица 4.19. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Cu,	8,74/	1,63/	3,42/	8,84/	3,88/	11,13/	5
$MK\Gamma/дM^3$	23,5	2,4	9,9	28,0	9,2	20,9	
Zn,	12,63/	8,25/	21,56/	11,94/	7,50/	14,72/	50
$MK\Gamma/дM^3$	21,6	15,3	50,0	28,9	24,1	36,4	
Mn,	35,96/	45,78/	62,75/	23,54/	20,19/	12,63/	50
мкг/дм ³	190,0	110,0	490,0	62,0	214,6	113	
Fe, мкг/дм ³	0/	0/	4,7/	21,83/	12,75/	9,67/	50
	0	0	57,0	85,0	70,0	66	
Al,	4,58/	7,92/	6,58/	12,05/	8,41/	4,5/	40
мкг/дм ³	17,0	20,0	31,0	45,0	29,7	15,2	
Pb,	0,0/	0/	0/	0,0/	1,33/	0,82/	10
мкг/дм ³	0,0	0	0	0,0	6,7	3,8	

4.9. Глубоководная зона восточной части Финского залива Таблица **4.20.** Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

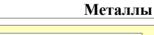
Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	12,23/	12,58/	11,94/	9,26/	8,64/	13,9/
(°C)	20,24	17,65	18,60	18,13	21,2	20,3
Соленость (‰)	4,17/	4,83/	3,50/	3,78/	4,19/	4,12/
	7,08	7,94	6,92	6,74	7,46	8,12
Кислород*	6,72/	7,21/	8,34/	9,69/	8,06/	7,89/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	3,02	3,44	3,02	3,50	3,02	2,6
Кислород (%)	65,14/	70,97/	78,3/	83,09/	72,41/	76,9/
	104,1	105,8	115,0	114,3	109,5	106,3
рН	7,39/	7,76/	7,73/	7,93/	7,42/	7,77/
	7,9	8,31	8,24	8,7	8,3	8,09

Щелочность	1,36/	1,33/	1,27/	1,26/	1,30/	1,27/
(ммоль/дм ³)	1,71	1,62	1,64	1,58	1,65	1,61

Биогенные вещества

Таблица 4.21. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм 3) и загрязняющих веществ в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный N- NH ₄ мкгN/дм ³	5,85/ 38,0	19,62/ 84,0	10,75/ 50,0	3,15/ 42,0	57,91/ 534,0	20,63/ 92	389
Азот нитритов N- NO_2 мкг N /дм 3	3,31/ 11,0	2,83/ 8,7	2,43/ 8,7	3,60/ 9,3	2,45/ 8,8	4,87/ 32,1	24
Азот нитратов N- NO_3 мкг N /дм 3	55,69/ 127,0	101,92/ 241,0	83,15/ 252,0	97,31/ 204,0	109,45/ 249,0	85,77/ 375	9032
Общий азот N _{total}	457,27/ 579,0	553,04/ 897,0	441,25/ 591,0	444,77/ 596,0	486,39/ 659,0	423,94/ 728	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄	24,62/ 95,0	29,70/ 122,0	22,68/ 90,0	24,02/ 69,6	30,65/ 118,2	22,82/ 113	50
Общий фосфор P _{total}	32,20/ 108,0	38,02/ 129,0	34,04/ 102,0	36,05/ 85,8	41,13/ 127,9	37,99/ 141,1	
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,007/ 0,008	0,0/ 0,0	0,0005/ 0,013	0,0/ 0,0	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,13/ 0,8	0,0/ 0,0	0,006/ 0,1	0,0/ 0,0	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,006/ 0,1	0,0/ 0,0	0/	100



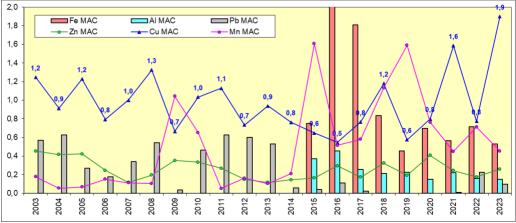


Рис. 4.6. Многолетняя динамика средней концентрации металлов (в ПДК) в водах восточной части Финского залива.

Таблица 4.22. Средняя и максимальная концентрация металлов $(mкг/дm^3)$ в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Cu,	0,37/	1,51/	4,79/	8,08 /	3,05/	8,06/	5
$MK\Gamma/дM^3$	2,6	3,3	8,4	29,0	5,3	14,2	
Zn,	12,84/	5,52/	19,54/	10,85/	8,83/	12,29/	50
$MK\Gamma/дM^3$	24,1	21,9	48,0	24,0	28,0	25,3	
Mn,	105,4/	175,31/	23,88/	23,35/	35,66/	39,17/	50
$MK\Gamma/дM^3$	360,0	470,0	120,0	59,0	295,0	159	
Fe, мкг/дм ³	0,0/	0,0/	0,0/	2,95/	0,0/	0/	50
	0,0	0,0	0,0	59,0	0,0	0	
Al,	0,0/	0,0/	1,2/	0,90/	2,47/	0/	40
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	14,0	17,9	25,3	0	
Pb,	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	2,71/	0,93/	10
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	4,4	

4.10. Копорская губа

В 2023 г. гидрохимическая съемка Копорской губы была выполнена в августе и октябре на двух станциях на разных горизонтах. Средняя температура во всем столбе воды на двух станциях в августе составила $18,03\,^{\rm O}$ С, в октябре — $14,65\,^{\rm O}$ С. В августе диапазон значений солености на поверхности составил 2,53-2,6%, при среднем 2,56%, в придонном горизонте — 2,91-3,72%, при среднем 3,32%. В октябре значение солености менялось от 2,89% до 3,22% на поверхности, при среднем 3,06%, и от 2,89% до 3,64% на глубоководных станциях, при среднем 3,27% (табл. 4.23).

Таблица 4.23. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура (°С)	15,55/	17,25/	14,38/	10,87/	10,78/	16,34/
	21,0	17,9	18,8	18,8	20,8	20,1
Соленость (‰)	3,21/	4,29/	2,88/	3,16/	3,21/	3,03/
	4,97	4,48	4,09	4,47	5,71	3,72
Кислород*	7,55/	8,50/	7,82/	10,52/	8,00/	8,77/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	4,57	6,43	4,34	5,64	4,87	4,42
Кислород (%)	81,05/	90,48/	78,2/	93,02/	77,77/	90,37/
	102,4	99,4	107,5	113,4	106,1	108,3
рН	7,72/	8,17/	7,79/	8,02/	7,55/	7,82/
	7,95	8,29	8,27	8,56	8,1	8
Щелочность	1,14/	1,22/	1,17/	1,17/	1,12/	1,18/
$(ммоль/дм^3)$	1,48	1,24	1,37	1,38	1,42	1,36

Во всех пробах величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины. По результатам съемок на ст.№3к значения варьировали от 7,65 ед.рН до 8 ед.рН, при среднем 7,84 ед.рН, на ст.№63 – от 7,52 ед.рН до 7,97 ед.рН, при среднем 7,81 ед.рН. Вертикальные различия щелочности в слое поверхность-дно на обеих станциях были незначительными и составили 1,05-1,3 ммоль/дм³ в августе и 1,12-1,36 ммоль/дм³ в октябре. Кислородный режим вод Копорской губ был неудовлетворительным. В 9 случаях из 12 было зафиксировано нарушение норматива. Значения ниже установленного норматива (70%) зафиксированы в августе на ст.№3к - 67,2% в придонном горизонте, а также на ст.№6к - 67,5% на горизонте 20 м, 42,3% - в придонном горизонте. Перенасыщение вод кислородом (>100%) на ст.№3к отмечены в поверхностном слое -105,1% в августе и 108,3% в октябре, на ст.№6к превышения зафиксированы на горизонтах 0 м. 10 м. 20 м. 26 м. значения составили 104.9%. 103.8%. 102.3% и 105% соответственно.

Биогенные вещества. Концентрация аммонийного азота во всех превышала ПДК (рис. 4.7). Диапазон значение поверхности составил 0-28 мкг/дм³ (0.07Π ДК), в придонном горизонте $0-33 \text{ мкг/дм}^3$ ($0.08\Pi \text{ДК}$). Нарушение норматива по содержанию нитритного азота зафиксировано в одной пробе, отобранной на ст.№6к в августе у придонного горизонта -34.3 мкг/дм^3 (1,4ПДК). В остальных случаях диапазон значений нитритов в слое поверхность-дно в августе составил 1,3-34,3 мкг/дм³ при среднем 8,9 мкг/дм³, в октябре 2,3-5,7 мкг/дм³, при среднем 3,7 мкг/дм³. Содержание нитратного азота во всех пробах не превышало значений ПДК. В августе концентрация изменялась в диапазоне $14-87 \text{ мкг/дм}^3$, в октябре $58-79 \text{ мкг/дм}^3$. Значение общего азота на горизонте 20 м стало максимальным за последние 5 лет. Концентрации фосфатного фосфора изменялись от аналитического нуля до 27.3 мкг/дм^3 , при среднем 8.08 мкг/дм^3 . Значительного загрязнения Копорской губы биогенными элементами не выявлено (табл. 4.24).

Таблица 4.24. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм 3) и загрязняющих веществ в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный $N-NH_4$ мкг $N/д$ м ³	3,67/	24,67/	13,0/	5,17/	67,83/	12,25/	389
IN-INH4 MKI IN/ДМ°	22,0	66,0	72,0	62,0	481,0	33	
Азот нитритов	3,22/	2,02/	2,61/	5,13/	3,27/	6,36/	24
$N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	4,5	3,2	7,4	11,8	9,5	34,3	
Азот нитратов	25,83/	20,0/	85,58/	85,92/	77,39/	52,75/	9032
$N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	118,0	36,0	256,0	177,0	291,0	87	

Общий азот N _{total}	479,33/ 576,0	479,67/ 537,0	436,33/ 627,0	446,5/ 573,0	463,67/ 562	403,25/ 652	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄	8,03/ 41,0	3,58/ 14,0	12,08/ 36,0	17,47/ 41,60	7,37/ 31,3	8,08/ 27,3	50
Общий фосфор P_{total}	15,95/ 47,0	12,48/ 20,0	21,23/ 46,0	28,55/ 53,5	16,6/ 42,5	18,65/ 45,9	
Нефтяные углеводороды ТРНѕ мкг/дм ³	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	0,05/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/	0,0/ 0,0001	0/	1,0
СПАВ, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0/	100

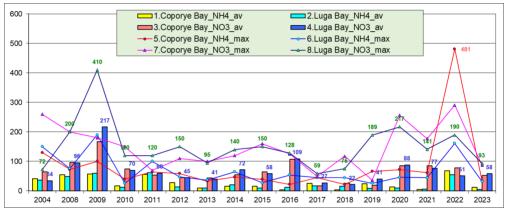


Рис. 4.7. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации аммонийного азота N-NH₄ и нитратов N-NO₃ (мкг/дм³) в водах Копорской и Лужской губ Финского залива.

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 августе и октябре 2023 г. было ниже предела обнаружения методик.

Металлы. В 2023 году содержание меди превышало уровень ПДК в 6 пробах из восьми (табл. 4.25). Содержание ингредиента на поверхности изменялось в интервале 4,5-7,9 мкг/дм³ (тах 1,6ПДК), в придонном слое диапазон составил 4,7-15,5 мкг/дм³ (тах 3,1ПДК). Среднее значение концентрации в толще - 7,06 мкг/дм³ (1,4 ПДК). Концентрации цинка не превышали уровня ПДК. В слое поверхностьдно концентрация изменялась от <6,2-18,7 мкг/дм³ (0,4ПДК, ст.№3к, октябрь, дно), средняя концентрация 9,8 мкг/дм³. В августе в придонном

горизонте на ст.№6к концентрация марганца превысила ПДК и составила 146 мкг/дм³ (2,9ПДК). В остальных пробах диапазон значений ингредиента составил 1,2-19,3 мкг/дм³ — на поверхности, 1-146 мкг/дм³ в придонном горизонте. Средняя концентрация марганца в слое поверхность-дно стала минимальной за последние 5 лет (27,91 мкг/дм³, 0,6 ПДК). Содержание свинца было обнаружено в двух пробах в октябре на ст.№3к. Его концентрация составила 3,6 мкг/дм³, на ст.№6к — 3,2 мкг/дм³, при среднем 0,85 мкг/дм³. Концентрации общего железа, ртути и хрома общего во всех пробах были ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.25. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Cu,	0,0/	0,88/	3,63/	7,95/	3,84/	7,06/	5
мкг/дм 3	0,0	1,3	6,1	22,8	8,9	15,5	
Zn, мкг/дм ³	13,4/	3,1/	19,88/	11,64/	7,04/	9,84/	50
	26,4	6,6	42,0	16,8	15,1	18,7	
Mn,	92,93/	66,68	45,19/	35,6/	70,38/	27,91/	50
мкг/дм 3	250,0	/	200,0	110,0	264,0	146	
		140,0					
Fe, мкг/дм ³	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0/	50
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	
Al, мкг/дм ³	3,25/	0,0/	0,0/	1,45/	3,72/	0/	40
	13,0	0,0	0,0	11,6	12,0	0	
Pb, мкг/дм ³	0,0/	0,0/	0,0/	0,48/	2,89/	0,85/	10
	0,0	0,0	0,0	3,8	5,8	3,6	

Расчет Индекса загрязнения вод (ИЗВ) проводился по концентрации меди, марганца и свинца. ИЗВ Копорской губы в 2023 г. составил 0,88, что относит воды к III классу загрязнения и определяет воды как «умеренно грязные».

Таблица 4.23. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	15,55/	17,25/	14,38/	10,87/	10,78/	16,34/
(°C)	21,0	17,9	18,8	18,8	20,8	20,1
Соленость (‰)	3,21/	4,29/	2,88/	3,16/	3,21/	3,03/
	4,97	4,48	4,09	4,47	5,71	3,72
Кислород*	7,55/	8,50/	7,82/	10,52/	8,00/	8,77/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	4,57	6,43	4,34	5,64	4,87	4,42
Кислород (%)	81,05/	90,48/	78,2/	93,02/	77,77/	90,37/
	102,4	99,4	107,5	113,4	106,1	108,3
pН	7,72/	8,17/	7,79/	8,02/	7,55/	7,82/

	7,95	8,29	8,27	8,56	8,1	8
Щелочность	1,14/	1,22/	1,17/	1,17/	1,12/	1,18/
(ммоль/дм ³)	1,48	1,24	1,37	1,38	1,42	1,36

Биогенные вещества

Таблица 4.24. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм 3) и загрязняющих веществ в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный N- NH ₄ мкгN/дм ³	3,67/ 22,0	24,67/ 66,0	13,0/ 72,0	5,17/ 62,0	67,83/ 481,0	12,25/ 33	389
Азот нитритов $N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	3,22/ 4,5	2,02/ 3,2	2,61/ 7,4	5,13/ 11,8	3,27/ 9,5	6,36/ 34,3	24
Азот нитратов $N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	25,83/ 118,0	20,0/ 36,0	85,58/ 256,0	85,92/ 177,0	77,39/ 291,0	52,75/ 87	9032
Общий азот N _{total}	479,33/ 576,0	479,67/ 537,0	436,33/ 627,0	446,5/ 573,0	403,25/ 42,56	403,25/ 652	
Фосфатный фосфор Р-РО ₄	8,03/ 41,0	3,58/ 14,0	12,08/ 36,0	17,47/ 41,60	7,37/ 31,3	8,08/ 27,3	50
Общий фосфор P_{total}	15,95/ 47,0	12,48/ 20,0	21,23/ 46,0	28,55/ 53,5	16,6/ 42,5	18,65/ 45,9	
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/0,0	0,0/ 0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,05/ 0,1	0,0/ 0,0	0,0/	0,0/ 0,0001	0/	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/	100

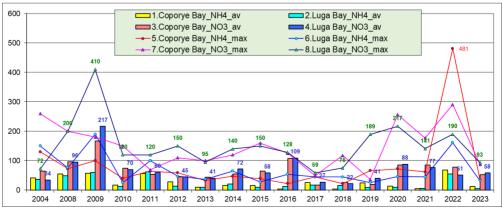


Рис. 4.7. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации аммонийного азота $N-NH_4$ и нитратов $N-NO_3$ (мкг/дм³) в водах Копорской и Лужской губ Финского залива.

Металлы

Таблица 4.25. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/лм³) в водах Копорской губы в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Cu,	0,0/	0,88/	3,63/	7,95/	3,84/	7,06/	5
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	1,3	6,1	22,8	8,9	15,5	
Zn,	13,4/	3,1/	19,88/	11,64/	7,04/	9,84/	50
$MK\Gamma/дM^3$	26,4	6,6	42,0	16,8	15,1	18,7	
Mn,	92,93/	66,68/	45,19/	35,6/	70,38/	27,91/	50
$MK\Gamma/дM^3$	250,0	140,0	200,0	110,0	264,0	146	
Fe, мкг/дм ³	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	,0/	0/	50
	0,0	,0	,0	,0	,0	0	
Al,	3,25/	0,0/	0,0/	1,45/	3,72/	0/	40
$MK\Gamma/дM^3$	13,0	0,0	0,0	11,6	12,0	0	
Pb,	0,0/	0,0/	0,0/	0,48/	2,89/	0,85/	10
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	0,0	3,8	5,8	3,6	

4.11. Лужская губа

В 2023 г. гидрохимическая съемка Лужской губы проводилась в августе и октябре на двух станциях на разных горизонтах. Средняя температура во всем столбе воды в августе составила 16,87°C, в октябре 14,28°C. Значения солености в поверхностном слое изменялись от 2,99‰ до 3,65‰, в придонном 3,42-3,66‰ (табл. 4.26). Среднее содержание солености (3,43%) на уровне среднего многолетнего. Во всех пробах величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины. Диапазон величин составил 7,71-8,03 ед.рН, при среднем 7,84 ед.рН. Вертикальные различия от поверхности до дна (на обеих станциях) были незначительными. Диапазон значений щелочности на поверхности составил 1,15-1,38 ммоль/дм³, на дне -1,27-1,38 ммоль/дм³. Среднее значение (1,31 ммоль/дм³) стало самым большим за последние 5 лет. Относительное содержание растворенного кислорода было ниже норматива (70%) в трех пробах: ст.№6л в августе в слое на 20 м – 63%, в придонном слое – 40,3% и на ст.№18л в августе 68,7%. Превышение норматива (100%) придонном слое зафиксировано в 6 пробах из 12. На ст.№6л в октябре на поверхности, 10 м, 20 м и у дна, где значения были 105,8%, 111,2%, 109,9%, 106,9% соответственно, на ст.№18л в октябре на поверхности – 107,3% и в придонном слое - 104,1%.

Таблица 4.26. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Лужской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Температура	14,82/	15,55/	12,64/	9,85/	11,3/	15,58/
(°C)	20,0	18,2	18,8	18,2	21,1	19,4

Соленость (‰)	3,38/	4,28/	3,34/	3,53/	3,47/	3,43/
	5,23	5,61	4,24	4,55	5,0	3,7
Кислород*	7,24/	8,08/	8,12/	10,34/	8,63/	8,88/
$(M\Gamma O_2/дM^3)$	4,69	4,21	5,03	4,29	5,97	4,37
Кислород (%)	76,27/	84,77/	79,1/	90,13/	83,91/	90,31/
	101,8	107,6	117,5	107,1	110,1	111,2
pН	7,58	8,09/	7,69/	7,91/	7,56/	7,84/
	7,80	8,34	8,28	8,38	8,2	8,03
Щелочность	1,27	1,29/	1,26/	1,25/	1,22/	1,31/
$(ммоль/дм^3)$	1,53	1,35	1,54	1,36	1,47	1,38

Биогенные вещества. Содержание аммонийного превышало ПДК во всех пробах (табл. 4.27). Концентрация ингредиента в слое поверхность-дно изменялась от <20 до 32 мкг/дм³ (0.08Π ДК). В одной пробе на ст.№6л в августе в придонном горизонте зафиксировано нарушение норматива по содержанию нитритного азота. концентрация составила 39,8 мкг/дм³ (1,7ПДК). В остальных случаях на поверхности диапазон значений составил 1,4-4% мкг/дм³, при среднем 2,9 мкг/дм³, на дне 3,2-39,8 мкг/дм³, при среднем 14,42 мкг/дм³. Средняя и максимальная концентрации нитритного азота стали самыми большими за последние 5 лет. Во всех случаях содержание нитратного азота было значительно ниже уровня ПДК. Максимальная концентрация ингредиента 93 мкг/дм³ (0,01ПДК) была зафиксирована в августе на ст.№6л у дна. Среднее и максимальное содержание общего азота во всей толще воды стало минимальным за последние 5 лет. Содержание допустимой фосфатного фосфора не превышало предельно концентрации во всех отобранных пробах. Средняя концентрация ингредиента на поверхности составила 5,2 мкг/дм³, у дна -12,33 $MK\Gamma/дM^3$. концентрация $MK\Gamma/\pi M^3$ Максимальная 23 (0.46ПДК) зафиксирована на ст.№6л в августе у дна. Воды Лужской губы не загрязнены биогенными элементами.

Таблица 4.27. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2018-2023 гг.

Ингредиент	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Азот аммонийный	16,0/	8,0/	10,33/	6,67/	54,76/		389
$N-NH_4$ мкг $N/дм^3$	45,0	26,0	46,0	45,0	161,0		
Азот нитритов	4,08/	3,37/	3,94/	4,57/	2,83/	7,89/	24
$N-NO_2$ мкг $N/дм^3$	5,5	4,2	12,0	7,2	9,3	39,8	
Азот нитратов	21,67/	40,5/	88,17/	76,67/	50,76/	58,42/	9032
$N-NO_3$ мкг $N/дм^3$	75,0	189,0	217,0	141,0	190,0	93	
Общий азот N _{total}	520,0/	548,67/	454,08/	454,58/	464,0/	404,92/	
	576,0	660,0	574,0	583,0	626,0	517	

Фосфатный фосфор Р-РО ₄	10,02/ 45,0	8,23/ 40,0	16,92/ 41,0	17,93/ 38,6	8,12/ 31,7	8,56/ 23	50
Общий фосфор P _{total}	15,47 45,00	16,28/ 44,0	26,17/ 53,0	30,68/ 54,4	17,44/ 45,0	20,7/ 38,2	
Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³	0,0/	0,0/	0,0/	0,001/ 0,012	0,0/0,0	0/	0,05
Фенолы, мкг/дм ³	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,0/ 0,0	0,03/ 0,2	0,0/ 0,0	0/	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/	100

Органические загрязняющие вещества. На всех станциях Лужской 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 августе и октябре 2023 г. было ниже предела обнаружения методик.

Металлы. Превышение содержания меди было зафиксировано в 7 пробах из восьми. Диапазон значений изменялся от 3,6 мкг/дм³ до 7,4 мкг/дм 3 на поверхности и 6-15,2 мкг/дм 3 на дне (табл. 4.28). Среднее (7,8 мкг/дм 3 1,6 ПДК) и максимальное (15,2 мкг/дм 3 , 3,1 ПДК) значения ингредиента стали самими большими за последние 5 лет. Содержание цинка в период проведения съемок не превышало уровень ПДК. В слое поверхность-дно концентрация ингредиента изменялась в диапазоне 6,1-18,1 мкг/дм³ (max 0,4 ПДК на ст. №6л у дна), среднее содержание – 10,86 мкг/дм³. Концентрация марганца на ст.№6л в августе у дна превысила значения ПДК. В слое поверхность-дно значения изменяли от 1 мкг/дм 3 до 114,9 мкг/дм 3 (2,3 ПДК). Среднее содержание – 27,73 мкг/дм³ стало минимальным за последние 5 лет. Случаев превышения ПДК свинца выявлено не было. На ст.№6л концентрация на поверхности была 3,1 мкг/дм³, на дне -4,7 мкг/дм³. Во всех отобранных пробах концентрация железа общего, алюминия, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.28. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2018-2023 гг.

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	пдк
Cu,	0,65/	1,6/	4,11/	5,93/	3,67/	7,8/	5
$MK\Gamma/дM^3$	2,6	1,9	7,0	11,3	6,1	15,2	
Zn,	12,68/	4,85/	19,51/	22,13/	8,46/	10,86/	50
$MK\Gamma/дM^3$	17,4	7,7	39,0	109,0	21,1	18,1	
Mn,	94,23/	121,0/	28,59/	31,04/	50,75/	27,73/	50
$MK\Gamma/дM^3$	280,0	330,0	95,0	59,0	269,0	114,9	

Металлы	2018	2019	2020	2021	2022	2023	ПДК
Fe, мкг/дм 3	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/	0/	50
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	
Al,	0,0/	0,0/	1,75/	2,95/	0,0/	0/	40
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	14,0	12,5	0,0	0	
Pb,	0,0/	0,0/	0,0/	0,51/	3,85/	1,48/	10
$MK\Gamma/дM^3$	0,0	0,0	0,0	4,1	5,4	4,7	

Выводы

Расчет Индекса загрязнения вод (ИЗВ) проводился по концентрации меди, марганца и свинца. ИЗВ Копорской губы в 2023 году составил 0,16, что относит воды к I классу загрязнения и определяет воды как «очень чистые».

Таблица 4.29. Оценка качества вод восточной части Финского залива по инлексу загрязненности вол ИЗВ в 2019-2023 гг.

	2019	2020	2021	2022	2023	Содержание ЗВ в
Район	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	ИЗВ/	2023г. (в ПДК)
	класс	класс	класс	класс	класс	
Курортный	1,22/	1,70/	1,56/	2,23/	1,75	Fe 2,8; Cu 2,28;
район МЗВЧ	IV	IV	IV	V		БПК ₅ 1,34; О ₂ 0,59
Мелководная	0,61/	0,79/	0,87/	0,54/	0,97	Cu 2,23; NO ₂ 0,53;
зона восточной	II	III	III	II		PO ₄ 0,34; O ₂ 0,76
части ФЗ						
Глубоководная	1,33/	0,66/	0,80	0,67/	0,90	Cu 1,61; Mn 0,78;
зона восточной	IV	II	III	II		PO ₄ 0,46; O ₂ 0,76
части ФЗ						
Копорская губа	0,57/	0,69/	0,81/	0,80/	0,73	Cu 1,41; Mn 0,56;
	II	II	III	III		NO ₂ 0,26; O ₂ 0,68
Лужская губа	0,91/	0,63/	0,71/	0,71/	0,78	Cu 1,56; Mn 0,55;
	III	II	II	II		NO ₂ 0,33; O ₂ 0,68
Восточная	0,92	0,89	0,95/	0,99/	0,90	Cu 1,61; Mn 0,78;
часть	III	III	III	III		PO ₄ 0,46; O ₂ 0,76
Финского						
залива						

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 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), объем воды 4,4 тыс.км³ (Лоция Белого моря, 1995). Белое море имеет довольно сложную конфигурацию с многочисленными заливами и островами, с сильно 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 побережья Кольского полуострова на стрелки от Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний, Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Лямицким 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 «Bäy 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 15–16°C, а в Онежском заливе и Горле не выше 9°C. Зимой температура поверхностных вод понижается до -1,3...-1,7°C в центре и на севере моря, а в заливах — до $-0.5...-0.7^{\circ}$ С. 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 +1.4 °C. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0°С 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 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.

Обший характер горизонтальной циркуляции 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 приливы, которые имеют правильный полусуточный выражены 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 (Лоция, 1995). Раньше всего лед образуется в районах устьев рек, далее появляется у отмелых 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 $215~{\rm km}^3$.

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.ascp.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 (пропусканая 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», Княжегубский рыбоводный завод ФГБУ «Мурманрыбвод», АО «Апатитыводоканал».

5.3. Двинский залив

В приустьевом районе Северной Двины и центральной части Двинского залива на семи стандартных станциях было отобраны 56 проб из поверхностного, промежуточного и придонного слоев в двух гидрохимических съёмках 13-14 июля и 11-12 ноября (рис. 5.1). Пробы

воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных.

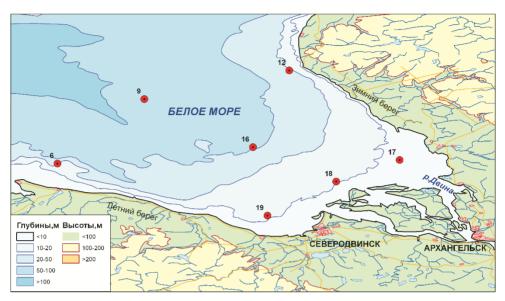


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2023 г.

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).

Значения температуры летом были в диапазоне от -0.4° С до $+13.6^{\circ}$ С, а осенью 0.34- 4.99° С. Соленость была в диапазоне 14.33-28.285‰, а среднее значение (24.54‰) повысилось по сравнению с прошлым годом. Значения рН изменялись от 7.7 до 8.14, в среднем составив 7.96 ед.рН. Прозрачность вод залива по диску Секки варьировала от 1.0 до 4 м, при среднем 2.7 м, что ниже значения прошлого года (3.8 м). Наименьшие значения были 12 ноября на ст. №17.

Содержание различных форм биогенных элементов было намного ниже ПДК. Аммонийный азот изменялся в пределах от 4 до 29, в среднем 19.2 мкг/дм^3 (рис. 5.2), значения на всех станциях были больше, чем в 2022 г. Нитраты были в диапазоне от 0 до 136.1, в среднем значении 52.05 мкг/дм^3 остались на уровне прошлого года во всех слоях, хотя максимумы, особенно в среднем слое, снизились (рис. 5.3). Нитриты: $0.6-6.7/2.6 \text{ мкг/дм}^3$, общий фосфор: $5.94-44.09/18.08 \text{ мкг/дм}^3$,

менее чем в 2022 г., фосфаты: 5-36,3/14,6 мкг/дм³, максимум 0,72 ПДК зафиксирован в июле на ст.№12, в среднем 0,29 ПДК.

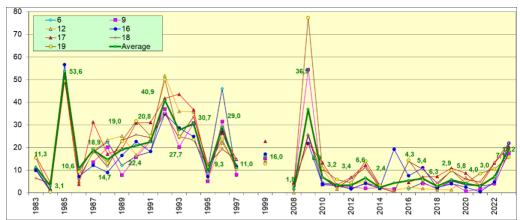


Рис. 5.2. Многолетняя динамика среднего значения содержания аммонийного азота (мкг/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в 1983-2023 гг.

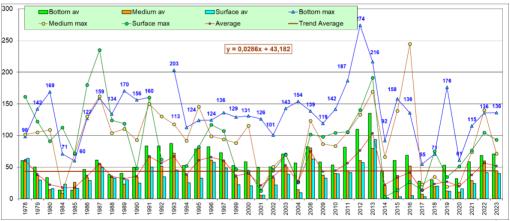


Рис. 5.3. Динамика средней и максимальной концентрации нитратов (мкг/дм³) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2023 гг.

Концентрация силикатов варьировала в диапазоне 191,5-656,4/372 мкг/дм³, т.е. снизилась по сравнению с прошлым годом во всех трех слоях вод залива (рис. 5.4). В целом в режиме многолетней динамики содержания кремнекислоты очевидно выделяются циклические подъемы и спады примерно 11-летнего периода, в 2023 г. зафиксирован спад.

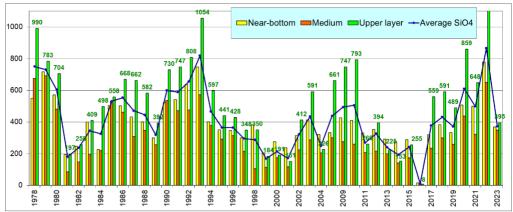


Рис. 5.4. Динамика средней и максимальной концентрации силикатов (мкг/дм³) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2023 гг. За пределами графика максимальное значение в верхнем слое в 2022 г. - 1140 мкг/дм³.

Содержание **нефтяных углеводородов** изменялось от 0,015 до 0,124 мг/дм³ при среднем 0,015 мг/дм³, что чуть ниже 0,018 мг/дм³ в 2022 г (рис. 5.5). Максимум 2,48 ПДК зафиксирован 12 ноября на ст. №17 на глубине 5м, среднее значение на этой станции также самое высокое.

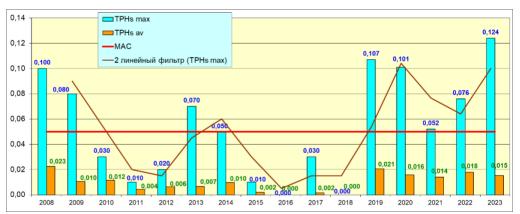


Рис. 5.5. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм 3) на станциях Двинского залива Белого моря в 2008-2023 гг.

Продолжает быть высоким загрязнение вод залива СПАВ (0-630/156 мкг/дм³), хотя среднее значение 1,56 ПДК немного меньше прошлогоднего (1,69 ПДК). Содержание меди (0-2,33/0,70 мкг/дм³) снизилось по сравнению с 2022г, максимум составил лишь 0,47 ПДК. Содержание свинца (0-6,3/0,61) тоже снизилось, среднее значение снизилось в 2 раза и составило 0,06 ПДК.

Концентрация кислорода изменялась в диапазоне $8,04-11,41~\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, среднее значение $9,75~\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ немного выше, чем в прошлом году (рис.5.6). Процент насыщения вод кислородом

изменялся в диапазоне 71,0-102,0%, в среднем 89,5%. Для расчета ИЗВ использованы СПАВ (1,56), НУ (0,31), фосфаты (0,29), и кислород (0,62). Значение ИЗВ=0,69 соответствовало уровню ІІ класса, «чистые».

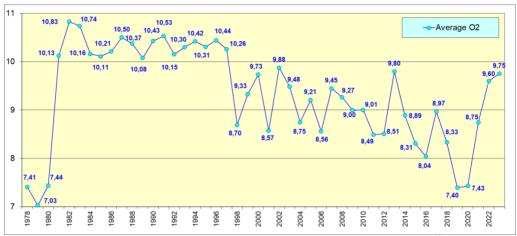


Рис. 5.6. Динамика среднего содержания кислорода (мгО₂/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в период 1978-2023 гг.

5.4. Кандалакшский залив

На расположенном на акватории Кандалакшского морского торгового порта (МТП) водпосту в период с марта по октябрь было отобрано 6 проб из приповерхностного слоя. Значения температуры были в диапазоне от -0.2° С в марте до 17,4 в августе (средняя 9.12° С); солености воды — 6.3-17.8%, среднее значение 9.98% на уровне прошлогоднего. Водородный показатель варьировал в пределах 7.0-8.92 ед.рН, среднее значение 7.63 ед.рН. Взвешенные вещества содержались в 3 пробах из 6 и находились в диапазоне от 3.9 до 32 мг/дм³.

В последние годы в водах МТП фиксируется существенное загрязнение биогенами. Так, в 2023 г. значения аммонийного азота в 5 пробах из 6 значительно превысили норматив ПДК при солености <13‰, максимум в марте составил 3000 мкг/дм³ (7,71 ПДК), в среднем 1830 (4,7 ПДК), что более чем в 2 раза больше прошлогоднего значения 879 мкг/дм³. По фосфатам в июне и июле было многократное превышение установленной нормы (в июле 269,7 мкг/дм³, 9,75 ПДК), а в остальных пробах было ниже норматива; в среднем 92,38, или 1,85 ПДК, т.е на уровне прошлого года (1,87 ПДК). Начиная с 2020 года, на водпосту стали наблюдаться разовые экстремальные уровни загрязнения по аммонийному азоту, фосфатам - более 27 ПДК в 2020 г. Как подтвердили в химлаборатории Мурманского УГМС, результат является не ошибкой, а, скорее всего, фиксацией следствия бесконтрольного сброса загрязненных биогенными веществами вод на территории Кандалакшского МТП. В многолетнем ряду эти «выбросы» пока не

являются типичными, однако, налицо тенденция к увеличению доли экстремально высоких значений среди набора данных по году и их повторяемости (рис.5.7).



Рис. 5.7. Максимальная и средняя концентрация аммонийного азота (мкг/дм³) на водпосту Кандалакшского залива Белого моря в период 2011-2023 гг.

Нитриты были в диапазоне 1,1-17,9 мкг/дм³, при среднем значении 7,0 мкг/дм³ (в 4 раза выше, чем в прошлом году); нитраты 6-50/19,6 мкг/дм³ (в полтора раза ниже прошлогоднего среднего); силикаты 273-1228/746 мкг/дм³ (в прошлом году 927 мкг/дм³).

Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК $_5$ в 5 пробах их 6 изменялось от 1,2 до 2,1 (1 ПДК), в среднем 1,32 мгО $_2$ /дм $_3$ (0,63 ПДК), это существенно выше прошлогоднего значения 0,37 (0,17 ПДК).

Содержание нефтяных углеводородов в водах порта варьировало в диапазоне 0,006–0,217 мг/дм³, максимум 4,34 ПДК в июле, в среднем составило 0,053 мг/дм³ (1,07 ПДК), что в два раза выше прошлогоднего уровня и максимально за период с 2011г. (рис. 5.8).

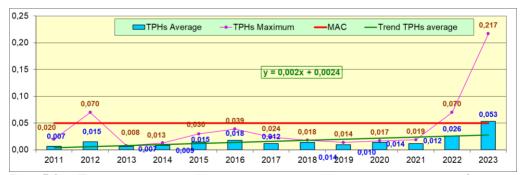


Рис. 5.8. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Кандалакшского залива Белого моря в 2011–2023 гг.

Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не определялись. СПАВ не были обнаружены.

Концентрация растворенных форм тяжелых металлов изменялась в пределах: медь 1,2-7,2 мкг/дм³, максимум 1,44 ПДК отмечен в мае, при среднем значении 4.62 мкг/дм^3 ($0.92 \Pi \text{ДK}$, это выше, чем в 2022Γ); никель 0-3,0/1,3 (0,13 ПДК, понижение); марганец - 2,7-22,9/10,13 $(0,2 \Pi \Pi K)$, на том же уровне); цинк – 11,0-32,3/19,2 $(0,38 \Pi \Pi K)$ понижение); содержание кадмия было ниже предела обнаружения в 4 пробах из 6, максимум составил 0,6 мкг/дм³: свинец не был обнаружен; железо -31-86, в среднем $52,17 \text{ мкг/дм}^3$, это $1,04 \Pi \text{ДК}$, максимум 1,72 ПДК отмечен в июле; хром найден в трех пробах – максимум 6.8 мкг/дм^3 , средняя 1.9 мкг/дм^3 , что выше значения 2022 г. Содержаниертути было ниже предела обнаружения. В целом, по сравнению с прошлым годом, по железу, меди, кадмию и хрому наблюдается увеличение средней концентрации, по остальным - снижение, причем аналитического нуля. Превышение ПДК свинец – до наблюдалось по меди и железу.

Содержание растворенного в воде кислорода менялось в диапазоне 7,27–12,54 $\,$ мгО $_2$ /дм³, составив в среднем 10,12 $\,$ мгО $_2$ /дм³. Это существенно выше прошлогоднего значения (7,79 мгО $_2$ /дм³), т.е кислородный режим в районе порта улучшился. При небольшом количестве анализов в течение года (6 проб в год) наличие «выбросов» не могло не сказаться на определении среднего годового значения параметров, в данном случае, концентрации аммонийного азота и фосфатов, которые были приоритетными. Их доли при расчете ИЗВ – 4,7 и 1,85 соответственно (табл.5.2). ИЗВ=2,05, что соответствует V классу, воды «грязные».

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	21 г.	202	22 г.	2023	3 г.
		C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
Двинский	НУ	0,014	0,28	0,018	0,36	0,015	0,31
залив		0,052	1,04	0,076	1,52	0,124	2,48
(7 ст., 56	СПАВ	74,3	0,74	169,1	1,69	155,6	1,56
проб)		750	7,50	326,0	3,26	630,0	6,30
	Нитриты	2,0	0,08	3,00	0,12	2,59	0,11
		4,7	0,20	22,15	0,92	6,69	0,28
	Аммонийный	3,0	<0,01	7,09	0,02	19,24	0,05
	азот	28,0	0,07	30,65	0,08	29,41	0,08
	Медь	0,93	0,19	1,08	0,22	0,70	0,14
		10,7	2,14	10,97	2,19	2,33	0,47

	Свинец	0,083	<0,01	1,173	0,12	0,611	0,06
	Свинсц	-					-
	D v	0,37	0,04	10,66	1,07	6,30	0,63
	Растворенный	8,75		9,60		9,75	
	кислород	7,92		7,95		8,04	
	%	86,5		92,0		89,5	
	насыщения	70,2		78,6		71,0	
Кандалак-	НУ	0,012	0,24	0,026	0,52	0,053	1,07
шский		0,019	0,38	0,070	1,40	0,217	4,34
залив: порт	СПАВ	0,0		25,0	0,25		
Кандалакша		0,0		150,0	1,50		
(6 проб)	Медь	3,4	0,68	3,88	0,78	4,62	0,92
		8,1	1,62	11,80	2,36	7,20	1,44
	Никель	1,2	0,12	2,48	0,25	1,30	0,13
		4	0,40	5,80	0,58	3,00	0,30
	Свинец	0		0,67	0,07		
		0		2,00	0,20		
	Марганец	7,6	0,15	10,83	0,22	10,13	0,20
		13,8	0,28	28,80	0,58	22,90	0,46
	Железо	43,0	0,86	36,50	0,73	52,17	1,04
		140	2,80	100	2,00	86	1,72
	Ртуть	0,0025	0,03	0,005	0,05		
		0,015	0,15	0,015	0,15		
	Аммонийный	156	0,40	879,9	2,26	1829,5	4,70
	азот	493	1,27	3428,0	8,81	3000,0	7,71
	БПК5	0,18	0,09	0,37	0,17	1,32	0,63
	$M\Gamma O_2/д M^3$	1,1	0,52	1,10	0,52	2,10	1,00
	Растворенный	11,53		7,79		10,12	,
	кислород	9,35		6,68		7,27	
П	•		•			\ ste	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ), БПК $_5$ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм 3 ; металлов, СПАВ, аммонийного азота и нитритов - в мкг/дм 3 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 2021-2023 гг.

Район моря	2021 г.		202	2022 г. 202		3 г.	Содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ класс		
Двинский	0,50	II	0,77	III	0,69 II		СПАВ 1,56; НУ 0,31;
залив				,			PO ₄ 0,29; O ₂ 0,62

Торговый	0,66	II	1,42	IV	2,05	V	NH ₄ 4,7; PO ₄ 1,85;
порт,							НУ 1,07; О ₂ 0,59
г. Кандалакша							

Выводы

В Двинском заливе в 2023 г. было выполнено две гидрохимических съемки в июле и ноябре. Сравнительная межгодовая оценка качества вод может быть дана только ориентировочная. По сравнению с 2022 г. загрязнение НУ и биогенами осталось примерно на том же уровне, СПАВ в среднем немного понизилось, при том, что максимум составил более 6 ПДК. Загрязнение медью и свинцом снизилось, случаев превышения ПДК в течение 2023 г. не было. Превышение норматива по НУ отмечено лишь в одной пробе на ст.№16; во всех остальных случаях НУ была значительно ниже ПЛК. концентрация экстремально высоких уровней загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось. В 2023 г. продолжилась тенденция улучшения кислородного режима, содержание растворенного в воде установленного менее норматива не наблюлалось. кислорода Приоритетным загрязняющим веществом оказались СПАВ, НУ и фосфаты, как и в прошлом году, ИЗВ=0,69 снизилось, благодаря чему воды именуются «чистыми», II класс (табл. 5.2).

Загрязнение вод Кандалакшского залива в 2023 г. нефтяными углеводородами превысило ПДК и оказалось максимальным с 2011г. СПАВ не были обнаружены. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК $_5$ повысилось. Концентрация кислорода во всех пробах была выше установленного норматива и прошлогодних значений. По сравнению с прошлым годом по железу, меди, кадмию и хрому наблюдается увеличение средней концентрации, по остальным - снижение, причем ртуть и свинец — до аналитического нуля. Превышение ПДК наблюдалось по меди и по железу.

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 1,42 до 2,05. Воды залива соответствуют V классу качества вод, «грязные» (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 $0-5^{\rm O}{\rm C}$, летом на юге $8-9^{\rm O}{\rm C}$, в центральной части $3-5^{\rm O}{\rm C}$, на севере $0^{\rm O}{\rm C}$. 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 $-1,5^{\rm O}{\rm C}$). В слое 50-100 м температура повышается до $-1^{\rm O}{\rm C}$, а затем ко дну - до $+1^{\rm O}{\rm C}$. 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 и температурой, и соленостью.

Общий характер поверхностной циркуляции циклонический. Приливы полусуточные, достигают высоты 6,1 м и вызываются главным образом атлантической приливной волной. Хорошо выражены сгоннонагонные 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 ¼ 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 км³ 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 хозяйственно-бытовых производственных сточных вол флотами муниципальными организациями, предприятиями различных ведомств, расположенными на его берегах. Основными сбрасывающими сточные воды предприятиями являются: ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», управление жилищно-коммунального хозяйства, «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 2023 г., один раз в два месяца, Мурманское УГМС выполнило отбор шести проб воды 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/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $M\Gamma O_2/дM^3$, нефтяных углеводородов — $M\Gamma/дM^3$. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO_4 составлял 5,0 мкг/дм³, общего фосфора Ptotal 5,0 мкг/дм³, силикатов SiO_3 10 мкг/дм³, азота нитритов N-NO₂ 0,5 мкг/дм³, азота нитратов N-NO₃ 5,0 мкг/дм³, аммонийного азота N-NH₄ 20,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов $0.005 \,\mathrm{mr/дm^3}$ ($0.1 \,\mathrm{\PiДK}$) 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.

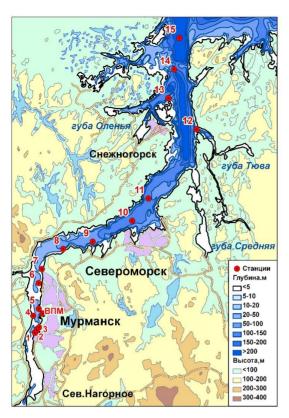


Рис. 6.1. Станции гидрохимического мониторинга в Кольском заливе Баренцева моря.

Температура воды за весь период наблюдений варьировала в пределах от 1.0 до 9.0° С (в июле), при среднем значении 5.4° С, попрежнему сохраняется тенденция повышения температуры воды, начавшаяся в 2019 г., максимальное значение в 2023 г. ниже на 2,5°C, однако среднегодовое значение выше на 0,2°C. Соленость вод в районе водпоста изменялась в диапазоне 11,7-27,7%, минимум отмечен в мае, а максимум в январе. Величина водородного показателя была в диапазоне 6,49-7,94 ед.рН; максимум наблюдался в ноябре. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в пределах от нулевого значения до 1,492 мг-экв/дм³; среднегодовая составила 1,015 мг-экв/дм³. Количество легкоокисляемых органических веществ биохимическому потреблению кислорода БПК5 во всех месяцах, кроме июля, было на уровне аналитического нуля, а в июле составило $1,49 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, что выше значения, зафиксированного в январе прошлого года (1,0 мгO₂/дм³), но близко к уровню значения марта 2021 года (1,3 мгO₂/дм³). Тенденция уменьшения значений БПК₅ сохраняется, также впервые за 3 года значение БПК5 зафиксировано в летний месяц, а не в зимний и весенний сезоны. В 2023 г., как и в прошлом 2022 г., зафиксированы взвешенные вещества, их содержание было в диапазоне от нулевых значений до 2,93 мг/дм³, при среднем значении 1,6 мг/дм³. превышения ПДК не зафиксировано; стоит отметить, что в 2022 г. взвешенные вещества были зафиксированы в акватории Кольского залива впервые за 10 лет. И снова, второй год подряд обнаружены синтетические поверхностно-активные вещества — максимальное значение составило 13,2 мкг/дм 3 , 0,13 ПДК) в июле, минимальное — 3,8 мкг/дм 3 в январе. В остальные месяцы присутствия СПАВ не зафиксировано. Пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены, фенолы не определялись.

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту Мурманска в 2023 г. несколько повысилось в сравнении с 2022 г., нарушая тенденцию уменьшения содержания НУ в водах Кольского залива вблизи поста ВПМ. Концентрация была в диапазоне от 0,02 до 0,14. Максимальное значение отмечено в январе и составило 2,7 ПДК. Анализ многолетней динамики также показал небольшое повышение средней концентрации — 1,10 ПДК против 1,03 ПДК в 2022 году. В 2021 году среднегодовая концентрация впервые за историю наблюдений опускалась ниже ПДК (рис. 6.2).

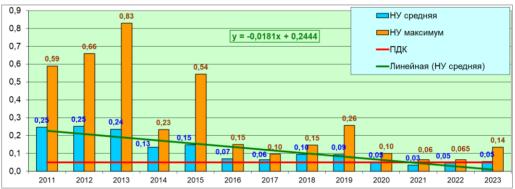


Рис. 6.2. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм 3) в торговом порту Мурманска в 2011-2023 гг.

Загрязнение вод порта тяжелыми металлами в 2023 г. несколько повысилось за счёт несильного повышения концентрации марганца и железа (табл. 6.1). Содержание меди осталось на уровне прошлого года, максимум составил 2,9 (0,58 ПДК), но обнаружена концентрация только один раз (январь) за годовой период наблюдений (рис. 6.3, табл. 6.2). Значения содержания кадмия, как и в прошлом году, находились на уровне аналитического нуля. Средняя концентрация марганца в 2,7 раз стала выше прошлогоднего значения, но превышения ПДК не Концентрация зафиксировано. никеля понизилась. значение отмечено в ноябре – 3,0 (0,30 ПДК против прошлогоднего 1,29 ПДК), среднее составило 0,50 (против 5,55 в 2022 г.). Свинец снова зафиксирован, но в небольшой концентрации, среднее значение было равным 1,25, максимальное - 5,9 (0,59 ПДК). В 2023 г., впервые за десятилетний период наблюдений, начиная с 2014 г., зафиксированы повышенные значения ртути – от 9,56 до 18,2.



Рис. 6.3. Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм 3) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2023 гг.

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

тергевеге пер		- 7 1	10100						
Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Нефтяные	3,0	1,4	1,2	1,9	1,9	1,00	0,68	1,03	1,10
углеводороды									
Железо	1,2	0,76	0,65	0,59	0,8	0,70	0,46	-	0,97
					4				
Медь	4,6	5,3	5,8	6,1	5,5	1,36	1,02	0,23	0,32

Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась от 32,0 (в марте) до 130,0 (в сентябре), при среднем значении 72,0 (0,02 ПДК). Содержание нитритного азота изменялось В диапазоне $(0,19 \Pi \Pi K)$, в среднем 3,50 $(0,14 \Pi \Pi K)$; нитраты – 6,1-77,2/26,5. Силикаты варьировали в пределах 611-1784 при среднем значении 1123,2. Содержание силикатов продолжает снижаться и в 2023 г. стало ниже уровня 2020 г. Концентрация фосфатов была в пределах 2,07-39,71, среднем 19.58 (0.39 ПДК); по сравнению с прошлым годом максимальная концентрация стала ниже почти в 2 раза, среднегодовое значение осталось на том же уровне (рис. 6.4). Сохраняется тенденция снижения содержания биогенных элементов в морской воде вблизи водпоста в торговом порту г. Мурманска.

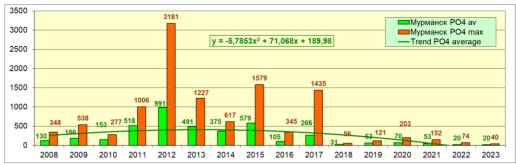


Рис. 6.4. Динамика средней и максимальной концентрации неорганического фосфора P- PO_4 (мкг/дм 3) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2023 гг.

ВПМ расположения среднегодовая концентрация $9,73 \text{ мгO}_2/дм^3$, $(8.40 \text{ M} \cdot \text{CO}_2/\text{д} \text{M}^3)$ составляла минимум существенно выше норматива. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 75,65-95,07%. Значения кислорода в 2023 г. стали немного ниже прошлогодних, но в целом соответствовали средней многолетней динамике. Согласно значению индекса загрязненности вод ИЗВ произошло ухудшение качества вод в Кольском заливе Баренцева моря в 2023 г. ИЗВ равен 0,77, тенденция улучшения качества вод нарушилась. В 2023 году качество вод оценивается III классом, «умеренно загрязнённые» (табл. 6.3, рис. 6.5). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2023 г. осталась на уровне значения прошлого года и составила 0,055 мг/дм³, а максимальная возросла почти в 2 раза. Средняя концентрация меди осталась на уровне прошлогоднего значения и не превышала норматив. Содержание железа сильно возросло, по сравнению с прошлым годом, когда концентрация данного элемента была на уровне аналитического нуля, максимальная концентрация в 2023 г. превышает норматив (1,68 ПДК). Содержание кислорода по сравнению с 2022 г. стало немного ниже. Зафиксированы относительно высокие значения по ртути.

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2021-2023 гг. Торговый порт г. Мурманска.

Ингредиент	202	1 г.	202	2 г.	202	23 г.
	C*	ПДК	C*	ПДК	C*	ПДК
НУ	0,034	0,68	0,051	1,03	0,055	1,10
	0,064	1,28	0,065	1,30	0,135	2,70
Медь Си	5,20	1,02	1,2	0,23	1,6	0,32
	10,3	2,06	2,4	0,48	2,9	0,58
Никель Ni	1,00	0,10	5,55	0,56	0,50	0,05
	3,0	0,30	12,9	1,29	3,0	0,30
Свинец Рь	0		0,42	0,04	0	

	0		2,5	0,25	0	
Ртуть Нд	0,002	0,02				
	0,012	0,12				
Кадмий Cd	0,10	0,01	0,00		0,00	
	0,40	0,04	0,00		0,00	
Марганец Мп	1,90	0,04	0,53	0,01	5,65	0,11
	6,40	0,13	3,2	0,06	8,9	0,18
Железо Fe	22,8	0,46	0,0		48,5	0,97
	37	0,74	0		84	1,68
Аммонийный азот	136,0	0,06	161,5	0,06	72,0	0,02
N-NH ₄	270,8	0,12	266	0,09	130	0,04
Фосфатный	52,77	1,05	19,93	0,40	19,58	0,39
фосфор Р-РО4	151,66	3,03	73,6	1,47	39,71	0,79
БПК ₅ , $M\Gamma O_2/дM^3$	0,22	0,10	0,17	0,08	0,25	0,12
	1,3	0,62	1,0	0,48	1,50	0,71
Растворенный	9,32		9,93		9,7	
кислород О2	8,56		8,98		8,4	
% насыщения О2	83,42		86,0		87,7	
	88,6		76,3		75,7	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и биохимического потребления кислорода БПК $_5$ приведена в мг/дм 3 ; СПАВ, аммонийного азота, фосфатного фосфора и металлов - в мкг/дм 3 .

- 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.

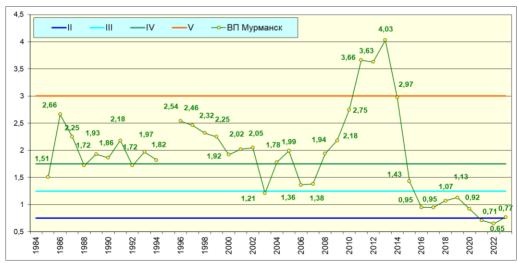


Рис. 6.5. Изменение индекса загрязнения вод ИЗВ в районе водпоста торгового порта г. Мурманска в период 1984-2023 гг.

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского

залива Баренцева моря в 2019-2021 гг.

Район моря	2021 г.		202	22 г.	2023 г.		Содержание 3В в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ класс		
Торговый	0,70	II	0,65	II	0,77	III	HУ 1,1; Fe 0,97;
порт,							PO ₄ 0,39; O ₂ 0,62
г. Мурманск							, , - ,

Выводы

В 2023 году качество вод в Кольском заливе Баренцева моря ухудшилось. Индекс загрязненности вод (ИЗВ=0,77), что нарушило тенденцию к улучшению. Качество вод оценивается III классом, то есть «умеренно загрязнённые». Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов осталась на уровне прошлого года -0.055 мг/дм³, однако концентрация увеличилась почти вдвое. максимальная Среднее содержание меди осталось на уровне предыдущего года и не превышало нормативные значения. Содержание железа значительно возросло по сравнению с прошлым годом, когда его концентрация была на уровне максимальная аналитического нуля; 2023 году превышает норматив (1,68 ПДК). Уровень кислорода немного снизился по сравнению с 2022 годом. Также концентрация ртути зафиксирована на относительно высоком уровне.

Глава 7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

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

7.1 Общая характеристика

Гренландское море — часть Северного Ледовитого океана, расположенная между островами Гренландия, Исландия, архипелагом Шпицберген, островами Медвежий и 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 подъёмами и впадинами, ограниченную подводными хребтами Мона и Книповича, Гренландско-Исландским порогом. Побережья Гренландского моря представляют собой скалистые бухты, заливы и фьорды. Площадь моря составляет около 1205 тыс.км², средняя глубина 1444 м, наибольшая 5527 м. Приливы полусуточные, достигают более 4 метров высоты.

Климат в регионе арктический. Температура воздуха колеблется между -49°C вблизи Шпицбергена зимой и +25°C у побережья Гренландии летом. Средние значения в самом холодном месяце (феврале) составляют -10° C $-26^{\circ}C$ на и юге 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 они покрываются цельным ледовым покровом (Советская энциклопедия, 1972).

Соленость поверхностных вод составляет 32-34%. соленость зимой выше, что обусловлено образованием на море пресного льда. Средняя температура поверхностных вод составляет около -1 $^{\rm O}$ С и ниже на севере и 1-2°C на юге; соответствующие летние температуры составляют около 0 и 6°C. Холодные воды Северо-Атлантического течения погружаются в Северном Ледовитом океане и возвращаются на юг в виде холодного Восточно-Гренландского течения. Последнее является важной частью Атлантического конвейерного пояса, текущего вдоль западной части Гренландского моря. Вдоль восточной части протекает теплое течение Шпицбергена, часть Гольфстрима. Сочетание этих течений создает поток воды против часовой стрелки 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 августе 2023 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 11 августа на двух станциях в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории поселка Пирамида и 14 августа из поверхностного и придонного горизонтов на десяти станциях в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории поселка Баренцбург (рис. 7.1). В состав определений вошли основные гидролого-гидрохимические показатели (водородный показатель рН, электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал Eh, общая щелочность, растворенный кислород, $Б\Pi K_5$), содержание в воде биогенных элементов (нитриты, нитраты, аммоний, общий азот, фосфаты, общий фосфор, кремнекислота), а также загрязняющие вещества – тяжелые металлы и мышьяк, ХОС, ПХБ, углеводороды ПАУ, НУ, НАУ и ЛАУ, индивидуальные фенолы нитрофенолы), (алкилфенолы, хлорфенолы И синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Каждая проба 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; полишиклических ароматических углеводородов (ПАУ), ароматических углеводородов (ЛАУ), хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) – нг/дм³. Предел обнаружения (DL) биогенных элементов составлял (мкг/дм³): фосфор фосфатов P-PO₄ 5,0, общего фосфора Ptotal 5,0, силикатов SiO₃ 10, азота нитритов N-NO₂ 0.5, азота нитратов N-NO₃ 5.0, аммонийного азота N-NH₄ 20.0. DL $(M\Gamma/дM^3)$: 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.

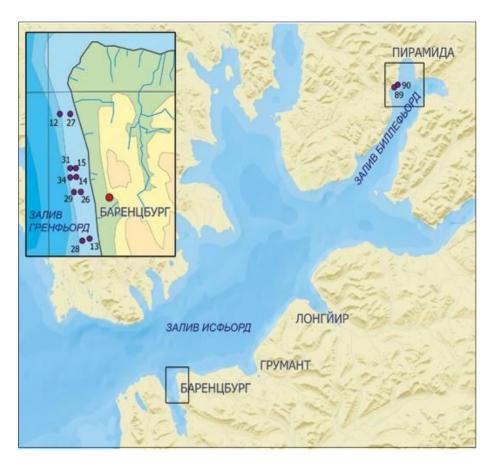


Рис. 7.1. Район мониторинга на акватории заливов Гренфьорд и Биллефьорд архипелага Шпицберген в августе 2023 г.

7.3. Гидрохимические показатели

Значения водородного показателя (рН) морских вод в заливе Гренфьорд находились в интервале 7,90–8,02, в среднем 7,96 ед. рН. В заливе Биллефьорд значения рН были в таком же диапазоне – 7,97-7,99. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морских обследованных акваторий варьировал в диапазоне 217–258 мВ, составляя в среднем 240 мВ. Щелочность (Alk) в заливе Гренфьорд составляла 1,55-1,73/2,29 мг-моль/дм³, в заливе Биллефьорд -1,28-1,58. Значение электропроводности морской воды было в диапазоне от 44,60 до 49,40 мС/см в водах вблизи пос. Баренцбург и 29,10-42,50 мС/см у берегов пос. Пирамида. Содержание взвешенных веществ в водах двух заливов было существенно ниже прошлогодних значений и варьировало в диапазоне 1,35-2,32 мг/дм³, при среднем значении 1,71 (0,2 ПДК).

Значения концентрации общего и аммонийного **азота** в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в августе 2023 г. было ниже предела обнаружения используемых методик анализа. Содержание нитратного

азота в заливе Гренфьорд варьировало в пределах от 0 (в 12-ти пробах) до 31,80, в заливе Биллефьорд — от 6,93 до 15,80. Концентрация нитритного азота в заливе Гренфьорд было 0 (в 8-ми пробах) до 1,33, в заливе Биллефьорд значения были немного выше — 2,13-2,30. Содержание общего фосфора в воде залива Гренфьорд было зафиксировано во всех пробах и составило от 13,40 до 41,90, в среднем — 25,31; в заливе Биллефьорд также были зафиксированы значения выше предела обнаружения методики анализа, в отличие прошлого года, от 8,40 до 61,20. Концентрация минерального фосфора была зафиксирована в заливе Гренфьорд в 5 из 17 проб, и изменялась от 2,1 до 2,8, в заливе Биллефьорд минеральный фосфор был зафиксирован только в одной пробе в поверхностном горизонте (ст.90), значение составило 3,1. Силикаты в водах двух заливов были в диапазоне 25,30—316/122,40.

Содержание растворенного **кислорода** на всех станциях было высоким и находилось в пределах 12,09–13,11 мг/дм³ (90,90–112,20% насыщения). В придонном слое, как и в предыдущие годы, значения были в среднем на 0,5–1 мг/дм³ выше, чем в поверхностном. Значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод в августе 2023 г. понизилось, в сравнении с прошлым годом, максимальные значения в заливе Гренфьорд составляли 2,08 мгО2/дм3, в заливе Биллефьорд – 2,32 мгО2/дм3 (1,1 ПДК) (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации органических веществ по БПК₅ (мг O_2 /дм³) в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в 2012–2023 гг.

7.4. Загрязняющие вещества

Концентрация СПАВ на всех станциях, как и в предыдущие четыре года, была ниже предела обнаружения. Содержание фенолов, нитро-, метил- и хлорфенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (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**) в воде были зафиксированы только в заливе Гренфьорд в диапазоне от <0,005 до 0,007 (0,1 ПДК). Максимальная концентрация, как и в прошлом году, была зафиксирована в поверхностном горизонте на станции в центральной части залива, севернее пос. Баренцбург. Превышения ПДК не выявлено. Содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Из 16 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые подлежали анализу, в морских водах залива Гренфьорд были обнаружены только два соединения: антрацен и флуорантен. В водах залива Биллефьорд выявлены фенантрен и также флуорантен. Среднее общее содержание ПАУ в восточной части залива Гренфьорд в летний период 2023 года составило 11,75 нг/л, в то время как в заливе Биллефьорд оно достигло 38,86 нг/л. В 2023 году уровень ПАУ значительно снизился по сравнению с предыдущими двумя годами.

Содержание пестицидов ДДТ и их метаболитов ДДЭ и ДДД, гексахлорбензола, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бефинилов ПХБ в 2023 г. было ниже предела обнаружения методик, используемых для анализа что говорит о улучшении качества вод двух заливов по сравнению с прошлым годом, когда данные загрязнящие вещества были зафиксированы в умеренном количесвте.

Среднее содержание определяемых тяжелых металлов в водах двух заливов по сравнению с прошлым годом для большинства металлов понизилось (табл. 7.1, рис. 7.3), за иключением никея, марганца и хрома, концентрация которых в заливе Гренфьорд увеличилась в сравнении с прошлым годом. Максимальное содержание контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составило: марганца – до 19,7 мкг/л, меди — до 14,3 мкг/л, никеля — до 15,9 мкг/л (1,6 ПДК), кобальта — до 1,8 мкг/л, кадмия — до 0,16 мкг/л, хрома - до 9,5 мкг/л.; ртути – до 0,013 мкг/л, мышьяка – до 11 мкг/л, Массовые доли свинца, железа и ртути в морской воде находились ниже пределов обнаружения. Максимальные концентрации определяемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Биллефьорд составляли: марганца – 15,0 мкг/л, меди -14,3 мкг/л, никеля -12,3 мкг/л, кобальта -1,8 мкг/л, что в целом соответствует содержанию прошлого года. Концентрация железа, кадмия, свинца и ртути в заливе Биллефьорд было ниже предела обнаружения.

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм 3) в водах залива Гренфьорд в 2013—2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Со	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Д	0,4	0,1	0,1	0,02	0,7	1,4	3,7	3,1	0,3	0
уред	1,4	0,002	0,07	0,08	0,3	1,7	1,9	2,1	0,05	0,008
0	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	0,08	0,49	1,04	8,95	5,2	15,2	4,6	0	0,000
	3,7	0	2,9	0,2	4,84	12,4	10,0	2,3	1,7	<0,003
	2,0	0	0,29	0,2	13	5	3	14	0	0,005
	0,88	0	0,25	0,33	1,16	0	5,37	0	0,11	0,003
	0,88	0	0,23	1,49	7,5	33,6	5,60	12,3	0,11	0,003
	8,7	U	0,28	1,813	3,4	85,3	5,8	7,2	0,22	0,003
	3,5		0,28	0,694	6,2	13,4	11,4	0,0	1,0	0,0003
	1,7	0,8	0,01	0,094	2,4	5,6	14,0	6,4	1,0	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	0,00
ая	9,0	3,20	12,00	2,80	4,8	36,0	12,0	370,0	5,30	0,010
РΗ	11,0	0	0,36	2,50	18,0	28,0	44,0	17,0	0	0,030
Лал	5,3	0,0	3,9	3,2	8,40	19,3	25,0	29,5	3,4	<0,023
СИЛ	4,2	0,0	0,42	1	16,0	102	5	72	0	0,008
Максимальная	2,4	0	0,42	0	1,96	0	10,6	0	2,2	0,008
\geq	∠,∓	0	0,38	2,5	10,0	138	10,5	31,1	1,9	0,014
	44	0	1,1	5,8	13	300	16,5	12,13	1,7	0,014
	14,3	0	0,156	1,8	15,9	26,3	19,7	0	9,49	0,013
	<0,1	<0,1	<0,130	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0
	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	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1
	0,8	<0,1	0,65	<0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,14	<0,1
да	0,6	<0,1	<0,1	0,1	0,9	0,4	0,1	<0,1	0,14	<0,1
cbe	0,0		0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
ПДК сред	0,7		0,2	0,04	1,3	0,2	0,2	0,28	<0,1	0,05
Ш				0,07		0,1		0,20	0.4	0,03
	0,18		0,02	0.20	0,12	0.45	0,10	0.25	<0,1	0.02
				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
	0,7		0,001	0,1	0,62	0,27	0,227			_
	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
ПДК тах	2,2		<0,1	0,5	1,8	0,6	0,9	0,3		0,2
X	1,06		0,4	0,64	0,84	0,4	0,5	0,6	0,17	
Ш	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
	2,9		0,02	0,4	1,6	0,5	0,4			

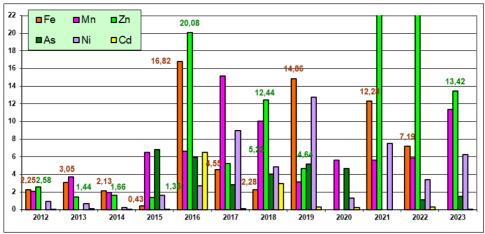


Рис. 7.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах на акватории залива Гренфьорд у поселка Баренцбург. Концентрация никеля 6,20, марганца 11,4, мышьяка 1,81 мкг/дм³ в 2021-2023 гг.

Концентрация большинства загрязняющих веществ в морских водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в целом была характерной для прибрежных районов Гренландского и Норвежского морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Оценка качества вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды обследованных акваторий заливов Гренфьорд, у поселка Баренцбург, и Биллефьорд, у посёлка Пирамида, в летний период 2023 г. как «чистые» (ИЗВ=0,65), II класс (табл. 7.2). По сравнению с предыдущими двумя годами воды заливов в 2023 г. были намного чище, за счёт отсутствия таких загрязняющих веществ как группы пестицидов ДДТ, ДДЭ и ДДД, гексахлорбензола, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бефинилов ПХБ, снижения показателя БПК₅, содержание некоторых тяжёлых металлов тоже стало ниже. В 2023 г. нарушилась тенденция увеличения степени загрязнения морских вод, начавшаяся в 2017 г.

Таблица 7.2. Оценка качества вод в заливе Гренфьорд в 2021-2023 гг.

Район моря	2021 г.		202	22 г.	202	Содержание 3В в 2023 г. (в ПДК)	
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ класс		
Гренландское	2,01	V	1,29	IV	0,65	II	БПК ₅ 0,82; Cu 0,69;
море							Ni 0,62; O ₂ 0,47

7.5. Загрязнение морских донных отложений

В донных отложениях обследованной части акватории залива Гренфьорд проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых

металлов и XOC. Суммарное содержание нефтяных углеводородов достигало 61 мкг/г при среднем значении 58 мкг/г в заливе Гренфьорд.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела обнаружения применявшегося аналитического метода. Из контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части все 16 ПАУ находились за пределами области измерения. В донных отложениях залива Гренфьорд содержание суммарных нефтеуглеводородов (НУ) доходило до 1,22 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК (рис. 7.1).

Максимальная концентрация тяжелых **металлов** в пробах морских донных отложений составляли (мкг/г): железа 33.1 мг/г, марганца 158, цинка 60.4, меди 16, никеля 20.5, кобальта 9.08, свинца 12.6, кадмия 0.09, хрома 30.6, ртути 0.04 и мышьяк 15.8 мкг/г.

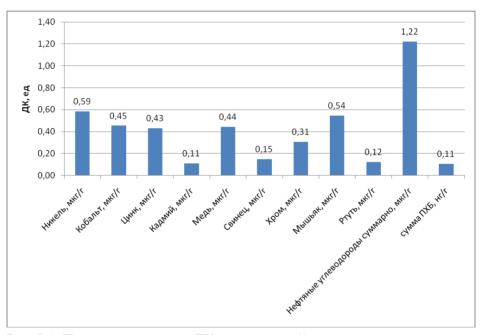


Рис. 7.1. Превышение уровня ДК загрязнителей в донных отложениях.

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Гидрохимические наблюдения в морях Северного Ледовитого океана в 2022 г. не проводились, за исключением Баренцева (Кольский залив), Гренландского (о. Шпицбереген) и Карского морей. 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. Моря Северного Ледовитого океана.

8.1. Карское море

Демешкин А.С., С.П. Крутелев С.А. Пядушкин

Исследования проводились в августе 2023 года Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» в южной части Карского моря. Была отобрана серия проб морских вод для определения гидрохимических показателей: водородного показателя (Hg). электропроводности, окислительно-восстановительного (Eh), растворенного кислорода, БПК₅, содержания в воде биогенных элементов (нитритов, нитратов, аммония, общего азота, фосфатов, общего фосфора, кремнекислоты), а также загрязняющих веществ тяжелых металлов и мышьяка, ХОС, включая ПХБ, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, фенолов и синтетических поверхностно-активных (СПАВ).

Водородный показатель (рН) морских вод находился в пределах 7,78-8,45 ед.рН. Значения окислительно-восстановительного потенциала (Еh) морских вод обследованной акватории варьировались в пределах от 184 до 244 мВ, составляя в среднем 206 мВ. Значения электропроводности морской воды летом изменялись в диапазоне 44,1-52,8 мС/см при средней величине 46,4 мС/см. Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое вод летом находилось в пределах от 9,35 до 11,69 мгО₂/дм³; насыщение вод варьировало от 96% до 110%. Значения биологического потребления кислорода (БПК₅) морских вод составляли от 0,65 до 1,95 мгО₂/дм³.

Концентрация нитратного И аммонийного азота водах обследованной находилась ниже предела обнаружения. Содержание общего азота в водах района изменялось от 206 до 1056 мкг/дм³; нитритного азота достигало 3,82 мкг/дм³, а силикатного кремния достигало 54 мкг/дм³. Концентрация фосфатного фосфора в водах исследований находилась $4.5-15.7 \text{ мкг/дм}^3$, В пределах содержание общего фосфора изменялось от 24.0 до 51.3 мкг/дм³.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) и неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах обследованной акватории за период наблюдений было ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволяло их идентифицировать.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории достигало 78 мкг/дм³. Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах обследованной акватории обнаружины только нафталин и бенз(а)антрацен. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах Карского моря составило 72 нг/дм³.

Из хлорорганических соединений (ХОС) за период наблюдений зафиксировано наличие соединений групп ГХЦГ, ДДТ, ПХЦД и полихлорированных бифенилов (ПХБ). Значимой концентрации полихлорбензолов обнаружено не было. Максимальная концентрация идентифицированных ХОС составляла (нг/дм 3): для суммы ГХЦГ 0,4; для суммы ДДТ 0,31; для суммы ПХЦД 0,5; для суммы ПХБ 0,8 нг/дм 3 .

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды достигало значений (мкг/дм 3): железо — до 14, марганца — до 6,1, цинка — до 7,0, меди — до 3,1, никеля — до 3,2, кобальта — до 1,0, кадмия — до 0,41 и мышьяка — до 1,48 мкг/дм 3 . Концентрация ртути, свинца, олова и хрома находилась ниже пределов обнаружения.

Расчеты индекса ИЗВ для морских вод выполнялись с использованием значений концентрации растворенного кислорода и трех показателей с наибольшими средними значениями. Согласно полученным результатам воды южной части Карского моря в 2023 году оценивалась как «чистые» и относились ко II классу качества.

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 (рис. 9.1). Побережье здесь сильно изрезано крупными заливами Камчатским, Кроноцким, Авачинским, Карагинским и др. 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 (примерно 164 тыс. жителей) и город-порт Вилючинск (примерно 21,5 тыс.), являющиеся наиболее значительными источниками антропогенного загрязнения.

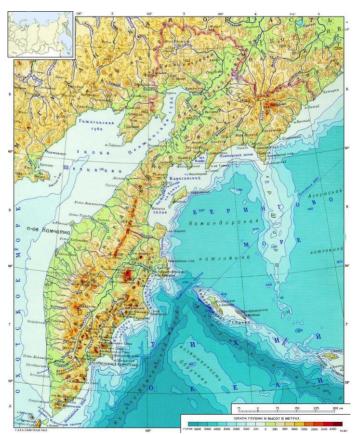


Рис. 9.1. Распределение глубин вокруг полуострова Камчатка.

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 2023 г. в Авачинскую губу было сброшено 41,8 млн.м³ сточных вод, что на 80,19 тыс.м³ выше прошлого года, из которых загрязненных без очистки 4,5 млн.м³, недостаточно очищенных 0,9 млн.м³, нормативно очищенных 7,5 млн.м³, нормативно чистых 28,7 млн.м³. В общем объеме поступивших в 2023 г. в Авачинскую губу сточных вод отмечено уменьшение в сравнении с прошлым годом количества нефтепродуктов в 3,9 раза, фосфатов по фосфору в 1,9 раза, НСПАВ в 1,3 раза. Отмечено незначительное снижение содержания взвешенных веществ и сульфатов, а также увеличение аммония и хлоридов.

По сравнению с прошлым годом расход воды рек Авача и Паратунка увеличился на 12,4% и 3,5% соответственно. Отмечено повышение количества загрязняющих веществ: фенолов 0,051 тыс.тонн (на 53,7%); нефтепродуктов 0,272 тыс.тонн (в 6 раз); взвешенных веществ 252,86 тыс.тонн (в 3 раза); неорганических соединений азота и фосфора 1,531 тыс.тонн (на 17%). Исключение из общей ситуации повышения составил только азот нитритный, количество которого составило 0,021 тыс.тонн, что на 39,5% меньше прошлого года (табл. 9.2).

Таблица 9.1. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от предприятий в Авачинскую губу в 2023 г.

Предприятие	Отведено всего (тыс.м³)	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. Петро	павловск	-Камчато	ский					
АО "Петропавловск-	13,40	13,40				0,007	0,007	0,333	97,683	0,003	0,134	0,224
Камчатский морской торговый порт"												
АО "ПСРЗ"	127,24	0,00	0,00	124,00	3,24	0,058	0,025	0	0,43	0,005	0,97	8,718
ООО "Жестяно-	129,68	0,00		0,00	129,68	0,49	0,45	0,00346	30,58	0	2,35	1,66
баночная фабрика и Ко"												
OOO	81,26	0,00			81,26	0,122	0,164	0,009	5,343	0,031	2,265	0,854
"Петропавловск- Камчатский рыбоконсервный завод"												
ООО "Экология"	2,00				2,00	0,021	0,0001	0	0,050	0	4,589	31,08
ООО "Рем-Нова ДВ"	81,56			66,00	15,56	0,224	0,0680	0,003	1,6700	0,016	1,012	5,892
АО "Судоремсервис"	137,51	0			137,51	2,371	1,784	0,018	18,182	0,199	3,77	5,04
Рыболовецкий	855,12	0,00	855,12			2,311	0,233	0,103	54,534	0,096	10,484	21,821
колхоз им. В.И.Ленина												
ООО "Аквафиш"	5,48	0,00	0,84		4,64	0,178	0,043	0	5,643	0,059	0,119	1,649
Краевое ГУП "Камчатский	10018,09	3144,72			6873,37	790,552	299,99	2,44	9587,145	30,394	397,057	552,959

водоканал"

ООО "Терминал

в 2022 г.

2,76

2,76

41688,61 4948,62 695,59 28895,23

"Сероглазка"												
ООО "УКР"	254,40	254,40				0,28	0,006	0,002	1,272	0		
ПАО	28303,59	71,52	42,07	28190,00		0,892	0,013	0,009	3,2	0,022	26,753	192,779
"Камчатскэнерго"												
-				1	г. Вилюч	инск						
"Вилючинский	1227,76	977,41			250,35	118,992	44,403	0,873	461,52	11,187	68,421	55,034
водоканал"												
АО "СВРЦ"	528,39	1,61		352,00	1,60	0,722	0,388	0,001	1,946	0,005	2,444	2,802
Отделение	0,56		0,56			0,008	0,004	0	0,183	0,003	0,031	0,015
Вилючинск												
"ДальРАО"												
ИТОГО в 2023 г.	41768,80	4463,06	901,35	28732,00	7499,21	917,24	347,58	3,79	10269,38	42,02	520,40	880,53

0,013

0

7136,58 305,41 1071,26 13085,10

0

0

14,63

0

0

839,70

0

551,57 78,26

Таблица 9.2. Поступление загрязняющих веществ в Авачинскую губу с речным стоком в 2023 г.

Реки	p. A	вача	р. Пара	Сумма		
P асход воды (m^3/c)	163,0		38	3,0	201,0	
Наименование вещества	$M\Gamma/ДM^3$	тыс. т	$M\Gamma/дM^3$	тыс. т	тыс. т	
Фенолы	0,008	0,041	0,008	0,010	0,051	
Нефтепродукты	0,028	0,144	0,107	0,128	0,272	
Взвешенные вещества	46,30	238,00	12,40	14,86	252,86	
Азот нитритный	0,004	0,021	0	0,000	0,021	
Азот нитратный	0,199	1,023	0,169	0,203	1,225	
Азот аммонийный	0,032	0,164	0,004	0,005	0,169	
Фосфор минеральный	0,023	0,118	0,015	0,018	0,136	

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2023 г. специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Камчатское УГМС» было проведено 6 гидрохимических съемок с мая по октябрь на 11 станциях контроля Авачинской губе наблюдения осуществлялись использованием арендованного судна с горизонтов 0 м, 10 м и из придонного слоя на глубинах от 11 до 26 м, а в прибрежных водах Авачинского залива в районе Халактырского пляжа с берега из поверхностного слоя. Всего было обработано 150 проб морской воды. Были определены следующие стандартные гидрохимические параметры и загрязняющие вещества: температура, рН, объемная концентрация растворенного кислорода (млO₂/дм³), щелочность, азот нитритный, азота нитратный, азот аммонийный, кремний, фосфор общий, фосфаты по фосфору (фосфор минеральный), АСПАВ, фенолы, нефтепродукты, взвешенные вещества. Расчетным путем были получены массовая концентрация растворенного кислорода (мгO₂/дм³), насыщение вод хлорность. кислородом (%),соленость И Ha морских визуальные гидрометеорологических станциях проводились наблюдения за загрязнением водной поверхности прилегающих районов моря нефтяной пленкой. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и фенолов используется единица мкг/дм³; абсолютного содержания кислорода мгO₂/дм³; нефтяных углеводородов мг/дм³. Предел обнаружения (DL, мкг/дм³) аммонийного азота составил 20; нитритов 0,5; нитратов 5,0; фенолов 0,5; СПАВ 100, а нефтяных углеводородов 0.02 мг/дм^3 .



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 1,590‰ в июне в Моховой бухте (ст.№17) до 33,006‰ в августе возле судоремонтного завода (ст.№49), составив в среднем для всей толщи 27,701%. В придонном слое соленость не опускалась ниже 22,618%. Средняя соленость за пять лет составила 28,19%. Значения хлорности изменялись в диапазоне 0,88-18,27‰, составив в среднем для всей толщи 15,33%. Средняя для поверхностного слоя 12,76%; промежуточного 16,94‰ и придонного 17,59‰. Температура морской воды изменялась от 1,97°C в придонном слое на входе в бухту Крашенинникова (ст.№3) 30 мая до 16,39°C в поверхностном слое приустьевой зоны р. Авача (ст.№4) 24 августа. В течение периода наблюдений показатели температуры в толще вод изменялись в диапазоне 2,67-8,27°С; на поверхности в пределах 2,60-16,39°С; в придонном слое 1,97-7,84°C. Значения рН были в диапазоне 7,57-9,02. Мутность воды варьировала от 1,5 мг/дм³ в Моховой бухте до 26,2 мг/дм³ возле судоремонтного завода (ст.№49); среднегодовой показатель 22,02 мг/дм 3 (2,2 ПДК).

Биогенные элементы. Концентрация минерального фосфора изменялась в широком диапазоне от 0,00 до 168,30, общего фосфора 0,00-173,75; средние значения 37,19 и 56,22 мкг/дм³ соответственно, что немного выше прошлогодних значений. Максимальная концентрация общего фосфора была отмечена в августе в придонном слое в центре Авачинской губы. Наибольшее содержание фосфора минерального и

фосфора общего фиксировалось в районе морского порта, а также на выходе и в центральном районе губы. С глубиной их величины возрастают, что объясняется поступлением с поверхности и накоплением в придонном слое содержащих фосфор взвесей и дальнейшей их минерализацией.

По сравнению с предыдущим годом средняя концентрация нитритного азота в водах Авачинской губы незначительно увеличилась с 4,6 до 5,8 мкг/дм³. 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 ниже прошлогоднего и составляло 122,74 мкг/дм³. Наибольшее значение было отмечено в придонном слое в центре Авачинской губы (402,15). Среднее содержание аммонийного азота незначительно снизилось с 42,9 до 38,9 мкг/дм³. Его концентрация во всех отобранных пробах была ниже ПДК. Как и ранее, в течение всего периода наблюдений количество аммонийного азота в придонном Авачинской губы превышало величины, отмеченные поверхности. Весной наблюдался рост средней концентрации аммонийного азота и достиг максимума 81,46 мкг/дм³ в июле. В это время отмечалась и самая высокая разовая концентрация этого вещества (311,10) на придонном горизонте центральной части губы.

В 2023 г. концентрация силикатов в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) широком диапазоне 11-7363 мкг/дм3. Поскольку варьировала в 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 2023 г. такие высокие значения (более $3000 \text{ мкг/дм}^3 - 13$ отмечались в поверхностном слое на входе Крашенинникова, в Моховой бухте, Морском порту и в эстуариях рек Максимальная Авача Паратунка. разовая концентрация фиксировалась в мае на поверхностном горизонте в Моховой бухте (ст.№17), а минимальная в октябре в Морском порту (ст.№47). Сезонные изменения количества кремния зависят от интенсивности речного стока. В период с мая по июль 2023 г. в среднем по толще вод наблюдался рост содержания кремния, а в августе в период межени его количество снизилось. Повышенное содержание кремния отмечалось в сентябре и по времени совпало с дождевым поводком на реках Авача и Паратунка. Содержание кремния в целом по толще вод было меньше прошлогоднего на 33% и составило 2093 мкг/дм³.

В 2023 г. количество растворенных нефтяных углеводородов фиксировалось в пределах установленных норм. Только в одной пробе воды, отобранной в августе на поверхностном горизонте прибрежной

части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа (ст.№5) концентрация НУ превысило допустимое значение в 1,4 раза. За последние пять лет среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов снизилась с 2,2 до 0,1 ПДК (рис. 9.3).



Рис. 9.3. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм 3) в водах Авачинской губы в 1985–2023 гг.

наблюдения 2023 г. визуальные за нефтяной пленкой поверхности прилегающих морских акваторий проводились на 5 гидрометеорологических станциях ФГБУ «Камчатское УГМС»: МГ-I Петропавловск-Камчатский, ОГМС Остров Беринга, МГ- II Озерная, МГ-ІІ Петропавловский Маяк, МГ-ІІ Оссора. На побережье Берингова моря в бухте Оссора нефтяная пленка отсутствовала. На ОГМС Остров Беринга (о. Беринга, Тихий океан) у пирса, в районе стоянки и швартовки рыбопромысловых и транспортных судов, практически во все месяцы года (кроме января, марта и октября) с повторяемостью от 1 небольшие нефтяные ЛΟ лней отмечались пятна интенсивности. На МГ-ІІ Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности с покрытием 10% видимой акватории отмечалась с марта по декабрь, с частотой 32-90%, с января по февраль – отсутствовала. С апреля по июль визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и моросящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости. Наиболее загрязнена нефтепродуктами, как и в предшествующие годы, Авачинская губа. Ежедневно, при отсутствии льда, на МГ-І Петропавловск-Камчатский отмечалось покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности. На западном побережье Камчатки (район поселка Озерновский, Охотское море) с марта по октябрь пленка слабой интенсивности (1 балл), покрывавшая 10% видимой поверхности моря, регистрировалась с повторяемостью в количестве 4-24 дней. В оставшиеся месяцы загрязнение нефтепродуктами отсутствовало.

Детергенты поступают в Авачинскую губу с хозяйственнобытовыми и промышленными стоками в составе моющих и чистящих средств, а также с речной водой. На протяжении длительного ряда лет детергентов (АСПАВ) В морских солержание волах небольшим. Однако в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом их количество возросло до 0,2 ПДК, частота обнаружения повышенных величин - 12,3%. Наибольшие среднемесячные величины детергентов (АСПАВ) – 0,5 и 0,3 ПДК отмечались в сентябре и соответственно. Максимальная разовая концентрация детергентов (1,7 ПДК) зафиксирована в сентябре на среднем горизонте у входа в бухту Крашенинникова (ст.№3) и в октябре на поверхностном горизонте в приустьевой зоне реки Авача (ст.№4).

Загрязнение фенолами в среднем по толще вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива увеличилось с 0,3 до 0,6 ПДК. Повторяемость повышенной концентрации возросла с 2,8% до 24%. Чаще всего превышение ПДК фенолов наблюдалось в акватории морского порта (ст.№47), на входе в бухту Крашенинникова (ст.№3), в прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа (ст.№1). Максимальная разовая концентрация фенолов (4,7 ПДК) зафиксирована в сентябре у входа в бухту Крашенинникова на поверхности (рис. 9.4).

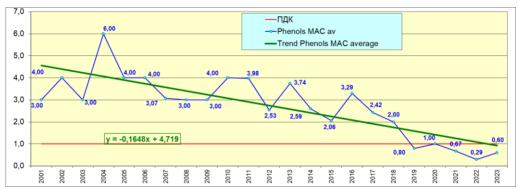


Рис. 9.4. Многолетняя динамика среднегодовой концентрации фенолов в единицах ПДК в Авачинской губе в 2007-2023 гг.

Кислородный режим Авачинской губы и прибрежной Авачинского залива в районе Халактырского пляжа в 2023 г. в целом был удовлетворительным. Содержание растворенного в воде кислорода в период наблюдений изменялось в пределах 5,94-14,02 (50,6-163,6% насыщения), составив в среднем $10,37 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (102,6% насыщения) (табл. 9.3). Концентрация растворенного кислорода ниже норматива – $(5,94 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3, 57\% \text{ насыщения})$ была определена только в одной пробе воды, отобранной в августе в центре Авачинской губы (ст.№2). По многолетним наблюдениям теплый период года пониженные В растворенного кислорода обычно регистрируются величины

повсеместно на придонном горизонте в Авачинской губе, однако в 2023 г. дефицит кислорода был отмечен только в единичном случае (рис. 9.5).

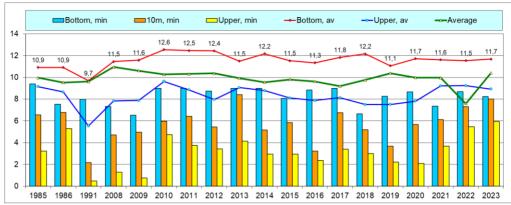


Рис. 9.5. Многолетняя динамика минимальных и средних значений растворенного кислорода ($MrO_2/дM^3$) в Авачинской губе в 1985-2022 гг. Примечания: Bottom, min — минимальное значение на придонном горизонте; 10 m, min — на глубине 10 м; Upper, min — в поверхностном слое; Bottom, av — среднее значение в придонном слое; Upper, av — в поверхностном слое.

Таблица 9.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	1 г.	2022	Г.	2023 г.	
		C*	пдк	C*	пдк	C*	пдк
Авачинская	НУ	0,026	0,52	0,013	0,26	0,006	0,12
губа		0,41	8,20	0,34	6,80	0,070	1,40
	Фенолы	0,67	0,67	0,29	0,29	0,60	0,60
		2,0	2,00	1,4	1,40	4,66	4,66
	СПАВ	6,23	0,06	0,97	0,01	104,4	1,04
		130	1,30	140	1,40	172	1,72
	Азот аммоний	59,47	0,03	42,89	0,02	38,9	0,01
	ный N-NH4	278,60	0,12	313,40	0,14	311,1	0,11
	Азот нитритный	6,92	0,29	5,82	0,24	4,6	0,19
	N-NO ₂	22,38	0,93	28,75	1,20	27,52	1,15
	Фосфор	38,33	0,77	28,85	0,58	37,19	0,74
	фосфатов Р-РО4	152,79	3,04	110,70	2,21	168,3	3,37
	Растворенный	10,39		10,42		10,37	
	кислород	3,69	0,62	5,47	0,91	5,94	0,99
	% насыщения	101,5		102,7		102,6	
		33,6		50,5		56,6	

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.

Таблица 9.4. Оценка качества вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2021-2023 гг.

Район	2021 г.		2022 г.				Среднее содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)	
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс		
Авачинская	0,52	II	0,43	II	0,74		СПАВ 1,04; РО ₄ 0,74;	
губа							Фенолы 0,6; О2 0,58	

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

Выводы

Основным загрязнителем вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива являются фенолы. Среднегодовая концентрация фенолов в 2023 году не достигала порогового значения, но в сравнении с предыдущим годом возросла с 0,3 ПДК до 0,6 ПДК. Увеличилось и количество загрязненных фенолами проб с 2,8% до 24%. В сентябре количество фенолов в морской среде было наибольшим и в среднем по толще вод достигало 1,8 ПДК, с максимумом 4,7 ПДК. В 2023 г. нефтяных углеводородов фиксировалось в пределах количество установленных норм, и только в одной пробе воды превысило допустимое значение в 1,4 раза. Среднее по толще вод содержание детергентов (АСПАВ) в морских водах на протяжении длительного ряда лет остается небольшим, но в 2023 г. их количество возросло до 0,2 ПДК. Частота обнаружения повышенных величин составила 12,3%. Максимально разовая концентрация детергентов (АСПАВ) составила 1,7 ПДК. Повышенная концентрация нитритов отмечалась в июле на придонном горизонте в приустьевых зонах рек Авача (1,02 ПДК) и Паратунка (1,1 ПДК), в центральной части Авачинской губы (1,4 ПДК); в августе – в центральной части Авачинской губы (1,3 ПДК). Остальные биогенные элементы (соединения азота нитратного, аммонийного и фосфора) находились в пределах установленных норм. Степень насыщения морских вод кислородом в среднем по толще была достаточной – 103%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива ($<6.0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) была зафиксирована в одной пробе в августе в придонном слое центрального района Авачинской губы. Согласно расчету индекса загрязненности качество вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа по-прежнему остается во II классе, «чистые» (ИЗВ=0.51).

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).

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 $-1,5^{\rm O}$ С- $1,7^{\rm O}$ С. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой $-1,7^{\rm O}$ С. 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 $3,5^{\rm O}$ С, а летом - $7-14^{\rm O}$ С; с глубиной температура понижается до $1,5-2,5^{\rm O}$ С 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 северозападной 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 км³/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 льла. Осенью велика повторяемость сопровождающихся ветром, скорость которого достигает Наблюдаются цунами, высота которых может доходить 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 животный отличаются большим И мир 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

Многолетние регулярные гидрохимические наблюдения производятся в трех прибрежных акваториях острова Сахалин. Наблюдения производятся работниками $\Phi\Gamma$ БУ «Сахалинское УГМС» в течение полугода с мая по октябрь. Пробы морской воды и донных

осадков отбираются на побережье в окрестностях села Стародубское Долинского городского округа Сахалинской области; в акватории порта Пригородное Корсаковского городского округа и в акватории порта Корсаков (рис. 10.1).

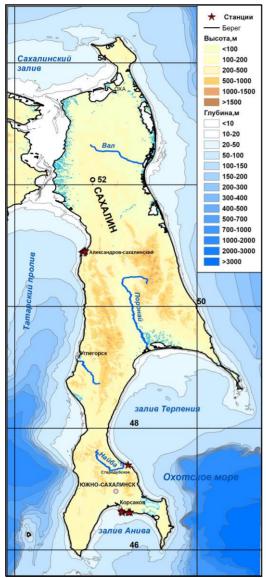


Рис. 10.1. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2023 г.

10.2.1. Район села Стародубское

В районе села Стародубское в 2023 г. концентрация большинства загрязняющих веществ находилась в пределах среднемноголетних

значений. По сравнению с 2020-2022 гг. снизилась средняя максимальная концентрация меди (средняя 3,5 мкг/дм³; максимальная 5.1 мкг/дм^3 (1.02 ПДК), (табл. 10.1). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК5 превышало ПДК: среднее значение 4.0 мг/дм^3 (1.9 ПДК), максимальное 6.6 мг/дм^3 (3.1 ПДК). Средняя углеводородов нефтяных концентрация составила $0.036 \,\mathrm{MF}/\mathrm{лм}^3$ (0.7 ПДК), максимальная снизилась до 0.074 мг/дм^3 (1.5 ПДК), что ниже в два раза по сравнению с прошлогодним значением (рис. 10.2). (среднегодовая $0.10 \, \text{мкг/дм}^3$, СПАВ Концентрация максимальная 0.11 мкг/дм^3), цинка $(7.6/10.0 \text{ мкг/дм}^3)$, свинца $(0.2/0.58 \text{ мкг/дм}^3)$ и кадмия $(0,1/0,46 \text{ мкг/дм}^3)$ не превышали нормативных показателей. Фенолы обнаружены в максимальной концентрации 2,2 мкг/дм³, а в предыдущие два года их содержание во всех пробах было ниже предела обнаружения при фотометрическом методе измерений (<2,0 мкг/дм³), Кислородный режим в период наблюдений был незначительно ниже нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило $5,44 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, а минимальное опускалось до $4,61 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В 2023 г. класс качества вод акватории у села Стародубское снизился на один пункт и соответствовал «грязным» водам (ИЗВ=1,95).

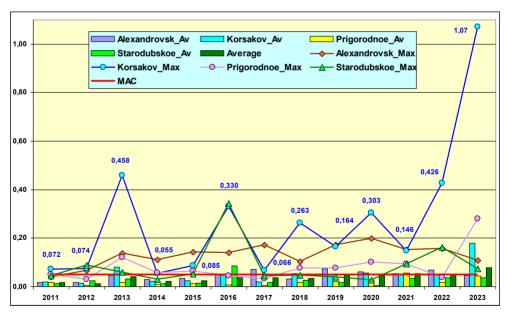


Рис. 10.2. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Сахалина в 2011-2023 гг. МАС – предельно допустимая концентрация (ПДК), Av – средняя концентрация, Мах – максимальная концентрация.

В донных отложениях в районе села Стародубское концентрация нефтяных углеводородов была на уровне $2022\ r$. (среднее значение $31,2\ \text{мкг/r}$, $0,62\ \text{ДK}$; максимальное $83\ \text{мкг/r}$, $1,66\ \text{ДK}$). Возможно, это свидетельствует о дальнейшей стабилизации экологического состояния и незначительном снижении уровня техногенного воздействия на акваторию. Содержание фенолов, цинка и свинца было ниже предела обнаружения, а кадмия и меди являлось незначительным. Максимальные значения концентрации меди не превышали $0,2\ \text{ДK}$, кадмия $-0,1\ \text{ДK}$, как и в предыдущие четыре года (табл. 10.2).

10.2.2. Залив Анива. Район порта Пригородное

В заливе Анива в акватории порта Пригородное остался прежним уровень загрязнения морских вод легкоокисляемыми органическими $2,5 \text{ мг/дм}^3$, ПО БПК5 (среднее значение 1.2 ПДК. максимальное 6,8 мг/дм³, 3,2 ПДК). Отмечено незначительное снижение (средняя 3.4 мкг/лм^3 . концентрации меди 0.7 ПЛК: 7.0 мкг/ дм^3 . 1,4 ПДК). Повысилась максимальная концентрация нефтяных углеводородов, особенно максимальная (средняя 0,04 мг/дм³, максимальная 0.279 мг/лм^3 . 5,6 ПДК). Средние максимальные значения концентрации других ингредиентов - кадмия, свинца и СПАВ, не превышали 0,1 ПДК, как и в период наблюдений 2022 г. Свинец обнаружен в максимальной концентрации 0,62 мкг/дм³ (0,06 ПДК). Кислородный режим был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода составило 6,38 мгO₂/дм³, однако было отмечено минимальное значение существенно ниже норматива $(3,99 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3).$

В 2023 г. класс качества вод акватории порта Пригородное соответствовал «умеренно загрязненным» водам (ИЗВ 1,06). За период 2016-2021 гг. класс качества вод снизился на два пункта от «чистых» до «загрязненных», но в 2022 г. улучшился на один пункт. В 2023 г. ИЗВ несколько увеличился, но класс качества вод не изменился. Следует отметить, что значение ИЗВ больше не находится близко к границе классов вод «умеренно загрязненных» и «чистых».

В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов превысило уровень прошлого года — среднее значение 23,9 мкг/г, 0,5 ДК; максимальное 53,1 мкг/г, 1,1 ДК. Средние и максимальные значения содержания меди не превышали норматив для донных отложений и были на уровне двух последних лет, максимальное значение составило 0,1 ДК. Цинк и свинец не отмечены, а максимальная концентрация кадмия составила 0,07 ДК.

В водах залива Анива в районе города и порта Корсаков в 2023 г. было отмечено значительное увеличение максимальной концентрации $HY - 1.07 \text{ мг/дм}^3$ (21.4 ПДК), при этом среднее значение повысилось в три с половиной раза (0.18 мг/лм^3 , $3.6 \Pi \text{ДК}$). Повысилось содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅: среднее значение 4.0 мг/дм^3 (1.9 ПДК), максимальное 6.7 мг/дм³ (3.2 ПДК). Содержание фенолов незначительно повысилось: средняя концентрация составила $0.6 \,\mathrm{MKF/дm^3}$ ($0.6 \,\mathrm{\Pi}\mathrm{JK}$), при этом снизилась максимальная $4.3 \,\mathrm{MKF/дm^3}$ (4,3 ПДК). Содержание меди несколько лет остается на высоком уровне, но в 2023 г. снизилось – среднее значение 3.6 мкг/дм^3 ($0.7 \Pi \Pi K$), максимальное повысилось до 12,6 мкг/дм³ (2,5 ПДК), (рис. 10.3). Средняя и максимальная концентрация кадмия, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота не превышала 0,2 ПДК. Среднегодовое содержание кислорода составило 6,34 мгО₂/дм³, минимальное значение опускалось ниже уровня норматива и составило 4,33 мгO₂/дм³. В 2023 г. класс качества вод залива Анива в районе города и порта Корсаков снизился и соответствовал «грязным» водам (ИЗВ=1,79).

В донных отложениях отмечено кратное повышение содержания углеводородов (среднее значение 976 MK Γ/Γ . максимальное 2513 мкг/г, 50 ДК). Следует отметить, что концентрация НУ в донных отложениях и ранее превышала ДК и значительно выше, чем в других точках мониторинга на юго-восточном побережье о. Сахалин. Содержание кадмия осталось на прошлогоднем уровне (среднее значение 0.06 мкг/г, 0.1 ДK; максимальное 0.07 мкг/г, 0.1 ДK). Концентрация меди также осталась на прошлогоднем уровне (среднее максимальное 9.5 MK Γ/Γ . 0,2 ДК; $10,2 \text{ MK}\Gamma/\Gamma$, значение 0,3 ДК). Концентрация цинка соответствовала прошлогоднему уровню (среднее значение 103 мкг/г, 0,7 ДК; максимальное 115 мкг/г, 0,8 ДК), а свинца не превышала 0,1 ДК. По результатам гидрохимического мониторинга вод Охотского моря в 2023 г. можно отметить ухудшение качества вод по ИЗВ в с. Стародубское и акватории порта Корсаков. Отмечено значительное загрязнение акватории и донных отложений порта Корсаков нефтяными углеводородами.

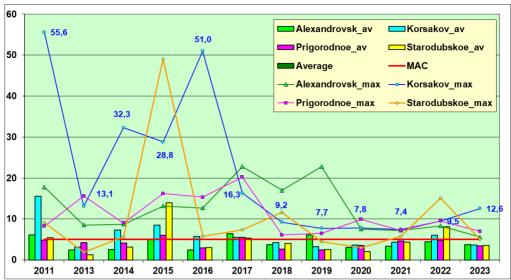


Рис. 10.3. Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³) в прибрежных водах Сахалина в 2011–2023 гг.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах шельфа о. Сахалин в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	202	1 г.	202	2 г.	202.	3 г.
		C*	ПДК	C*	пдк	C*	пдк
село	НУ	0,033	0,66	0,036	0,72	0,036	0,73
Стародубское		0,092	1,84	0,161	3,22	0,074	1,48
(6 проб)	Фенолы	0		0		0,37	0,37
		0		0		2,2	2,20
	СПАВ	9,7	0,10	19,7	0,20	0,0	0,00
		45	0,45	62,0	0,62	0,1	0,00
	Кадмий	0,10	0,01	0,2	0,02	0,1	0,01
		0,6	0,06	0,56	0,06	0,46	0,05
	Медь	4,4	0,88	8,1	1,61	3,5	0,71
		5,8	1,16	15,1	3,02	5,1	1,02
	Цинк	7,0	0,14	7,7	0,15	7,6	0,15
		8,4	0,17	11,2	0,22	10	0,20
	Свинец	0,95	0,10	0,8	0,08	0,2	0,02
		2,8	0,28	4,5	0,45	0,58	0,06
	Аммонийный	18,1	<0,01	43,6	0,02	213,5	0,07
	азот	44,4	0,02	90,0	0,03	650,0	0,22
	Нитритный	3,09	0,13	3,7	0,15	15,1	0,63
	азот	6,82	0,28	5,87	0,24	72,2	3,01
	БПК5	2,38	1,13	4,0	1,90	4,0	1,90
		3,4	1,62	5,2	2,48	6,6	3,14
	Кислород	6,83		6,02		5,44	

		5,35	0,89	4,69	0,78	4,61	0,77
Залив Анива:	НУ	0,052	1,04	0,050	1,00	0,180	3,59
порт		0,146	2,92	0,426	8,52	1,07	21,40
г. Корсакова	Фенолы	0		0,41	0,41	0,58	0,58
(18 проб)		0		5,2	5,20	4,3	4,30
	СПАВ	25	0,25	14,4	0,14		0,00
		75	0,75	89,0	0,89		0,00
	Кадмий	0,13	0,01	0,20	0,02	0,2	0,02
		0,6	0,06	0,54	0,05	0,78	0,08
	Медь	4,4	0,88	6,0	1,20	3,6	0,73
		7,4	1,48	9,5	1,90	12,6	2,52
	Цинк	6,9	0,14	6,9	0,14	8,1	0,16
		15,1	0,30	10,8	0,22	13,1	0,26
	Свинец	0,9	0,09	0,2	0,02	1,2	0,12
		4,0	0,40	2,2	0,22	10,9	1,09
	Аммонийный	21,1	<0,01	58,1	0,02	11,8	0,00
	азот	130,4	0,06	299,0	0,10	70,2	0,02
	Нитритный	3,68	0,15	7,4	0,31	4,9	0,20
	азот	16,41	0,68	59,2	2,47	18,7	0,78
	БПК5	2,37	1,10	3,5	1,67	4,0	1,89
		4,2	2,00	6,2	2,95	6,7	3,19
	Кислород	7,05	Í	6,74	Í	6,34	
	_	4,24	0,71	4,76	0,79	4,33	0,72
Залив Анива:	НУ	0,057	1,14	0,018	0,36	0,043	0,86
порт		0,093	1,86	0,037	0,74	0,279	5,58
Пригородное	Фенолы	0		0		0,00	
(18 проб)		0		0		0	
	СПАВ	28	0,28	20,6	0,21		0,00
		167	1,67	72,0	0,72		0,00
	Кадмий	0,2	0,02	0,1	0,01	0,2	0,02
		0,6	0,06	0,41	0,04	0,71	0,07
	Медь	4,6	0,92	4,7	0,93	3,4	0,68
		7,2	1,44	9,5	1,90	7	1,40
	Цинк	6,3	0,13	7,6	0,15	7,3	0,15
		11,1	0,22	10,2	0,20	12,5	0,25
	Свинец	0,8	0,08	0		0,0	0,00
		1,8	0,18	0		0,62	0,06
	Аммонийный	73,7	0,03	52,2	0,02	20,6	0,01
	азот	419,2	0,19	365,0	0,13	155,3	0,05
	Нитритный	5,83	0,24	6,7	0,28	10,1	0,42
	азот	51,77	2,16	31,45	1,31	78,6	3,28
	БПК5	4,70	2,24	2,3	1,09	2,5	1,20
		38,6	18,38	5,3	2,52	6,8	3,24
	Кислород	6,60		6,63		6,38	

	4,45	0,74	5,34	0,89	3,99	0,67

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК $_5$ приведена в мг/дм 3 ; СПАВ, фенолов, металлов, нитритного и аммонийного азота в мкг/дм 3 .

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 2021-2023 гг.

Район	Ингредиент	20	21 г.	20)22г.	202	23 г.
		C*	ДК	C*	ДК	C*	ДК
село	НУ	49,5	0,99	32,4	0,65	31,2	0,62
Стародубское		103,9	2,08	84,9	1,70	83	1,66
(6 проб)	Фенолы	0		0,10		0,00	
		0		0,23		0	
	Медь	4,83	0,14	5,43	0,16	4,95	0,14
		10,2	0,29	7,9	0,23	5,7	0,16
	Цинк	0		0		0,0	
		0		0		0	
	Кадмий	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05
		0,08	0,10	0,05	0,06	0,046	0,06
	Свинец	0		0		0,0	
		0		0		0	
порт	НУ	182,25	3,65	263,0	5,26	975,5	19,51
г. Корсакова		298	5,96	488	9,76	2513	50,26
(6 проб)	Фенолы	0,02	0,41	0,07		0,05	
		0,1	1,26	0,12		0,1	
	Медь	7,7	0,22	7,55	0,22	8,50	0,24
		9,7	0,28	8,8	0,25	10,2	0,29
	Цинк	87	0,62	98,2	0,70	103,8	0,74
		104	0,74	115	0,82	115	0,82
	Кадмий	0,09	0,11	0,07	0,09	0,06	0,07
		0,14	0,18	0,08	0,10	0,07	0,09
	Свинец	4,2	0,05	4,2	0,05	4,9	0,06
		4,5	0,05	4,3	0,05	5,5	0,06
порт	НУ	10,0	0,20	9,4	0,19	23,9	0,48
Пригородное		43,7	0,87	27,9	0,56	53,1	1,06
(18 проб)	Фенолы	0,01	0,19	0,13		0,03	
		0,22	0,71	0,67		0,1	
	Медь	3,9	0,11	2,62	0,07	2,95	0,08
		6,4	0,18	3,2	0,09	4,4	0,13

Цинк	19	0,14	0	0,0	
	66	0,47	0	0	
Кадмий	0,01	0,01		0,04	0,05
	0,04	0,05	0	0,056	0,07
Свинец	0		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 2021-2023 гг.

Район	202	1 г.	202	22 г.	2023 г.		Содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
село	0,89	III	1,31	IV	1,95	V	РО ₄ 4,07; БПК ₅ 1,9;
Стародубское							HУ 0,73; O ₂ 1,1
порт	0,97	III	1,19	III	1,79	V	НУ 3,59; БПК₅ 1,89;
Корсаков							Cu 0,73; O ₂ 0,95
порт	1,30	IV	0,82	III	1,06	III	РО4 1,22; БПК5 1,2;
Пригородное							НУ 0,86; О2 0,94

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Подкопаева В.В., Тихонова О.В., Артамонова Е.М., Матвейчук И.Г., Долгова А.О., Кочетков В.В., Жохова Н.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 $0^{\rm O}{\rm C}$ на севере до $12^{\rm O}{\rm C}$ на юге, летом - от $17^{\rm O}{\rm C}$ до $26^{\rm O}{\rm C}$ соответственно. Изменчивость температуры по вертикали наиболее значительна в юговосточной части моря, разность в среднем составляет $22^{\rm O}{\rm C}$. Зимой разность уменьшается до $10^{\rm O}{\rm C}$. В северной и в северо-западной частях моря зимой разность температур невелика (не превышает $1^{\rm O}{\rm C}$), а летом возрастает с северо-запада на юго-восток от $12^{\rm O}{\rm C}$ до $22^{\rm O}{\rm C}$. 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 настолько 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. 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 и программа мониторинга

В 2023 г. систематические исследования гидрохимических параметров и уровня загрязнения морских вод прибрежной зоны Японского моря (за исключением Татарского пролива, см. гл. 11.9) проводились лабораторией мониторинга загрязнения морских вод Приморского Центра по мониторингу окружающей среды ФГБУ «Приморское УГМС» (г. Владивосток) с мая по октябрь в шести прибрежных районах залива Петра Великого на 39 постоянных станциях. Отбор проб проводился в бухтах Золотой Рог, Диомид и в проливе Босфор Восточный (май, август, октябрь). В заливах Находка (июнь, август, октябрь), Амурский (июнь, сентябрь) и Уссурийский (июнь, сентябрь, октябрь).

Отбор проб производился на э/с «Атлас» ДВНИГМИ. В бухте Золотой Рог работы выполнены на 5 станциях, Диомид (1), в проливе Босфор Восточный (3), Амурском заливе (9), Уссурийском заливе (9) и в заливе Находка на 12 ст. Пробы донных отложений на загрязнение и анализ гранулометрического состава отбирались два раза в год — весной и осенью. Программа наблюдений в морской воде включала мониторинг за показателями естественного гидролого-гидрохимического режима (температура, соленость, прозрачность по диску Секки, концентрация взвешенных веществ, растворенный кислород, водородный показатель, БПК₅, биогенные вещества) и загрязняющими веществами (нефтяные

фенолы, углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества и тяжелые металлы). В донных отложениях контролировалось содержание нефтяных углеводородов, фенолов, тяжелых металлов и хлорорганических пестипилов групп ДДТ, ГХЦГ. полихлорированных бифенилов. Обработка проб проводилась соответствии со стандартными методическими руководствами. Оценка степени загрязнения морских вод выполнена в соответствии с утвержденными нормативами ПДК-2016. Оценка степени загрязнения донных отложений выполнялась на основе соответствия экологической содержания веществ ПО критериям загрязнённости грунтов по Neue Niderlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 (таблица А.4). В тексте и таблицах для концентрации в воде тяжелых металлов, биогенных элементов, фенолов и СПАВ (АПАВ) используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов и взвешенных частиц – $M\Gamma/\pi M^3$.

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. Бухта 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 постепенно уменьшаются. Берег вершины бухты низкий; к нему выходит долина, по которой протекает чрезвычайно загрязненная речка северо-запада бухта Золотой Объяснения. 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 районе бухты Золотой Рог преобладают южные и юго-восточные ветра, часты дожди и туманы. Осенью и зимой дуют преимущественно северные северо-западные И 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.

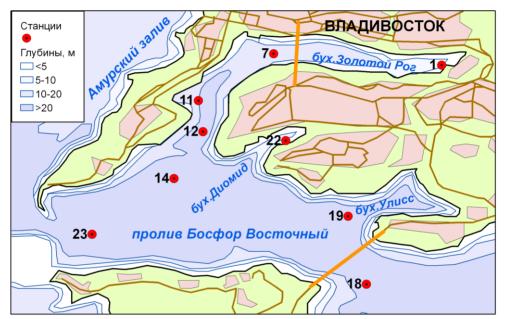


Рис. 11.1. Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог и Диомид.

В 2023 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории бухты Золотой Рог проводились в мае, августе и октябре на 5 постоянных станциях мониторинга (рис. 11.1).

В 36 пробах воды из бухты Золотой Рог значения **температуры** морской воды изменялись в период наблюдений от 10,40°С в придонном слое в мае на ст.№11 до 28,30°С в придонном слое в августе в вершине бухты на ст.№1. Средний показатель за период наблюдений составил 17,98°С. Среднегодовая соленость (‰) составила 29,665. Она изменялась от 27,910 в поверхностном слое в мае и августе на ст.№1 до 30,270 в придонном слое в мае и августе на ст.№12. Значения водородного показателя рН изменялись от 7,32 в поверхностном слое в августе на ст.№1 до 8,15 в придонном слое в мае на ст.№12; среднегодовая величина составила 7,86 ед.рН.

Средняя концентрация взвешенных частиц в водах бухты Золотой Рог не изменилась по сравнению с 2022 г. и составила 7,14 мг/дм³ (0,71 ПДК), (табл. 11.1). Максимум – (15,40, 1,54 ПДК) был зафиксирован в октябре на поверхностном горизонте на ст.№7. Значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) в толще воды бухты изменялось в диапазоне 1,00–9,98 мгО₂/дм³; максимум (4,75 ПДК) отмечен в октябре на поверхностном горизонте на ст.№11. Среднегодовое значение (2,39 ПДК) выше уровня предыдущего года (1,20 ПДК) практически в 2 раза. Прозрачность вод бухты по диску Секки составила в среднем 1,8 м при максимуме 4 м. Концентрация аммонийного азота (мкг/дм³) в толще вод бухты

Концентрация аммонийного **азота** (мкг/дм³) в толще вод бухты Золотой Рог в целом была невысокой, максимальная величина составила 939,5 (0,42) в августе в кутовой части бухты вблизи устья реки Объяснения в поверхностном слое. Только в пяти пробах из вершины бухты концентрация превышала 200, поэтому среднее содержание аммонийного азота составило 192,0 (0,09 ПДК), 123,7 (0,04 ПДК) по сравнению с прошлым годом оно повысилось примерно в 2 раза в пределах 0,5 ПДК.

Среднегодовая концентрация нитритного азота в толще вод бухты повысилась с 0,55 до 1,63 ПДК. Максимальная составила 135,6 мкг/дм³ (5,65 ПДК) и была зафиксирована в октябре на ст.№1 в поверхностном слое.

Среднее содержание нитратов повысилось в 2,6 раза: с 15,8 до 41,02 мкг/дм³. Максимум (142,6 мкг/дм³) был отмечен в мае на ст.№1 в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация общего азота повысилась по сравнению с прошлым годом с 617,1 до 741,7 мкг/дм³; пределы изменений 332,0-2367,0. Концентрация органического азота варьировала от 169 до 1736 мкг/дм³, а средняя составила 476,0 мкг/дм³.

В 2023 г. среднегодовая концентрация (мкг/дм³) минерального (фосфатов) и общего фосфора в бухте Золотой Рог составила 47,59 и 57,94 мкг/дм³ соответственно. Максимальное содержание фосфатов (426,8 мкг/дм³) было зафиксировано в мае в вершине бухты у устья реки Объяснения; там же было отмечено наибольшее значение общего фосфора (499,4 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация минерального фосфора повысилась в 2,6 раза, а общего фосфора - в 2,1 раза по сравнению с прошлым годом.

Средняя концентрация кремния повысилась в 3,3 раза: с 324,5 до 1061,96 мкг/дм³, а значения в течение периода наблюдений изменялись в диапазоне 139–3444 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в августе на ст.№11 в поверхностном слое.

Среднее содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах бухты Золотой Рог не изменилось по сравнению с прошлогодним уровнем и составило 1,05 ПДК (табл. 11.1). Концентрация НУ превысила норматив в 37,5% проб, концентрация **НУ** меньше $\Pi Д K - B$ 45,8 % проб. (2,40 ПДК) Максимальное значение зарегистрировано в мае поверхностном горизонте на ст.№1. Среди всех контролируемых залива Петра Великого наибольшее значение концентрации нефтяных углеводородов было зафиксировано в бухтах Золотой Рог и Диомид, проливе Босфор Восточный и в Амурском заливе (рис. 11.2). Наиболее высокое максимальное значение НУ в морской воде, 5,40 ПДК зафиксировано в проливе Босфор Восточный на ст. № 19 в бухте Улисс. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Золотой Рог покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

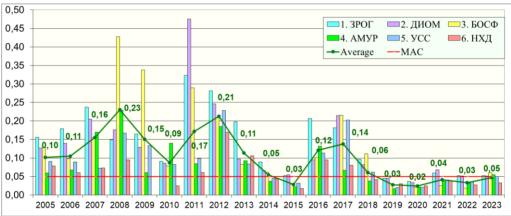


Рис. 11.2. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка.

Среднегодовая концентрация **фенолов** не изменилась по сравнению с 2023 годом и составила 1,75 ПДК. Содержание фенолов превысило предельно- допустимое значение в 95,8% проб. Концентрации **фенолов** изменялись от 1,0 мкг/дм³ до 2,3 мкг/дм³. Максимальное значение (2,3 ПДК) было зарегистрировано в октябре на ст.№1 в поверхностном слое.

Среднегодовое содержание АПАВ в водах бухты повысилось в 2,5 раза до 2,56 ПДК. Диапазон концентрации составил 36,00-782,00 мкг/дм³. Максимальное значение было отмечено в августе на ст.№1 в поверхностном слое. Концентрация АПАВ превысила

предельно допустимое значение в 79,2% проб по сравнению с 51,3 % в прошлом году.

Среднегодовая концентрация всех определяемых тяжелых металлов, кроме железа, в водах бухты Золотой Рог не превышала предельно допустимых значений (табл. 11.2). Среднее содержание железа составило 1,03 ПДК, а максимальное (162,0 мг/дм³, 3,24 ПДК) было зафиксировано в мае на ст.№1 на поверхностном горизонте. На ст.№7 в мае в придонном слое было зафиксировано максимальное значение цинка (1,62 ПДК). Максимальная концентрация ртути (2,30 ПДК) была отмечена на ст.№7 в мае в поверхностном слое. Среднее содержание меди и железа повысилось по сравнению с прошлым годом, цинка, марганца и ртути снизилось.

Таблица 11.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/лм³) в волах бухты Золотой Рог в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
	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
В	1,58	2,18	0,29	0,62	13,94	0,92	36,56	0,034
кні	0,66	0,03	0,01	0,37	3,65	1,55	25,55	0,034
Средняя	1,90	0,08	0,04	1,19	11,41	6,22	22,6	0,015
C	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
	3,04	1,63	0,11	1,65	38,53	2,10	51,51	0,023
	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
В1	4,7	2,3	16	2,3	23	36	47	0,16
РНЗ	3,9	3,2	3,5	1,5	112	12	214	0,1
пал	4,2	9,9	0,8	1,7	37,5	3,3	193	0,09
Максимальная	2,1	0,3	0,1	2	9,6	35,5	142,6	0,06
Гак	5,6	0,4	0,5	5,5	27,2	59,6	221,6	0,04
Z	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

	6,2	3,7	0,2	3,8	81,1	13,7	162,0	0,23
	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
RRI	0,33	0,03	0,08	0,08	0,34	0,04	1,11	0,35
едн	0,32	0,22	0,03	0,06	0,28	0,02	0,73	0,34
d	0,13	0,00	<0,01	0,04	0,07	0,03	0,51	0,34
ПДК средняя	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
	0,61	0,16	0,01	0,17	0,77	0,04	1,03	0,23
	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
ная	1,22	0,21	0,07	0,60	1,22	0,66	1,98	0,90
TIP	0,94	0,23	1,60	0,23	0,46	0,72	0,94	1,60
ИМ8	0,78	0,32	0,35	0,15	2,24	0,24	4,28	1,00
1KC]	0,84	0,99	0,08	0,17	0,75	0,07	3,86	0,90
MS	0,42	0,03	0,01	0,20	0,19	0,71	2,85	0,60
ПДК максимальная	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
	1,24	0,37	0,02	0,38	1,62	0,27	3,24	2,30

Во всех прибрежных районах залива Петра Великого наблюдается нарушение кислородного режима, как правило, в летнее время. Концентрация кислорода во время наблюдений в 2023 г. в бухте Золотой Рог изменялась в пределах 5,32-14,26, в среднем составило 8,73. Абсолютный минимум 5,32 мгО₂/дм³ (70,9% насыщения) был зафиксирован в октябре на ст.№1 в поверхностном слое (рис. 11.3). По сравнению с прошлым годом кислородный режим в бухте в среднем практически не изменился. За год отмечен 2 случая, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива. 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. Здесь 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 реже.

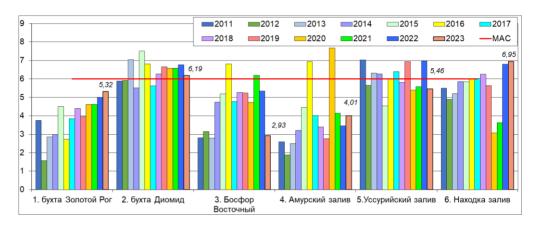


Рис. 11.3. Динамика минимальной концентрации растворенного в воде кислорода ($MrO_2/дm^3$) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2011-2023 гг.

В 2023 г. качество вод бухты Золотой Рог по индексу ИЗВ (1,19) существенно ухудшилось ПО сравнению с прошлым голом соответствовало V классу «грязные» (табл. 11.3, рис. 11.4). Общий индекса отсутствует. Приоритетными тренд значений имишоннеколае вешествами нефтяные углеводороды, являются детергенты, фенолы и растворенное органическое вещество по БПК₅. Содержание основных определяемых металлов было относительно невысоким; среднегодовое значение концентрации превысило ПДК по железу (1,03), а максимальные значения были выше установленного норматива по меди (1,24), железу (3,24) и ртути (2,30). 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.

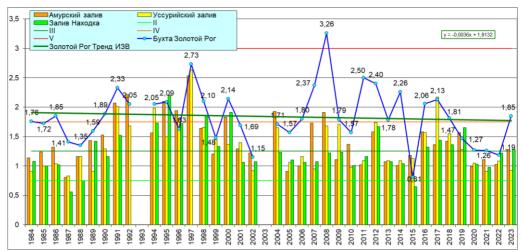


Рис. 11.4. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных частях залива Петра Великого и бухте Золотой Рог в 1984–2023 годах.

В 2023 г. бухте Золотой Рог наблюдения за **ДОННЫМИ** отложениями проводились в мае и октябре на четырех станциях; всего было отобрано 8 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 (мм) от 0,001 до 10,0, а преобладали фракции 1,0-2,0. Среднее содержание частиц размером 0,001-0,005 составило 0,22%; 0,005-0,01 - 9,5%; 0,01-0,05 - 20,64%; 0,05-0,1 -18,02%; 0,1-0,2 - 23,20%; 0,2-0,5 - 20,02%; 0,5-1,0 - 6,71%; 1,0-2,0 -0,73% и размером 2,0-5,0 составило 0,18%. Осенью гранулометрический состав донных отложений бухты Золотой Рог был составлен частицами размером 0,001 до 2,0. Преобладают фракции с размером частиц 0,1-0,2. Среднее содержание частиц размером 0,001-0,005 составило 0,36%; 0.005-0.01 - 13.54%; 0.01-0.05 - 22.86%; 0.05-0.1 - 19.42%; 0.1-0.2 -26,50%; 0,2-0,5 - 13,60%; 0,5-1,0 - 3,06% и размером 1,0-2,0 составило 0,66%.

Содержание **НУ** в пробах изменялось в пределах 2980-16980, составив в среднем 8577,5 мкг/г, что менее, чем в 1,1 раза ниже прошлогодней величины (9037 мкг/г). Динамика средней концентрации НУ по годам: $2005 \, \Gamma$. -1440; $2006 \, -12850$; $2007 \, -15447$; $2008 \, -3322$; $2009 \, -8147$; $2010 \, -8346$; $2011 \, -8928$; $2012 \, -6966$; $2013 \, -6136$; $2014 \, -10524$; $2015 \, -13089$; $2016 \, -10084$, $2017 \, -12856$; $2018 \, -16728$; $2019 \, -14788$; $2020 \, -12790$; $2021 \, -9755 \, \text{мкг/г}$; $2022 \, -9037 \, \text{мкг/г}$. В $2023 \, \Gamma$. средняя величина превышала допустимый уровень концентрации нефтяных углеводородов (ДК) в **171,55** раз (табл. A.4). Максимальное

значение (339,6 ДК) было отмечено в мае в кутовой части бухты у устья реки Объяснение. Превышение допустимого уровня отмечалось в 100% проб.

Содержание фенолов в пробах изменялось в пределах 1,5-8,3, в среднем составило 3,02 мкг/г. По сравнению с прошлым годом повысилось в 1,4 раза: 3,02 до 4,14 мкг/г. Максимум отмечен в октябре на ст. № 11.

В 2023 г. среднегодовое содержание свинца и кадмия снизилось; практически не изменилось содержание кобальта, никеля, хрома и ртути; повысилось среднее содержание меди с 3,25 до 3,76 ДК, цинка с 1,90 до 2,15 (табл. 11.4). Максимальные значения меди (10,5 ДК) на станциях № 7 и 8, свинца (2,8 ДК) на ст. №8, кадмия (5,1 ДК) на ст. №8, цинка (4,2 ДК) на ст. №6 и ртути (6,0 ДК) на ст. №7. В последние два года наибольший уровень содержания этих металлов отмечается в центральной части бухты, тогда как прошлом наибольшие значения отмечались в вершине бухты на ст. №1.

Таблица 11.4. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Золотой Рог в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
	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		1,074
RR	191,74	199,70	2,22	5,05	13,44	474,05	220,09		45,06	
Средняя	168,83	175,90	1,50	4,40	33,36	495,74	202,12	28542	31,97	0,280
, pe	132,38	147,18	2,47	5,17	14,12	344,99	171,82	25724	37,02	1,298
	108,00			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
	131,75	100,31	1,58	4,01	11,58	301,54	165,00	16186	37,23	0,996
	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
ная	161,0	181,0	3,6	6,8	18,0	441,0	522,0	30735	87,0	1,84
TIPE	416,0	351,0	9,3		16,0	832,0	294,0	27690	25,0	2,07
Максимальная	493,2	519,9	4,4	6,9	18,0	977,2	389,3	29162	74,0	2,69
си	368,9	425,7	5,1	5,6	63,6	808,0	349,2	31555	48,4	0,60
ſaĸ	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		3,8	5,1	12,7	565,5			51,3	2,85
	365,9	241,7	4,1	5,6	15,4	587,8	256,0	35540	194,5	1,81
Н	3,80	1,57	2,01	0,24	0,38	2,33			0,39	2,42

1 1		i				i	 1	1	
	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
	3,76	1,18	1,97	0,20	0,33	2,15		0,37	3,32
	7,86	3,22	4,88	0,36	0,43	3,99		0,59	4,40
	6,91	4,33	4,63	0,30	0,57	4,37		0,68	6,13
ъ	8,86	3,21	5,75	0,34	0,60	4,84		0,59	5,00
на	8,00	5,16	7,75	0,34	0,00	4,36		1,30	17,57
UIB	4,60	2,13	4,50	0,70	0,51	3,15		0,87	6,13
IM2									
KCV	11,89	4,13	11,63	0,30	0,46	5,94		0,25	6,90
ма]	14,09	6,12	5,50	0,35	0,51	6,98		0,74	8,97
\mathbf{x}	10,54	5,01	6,38	0,28	1,82	5,77		0,48	2,00
ПДК максимальная	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
	10,5	2,8	5,1	0,3	0,4	4,2		1,9	6,0
•					TTTC				

^{*} выделенные значения выше ДК.

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 2023 г. гидрохимические наблюдения в бухте Диомид проводились в мае, августе и октябре на одной станции, всего отобрано 6 проб воды и 2 пробы грунта (рис.11.1). Значения **температуры** в

^{**} пробы на содержание ртути в донных отложениях отбирались в мае и октябре.

13.70-24.80°C. летне-осенний период варьировали интервале В Соленость (‰) изменялась от 29,93 в мае и августе в придонном слое до 30,18‰ в октябре на поверхностном горизонте; среднее значение составило 30,03 (2016 - 32,053; 2017 - 29,625; 2018 - 31,64; 2019 - 28,98; 2020 - 29,21; 2021 - 30,755; 2022 - 28,067‰). Водородный показатель рН варьировал в пределах 7,85-8,10; в среднем 7,95 ед. рН (2016 – 8,16; 2017 - 8,15; 2018 - 8,13; 2019 - 8,23; 2020 - 8,01; 2021 - 8,09; 2022 -7,94). Содержание взвешенных в воде частиц изменялось в диапазоне $1.8-9.4 \text{ мг/дм}^3$, в среднем – $5.08 (0.94 \Pi \text{ДK})$. Максимум отмечен в августе в поверхностном слое. По сравнению с прошлым годом средняя величина снизилась в 1,4 раза. Средний показатель биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) повысился с 1,70 до $5,08 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; максимальное значение (**4,29** ПДК) зарегистрировано в августе на поверхности. Прозрачность воды бухты не более 4 м.

 $(MK\Gamma/дM^3)$ аммонийного азота Содержание водах изменялось 17,1-172,8; среднегодовая концентрация В пределах повысилась с 40,52 до 66,73 (0,03 ПДК). Концентрация нитритов в морской воде снизилась в 2,6 раза, а нитратов повысилась в 1,8 раза: 2,67 и 13,1 соответственно. Максимальное содержание общего азота составило 583.0 мкг/дм^3 , а среднее повысилось с $384.0 \text{ до } 433.0 \text{ мкг/дм}^3$. Среднегодовая концентрация органического азота повысилась с 329,0 до 350 мкг/дм^3 , максимальная составила 444.0 мкг/дм^3 .

В период проведения работ концентрация фосфатов (мкг/дм³) была в диапазоне 9,3-23,6, средняя концентрация составила 14,73, что в 1,1 раза выше прошлогодней (13,3); максимум был отмечен в августе в придонном слое. Содержание общего фосфора (мкг/дм³) изменялось в диапазоне 14,4-42,6, среднее – 23,93, что в 1,2 раза выше прошлогоднего (19,98) мкг/дм³; максимум отмечен также в августе в придонном слое. Содержание кремния изменялось в пределах 340-330 мкг/дм³, составив в среднем за год 1027,0 201,2, что в 5 раз выше прошлогоднего; максимум зафиксирован в августе в поверхностном слое. Прозрачность воды бухты не более 4 м.

Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в 2023 г. составило 0.052 мг/дм^3 , диапазон изменений 0.01-0.10 (табл. 11.1). Средняя величина не изменилась, максимальная концентрация (1,80 ПДК) зарегистрирована в мае в поверхностном слое. Превышение предельно-допустимой концентрации отмечено в двух пробах. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты нефтяной Диомид покрытие пленкой более 51% не зафиксировано.

Концентрация фенолов изменялась в пределах $0.8-1.8 \text{ мкг/дм}^3$; среднее содержание составило 1.45 ПДК. Максимум (1.8 ПДК) был

зафиксирован дважды: в августе в поверхностном и придонном слоях. Уровень загрязненности морских вод фенолами снизился по сравнению с прошлым годом в 1,2 раза (рис. 11.5). Превышение предельнодопустимой концентрации отмечено в пробах.

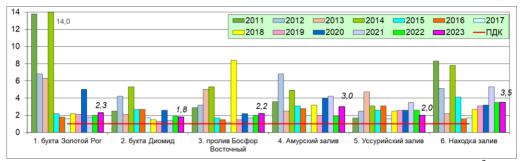


Рис. 11.5. Динамика максимальной концентрации фенолов (мкг/дм³) в водах отдельных районов залива Петра Великого Японского моря в 2011–2023 гг.

Концентрация АПАВ в шести отобранных для анализа пробах воды варьировала в диапазоне 87,0-276,0 мкг/дм³, максимум отмечен в августе в придонном слое. Среднегодовая величина (1,56 ПДК) повысилась по сравнению с прошлым годом в 1,9 раза. Превышение предельно допустимой концентрации отмечено в двух пробах.

Среднегодовая и максимальная концентрация исследуемых тяжелых **металлов** (мкг/дм³), за исключением железа, в водах бухты не превышала предельно допустимых значений. Среднее содержание железа повысилось в 2,5 раза с 0,42 до 1,04 ПДК при диапазоне концентрации 17,80-92,50; максимум зафиксирован в мае в придонном слое. Среднее и максимальные значения составили: для цинка 29,22/67,60; для свинца 1,12/1,90; меди 2,58/6,00; кадмия 0,10/0,20; ртути 0,008/0,01 и марганца 2,12/5,60 мкг/дм³.

Среднегодовая концентрация растворенного в водах бухты Диомид кислорода повысилась в 1,1 раза и составила 8,46 (105,9% насыщения). Минимальное значение (6,19) было отмечено в августе в придонном слое. По индексу загрязненности вод (ИЗВ=1,54, IV класс, «загрязненные») качество вод бухты Диомид ухудшилось по сравнению с прошлым годом. По сравнению с 2022 г. повысилась концентрация АПАВ и железа в морской воде, снизилось содержание фенолов, цинка и ртути. Содержание тяжелых металлов в водах бухты по-прежнему не превышало норматива за исключением повысившейся концентрации железа.

В бухте Диомид в мае и октябре были отобраны две пробы донных отложений, в которых проводилось определение содержания нефтяных углеводородов, фенолов, тяжелых металлов. Содержание НУ в майской пробе составило 3520 мкг/г сухого остатка (70,4 ДК), в октябрьской пробе — 3600 (72ДК). По сравнению с предыдущим годом среднее содержание снизилось и составило 3560 (71,2 ДК). В последние годы этот показатель всегда был выше 100 ДК: в 2014 — 110; 2015 — 132; 2016 — 129; 2017 - 222; 2018 — 333; в 2019 — 196; 2020 - 206; и только в 2021 г. он снизился до 92,3 ДК. В 2022 г. — 73,5; в 2023 — 71,2 ДК.

В заливе Петра Великого два прибрежных района резко выделяются среди других по уровню загрязненности донных отложений нефтяными углеводородами - бухты Золотой Рог и Диомид (рис. 11.6). Здесь среднее содержание НУ превышает этот показатель в других районах на порядок. Достаточно высок уровень загрязненности донных отложений НУ и в проливе Босфор Восточный (в 2023 г. - 32,44 ДК). В остальных районах залива Петра Великого в 2023 г. среднее содержание НУ в донных отложениях изменялось в диапазоне 2,19-3,93 ДК.

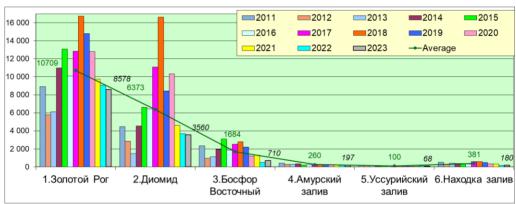


Рис. 11.6. Многолетние изменения средней концентрации нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2011–2023 гг.

Среднее содержание фенолов в донных отложениях составило 4,30 мкг/г при диапазоне концентраций 4,00-4,60 мкг/г; по сравнению с прошлым годом (3,60) оно повысилось в 1,3 раза.

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми **металлами** было традиционно высоким (табл. 11.5), но несколько ниже, чем в 2022 году. Среднегодовое содержание большинства элементов многократно превышало ДК. Содержание меди снизилось в 4,9 раза, кобальта — в 1,4 раза, кадмия — в 2,4, свинца — в 1,9, никеля — в 2, цинка — в 2,9, хрома — в 4, ртути — в 1,5 раза, марганца — в 1,7. Повысилось

только среднее содержание железа - в 1,2 раза. Среднее содержание кобальта, никеля и хрома было ниже принятого норматива ДК.

Таблица 11.5. Средняя и максимальная концентрации тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2012-2023 гг.

		Pb						Fe		Hg
	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			2202,00			359,50	0,545
	1231,00	224,50	4,30			1367,50			66,00	1,265
н	546,20	323,95	4,90	5,65	19,70	1115,35	205,00	31535	27,35	1,225
Средняя	963,80	251,00	4,20	7,50	54,30	1543,75	392,70	42373	218,45	0,395
ред	461,55	260,90	5,05	5,15	20,30	638,50	185,10	40512	183,95	1,750
Ċ	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
	104,65	112,70	1,40	3,30	9,80	270,95	117,50	17507	27,55	1,220
	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
В	1098,0	487,0	4,2	22,0	49,0	2633,0	1427,0	54941	468,0	0,57
ьна	1473,0	249,0	4,8	11,0	135,0	1705,0	424,0	39079	68,0	1,31
ал	733,7	364,3	5,3	6,3	22,3	1703,8	233,7	32447	31,7	1,24
Максимальная	1266,5	258,2	4,3	7,8	68,3	2056,8	445,4	42479	228,5	0,68
акс	604,1	299,7	5,1	6,0	26,1	837,8	202,3	48706	209,6	1,76
\mathbf{Z}	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
	119,0	166,5	2,3	5,2	14,0	337,1	130,0	18880	40,4	1,8
	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
ККЕ	13,93	2,15	7,31	0,16	0,79	5,46			3,13	3,73
средняя	18,24	4,12	4,69		1,20	15,73			3,60	1,82
cb.	35,17	2,64	5,38	0,41	2,21	9,77				4,22
		3,81	6,13			7,97				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
	2,99	1,33	1,75	0,17	0,28	1,94	0,28	4,07
	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
ная	19,37	2,19	8,00	0,26	0,86	7,77	5,21	4,63
ЛЬЕ	31,37	5,73	5,25	1,10	1,40	18,81	4,68	1,90
максимальная	42,09	2,93	6,00	0,55	3,86	12,18	0,68	4,37
KCL	20,96	4,29	6,63	0,32	0,64	12,17	0,32	4,13
Ма	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
	3,4	2,0	2,9	0,3	0,4	2,4	0,4	6,0

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 Муравьёва-Амурского от островов Русского и Елены. Глубины в средней части пролива Босфор Восточный 26-38 м. По мере приближения западному проходу пролива они увеличиваются до 50 м, а к восточному - до 42 м. Грунт в проливе Босфор Восточный преимущественно ил и песок. При свежих юговосточных 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 в обратном направлении вдоль северного. 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 ледокольные работы.

В 2023 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 мае, августе и октябре (рис. 11.1). Всего проанализировано 24 пробы морской воды.

В период наблюдений минимальная температура воды была зафиксирована в июне на ст.№23 у мыса Безымянного в придонном слое и составила 9,60°C, максимальная в августе на ст. №18 на поверхности $(25,00^{\circ}C)$. Значения солености (‰) изменялись от 29,74 в октябре в поверхностном слое на ст. №23 до 30,85 в октябре в поверхностном слое. Среднегодовое значение солености составило 30,18. Значения водородного показателя рН варьировали от 7,80 (в октябре на ст.№19 в поверхностном слое) до 8,32 (в октябре в поверхностном слое); среднее значение составило 8,05 ед.рН. Концентрация взвешенных частиц в воде была в диапазоне от 2,6-11,2 (1,12 ПДК); среднее значение практически не изменилось и составило 6,08 мг/дм³. концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК5 составила 4,73 (2,25 ПДК) 1,74 мг O_2 /дм³, что в 2,8 раза выше прошлогодней (1,74). Значения изменялись в диапазоне 1,0-9,0 ${\rm MrO_2/дm^3}$ (4,29 ПДК). Прозрачность морских вод в проливе Босфор Восточный не превышала 3 м.

Концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах пролива и бухте Улисс в период проведения работ была в пределах естественных межгодовых изменений. Содержание аммонийного азота изменялось в диапазоне 11,0-205,2, а среднее было очень невысоким (0,03 ПДК). Среднегодовая концентрация нитритов повысилась в 3 раза, а максимум в 11 раз (1,07, 7,55 ПДК); максимум был отмечен в августе в поверхностном слое на ст.№18. Диапазон значений нитратного азота был 9,7-213,0; максимальная концентрация была отмечена в августе на ст.№18 на поверхностном горизонте. Среднегодовая концентрация повысилась в 3,7 раза с 9,6 до35,57. Значения общего азота изменялись в диапазоне 339-926/; средняя величина 532,17 в 1,4 раза больше прошлогодней (386,1), а максимум был зарегистрирован в августе в поверхностном слое на ст. №23. Средняя концентрация органического азота составила 425,0, что выше прошлогоднего значения (283,0) в 1,5 раза; содержание органического азота изменялось в пределах 109,0- $688.0 \text{ мкг/дм}^3.$

Содержание минерального фосфора (мкг/дм³) повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,5 раза и составило в среднем 15,75, диапазон изменения 6,9-37,8 в наблюдаемые месяцы. Максимальная концентрация фосфатов была отмечена в августе на ст.№23 в поверхностном слое. Значения общего фосфора изменялись в пределах 10,1-41,1, максимум был зафиксирован в августе на ст.№23 в поверхностном слое. Средняя концентрация общего фосфора повысилась в 1,4 раза с 15,58 до 21,16. Среднегодовая концентрация органического фосфора в толще вод пролива снизилась в 1,1 раза и составила 4,7, диапазон 0,9-10,1 мкг/дм³.

Концентрация кремния изменялась в очень широком диапазоне 59-3827; максимум зарегистрирован в августе на ст.№19 в поверхностном слое. Средняя концентрация выросла в 2,6 раза и составила 1272.33 мкг/лм³.

Концентрация **НУ** в воде пролива летом-осенью изменялась от 0,01 до 0,27 мг/дм³ (5,4 ПДК). Среднее содержание повысилось и составило 0,06 (1,21 ПДК). Максимальная концентрация была отмечена в мае на ст.№23 в поверхностном слое. В 38,9 % проб концентрация НУ не превышала ПДК. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод пролива Босфор Восточный покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

Концентрация фенолов в пробах воды варьировала в диапазоне 1,0-2,2 мкг/дм³; среднегодовое содержание составило 1,65 ПДК. Максимум отмечен дважды в августе на ст. №18 в поверхностном слое. По сравнению с 2022 г. среднее содержание фенолов не изменилось. Превышение ПДК отмечено в 100% проб.

Концентрация АПАВ в морских водах была в пределах 10,0-648,0 мкг/дм³; а средняя концентрация составила 151,0 95,9 (1,51 ПДК), что в 1,6 раза выше уровня прошлого года (рис. 11.7). Концентрация АПАВ превышала ПДК в 83,3% проб.

По многолетним данным системы государственного мониторинга во всех прибрежных районах залива Петра Великого четыре года (2016-2019 гг.) наблюдался резкий рост уровня загрязненности морских вод поверхностно-активными веществами по сравнению со всеми предыдущими годами наблюдений. Далее этот процесс остановился во всех районах и среднегодовой показатель не превышал норматива, за исключением залива Находка (1,12 ПДК). В 2023 г. рост уровня загрязненности морских вод СПАВ возобновился. Особенно ярко это проявилось в бухте Золотой Рог.

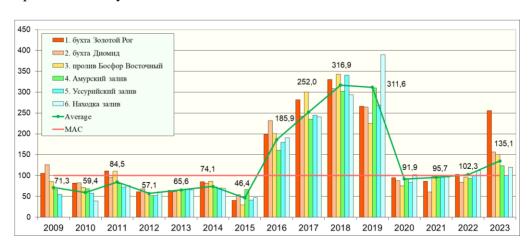


Рис. 11.7 Межгодовая динамика средней концентрации поверхностно-активных веществ (мкг/дм 3) в водах залива Петра Великого Японского моря в 2009–2023 гг.

Средняя за три теплых месяца концентрация всех определяемых тяжелых **металлов** в водах пролива Босфор Восточный не превышала установленный норматив за исключением железа (1,44 ПДК).

Таблица 11.6. Среднее и максимальное значение концентрации тяжелых металлов (мкг/дм 3) в водах пролива Босфор Восточный в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
	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
В	1,43	2,02	0,19	0,99	18,73	2,14	33,14	0,023
Средняя	0,73	0,19	0,04	0,49	6,57	2,59	29,73	0,017
, be,	2,80	0,18	0,07	2,64	18,24	9,83	7,6	0,037
\mathcal{C}	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
	2,98	2,51	0,19	2,29	37,92	3,89	71,95	0,011
	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
ая	3,30	2,90	6,60	1,40	27,00	23,00	81,00	0,28
IBH	5,20	0,80	3,80	2,80	89,00	43,00	155,00	0,10
Максимальная	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
2	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
	8,2	6,0	0,4	5,3	109,9	17,7	481,6	0,04
	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	
В	0,27	0,03	0,01	0,10	0,24	0,11	0,53	0,27
средняя	0,62	0,01	0,02	0,07	0,53	0,08	0,54	0,22
Тәс	0,40	0,06	0,08	0,07	0,19	0,10	0,54	0,41
 C	0,34	0,03	0,10	0,11	0,36	0,09	1,25	0,37
ЦК	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

	امررا	0.00	0.01	0.06	0.06	0.20	0.15	0.07
	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
	0,60	0,25	0,02	0,23	0,76	0,08	1,44	0,11
	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	
В	0,74	0,10	0,04	0,29	0,76	0,62	1,82	4,00
жна	11,00	0,05	0,04	0,65	6,02	0,26	0,90	0,50
али	0,66	0,29	0,66	0,14	0,54	0,46	1,62	2,80
максимальная	1,04	0,08	0,38	0,28	1,78	0,86	3,10	1,00
акс	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
ПДК	2,90	0,07	0,02	1,80	1,58	0,99	0,54	1,60
П	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
	1,64	0,60	0,04	0,53	2,20	0,35	9,63	0,40

В 2023 г. среднее содержание растворенного **кислорода** в водах пролива Босфор Восточный и бухты Улисс незначительно повысилось и составило 8,61 (108% насыщения), диапазон изменений 2,93 − 11,49 мг/дм³. Дефицит кислорода отмечен в октябре на ст.№18 (2,93 мг/дм³) и ст. №19 (3,36 мг/дм³). По ИЗВ (1,04) качество вод пролива резко ухудшилось и соответствовало в 2023 г. V классу «грязные». Расчет выполнен по средней концентрации кислорода, фенолов, детергентов и органических веществ по БПК₅.

В проливе Босфор Восточный и бухте Улисс в мае и октябре было отобрано восемь проб на содержание ЗВ в донных отложениях. Содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 420-1590, составив в среднем 710 мкг/г (14,2 ДК). Максимальная концентрация превысила ДК в 31,8 раза и была зафиксирована в мае на ст.№19. 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, 2020 - 1188, 2021 - 129,7; 2022 -465 мкг/г сухого остатка. Превышение допустимого уровня концентрации наблюдалось в 100% проб.

Среднее содержание фенолов в донных отложениях пролива повысилось с 2,92 до 3,075, при диапазоне концентрации 2,2-4,0 мкг/г. Максимальное значение зарегистрировано в октябре на ст. №19 в бухте Улисс.

Средняя концентрация всех определяемых **тяжелых металлов** в восьми пробах донных отложений пролива Босфор Восточный и бухты Улисс по сравнению с прошлым годом повысилась (медь, кадмий, свинец, кобальт, никель, цинк, марганец, железо, хром) (табл. 11.7). Не изменилось только среднее содержание ртути. Максимальная концентрация меди - 22,74 ДК, свинца - 5,56, кадмия - 4,75, цинка - 6,54 и ртути - 1,77 ДК.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
	30,19	41,83	0,32	4,28	10,37	101,67	134,08	28593	23,67	
	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
Б	37,00	69,05	0,52	4,45	12,07	128,72	146,68	26767	28,43	0,425
L KHÌ	37,17	53,90	0,30	3,27	24,87	126,07	131,37	25213	22,17	0,185
Средняя	30,53	41,88	0,62	3,42	10,43	103,97	,		,	-
	33,78					79,05				
	29,93					93,83				
		136,25								
	64,0		0,8			179,0				-
	54,0					224,0			37,0	
	54,0					231,0				
	79,0					200,0			85,0	
Максимальная	51,0					170,0	-		44,0	-
	51,0					146,0				
	59,1					169,4			-	
си	56,9					160,0			27,2	
Так	46,1			4,9		136,1	-		26,2	
	52,1		-			113,5	-			-
	35,7					124,1				
	795,9					915,4		28560		
	0,86				0,30	0,73			0,24	
средняя	0,95	-			-	0,94			0,28	
	1,14			0,17		0,98			0,29	
	1,62		-	-	-	0,97			0,67	
	0,87	-		0,32		0,83			0,28	-
採	1,01			-	-	0,90			0,13	
1	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
	4,63	1,60	1,41	0,24	0,40	1,94	0,60	1,37
	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
ая	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
TPH	1,46	0,76	1,63	0,55	0,49	1,21	0,44	0,97
Ma	1,46	0,67	9,25	0,24	0,46	1,04	0,15	3,80
ССИ	1,69	1,35	1,00	0,25	0,40	1,21	0,40	3,13
Мағ	1,63	1,03	0,75	0,19	1,41	1,14	0,27	1,20
ДК максимальная	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
	22,74	5,56	4,75	0,35	0,62	6,54	2,71	1,77

Среднегодовая концентрация **меди** превысила ДК в 5,6 раза и составила 161,98 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 22,7 раз и была зафиксирована в октябре на станции №18.

Среднегодовая концентрация **кадмия** превысила ДК в 1,4 раза и составила 1,13 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 4,7 раза и была зафиксирована в октябре на станции №18.

Среднегодовая концентрация **свинца** превысила ДК в 1,6 раза и составила 136,24 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 5,6 раза и была зафиксирована в октябре на станции №18.

Среднегодовая концентрация **цинка** превысила ДК в 1,94 раз и составила 271,04 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 6,5 раз и была зафиксирована в октябре на станции №18.

Среднегодовая концентрация **хрома** не превысила ДК и составила 59,93 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 2,7 раз и была зафиксирована в октябре на станции N18.

Среднегодовая концентрация **ртути** превысила ДК в 1,3 раза и составила 0,40 мкг/г с. о. Максимальная концентрация превысила ДК в 1,77 раза и была зафиксирована в октябре на станции \mathfrak{N} 19.

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 архипелага протяжённой пепью островов Евгении. Вследствие относительно континентального климата наблюлается заливе В 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°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 2023 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива проводились в июне и сентябре на 9 станциях. Всего было отобрано 36 проб воды и 18 проб донных отложений (рис. 11.8). В период наблюдений **температура** воды изменялась от 3,48°C в июне на ст.№37 в придонном слое до 22,37°С в сентябре на ст.№12 на горизонте. Соленость варьировала поверхностном диапазоне: от 19,22 в сентябре на ст.№12 в поверхностном слое до 33,79‰ тоже в сентябре на ст.№37 в придонном слое на выходе из залива, составив в среднем 30,17%. Значения рН изменялись в диапазоне 7,78-8,69; среднее - 8,23 ед. рН. Среднегодовое содержание взвешенных веществ снизилось в 1,8 раза и составило 5,10 мг/дм³ (0,51 ПДК), диапазон 1,1-12,0, максимум был отмечен в сентябре на ст.№39 в поверхностном слое. Содержание органических веществ по биохимическому потреблению кислорода БПК5 изменялось в диапазоне 1,0-4,0, составив в среднем $1,61 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (0,77 ПДК). Максимальное значение (1,9 ПДК) было зафиксировано в июне на ст.№39 в придонном слое. Прозрачность вод в заливе не более 8 метров.

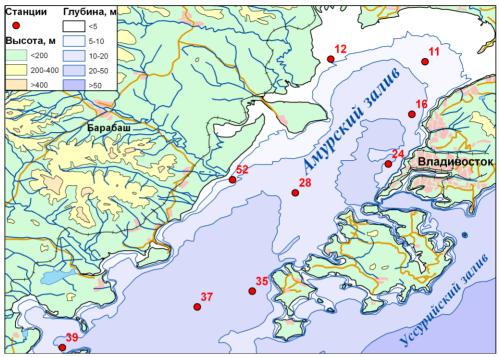


Рис. 11.8. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2022 г.

Концентрация аммонийного **азота** (мкг/дм³) в водах Амурского залива изменялась в пределах 15,2-281,6, составив в среднем 0,02 ПДК; по сравнению с 2022 г. содержание аммония в среднем в абсолютном выражении повысилось в 2 раза: с 24 до 48 (в пределах десятых ПДК). Содержание нитритов в морской воде было в диапазоне 1,7-375,2, средняя величина (41,98; 1,75 ПДК) повысилась практически в 3 раза по сравнению с прошлогодней. Среднее содержание нитратов снизилось в 1,1 раза с 54,0 до 48,79; диапазон значений 9,3-399,5. Среднее содержание общего азота (513,89) повысилось в 1,2 раза по сравнению с прошлым годом (440,9); разброс величин 270,0-1570,0. Среднегодовое значение органического азота повысилось очень незначительно: с 351 до 376; максимальное значение - 510,0 мкг/дм³.

Среднее содержание фосфатов (мкг/дм³) в водах Амурского залива снизилось с 16,2 до 15,96; концентрация изменялась в диапазоне 5,7-88,8. Для общего фосфора среднегодовой показатель по сравнению с прошлым годом снизился в 1,3 раза и составил 18,44; пределы значений 6,7 - 104,0. Максимальное значение обоих параметров отмечено в сентябре на ст.№24 в придонном слое. Значения органического фосфора в толще вод залива изменялись от 1,0 до 15,2, среднее значение составило 2,7 мкг/дм³.

Средняя концентрация кремния в водах Амурского залива

практически не изменилась по сравнению с 2022 г. и составила 667,31 (в 2022 - 669,0) мкг/дм³; максимум (1814) был отмечен в сентябре в вершине залива на ст.№12 в поверхностном слое в распреснённой линзе с соленостью 23,24‰.

периол проведения наблюдений содержание нефтяных углеводородов в водах Амурского залива изменялось от 0,01 до 0,14 мг/дм³ (2,8 ПДК). Максимальное значение было зафиксировано в сентябре на ст.№27 в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация (0,055; 1,1 ПДК) по сравнению с прошлым годом повысилась в 1,8 раза. 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 2023 г. превышение ПДК было отмечено в 27,8% проб (2020 - 2,1%; 2021 -14,6%, в 2022 - 20,8%). 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 загрязненности высокий уровень морских вол нефтяными углеводородами наблюдался, как правило, в бухте Золотой Рог, бухте Диомид и проливе Босфор Восточный – в прибрежных водах вокруг Владивостока (рис. 11.9). В 2023 году самый высокий среднегодовой показатель был отмечен в проливе Босфор Восточный (1,21 ПДК). В других районах редко наблюдалась критически высокая концентрация НУ. Везде в 2011-2012 и 2016-2017 годах был отмечен резкий рост 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. В 2023 году превышение норматива было зафиксировано во всех прибрежных районах, за исключением залива Находка.

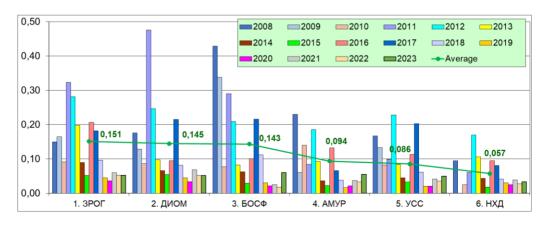


Рис. 11.9. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря: $1.3PO\Gamma$ — бухта Золотой Рог, 2.ДИОМ — бухта Диомид, $3.БОС\Phi$ — пролив Босфор Восточный, 4.AMYP — Амурский залив, 5.YCC — Уссурийский залив, 6.HXД — залив Находка.

Уровень загрязненности морских вод **фенолами** снизился в среднем с 1,63 (1,6 ПДК) до 1,56; диапазон значений 0,6-3,0 мкг/дм³; максимальная концентрация была зафиксирована в июне на ст.№37 в поверхностном слое. В 77,8% случаев содержание фенолов в пробах превышала норматив.

Концентрация АПАВ была в широком диапазоне 11,0-356,0, составив в среднем 123,3 мкг/дм³ (1,23 ПДК). Максимальная (3,56 ПДК) была зафиксирована в сентябре на ст.№37 в поверхностном слое. Уровень загрязненности морских вод детергентами в Амурском заливе по сравнению с прошлым годом практически повысился в 1,3 раза (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 меди превысила ПДК в 1,58 раза в июне на ст. №39 в придонном слое, железа - в 1,9 раза и была зафиксирована в июне на ст.№11 в поверхностном слое. Максимальная концентрация цинка (2,57 ПДК) была зафиксирована в июне на ст.№11 в придонном слое. Максимум свинца (1,88 ПДК) отмечен в июне на ст. №12 в поверхностном слое. По сравнению с прошлым годом повысился средний уровень загрязненности морских вод медью, железом, цинком, свинцом, кадмием (в пределах 1 ПДК); снизился средний показатель по ртути с 0,55 до 0,24 ПДК.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Амурского залива в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Zn	Mn	Fe	Hg
	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
5	1,30	1,55	0,19	1,01	19,57	5,17	43,91	0,032
KHÌ	0,44	0,16	0,14	1,09	9,27	2,27	30,23	0,030
Средняя	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
	3,16	2,41	0,33	2,43	42,64	2,88	29,33	0,024
	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
ая	5,8	9,1	31,0	3,7	80,0	103,0	539,0	0,06
(bH	3,6	1,0	1,5	1,6	33,0	160,0	119,0	0,04
мал	5,5	12,1	0,7	7,7	59,0	27,2	627,4	0,24
Максимальная	3,3	1,7	1,2	14,6	48,0	26,2	200,5	0,11
Гак	2,6	6,2	0,5	3,8	34,9	10,1	138,9	0,14
2	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
	7,9	18,8	1,3	10,8	128,6	15,6	95,2	0,09
	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
Ж	0,27	0,23	0,12	0,08	0,32	0,22	1,50	0,30
КНÌ	0,25	0,02	0,03	0,07	0,22	0,25	0,80	0,19
þе	0,26	0,15	0,02	0,10	0,39	0,10	0,88	0,32
Kc	0,09	0,02	0,01	0,11	0,19	0,05	0,60	0,30
ТДК средняя	0,24	0,03	< 0,01	0,08	0,15	0,06	0,40	0,32
I	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
	0,63	0,24	0,03	0,24	0,85	0,06	0,59	0,24
	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
ая	1,22	0,20	0,10	4,30	1,22	0,50	4,32	0,60
TIP H	0,34	0,08	0,09	0,15	0,62	3,48	37,40	0,80
мал	1,16	0,91	3,10	0,37	1,60	2,06	10,78	0,60
си	0,72	0,10	0,15	0,16	0,66	3,20	2,38	0,40
ІДК максимальная	1,10	1,21	0,07	0,77	1,18	0,54	12,55	2,40
(K 1	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 0,41	0,35	0,65	2 21	1,70 4.50
	0,74 1,58	0,70 1,88	0,03 0,13	1,08	2,30 2,57	0,26 0,31	2,31 1,90	4,50 0,90
	1,50	1,00	0,13	1,00	4,51	0,31	1,90	0,90

Содержание растворенного **кислорода** в водах Амурского залива $(\text{мгO}_2/\text{дм}^3)$ изменялось в диапазоне 4,01-14,18, среднее составило $10,53~\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ (128,20% насыщения). В период проведения наблюдений отмечено два случая, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива. Самое низкое содержание в воде растворенного

кислорода было зафиксировано в сентябре на ст.№24 в придонном слое составило 4,01 (51,8% насыщения). По сравнению с прошлым годом среднегодовой показатель повысился в 1,1 раза с 9,62 до 10,53 мгО₂/дм³.

Воды Амурского залива в 2023 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,28) соответствовали IV классу и оценивались как «загрязненные». Качество вод незначительно ухудшилось за счет повышения уровня загрязненности морских вод НУ, СПАВ. В расчет индекса были включены фенолы, СПАВ и нитриты. Загрязненность вод металлами в среднем возросла, однако. Кислородный режим в заливе в целом улучшился, однако сезонное летне-осеннее снижение аэрированности вод влияет на оценку качества морской среды.

В 2023 г. отбор проб донных отложений в Амурском заливе проводился в июне и сентябре (18 проб).

Среднее содержание НУ составило 196,7 мкг/г сухого остатка (3,93 ДК); диапазон изменений концентрации в пробах 50-600 мкг/г. Максимум (12 ДК) отмечен в сентябре на ст.№24 вблизи Владивостока. По сравнению с прошлым годом среднее содержание практически не изменилось.

Концентрация фенолов в донных отложениях залива изменялась в пределах 2,3-10,0, составив в среднем 5,25 мкг/г, максимум был отмечен в сентябре на ст.№12. Средняя величина снизилась в 1,1 раза.

Среднегодовые и максимальные значения всех определяемых тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива не превышали допустимого уровня (табл. 11.9).

Общий уровень загрязнения осадков Амурского залива ртутью существенно ниже, чем в бухте Золотой Рог и бухте Диомид и в) проливе Босфор Восточный (рис. 11.10). Во всех остальных районах среднее содержание ртути не превышало допустимого уровня, а максимальные величины не превышали 2 ДК.

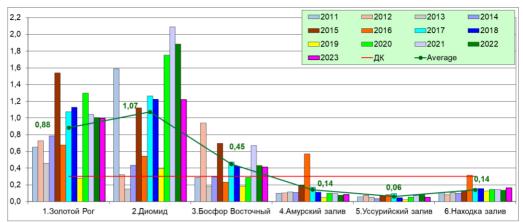


Рис. 11.10. Многолетние изменения средней концентрации ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2011-2023 гг.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
	12,69	13,93	0,27	4,23	11,05	85,56	108,72	25763		
	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
<u>K</u>	13,78	14,57	0,39	4,93	13,38	71,43	141,43	22989	22,54	0,112
KHÌ	14,68	17,31	0,09	4,21	13,05	75,11	136,41	23816	20,72	0,049
Средняя	13,58	24,27	0,39	4,24	31,36	59,21	109,31	22434	23,32	0,099
D,	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
	14,26	16,73	0,18	4,19	10,76	44,92	89,22	13779	20,65	0,086
	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
ая	24,0	28,0	2,2	7,4	26,0	99,0	294,0	38331	42,0	2,32
IPH	24,0	35,0	2,0	13,0	22,0	125,0	178,0	32390	26,0	0,78
Иал	28,0	33,0	0,6	8,3	20,5	135,9	227,3	39882	33,8	0,32
СИЛ	34,1	42,4	0,4	6,5	23,2	147,9	282,0	40964	35,6	0,15
Максимальная	27,6	63,2	1,1	9,3	98,7	111,0	204,2	36617	36,8	0,38
2	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

	25,9	27,9	0,4	6,3	15,2	63,6	162,0	18020	35,7	0,22
	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
КН	0,39	0,15	0,84	0,30	0,36	0,43			0,16	0,57
ДК средняя	0,39	0,17	0,49	0,25	0,38	0,51			0,23	0,37
be	0,42	0,20	0,11	0,21	0,37	0,54			0,21	0,16
X 6	0,39	0,29	0,49	0,21	0,90	0,42			0,23	0,33
П	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
	0,41	0,20	0,22	0,21	0,31	0,32			0,21	0,29
	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
гая	0,97	0,60	5,75	0,80	1,14	0,89			0,71	3,10
TLE	0,69	0,33	2,75	0,37	0,74	0,71			0,42	7,73
мал	0,69	0,41	2,50	0,65	0,63	0,89			0,26	2,60
си	0,80	0,39	0,75	0,42	0,59	0,97			0,34	1,07
Иак	0,97	0,50	0,50	0,33	0,66	1,06			0,36	0,50
ДК максимальная	0,79	0,74	1,38	0,47	2,82	0,79			0,37	1,27
П	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
	0,74	0,33	0,50	0,32	0,43	0,45			0,36	0,73

11.7. Уссурийский залив

Уссурийский залив - крупный внутренний залив у северного берега залива Петра Великого Японского моря. На западе залив ограничивает 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. Считается более холодным по сравнению с соседним Амурским заливом. На берегу залива расположены города Камень, Владивосток Большой посёлки Емар, Польяпольское. На запалном побережье залива имеется большая курортная зона с пансионатами, санаториями и детскими лагерями. В бухте Лазурная (Шамора) расположен самый популярный и крупный пляж Владивостока.

В 2023 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Уссурийского залива проводились в июне, сентябре и октябре на 9 станциях, всего получено 54 пробы воды. Весной и осенью было отобрано 18 проб донных отложений (рис. 11.11).

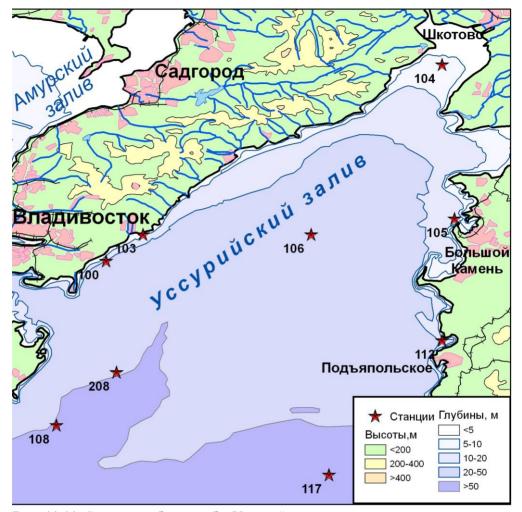


Рис. 11.11. Станции отбора проб в Уссурийском заливе.

В период проведения работ **температура** воды изменялась от 1,04°C в апреле на ст.№117 на выходе из залива в придонном слое на глубине 64 м до 21,72°C в сентябре на ст.№117 в поверхностном слое, в среднем – 14,42. Значения солености изменялись от 24,18‰ в октябре в вершине залива на поверхности до 34,43‰ в сентябре и октябре на выходе из залива на ст. №№ 108 и 117 в придонном слое; средний показатель составил 31,15‰. Значения рН изменялись от 7,89 до 8,38, в среднем - 8,24 ед. рН.

Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,0-10,5 мг/дм³, составив в среднем 4,26 6,48 мг/дм³; максимальное значение (1,05 ПДК) зарегистрировано в июне на ст. \mathbb{N} 108 на придонном горизонте. По

сравнению с 2022 г. среднее содержание взвешенных частиц снизилось в 1,5 раза. Среднее значение биохимического потребления кислорода БПК₅ практически не изменилось по сравнению с прошлым годом и составило 1,76 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; 2022 − 1,64). Максимальное значение (7,00 мгО₂/дм³, 3,33 ПДК) было зарегистрировано в октябре: на ст.№108 на выходе из залива в придонном слое. Прозрачность вод не более 12 метров на самой глубоководной ст.№17 в апреле.

Содержание биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2023 г. было в пределах многолетней изменчивости. Средняя за период наблюдений концентрация аммонийного **азота** не превысила 0,2 ПДК и по сравнению с предыдущим годом практически не изменилась. Значения изменялись в пределах 13,7-394,5. 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 1,5 раза и составила 0,38 ПДК при диапазоне значений 1,4-56,5 мкг/дм³. Максимум (2,35 ПДК) зарегистрирован в июне на ст.№108 в поверхностном слое. Средняя величина нитратов 19,09 (27,06) снизилась в 1,4 раза при диапазоне значений 11,2-69,2; максимум отмечен в июне на ст. №108 в поверхностном слое. Среднее содержание общего азота повысилось в 1,4 раза: с 316,1 до 447,26; диапазон значений 263,0-1154. Среднегодовая концентрация органического азота в толще составила 374 при диапазоне 71-783 мкг/дм³.

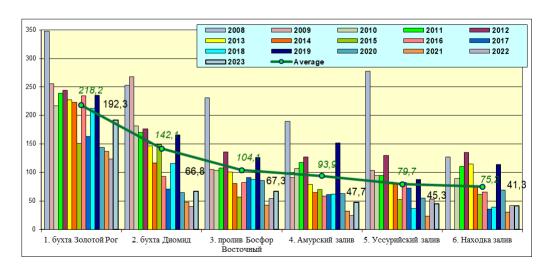


Рис. 11.12. Динамика средней концентрации аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2008-2023 гг.

Содержание фосфатов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива изменялось в пределах 6,0-38,1; среднее составило 13,48, что соответствует уровню прошлого года. Максимум был зарегистрирован в сентябре на ст. №100 в прибрежной зоне вблизи Владивостока в придонном слое. Среднее содержание общего фосфора по сравнению с предыдущим годом практически не изменилось и составило 18,25 при диапазоне значений 7,0-49,2. Наибольшее значение зафиксировано в октябре на той же ст. № 100 и тоже в придонном слое. Концентрация органического фосфора в пробах составила 0,7-20,3/7,0.

Средняя концентрация кремния в воде практически не изменилась и составила 456,65; при диапазоне значений 101,0-1132,0 мкг/дм 3 ; максимум отмечен дважды в октябре в прибрежной зоне вблизи пос. Большой Камень в придонном слое.

Концентрация нефтяных углеводородов $(M\Gamma/дM^3)$ Уссурийского залива изменялась от величин ниже предела обнаружения в четырех пробах (DL=0,01) до 0.15 мг/дм^3 (3 ПДК). Максимальное значение было зафиксировано в сентябре на ст.№208 в поверхностном слое. По сравнению с 2022 г. среднегодовая концентрация НУ повысилась в 1,25 раза и составила 1,0 ПДК (рис. 11.9). Содержание НУ в воде залива превышало ПДК в 22,2% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива случаев покрытия более 50% видимой водной поверхности нефтепродуктов не наблюдалось.

Содержание фенолов в пробах изменялось в диапазоне 0,5-2,0 мкг/дм³; средняя концентрация снизилась в 1,7 раза и составила 1,18 ПДК. Максимальная концентрация фенолов в морской воде (2 ПДК) была зафиксирована трижды в сентябре: на ст.№103 в придонном слое и дважды на ст.№100 в поверхностном и придонном слоях. Превышение ПДК наблюдалось в 64,8% проб. В предыдущие годы эта величина составляла: 2010 - 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 2021 -75%, в 2022 – 100%.

Уровень загрязненности вод залива детергентами в среднем практически не изменился и составил 1,0 ПДК. Диапазон концентрации 10,0-287,0⁵ максимум был отмечен в сентябре на ст.№104 в поверхностном слое. В 42,6% проб концентрация АПАВ превышала ПДК.

Воды Уссурийского залива относительно бухты Золотой Рог меньше загрязнены тяжелыми металлами, средняя концентрация здесь немного превышала половину норматива по железу и цинку (табл. 11.10). в 2023 г. повысилось среднее содержание (в пределах 1 ПДК) по меди, цинку, свинцу, кадмию; снизилось среднее содержание ртути в морской воде. концентрация железа составила 1,8 ПДК, и была Максимальная зафиксирована в июне на ст.№112 в поверхностном слое. Максимальная концентрация цинка (1,68 ПДК) отмечена в сентябре на ст.№108 в поверхностном слое; максимум по составил 1,8 ПДК и меди зафиксирован в июне на ст.№103 в придонном слое. Наибольшая концентрация остальных определяемых тяжелых металлов не превышала ПДК.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2012-2023 гг.

Pb Cu CdNi Zn Mn Fe Hg 0,21 0,96 0,21 0,34 8,10 6,74 43,3 0,003 0,21 0,46 0,15 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 1,02 12,50 3,22 53,03 0,045 0,61 0,66 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 7,89 0.45 0.027 0,17 0,17 0,30 16,69 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 2,78 43,01 0,020 2,50 0,47 2,57 1,71 33,85 1.9 91,0 8,0 3.2 3.8 35,0 309,0 0,04 30,0 1,9 0,6 0,5 1,9 10,0 569,0 0,01 2,4 1,4 0,9 4,1 50,0 91,0 275,0 0,20 2,5 55,0 0,6 1,5 24,0 75,0 505,0 0,09 22,0 2,8 12,0 2,0 53,0 21,0 377,0 0,17 Максимальная 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 0,1 29,6 37,8 0,16 0,6 8,3 4,9 12,4 3,0 28,0 109,0 5,7 170,7 0,26 9,0 5,8 22,4 83,9 13,0 90,2 0,08 1,1 0,19 0,02 0,02 0,03 0,16 0,13 0,87 0,03 0,05 0,09 0,01 0,02 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
	0,56	0,25	0,05	0,26	0,86	0,03	0,68	0,20
	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
В	0,48	0,14	0,09	0,41	1,00	1,82	5,50	2,00
эна	0,50	0,06	0,15	2,40	1,10	1,50	10,10	0,90
ал	4,40	0,28	1,20	0,20	1,06	0,42	7,54	1,70
ИM	0,62	0,42	0,12	1,50	0,52	0,24	5,80	0,90
акс	0,52	0,38	0,12	1,23	0,95	0,16	5,79	3,10
C M	0,38	0,06	0,09	0,11	0,66	0,05	2,57	0,90
ПДК максимальная	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
	1,80	0,58	0,11	2,24	1,68	0,26	1,80	0,80

Среднее за период наблюдений содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива (11,52 мгО₂/дм³) повысилось по сравнению с прошлым годом с 9,64 до 11,52 мгО₂/дм³ (135,6% насыщения). Концентрация растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 5,46-14,58. В 2023 году на акватории Уссурийского залива зафиксировано два случая, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6 мг/дм³). Максимально низкое содержание в воде растворенного кислорода было зафиксировано в сентябре на станции №105 на придонном горизонте и составило 5,46 мг/дм³ (71,6 % насыщения), что ниже норматива в 1,1 раза.

Качество вод Уссурийского залива в 2023 г. по индексу загрязненности вод (ИЗВ=0,92) оценивается ІІІ классом, «умеренно загрязненные». По сравнению с прошлым годом класс качества не изменился. Расчет выполнен по средней концентрации НУ, фенолов и СПАВ. Кроме трех расчетных ингредиентов к числу приоритетных загрязняющих веществ в водах залива также относятся металлы: медь, железо, цинк, свинец и ртуть, максимальная концентрация которых достигала 1,8, 1,8, 1,68; по свинцу и ртути в 2023 г. ПДК не была превышена. Кислородный режим в целом в период наблюдений был в пределах нормы.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах донных отложений

Уссурийского залива изменялось от 60 до 100 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 68,33 (1,37 ДК). 87,78 Максимум (2 ДК) отмечен в июне на ст.№104. По сравнению с прошлым годом среднее содержание НУ снизилось в 1,3 раза. Превышение допустимого уровня концентрации в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 100% проб.

Концентрация фенолов в пробах была в диапазоне 2,4-7,5/2,85 мкг/г; средняя увеличилась в 1,3 раза. Наибольшее значение зафиксировано в октябре на ст.№ 117.

Уровень загрязнённости донных отложений Уссурийского залива тяжелыми металлами в целом невысокий. Средние значения всех определяемых ТМ варьировали в пределах 0,16-0,43 ДК (табл. 11.11). Максимальное содержание меди на ст.№105 (вблизи пос. Большой Камень) в октябре составило 2,58 ДК. Наибольшая концентрация кадмия резко возросла: 0,38 до 2,63 ДК. Загрязнение донных отложений ртутью снизилось в 1,8 раза: концентрация в пробах изменялась в 0,03-0,10, составив среднем 0.05 HF/Fдиапазоне В $(0.18 \, \text{ДК})$: максимальная концентрация, обнаруженная в октябре на ст. №№ 112 и 208 составила 0,33 ДК.

Таблица 11.11. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2012-2023 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
	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
В	7,94	11,58	0,30	2,26	6,19	34,07	84,23	13258	11,47	0,048
КНÌ	7,26	11,61	0,19	2,61	12,50	32,38	59,59	12231	11,43	0,024
Средняя	7,33	11,29	0,47	3,83	14,78	30,12	82,17	11102	12,28	0,052
\mathcal{O}	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
	15,10	14,29	0,23	3,29	10,99	41,91	79,94	12049	16,40	0,053
	40,0	44,0	0,5	5,4	13,0	193,0	164,0	32529	30,0	0,31
ая	23,0	27,0	1,1	9,0	21,0	109,0	228,0	39543	38,0	0,16
IBH	27,0	30,0	0,8	6,2	17,0	111,0	194,0	45842	39,0	0,08
мал	40,0	45,0	2,4	24,0	27,0	101,0	201,0	33553	64,0	0,34
Максимальная	27,0	33,0	1,4	7,4	55,0	82,0	228,0	25019	35,0	0,23
Так	58,0	59,0	2,1	6,9	12,0	52,0	180,0	27398	18,0	0,48
2	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
	90,4	36,8	2,1	9,2	34,8	73,3	145,0	26247	54,1	0,1
	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
КК	0,36	0,14	0,76	0,19	0,22	0,13			0,09	0,32
ДК Средняя	0,23	0,14	0,38	0,11	0,18	0,24			0,11	0,16
∑be	0,21	0,14	0,24	0,13	0,36	0,23			0,11	0,08
X (0,21	0,13	0,59	0,19	0,42	0,22			0,12	0,17
Ц	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
	0,43	0,17	0,28	0,16	0,31	0,30			0,16	0,18
	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
ая	1,14	0,53	3,00	1,20	0,77	0,72			0,64	1,13
TBH	0,77	0,39	1,75	0,37	1,57	0,59			0,35	0,77
мал	1,66	0,69	2,63	0,35	0,34	0,37			0,18	1,60
си	0,73	0,45	0,50	0,24	0,32	0,59			0,20	0,53
ДК максимальная	0,57	0,41	0,88	0,29	1,61	0,55			0,21	0,23
X	0,41	0,27	1,13	0,42	2,07	0,43			0,24	0,33
Д	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
	2,58	0,43	2,63	0,46	0,99	0,52			0,54	0,33

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 и базовый порт для судов Приморского морского пароходства. В заливе находятся 4 порта и 4 судоремонтных завода. 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 2023 г. гидрохимические наблюдения проводились в июне, сентябре и октябре на 12 станциях было отобрано 72 пробы воды и 24 пробы донных отложений (рис. 11.13). Анализ полученных результатов загрязнения залива Находка проводился с использование наблюдений в бухтах Находка и Врангеля.

В период наблюдений температура воды изменялась в пределах 3,70-26,60°С, в среднем 13,38°С. Соленость варьировала от 14,54‰ в бухте Находка на ст. №2 в августе на поверхности до 33,22‰ в июне на ст. № 14 (в центральной части залива) в придонном слое. Среднегодовое значение составило 29,49‰. Значения рН изменялись от 8,12 до 8,52; в среднем - 8,32 ед. рН. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,8-16,4 мг/дм³, максимум (1,64 ПДК) отмечен в октябре на ст.№7 в поверхностном слое. Средняя величина (7,37 мг/дм³) снизилась в 1,4 раза по сравнению с прошлым годом. Среднее значение потребления кислорода (2,67 мг O_2 /дм³, 1,27 ПДК) биохимического 1.2 Максимальное значение содержания повысилось раза. органических веществ по БПК₅ составило $9{,}00$ мг O_2 /дм³ ($4{,}29$ ПДК) и было отмечено в августе на ст.№1 в бухте Находка в поверхностном слое. Прозрачность вод не более 8 м.



Рис. 11.13. Станции отбора проб в заливе Находка.

Концентрация аммонийного **азота** (мкг/дм 3) в водах залива изменялась в диапазоне 16,4-129,9, максимум был отмечен в июне на

ст.№1 (в бухте Находка) в поверхностном слое. Среднее значение практически осталось на уровне 2022 г. - 42,1.

Содержание нитритов изменялось в диапазоне 1,6-170,7; максимальная величина повысилась в 1,1 раза и была зафиксирована в августе на ст. №1 (бухта Находка) в поверхностном слое в. Среднее значение (22,90) по сравнению с прошлым годом выросло в 1,3 раза (рис. 11.14). В заливе Находка 2023 г. продолжалось повышение содержания нитритов в морской воде. В заливе Петра Великого уровень загрязненности морских вод нитритами в последние 15 лет в среднем был невысоким. В 2023 году в исследуемый период среднегодовые значения нитритов в морских водах превысили норматив только в Амурском заливе (2,01 ПДК).

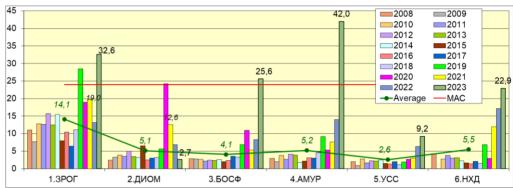


Рис. 11.14. Средние значения содержания нитритов (мкг/дм³) в районах залива Петра Великого Японского моря в 2008-2023 гг.

Концентрация нитратов (мкг/дм³) была в диапазоне 3,6-210,9, среднее содержание 32,38 повысилось с 1,2 раза (с 26,0 до 32,38). Максимум был зафиксирован в сентябре на ст.№1 в бухте Находка в поверхностном слое. Среднее содержание общего азота немного повысилось: с 437,65 до 479,33; диапазон значений 273-841. Средняя концентрация органического азота в толще воды снизилась до 374 с прошлогодней 470,0; диапазон значений 71-783 мкг/дм³.

Содержание фосфатов (мкг/дм³) в водах залива Находка изменялось в пределах 7,5-34,7, составив в среднем 17,66 (повышение в 1,2 раза с 14,9); максимальная концентрация была зарегистрирована в июне на ст.№36 в бухте Новицкого в придонном слое. Однако наиболее загрязненным фосфатами районом залива остается бухта Находка — среднее содержание фосфатов здесь составило 20,81.

Значения общего фосфора изменялись в диапазоне11,8-46,2; средняя величина 24,58 практически не изменилась.

Содержание кремния в водах залива Находка повысилось в 1,5 раза с 725,6 до 1111,04; диапазон 217-4665. В четырнадцати пробах концентрация силикатов превышала 1000 мкг/дм³; максимум был зафиксирован в октябре на ст. №2 (бухта Находка) в поверхностном слое.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне от 0,01 до 0,06, в среднем - 0,033 мг/дм³ (0,66 ПДК). Уровень загрязненности вод залива НУ практически остался на уровне 2022 г. Максимальная концентрация была зафиксирована в октябре на ст. №15 в поверхностном слое. В 1,9% из разных участков акватории залива концентрация НУ была выше норматива. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод залива Находка случаев покрытия более 50% видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.

Концентрация фенолов изменялась в пределах 0.5-3.5, среднегодовой показатель $2.09~\rm mkr/дm^3~$ был в $1.1~\rm pasa$ выше прошлогоднего. Максимальная величина $(3.5~\rm \Pi Д K)$ была зарегистрирована в июне в поверхностном слое. В 98.1% от всех отобранных проб концентрация фенолов была выше $\Pi Д K$.

Содержание АПАВ в водах залива Находка по сравнению с предыдущим годом повысилось в среднем в 1,1 раза; диапазон значений составил 0,0-356,0, в среднем - 120,0 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зарегистрирована в августе на ст. № 15 в придонном слое. В 50% 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). Содержание железа в среднем превысило ПДК в 1,28 раза; максимум был отмечен в июне и августе на ст.№152 вблизи о. Лисий в поверхностном слое. В наибольшей степени в морских водах была представлена медь (0,52 ПДК), цинк (0,30 ПДК) и ртуть (0,20 ПДК). Для цинка экстремум зафиксирован в июне и августе на ст. №14 в поверхностном слое. Наибольшее значение ртути (0,60 ПДК) было в 3,8 раза ниже прошлогоднего и отмечено в поверхностном горизонте в центральном районе залива на ст. № 152.

Таблица 11.12. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2012-2023 гг.

			Cu		Pb	Cd	Ni		Zn	Mn	Fe	Hg
	р	Я		1,06	0,14	0	,33	0,31	7,99	5,5	5 35,50	0,006
(2 2	Ξ	В	0,53	0,12	0	,09	0,33	5,73	3,4	7 18,03	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
	2,60	2,11	0,11	3,17	14,94	0,95	63,76	0,020
	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
Максимальная	5,1	2,7	5,2	42,0	55,0	17,0	112,0	0,13
JIP	6,3	2,8	1,6	3,2	52,0	122,0	176,0	0,09
Ma	7,8	8,0	1,1	2,1	32,2	42,2	135,0	0,12
КСИ	5,5	2,1	0,3	17,1	20,5	13,9	117,3	0,12
Иал	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	0540	0,10
	6,3	6,7	1,2	20,8	146,5	6,4	854,8	0,23
	4,5	8,1	0,2	15,4	59,3	17,8	622,9	0,06
	0,21 0,11	0,01 0,01	0,03 0,01	0,03 0,03	0,16 0,11	0,11 0,07	0,70 0,36	0,06
	0,11	0,01	0,01	0,03	0,11	0,07	0,30	0,54
	0,20	0,03	0,03	0,04	0,19	0,10	0,48	0,43
	0,13	0,05	0,02	0,10	0,19	0,07	0,73	0,43
KK	0,18	0,03	0,04	0,06	0,21	0,18	1,08	0,26
нда	0,13	0,02	0,04	0,04	0,20	0,05	0,43	0,33
ПДК средняя	0,17	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
Ή	0,18	0,02	< 0,01	0,22	0,12	0,06	0,20	0,14
	0,42	0,12	0,01	0,16	0,38	0,02	1,30	0,26
	0,52	0,21	0,01	0,32	0,30	0,02	1,28	0,20
	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	·
Б	0,60	0,16	0,38	0,30	2,74	1,20	7,74	6,00
эна	0,36	0,06	0,11	0,23	1,06	0,38	3,40	1,50
алі	1,02	0,27	0,52	4,20	1,10	0,34	2,24	1,30
МЖ	1,26	0,28	0,16	0,32	1,04	2,44	3,52	0,90
акс	1,56	0,80	0,11	0,21	0,64	0,84	2,70	1,20
Z M	1,10	0,21	0,03	1,71	0,41	0,28	2,35	1,20
ПДК максимальная	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
	0,90							0,60

Кислородный режим залива Находка в теплый период года в целом улучшился. Средняя концентрация растворенного в воде **кислорода** изменилась с 10.8 до 12.44 (138.7% насыщения), диапазон составил 6.95-17.54 мг O_2 /дм³. Случаи снижения содержания кислорода ниже допустимого норматива не отмечены.

значению расчетного индекса (И3B=1,28,класс, "загрязненные") в летне-осенний период наблюдений в 2022 г. качество вод в заливе Находка немного ухудшилось за счет повышения средней концентрации фенолов, железа и БПК₅. В 2023 г. концентрация легко окисляемых органических веществ, фенолов и АПАВ увеличилась до 1,27 ПДК, 2,09 ПДК и 1,20 ПДК соответственно. Было отмечено концентрации незначительное средней повышение Содержание тяжелых металлов, за исключением железа, в целом было невысоким. Средняя концентрация ртути снизилась до 0,20 ПДК, максимум (0.60) не превысил ПДК.

В наиболее загрязненных частях залива качество вод ухудшилось по сравнению с прошлым годом: во всех этих районах качество вод оценивалось как IV класс ИЗВ. В бухте Врангеля ИЗВ составил 1,28 против 1,23 в прошлом году; в бухте Козьмина 1,27/1,15. В бухте Находка ИЗВ=1,59, IV класс, «загрязненные».

В заливе Находка в июне и октябре 2023 г. было отобрано проб донных отложений. Содержание нефтяных углеводородов в целом по заливу варьировало в диапазоне 40-2010, составив в среднем 179,58 (3,59 ДК), что в 1,1 раза больше прошлогодних 3,17 ДК. Максимальное значение (40,2 ДК) зарегистрировано в июне на ст.№1 в бухте Находка. Превышение допустимого уровня концентраций в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 83,3 % 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 1,6-6,7, среднее значение составило 3,74 4,06 мкг/г, что примерно в 1,1 ниже прошлогоднего (4,06). Максимальная концентрация отмечена в июне на ст. № 36 в бухте Новицкого.

Таблица 11.13. Минимальная, максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях различных участков залива Находка в 2017-2023 гг.

Акватория	Кол-во проб 2022	Min	Max	Средняя
Залив Находка	24	70/	490/	167/
(центральная		110/	670/	245/
часть)		80/	380/	152,5/
		70/	620/	170/
		20	400	126,3
		20	900	113,2
		50	200	78
Бухта Врангеля	3	120/	170/	145/
-		270/	280/	275/
		110/	120/	115/
		90/	290/	190/
		40	40	40
		60	60	60,0
		70	70	70
Бухта Находка	6	1720/	3890/	2600/
•		1819/	2580/	2195/
		1700/	2650/	2100/
		910/	1870/	1222,5/
		540	2480	1325
		500	1020	760,0
		40	2010	700
Бухта Козьмина	3	90/	120/	105/
		90/	130/	110/
		90/	120/	105/
		70/	90/	80/
		40	40	40
		10	70	40,0
		60	60	60

В 2023 г. средняя концентрация всех определяемых **тяжелых** металлов в пробах донных отложениях залива Находка не достигала условно допустимого уровня (табл. 11.14). Среднее содержание марганца, меди, свинца, цинка, железа и хрома незначительно снизилось; содержание кадмия, кобальта, никеля и ртути незначительно повысилось. Максимальная концентрация превысила условный норматив по меди (2,29 ДК), кобальту (2,45), никелю (2,10), цинку (1,45) и ртути (1,4). Наибольшие значения остальных определяемых тяжелых металлов в донных отложениях залива Находка не превысили допустимого уровня. Средняя и максимальная величина содержания

ртути повысилась по сравнению с прошлым годом в 1,2 и 1,1 раза соответственно.

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2012-2023 гг.

WICTAILIT										Hg
	24,31	18,60			9,63					
	15,65	18,68	0,79		13,43	72,32			12,66	0,106
	19,08									
	17,42	10,18	1,29	3,18				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			38,80	0,156
В	19,65	21,60	0,23	4,74	11,11	84,74	147,49	24102	19,04	0,154
ίнν	20,08	20,71	0,06	4,48	21,34	108,70			17,36	0,127
Средняя	19,27	15,63	0,19	4,10	20,58	76,28			10,64	0,144
C	27,07	24,41	0,33	6,34	18,02	99,80	172,50			
	24,25									
	12,76					61,36			10,70	
	177,0	134,0		7,3	15,0					
	71,0									
	95,0				19,0					
	65,0									
гая	132,0								44,0	
ПЪЕ	117,0									
Максимальная	110,6									
кси	82,3		0,4							
Лағ	92,8								23,4	
_	112,2		0,9							
	123,7				16,2					
	80,1	72,4						25068		
	0,69		0,30		0,28				0,23	
	0,45								0,13	
	0,55				0,32				0,23	
	0,50					0,50			0,34	
	0,54				0,44				0,17	
ККН	0,58								0,39	
едп	0,56								0,19	
сь	0,57								0,17	
ДК средняя	0,55				0,59				0,11	
•	0,77 0,69					0,71 0,56			0,19 0,11	0,49 0,45
	0,09								0,11	0,43
	5,06				0,33				0,11	
MA KC HM	2,03								0,43	
	4,03	1,20	4,00	0,50	0,03	4,00			0,50	1,//

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
2,29	0,85	0,75	2,45	2,10	1,45	0,29	1,40

11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

источниками загрязнения прибрежной Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский являются сбросы загрязненных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Основными загрязнителями являются предприятия коммунальнобытовых служб, нефтебаза и флот из-за неконтролируемого сброса льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов. В районе г. Александровска исследования состояния загрязнения морских проводились Центром донных отложений мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск). В 2023 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 2,1°C в мае до наибольшего прогрева 20,00°C в августе; среднегодовое значение - 11,79°C. Соленость варьировала в пределах 16,83-33,01‰, составив в среднем 28,245‰. Хлорность была в диапазоне 9,31-18,27‰, средняя - 15,633‰. Значения водородного показателя составили 7,83-8,10/8,008 ед. рН; щелочности 1,399-2,224/1,983 мг-экв/дм³. Концентрация взвешенных частиц в морской воде изменялась в диапазоне 8-186 мг/дм³, в среднем 54,87 (5,49 ПДК), что в 1,2 раза меньше прошлогоднего значения (6,56 ПДК). Максимум (18,6 ПДК) был зарегистрирован в мае в поверхностном слое. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в среднем была 1,576 мгО₂/дм³ (0,75 ПДК), (в прошлом году - 0,94 ПДК). Максимальная величина (2,43 ПДК) была зафиксирована в мае, что почти в 3,2 раза ниже прошлогоднего значения (7,81 ПДК).

Концентрация **биогенных** элементов (мкг/дм³) в исследуемый период была в пределах среднемноголетних значений. Содержание аммонийного азота было выше предела обнаружения (DL=20) в четырех пробах (22,0-36,0), среднее значение - 3,57. Максимальная концентрация $(<0,01\ \Pi\mbox{ДK})$ была отмечена в мае. Содержание нитритов

изменялось от нулевых значений до 2,0 мкг/дм³. Содержание нитратов изменялось от нулевых значений (DL=5) до 115,0, среднее - 20,36 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в октябрьской пробе.

В период проведения наблюдений в 20 пробах содержание минерального фосфора было ниже предела обнаружения (DL=5). Среднее содержание фосфатов в 2023 г. составило 5,72, что почти в 16,4 раза ниже уровня прошлого года (94,03); максимум 24,53 (2211,00 мкг/дм 3) был отмечен в октябре на трех станциях.

Диапазон концентрации кремния составил 74,0-904 мкг/дм³; средняя концентрация - 331,2 - в 1,2 раза ниже прошлогодней (398,8 мкг/дм³). Максимум был отмечен в июне.

В 2023 г. содержание **нефтяных углеводородов** в водах рейда порта г. Александровск изменялось от 0,0 до 0,107 мг/дм³ (2,14 ПДК). По сравнению с 2022 г. средняя концентрация НУ снизилась с 1,39 до 0,94 ПДК (табл. 11.15). Максимум был отмечен в августе в поверхностном слое. В период проведения наблюдений концентрация фенолов была ниже предела обнаружения DL=2,0 мкг/дм³.

Среднее содержание меди в 2023 г. несколько снизилось и составило 3,7 мкг/дм³ (0,74 ПДК). Максимум достигал 5,6 мкг/дм³ (1,12 ПДК) и был зафиксирован в июне в поверхностном слое. Средняя концентрация цинка практически не изменилась и составила 0,14 ПДК, максимальная — 0,25 ПДК. Содержание свинца в период проведения наблюдений изменялось в диапазоне 0,0-0,96, средняя концентрация 0,12 (0,01 ПДК). Концентрация кадмия была ниже предела обнаружения (DL=0,3) в 25 пробах, а в пяти изменялась в диапазоне 0,41-0,52, составив в среднем 0,078 мкг/дм³ (0,01 ПДК).

Кислородный режим в водах Татарского пролива в целом соответствовал многолетней норме: среднее содержание растворенного кислорода в воде составило $8,967 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Диапазон концентрации составил $7,05-11,11 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. По значению индекса ИЗВ (0,79) качество вод Татарского пролива в 2023 г. несколько ухудшилось, но попрежнему соответствовало III классу, "умеренно загрязненные" (табл. 11.14). Приоритетными загрязнителями были нефтяные углеводороды, органические вещества по БПК $_5$ 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 2021-2023 гг.

Район Ингредиент	2021 г.	2022 г.	2023 г.
------------------	---------	---------	---------

		C*	пдк	C*	ПДК	C*	ПДК
Татарский	НУ	0,055	1,1	0,070	1,39	0,047	0,94
пролив:		0,152	3,04	0,158	3,16	0,107	2,14
Александровск	СПАВ	14,3	0,14	7,5	0,08	0,0	0,00
Сахалинский		26	0,26	68,0	0,68	0,056	0,00
(30 проб)	Кадмий	0,12	0,01	0,04	<0,01	0,08	0,01
		0,8	0,08	0,6	0,06	0,52	0,05
	Медь	3,29	0,66	4,4	0,89	3,7	0,74
		7,2	1,44	8,3	1,66	5,6	1,12
	Цинк	7,09	0,14	6,9	0,14	7,7	0,15
		13,2	0,26	12,9	0,26	12,3	0,25
	Свинец	0,47	0,05	0,0		0,1	0,01
		1,1	0,11	0		0,96	0,10
	Аммонийны	3,23	<0,01	30,5	0,01	3,6	0,00
	й азот	31	0,014	331,0	0,11	36,0	0,01
	Нитритный	0,43	0,02	1,5	0,06	0,4	0,02
	азот	2	0,08	27	1,13	2	0,08
	$Б\Pi K_5$	1,94	0,92	2,0	0,94	1,6	0,75
		4,2	2,0	16,4	7,81	5,1	2,43
	Кислород	8,35		8,51		8,97	
		7,21		3,07	0,51	7,05	

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 0,0-64,1 мкг/г (1,28 ДК); среднее значение (23,38 мкг/г, 0,47 ДК) было в 2,35 раза выше прошлогоднего (табл. 11.16).

Содержание фенолов в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,0–0,24; среднегодовая концентрация равнялась 0,01 мкг/г. Среднее содержание меди, цинка и кадмия в осадках этого прибрежья о. Сахалин не изменилось: 0,11; 0,42; 0,04 ДК соответственно. Свинец в период проведения наблюдений не обнаружен.

Таблица 11.16. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ (мкг/г) в донных отложениях Татарского пролива у г. Александровск-Сахалинский в 2021-2023 гг.

Район	Ингредиен	2021 г.		2022 г.		2023 г.	
	Т						
		C*	ДК	C*	ДК	C*	ДК
Татарский	НУ	20,42	0,41	9,9	0,20	23,4	0,47
пролив:		123,5	2,47	32	0,64	64,1	1,28
Γ.	Фенолы	0,005		0,07		0,01	
Александровск -		0,08		0,24		0,08	
Сахалинский	Медь	3,95	0,11	3,82	0,11	3,91	0,11
		15,2	0,43	4,9	0,14	5,6	0,16
	Цинк	56,78	0,41	64,9	0,46	59,0	0,42
		102,3	0,73	105	0,75	89	0,64
	Кадмий	0,026	0,033	0,02	0,03	0,03	0,04
		0,11	0,14	0,06	0,08	0,044	0,06
	Свинец	0,31	< 0,01	0,1	<0,01	0,0	
		5,2	0,06	4,1	0,05	0	

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, Гидрометеоиздат, 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. Гидрометеоиздат, 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, Гидрометеоиздат, 1993, 264 с.
- 8. **Р**Д **52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. / Под ред. С.Г. Орадовский, М, Гидрометеоиздат, 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. Warmer 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).
- 20. «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» (1996).
- 21. ПП-РФ 477. Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды".

- 22. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
- 23. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. Москва, МГУ, 1975, 272 с.
- 24. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 1986, 218 с.
- 27. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. СПб: Гидрометеоиздат, 1991, 236 с.
- 28. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. СПб: Гидрометеоиздат, 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, N1, с. 44-48.
- 36. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. Л: Гидрометеоиздат, 1985, 270 с.
- 37. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. М.: Гидрометеоиздат, 1989, 326 с.
- 38. Мамыкина В.А., Хрусталев Ю.П. Береговая зона Азовского моря. Издательство Ростовского университета, 1980, 172 с.
- 39. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвецинский 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: Экоси-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 Украині, МГИ, 2008, 42 с.

Крутов А.Н. Влияние речного стока на качество вод Таганрогского залива и взморья реки Кубань Азовского моря // Водное хозяйство России, 2016, № 2, с. 16-31.

- 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. M, 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 c.
- 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: Экоси-гидрофизика, 2012, 421 с.
- 51. Фащук Д.Я. Черное море: географо-экологический «портрет». М., ГЕОС, 2019, 310 с.
- 52. Суховей В.Ф. Моря Мирового океана. Л., Гидрометеоиздат, 1986, 288 с.
 - 53. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. UNEP, 2010, 9 p.

- 54. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Том III. Балтийское море. Выпуск І. Гидрометеорологические условия. СПб, Гидрометеоиздат, 1992, 451 стр.
- 55. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Под ред. Б.Х. Глуховского. Л.: Гидрометеоиздат, 1991, 240 с.
- 56. 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.: Гидрометеоиздат, 1991, 192 с.
- 57. Лоция Белого моря. СПб: Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства Обороны Российской Федерации, 2006, 411 с.
- 58. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007, 349 с.
- 59. Арктическая энциклопедия. Москва, «Паулсен», т. 1, 2017, 688 с.
- 60. Баренцево море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, т 1, вып. 1, 1990, 280 с.
- 61. Советская энциклопедия. Большая советская энциклопедия в 30 т., гл. ред. А.М.Прохоров, 1969-1978, 1972, т. 7, 608 с.
 - 62. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М, Мысль, 1999, 320 с.
- 63. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. Издательство Московского университета, 1982, 270 с.
- 64. Охотское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрометеорологические условия. Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 1, 1992, 318 стр.
- 65. 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.

СПИСОК

опубликованных Ежегодников

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величкевич, 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.Величкевич, 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.Величкевич, 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.Величкевич, 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 Н.А.Афанасьева, Советского Союза 1980 г. Т.А.Бакум, รล И.Г.Матвейчук, Т.А.Иноземиева, Н.А.Казакова, 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, Гидрометеоиздат, 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.Кирьянов. – 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., Кирьянов 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., Кирьянов 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., Кирьянов 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: Φ ГБУ «ГОИН», 2023, 248 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2022 / Под общей редакцией А.Н. Коршенко. — Ижевск: OOO «Принт», 2024, 232 с.

Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2023

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС, (АстрЦГМС, г. Астрахань), Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ): Дощахова 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., Воронова О.В., Кобец С.В., Малявко Е.В.
- 3). Лаборатория мониторинга загрязнения среды г. Керчи ЦМС ФГБУ «Крымское УГМС» (ЛМЗС, г. Керчь): Алексеенко А.И., Иванько Л.Н, Соколова А.А., Полубинская Е.М., Ковалева Е.М.

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., Воронова О.В., Кобец С.В., Малявко Е.В.
- 4). Гидрометеобюро-1 Туапсе Краснодарского ЦГМС, Северо-Кавказское УГМС (г. Туапсе): Титов А.М., Лещенко 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., Грипас О.Е., Балакина О.Н., Помазкина Н.Л., Попова Ю.Н., Анисимова У.Г., Шунин 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., Яески Е.А.

Карское море

1). Северо-Западный филиал Φ ГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демешкин А.С., Яески Е.А.

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 поверхностных и морских вод суши (ЛМЗМПВС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Артамонова Е.М.

Японское море

1). Лаборатория по мониторингу загрязнения природных вод и почв Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Приморское УГМС» (г. Владивосток): Подкопаева В.В., Тихонова О.В. 2). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, Лаборатория поверхностных и морских 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, Гидрометеоиздат, 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, Гидрометеоиздат, 1996, 50 с.)

Обновленные нормативные документы

http://ipk.meteorf.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. **Р**Д **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. **Р**Д **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 спектрометрии.
- 11. РД **52.10.775-2013.** Массовая доля металлов в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии (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 спектрометрии.
- 13. РД 52.10.779-2013. Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектрометрии.
- 14. РД 52.10.803-2013. Массовая доля нефтяных углеводородов в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом инфракрасной спектрометрии (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 спектрометрии 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 (рН)").
- 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 молибдокремневой кислоты (взамен РД 52.10.744-2010 Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдокремневой кислоты).
- 23. РД 52.10.745-2020. Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе (взамен РД 52.10.745-2010 Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе).
- 24. **РД 52.10.927-2023.** Массовая доля ртути в пробах гидробионтов. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии в режиме «холодного пара».
- 25. **РД 52.10.738-2023.** Массовая концентрация фосфатного фосфора в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом. Москва, ФГБУ «ГОИН», 2023, 28 с.

CONTENTS

	AND LOTH A TRIONAL
	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 2022
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. Western and Central part (century transect III and
	IIIa)
	1.3.2. Southern border of the Northern Caspian (century
	transect IV)
Chapter 2.	Azov Sea
	2.1. General information
	2.2. Estuarine part of Don River
	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. Transect port Crimea – port Caucasus
Chapter 3.	Black Sea
	3.1. General information
	3.2. Coastal waters of Sevastopol
	3.2.1. Sevastopol southern coast
	3.2.2. Bight Streletskaya
	3.3. Crimea coastal waters. Port Yalta
	3.4. Crimea coastal waters. Karadag
	3.5. Quality of Crimea coastal waters
	3.6. Northern Caucasus coastal waters
	3.7. Coastal waters of the area of Adler-Sochi
	3.8. Conclusions
Chapter 4.	Baltic Sea
1	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
	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
Chapter 6.	6.1. General information
	6.2. Sources of pollution
	6.3. Water pollution of the Kolsky Bay
Chapter 7.	Greenland Sea (Spitsbergen)
Chapter 7.	7.1. General information
	7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters
	7.3. Hydrochemical parameters
	7.4. Pollution
CI O	7.5. Bottom sediments
Chapter 8.	Arctic Seas
G 1 0	8.1. Kara Sea
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 port Prigorodnoe
	10.3. Conclusions
Chapter 1	Japan Sea
•	11.1. General information
	11.2. Sources of pollution and monitoring programme
	11.3. Golden Horn Bay
	11.4. Diomede 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
	CONTENTS
	CONTENTS (Russ)

СОДЕРЖАНИЕ

	соды жаппе	
		Стр.
	РИПРИТИТЕ В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	
	ABSTRACT	
	ВВЕДЕНИЕ	
A.	Характеристика системы наблюдений	
	А.1. Станции мониторинга	
	А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений	
	А.3. Мониторинг морской среды в 2022 г	
1.	Глава 1. Каспийское море	
	1.1. Общая характеристика	
	1.2. Поступление загрязняющих веществ	
	1.3. Состояние вод Северного Каспия	
	1.3.1. Западная и центральная часть акватории (разрезы	
	Ша и Ш) фазрезы	
	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. Устьевая область реки Дон	
	2.3. Устьевое взморье и дельта реки Кубань	
	1 1	
	2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань 2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива	
	ı ı	
2	2.4. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ	
3.	Глава 3. Черное море	
	3.1. Общая характеристика	
	3.2. Прибрежные воды Севастополя	
	3.2.1. Севастопольское южное взморье	
	3.2.2. Бухта Стрелецкая	
	3.3. Прибрежные воды Крыма. Порт Ялта	
	3.4. Прибрежные воды Крыма. Карадаг	
	3.5. Качество черноморских вод у берегов Крыма	
	3.6. Северное прибрежье Кавказа	
	3.7. Прибрежные воды района Сочи-Адлер	
	3.8. Выводы	
4.	Глава 4. Балтийское море	
	4.1. Общая характеристика	
	4.2. Мониторинг восточной части Финского залива и	
	Невской губы	
	4.3. Характеристика гидрометеорологических условий	

	1	
	4.4. Центральная часть Невской губы	
	4.5. Северный курортный район	
	4.6. Южный курортный район	
	4.7. Морской торговый порт (МТП)	
	4.8. Северная станция аэрации	
	4.9. Курортный район мелководной зоны	
	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	
	7.5. Донные отложения	
8.	Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
	8.1. Карское море	
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 села Стародубское	
	10.2.2. Залив Анива. Район порта Корсакова	
	10.2.3. Залив Анива. Район порта Пригородное	

	10.3 Выводы
11.	Глава 11. Японское море
	11.1. Общая характеристика
	11.2. Источники загрязнения и программа мониторинга
	11.3. Бухта Золотой Рог
	11.4. Бухта Диомид
	11.5. Пролив Босфор Восточный и бухта 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-2022
	Приложение №3. РД Росгидромета: «Методические
	руководства по определению гидрохимических
	показателей и загрязняющих веществ в различных
	объектах морской среды»
	CONTENTS
	СОДЕРЖАНИЕ

Монография

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.

Ежегодник 2023.

Под редакцией А.Н. Коршенко

Рецензент к.х.н. Н.А.Лукьянова

ISBN 978-5-6045347-5-5

- © Коршенко А.Н.,2025
- © ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2025

Подписано в печать Формат 70х100 1/16. Условных п.л. 20,15. Тираж 320 экз. Заказ №

ISBN 978-5-6045347-5-5

